

Research Article

남부지역에서 사료용 벼와 동계작물을 연계한 조사료 생산 체계 연구

김종근^{1,2*}, 유창¹, 조국강¹, 김학진², 김맹중², 김천만², 안억근³

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²서울대학교 그린바이오과학기술연구원, ³국립식량과학원

Study on the Forage Cropping System Linked to Whole Crop Rice and Winter Crop in Southern Region

Jong Geun Kim^{1,2*}, Chang Liu¹, Guoqiang Zhao², Hak Jin Kim², Meing Joong Kim²,
Cheong Man Kim² and Eok Keun Ahn³

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

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

³National Institute of Crop Science, Suwon, 16429, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to compare annual productivity of whole crop rice and winter crops in paddy field of southern region in Korean peninsular. Whole crop rice (WCR) varieties used in this experiment were Suwon 605, Yeongwoo, and Mogwoo bred at the National Institute of Crop Science (NICS), and Rye (Gogwoo), Italian ryegrass(IRG, Greenfarm) and Triticale (Choseong) were used as winter crops. Each crop was cultivated using the standard cultivation method and harvesting of whole rice was carried out about 30 days after heading date. The dry matter (DM) content was the lowest in Italian ryegrass ($p<0.05$), and the highest value was 29.4% in triticale. The dry matter yield of rye was the highest ($p<0.05$), and there was no significant difference between Italian ryegrass and triticale ($p>0.05$). There was no difference in forage quality among seeding time of each species, but there was a difference among the species ($p<0.05$). In particular, rye showed lower CP, IVDMD, TDN and RFV values than other species. The average dry matter production of whole crop rice was 18,484 kg/ha, but there was no significant difference among the cultivars ($p>0.05$). Crude protein (CP) content was significantly lower in Mogwoo than other and TDN and RFV values were the highest in Mogwoo. In the annual productivity evaluation, combination of rye-Suwon 605 showed the highest DM yield at 26,515kg/ha. Based on the above results, it was concluded that the combination of Suwon 605-rye (Gogwoo) was the most effective cropping system for annual forage production using whole crop rice and winter crop in the southern region of Korean peninsular.

(Key words): Winter crop, Whole cop rice, Yield, Quality, Cropping system)

I. 서론

2018년 정부에서는 쌀 생산 조정을 위해 논에서 타작물 재배를 권장하는 정책을 실시하고 있다. 논 타작물 재배 사업이라는 이름으로 수행되는 정책 중에는 논에 사료작물을 재배하면 다른 작물에 비해 더 높은 보조금을 지원하게 된다(400만원/ha, MAFRA, 2018). 쌀 소비 감소에 따른 재고미의 증가로 현지 쌀값이 하락하여 정부의 변동직불금 지출액을 증가시키는 요인이 되고 있으며 이에 논에서의 쌀 생산을 조정하기 위해 2018년도에 50,000ha를 시범적으로 실시하려 하였으나 조사료를 제외하고는 그 목표를 채우지 못하고 있다.

논에서의 타작물 재배는 처음이 아니라 과거에도 있어 왔

고 조사료 분야에서는 옥수수과 수단그라스 재배가 권장되었다. 그러나 이런 작물들은 논 토양 특성상 배수가 불량하여 습해를 받아 정상적인 생육이 어려운 경우가 많았으며 따라서 생산성이 밭에서의 약 70% 수준에 머무르고 있다. 그러나 최근 국립식량과학원에서는 건물 생산성을 약 20톤/ha까지 올린 우수 사료용 벼 품종이 개발하였다고 보고하였다(Ahn, 2017). 여러 가지를 고려해 볼 때 논에서는 가장 적합한 초종이 벼이며 이에 옥수수나 수단그라스 교잡종 보다는 사료용 벼의 이용이 보다 요구된다고 하겠다.

하계 논을 조사료 생산기반으로 활용시에는 사료용 벼 재배 후 계속적으로 논을 활용해야 하며 이에 월동 사료작물과의 연계가 중요한 개념으로 작용한다. 지금까지의 연구는 각

*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

각의 초종별 재배를 통해 생산성이 검토 되었으나 실제적으로 논의 연중 이용을 위한 작부체계에 대한 연구가 필요하다. 다양한 월동작물 중에 이탈리아라이그라스와 청보리가 주요한 월동작물로 이용되고 있으며 최근 생산성과 품질이 우수한 트리티케일도 월동 사료작물로서 이용이 늘어나고 있다.

사료용 벼에 대한 연구는 신품종의 개발(Lee et al., 2013), 파종방법 및 직파재배시의 파종량에 따른 생산성 변화(Kim et al., 2014; Kim et al., 2015), 생육시기 및 품종에 따른 수량 및 사료가치 구명(Kim et al., 2007), 가축분뇨 처리에 따른 생산성 구명(Lim et al., 2007) 그리고 가축을 활용한 사료가치 평가(Choi et al., 2010) 등 다양한 결과가 보고되었다.

동계 사료작물에 대해서도 초종별로 다양한 연구가 추진되었고 남부지역에서 사료용 벼+사료맥류+귀리를 이용한 삼모작 작부체계 연구(Song et al., 2014)에 대한 결과도 있었으며 제주지역에서의 동계사료작물 생산성에 대한 연구(Park et al., 2008)도 추진된 바 있다.

본 연구는 2018년도 추진되는 논 타작물 재배사업의 안정적인 추진을 위해 논에서의 사료용 벼 재배와 연계한 동계 사료작물 재배시의 수량 및 사료가치를 비교하여 연중 재배시 농가에 더 유리한 작부조합을 찾기 위해 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 동·하계 작물의 재배

본 시험은 경남 산청군 오전면 오부리 130-14번지에 위치한 시험농가의 논에서 수행되었다. 월동작물의 재배는 벼를

재배한 후 포장을 정지하고 이탈리아라이그라스(IRG, 그린팜), 호밀(곡우) 및 트리티케일(조성)을 2016년 9월 27일, 10월 4일 및 10월 15일에 각각 파종을 하였다. 파종량은 이탈리아라이그라스는 50kg/ha 그리고 호밀과 트리티케일은 150kg/ha으로 하였다. 시비량은 파종 당일에 이탈리아라이그라스는 N-P₂O₅-K₂O를 기준으로 100-75-75kg/ha 시용하였으며 호밀과 트리티케일은 75-150-150kg/ha를 시용하였다. 이후 이듬해인 2017년 봄 생육이 시작되기 직전 이탈리아라이그라스는 N-P₂O₅-K₂O를 40-75-75kg/ha, 그리고 호밀과 트리티케일은 75kg/ha의 질소를 추비로 시용하였다. 재배된 동계사료작물 중 호밀은 2017년 5월 1일 그리고 이탈리아라이그라스와 트리티케일은 5월 11일에 수확하였다.

사료용 벼의 재배는 월동작물을 수확한 후 논을 정지하고 2017년 4월 25일에 파종한 벼를 5월 25일 이앙을 하였다. 국립식량과학원에서 육성한 수원 605호, 영우 및 목우를 시험품종으로 사용하였다. 재식거리는 30cm×12cm로 하였으며 포기당 5본으로 하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O 기준으로 180-90-110kg/ha를 분시하였다. 분시비율은 질소는 밀거름-새끼칠거름-이삭거름을 각각 50-20-30%로 하였으며 인산은 전량 밀거름으로 하고 칼리는 밀거름-이삭거름을 70-30%로 나누었다. 기타의 물관리는 표준재배법에 의해 이루어졌으며 제초제와 병해충 관리는 발생 상황에 따라 방제를 하였다.

2. 기상상황

시험기간 동안 기상(기온 및 강수량)은 Fig 1에서 보는 바와 같다. 기온은 평년에 비해 전체적으로 약간 높게 나타났으며 특히 2016년도 11월과 2017년 1월의 기온이 예년에 비해

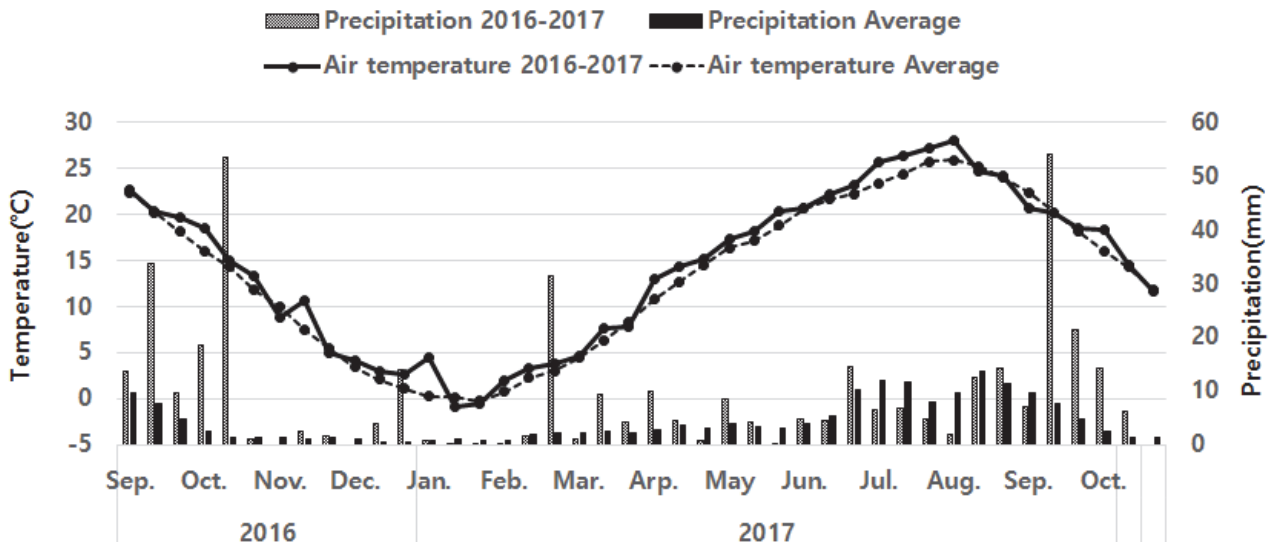


Fig. 1. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing season of Sancheong region from 2016 to 2017.

높게 나타났다. 강수량은 겨울철에는 비슷한 경향을 보였으나 2016년 동계 사료작물 파종시기에 비가 자주 내려 파종에 큰 어려움을 겪었다. 사료용 벼가 재배되는 2017년 봄~가을까지의 강수량은 예년과 큰 차이가 나타나지 않았다.

3. 동·하계 작물의 생산성 조사

재배된 동계사료작물은 2017년 봄 5월 1일과 5월 11일에 수확을 하였다. 전체 시험포 면적(3m×4m=12m²)을 수확한 후 ha 당 수량으로 환산하였다. 사료용 벼의 수확은 품종별로 출수기 30일 전후에 실시하였으며 3줄(30cm×3줄=90cm), 8포기(12cm×8포기=96cm)의 벼를 수확하여 ha당 수량으로 환산하였다. 수확된 시료는 65℃ 순환식 열풍건조기에서 72시간 건조한 후 건물함량을 조사하였고 건물수량은 조사된 수량에 건물함량을 곱하여 ha 단위로 환산하였다.

4. 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 분쇄하여 이종마개가 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 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)는 Tilley 및 Terry법 (1963)을 Moore (1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 시험에 쓰인 위액은 평소 조사료를 자유채식 한 한우에서 아침사료를 급여하기 전에 채취하여 이용하였다.

5. 통계처리

통계처리는 SAS Package program(Ver. 6. 12, 2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균간 비교는 최소 유의 차검정(LSD)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 동계 사료작물의 재배

가. 생육특성

파종시기 및 동계사료작물 초종별 생육특성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 초장은 호밀이 가장 컸으며 이탈리아라이그라스가 가장 작았다. 파종시기가 늦어질수록 초장은 더 커지는 것으로 나타났다. Kim et al.(2005)는 헤리베치 파종시기 시험에서 파종시기가 늦어질수록 초장이 길어졌다고 보고하였다. Kwon and Kim(1994)도 호밀의 가을철 수확시기가 9월 15일과 9월 30일은 초장의 차이가 없었으나 10월 15일 이후 파종시에는 초장이 작아졌다고 보고하였다. Schadlich(1987)도 파종기가 늦어지면 초장이 작아지고 도복에 대한 내성이 생긴다고 하였다. 그러나 Kim et al.(2006)은 수원지역에서 보리의 파종시기 시험에서 파종이 빠를수록 초장이 더 길었다고 보고하여 본 시험과는 차이가 있었다.

건물함량은 이탈리아 라이그라스가 평균 22.2%로 가장 낮게 나타났고 트리티케일이 29.4%로 가장 높았다. 그러나 파종시기간에는 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 사료작물의 건물함량은 생육시기와 더 관련이 높아 사료가치, 이용형태 등에 따라 수확시기를 선정해야 하며 이에 따라 건물함량이 다르게 된다. 본 시험에서의 이탈리아라이그라스 건물함량은 약간 낮은 편으로 수확 후 예건 등의 수분조절이 필요할 것으로 판단된다. 한편 Kim et al.(2006)은 파종시기가 늦어짐에 따라 건물함량이 낮아진다고 보고하였는데 본시험에서는 호밀이 약간 낮아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Plant height and dry matter (DM) content of winter crops in relation to seeding dates

| Seeding date | Plant height (cm) | | | DM content (%) | | |
|--------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Rye | IRG | Triticale | Rye | IRG | Triticale |
| 29 Sep. | 152 ^a | 96 ^c | 107 ^b | 28.7 ^a | 22.1 ^b | 29.9 ^a |
| 4 Oct. | 160 ^a | 100 ^b | 108 ^b | 27.9 ^a | 22.3 ^b | 28.8 ^a |
| 14 Oct. | 163 ^a | 107 ^b | 110 ^b | 26.8 ^b | 22.3 ^c | 29.4 ^a |
| Average | 158 ^A | 101 ^C | 108 ^B | 27.8 ^B | 22.2 ^C | 29.4 ^A |

* ^{a-c}Means th the same column with different letter were significantly different ($p<0.05$).

나. 수량 변화

생초수량은 호밀의 경우 파종시기가 늦어짐에 따라 증가되는 경향을 보였으나 트리티케일은 큰 차이가 없었다(Table 2). 호밀은 매 파종시기에 따라 이탈리아라이그라스와 트리티케일에 비해 유의적으로 높았고($p<0.05$), 10월 4일 파종구에서는 이탈리아라이그라스가 트리티케일에 비해 유의적으로 높았지만 그 외의 수확기에서는 차이가 없었다($p>0.05$).

건물수량은 호밀이 대체적으로 높게 나타났으며 9월 26일 파종구에서 이탈리아라이그라스에서 유의적으로 낮게 나타났($p<0.05$). Song et al.(2014)은 남부지역에서 월동작물로 보리, 귀리, 트리티케일 및 밀을 파종하여 수량을 평가한 결과 5월 30일 수확시 호밀이 16.5톤/ha로 가장 높았으며 트리티케일이 11.7톤/ha로 그 뒤를 이었고 보리와 밀은 10톤/ha내외로 유의적으로 낮았다고 보고하였다. 한편 Park et al.(2008)도 제주지역의 월동작물 생산성 평가에서 보리는 약 10톤/ha, 트리티케일은 13톤/ha 그리고 이탈리아라이그라스는 17톤/ha로 보고하여 제주지역에서는 이탈리아라이그라스(2회 수확)가 생산성이 가장 높았다고 보고하였다.

다. 사료가치 변화

파종시기에 따른 사료가치 변화는 파종시기간에는 큰 차이를 보이지 않았으나 초종간에는 차이가 있었다(Table 3). 특히 호밀의 경우는 다른 초종에 비해 CP, IVDMD, TDN 및 RFV 수치가 낮게 나타났으며 이탈리아라이그라스와 트리티케일은 큰 차이가 없었다. 이탈리아라이그라스는 3개 초종중에서 사료가치가 가장 우수한 것으로 평가되었으며 조단백질 함량도 가장 높았고 IVDMD도 우수한 결과를 보여주었다.

Park et al.(2008)은 제주지역에서 재배된 월동작물의 사료가치에 대하여 보고하였는데 출수기에 수확된 이탈리아라이그라스의 조단백질 함량은 10.4%, TDN은 66.3 그리고 RFV는 123이라고 보고하여 본 시험보다 사료가치가 더 높았음을 알 수 있었다. 보리 및 트리티케일의 경우도 본 시험의 성적보다는 높았다. Song et al.(2014)도 남부지역(익산) 월동작물 생산성 평가에서 5월 30일에 수확된 보리, 호밀 및 트리티케일의 조단백질 함량이 9.8, 7.3 및 9.6%로 보고한 바 있어 본시험과는 큰 차이를 보이지는 않았다.

Table 2. Fresh and dry matter yield of winter crops in relation to seeding dates

| Seeding date | Fresh yield(kg/ha) | | | DM yield(kg/ha) | | |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Rye | IRG | Triticale | Rye | IRG | Triticale |
| 29 Sep. | 28,000 ^a | 23,500 ^b | 22,667 ^b | 8,011 ^a | 5,199 ^c | 6,782 ^b |
| 4 Oct. | 31,000 ^a | 27,333 ^b | 24,667 ^c | 8,599 ^a | 6,101 ^b | 7,112 ^b |
| 14 Oct | 35,667 ^a | 26,167 ^b | 22,000 ^b | 9,519 ^a | 5,841 ^b | 6,476 ^b |
| Average | 31,556 ^A | 25,667 ^B | 23,111 ^B | 8,709 ^A | 5,714 ^B | 6,789 ^B |

* a-c, A-C Means the same row with different letter were significantly different ($p<0.05$).

Table 3. Forage quality of winter crops in relation to seeding dates

| Species | Seeding date | CP(%) | ADF(%) | NDF(%) | IVDMD(%) | TDN(%) | RFV |
|---------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-----|
| Rye | 29 Sep. | 8.1 ^a | 43.2 | 66.3 | 55.9 | 54.8 | 80 |
| | 4 Oct. | 7.3 ^b | 42.9 | 65.7 | 58.8 | 55.0 | 81 |
| | 14 Oct | 7.7 ^{ab} | 42.6 | 65.8 | 56.1 | 55.2 | 81 |
| | Average | 7.7 ^C | 42.9 ^A | 65.9 ^A | 56.9 ^B | 55.0 | 81 |
| IRG | 29 Sep. | 9.2 | 37.4 | 55.8 | 71.2 | 59.4 | 103 |
| | 4 Oct. | 9.7 | 35.8 | 56.3 | 71.1 | 60.6 | 104 |
| | 14 Oct | 9.4 | 35.2 | 56.2 | 68.6 | 61.1 | 105 |
| | Average | 9.4 ^A | 36.1 ^B | 56.1 ^B | 70.3 ^A | 60.4 | 104 |
| Triti cale | 29 Sep. | 8.3 | 38.2 | 56.7 | 69.9 | 58.7 | 100 |
| | 4 Oct. | 8.6 | 36.4 | 57.8 | 68.1 | 60.1 | 101 |
| | 14 Oct | 8.4 | 36.7 | 54.9 | 69.5 | 59.9 | 105 |
| | Average | 8.4 ^B | 37.1 ^B | 56.5 ^B | 69.2 ^A | 59.6 | 102 |

*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.

* a-c, A-C Means the same row with different letter were significantly different ($p<0.05$).

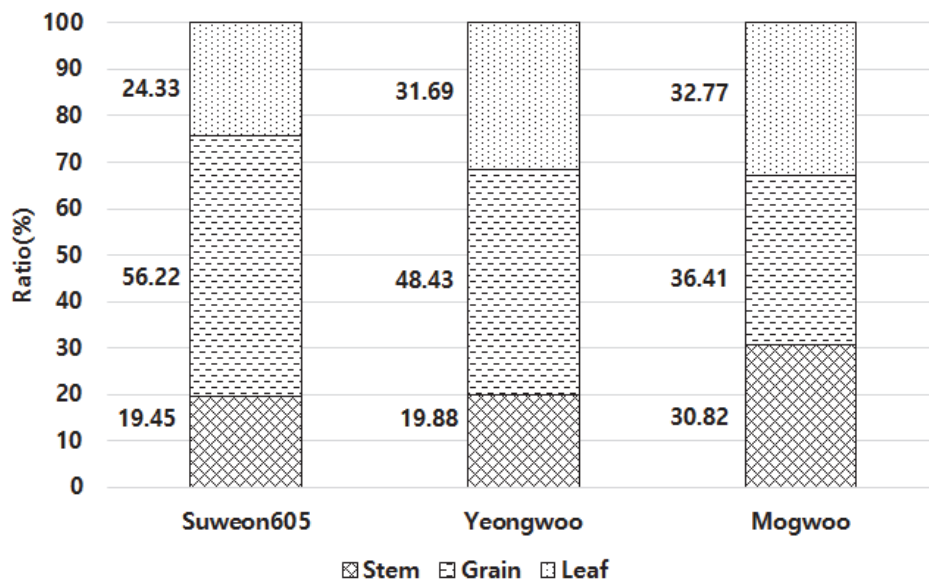


Fig. 2. Leaf-stem-grain ratio of whole crop rice varieties.

2. 사료용 벼의 재배

가. 생육특성

사료용 벼의 생육특성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 출수기는 수원 605호가 가장 빠른 8월 15일 이었으며 목우가 9월 18일로 가장 늦었다. 3개 품종의 사료용 벼 초장은 평균 139.1cm로 처리간에는 유의성이 없었으며 포기당 수수도 22.0개로 차이가 나지 않았다. Ahn(2017)의 품종 소개자료에 의하면 영우와 목우의 출수기가 8월 15일 그리고 9월 2일로 보고를 하였는데 본 시험에서는 더 늦게 나타났다.

건물함량은 수원 605호와 영우는 유의적인 차이가 없었으나 목우는 건물함량이 가장 낮게 나타났다. 이는 품종의 조만생 특성에도 영향이 있어 목우가 만생품종이어서 건물함량이 가장 낮은 것으로 판단된다. 물론 출수기 이후 30일을 전후하여 수확을 하였으나 타 품종이 비해 계절적으로 낮은 온도로 인해 건물축적량이 점차 늦어져 건물함량이 낮게 나타난 것으로 판단된다.

나. 수량변화

생초수량은 목우에서 가장 높게 나타났으며 수원 605호가 가장 낮았다(Table 4). 사료용 벼의 생초수량은 평균 59,753kg/ha로 매우 높은 수량을 보여주었으며 이는 논에서 사료작물 재배시 사료용 벼 이용이 매우 높은 생산성을 얻을 수 있다는 의미로 해석이 된다. Kim(2017)의 보고에 의하면 사료용 벼 가능성이 있는 8개 품종의 평균 생초수량이 33,796 kg/ha이었으며 목우의 경우는 가장 높은 47,619 kg/ha라고 하였으나 본 시험보다는 낮았다.

건물수량은 평균 18,484kg/ha로 나타났으며 품종간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Ahn (2017)은 국립식량과학원에서 개발한 7개 신품종의 특성보고 자료에서 목우의 건물수량이 2,059kg/10a 그리고 영우는 2,000 kg/10a로 보고하여 본 시험보다는 높게 나타났다. 이는 관리 및 여러 가지 조건이 본 시험의 현장 실증과는 차이가 있어 수량면에서 낮은 것으로 판단된다. Kim(2017)은 국내에서 수집된 벼 품종의 생산

Table 4. Agronomic characteristics and yield of whole crop rice varieties.

| Varieties | Heading date | Harvest date | Plant height(cm) | Panicle number /plant | DM(%) | Yield(kg/ha) | |
|-----------|--------------|--------------|------------------|-----------------------|-------|--------------|--------|
| | | | | | | Fresh | DM |
| Suwon 605 | 15 Aug. | 18 Sep. | 144.1 | 21.2 | 32.18 | 55,185 | 17,805 |
| Yeongwoo | 21 Aug. | 26 Sep. | 136.8 | 23.5 | 32.14 | 58,519 | 18,802 |
| Mogwoo | 18 Sep. | 10 Oct. | 136.4 | 21.4 | 28.77 | 65,555 | 18,844 |
| Average | - | - | 139.1 | 22.0 | 31.03 | 59,753 | 18,484 |
| LSD(0.05) | - | - | NS | NS | 2.54 | 8,970 | NS |

*NS : not significant

성 비교에서 녹양과 목우의 건물수량이 14,036kg/ha 및 15,763 kg/ha로 나타났으며 이때의 건물함량은 각각 44.2% 및 38.1%라고 보고하였다. Kim(2017)의 시험에서 수확시기가 호숙기~황숙기임을 감안하면 본 시험과는 수확시기가 차이가 있어 건물함량에 있어서 차이가 난 것으로 판단된다. 한편 녹양은 국내에서 개발된 최초의 사료용 벼 품종으로 현재와는 생산성에서 차이가 많이 발생한다는 것을 확인할 수 있었다.

다. 잎-줄기-곡실 비율

품종별 수확시기의 잎과 줄기 그리고 곡실의 비율은 그림 3에서 보는바와 같다. 수원 605는 조생품종으로 곡실의 비율이 가장 높았으며 잎과 줄기는 낮은 비율을 보였다. 영우품종은 수원 605호에 비해 곡실 비율이 낮았으며 잎의 비율이 높게 나타났다. 목우 품종은 곡실의 비율은 낮았으나 잎과 줄기의 비율이 높게 나타났다.

라. 사료가치 변화

품종에 따른 사료가치의 변화는 Table 5에 제시하였다. 조단백질 함량은 목우가 가장 낮았으며 수원 605호와 영우는 차이가 없었다. ADF 함량은 수원 605호가 높은 편이었고 목우가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). NDF 함량은 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며 소화율도 영우 품종이 가장 높았고 목우가 낮았으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

3. 연간 생산성 평가

남부지역 논에서의 연간 생산성은 Table 6에서 보는 바와 같다. 호밀을 기준으로 사료용 벼 후작으로 이탈리아라이그라스와 트리티케일을 재배시는 건물수량이 3~5% 감소하는 것으로 평가되었으며 연간 20톤/ha 이상의 건물수량을 얻을 수 있는 것으로 나타나 향후 논을 조사료 생산기반으로 활용할 경우 높은 생산성이 기대된다. 물론 수량만으로 평가를 하는 것이 바람직하지 않으나 호밀은 이탈리아라이그라스나 트리티케일보다는 품질면에서는 떨어지지만 생산성이 높아 전

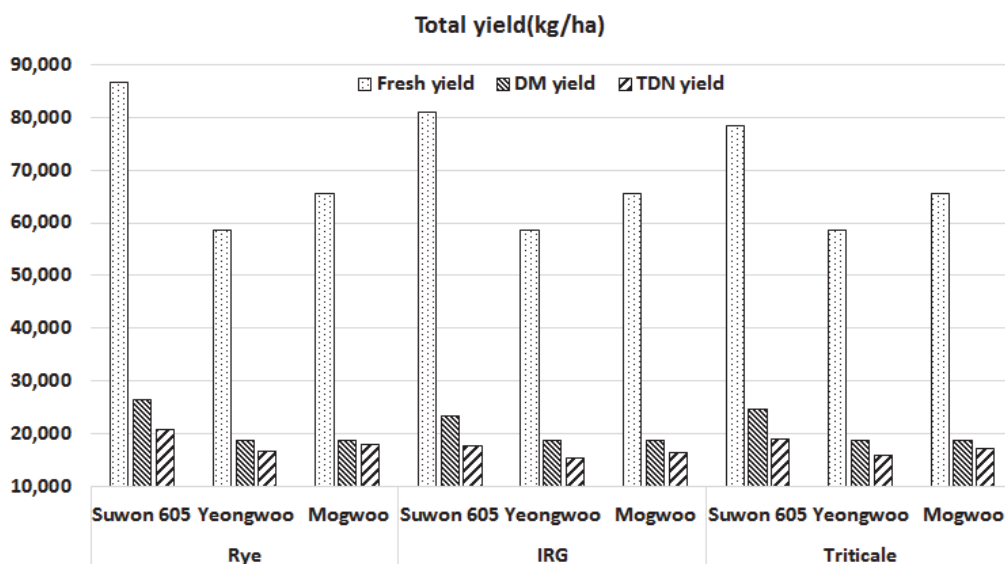


Fig. 3. Yearly forage yields linked to whole crop rice and winter crops

Table 5. Forage quality of whole crop rice varieties.

| Varieties | CP(%) | ADF(%) | NDF(%) | IVDMD(%) | TDN(%) | RFV |
|-----------|-------|--------|--------|----------|--------|-----|
| Suwon 605 | 9.95 | 35.97 | 54.38 | 68.87 | 60.48 | 104 |
| Yeongwoo | 9.87 | 31.77 | 51.82 | 71.66 | 63.80 | 115 |
| Mogwoo | 6.55 | 24.63 | 54.48 | 67.99 | 69.44 | 119 |
| Average | 8.79 | 30.79 | 53.56 | 69.51 | 64.57 | 113 |
| LSD(0.05) | 0.90 | 3.66 | NS | NS | - | - |

*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.

체 TDN 생산성에 있어서도 이탈리아라이그라스나 트리티케일보다는 높게 나타났다. Song et al.(2014)의 남부지역 결과에서 IRG는 없었지만 호밀이 보리, 밀, 트리티케일에 비해 TDN 수량이 가장 높았다고 보고하였다.

IV. 요약

본 시험은 남부지역 논에서 사료용 벼와 월동작물은 연계하여 연간 생산성을 비교하기 위하여 수행하였다. 사료용 벼는 국립식량과학원에서 육성된 수원 605호, 영우, 목우 품종을 이용하였으며 월동작물로 호밀(곡우), IRG(그린팜) 그리고 트리티케일(조성)을 이용하였다. 각각의 작물은 표준재배법을 이용하여 재배하였으며 사료용 벼의 수확은 품종별로 출수 약 30 일후에 실시하였다. 월동사료작물의 초장은 호밀이 가장 컸으며 파종시기가 늦어짐에 따라 커지는 것으로 나타났다. 건물함량은 이탈리아라이그라스가 가장 낮았으며 트리티케일이 평균 29.4%로 가장 높았다. 건물 수량은 호밀이 가장 높았으며 이탈리아라이그라스와 트리티케일은 유의적인 차이가 없었다. 사료가치는 파종시기에 따른 차이는 없었으나 초종간에는 차이가 있었다. 특히 호밀은 다른 초종에 비해 CP, IVDMD, TDN 및 RFV 수치가 낮게 나타났다. 사료용 벼 출수기는 수원 605호가 가장 빨랐으며 목우가 가장 늦었다. 건물함량은 목우가 유의적으로 낮게 나타났으나 건물생산량은 평균 18,484kg/ha로 품종간의 유의적인 차이는 없었다. 사료가치에 있어서는 목우의 조단백질 함량이 유의적으로 낮게 나타났으며 TDN 및 RFV 값은 목우가 가장 높았다. 연간 생산성 평가에 있어서는 호밀-수원 605호가 86,741kg/ha로 가장 높은 생초수량을 나타내었으며 건물수량도 26,515kg/ha로 가장 높았다. 트리티케일과 IRG도 수원 605와의 작부체계시 건물 및 TDN 생산성이 높았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 남부지역에서의 사료용 벼를 이용한 연중 사료작물 생산체계시 수원 605호와 호밀 (곡우) 조합이 가장 우수한 것으로 판단되었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ011779022017)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.K. 2017. The current status and future strategies on the breeding of forage rice varieties in Korea. Proceedings of 2017 symposium and conference of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 27-49.
- Choi, C.W., Chung, E.S., Hong, S.K., Oh, Y.K., Kim, J.G. and Lee, S.C. 2010. Feed Evaluation of Whole Crop Rice Silage Harvested at Different Mature Stages in Hanwoo Steers Using *In Situ* Technique. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 30: 143-150.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture 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.
- Kim, J.G. 2017. The utilization of whole crop rice in Korea. Proceedings of 2017 symposium and conference of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 71-89.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Ham, J.S., Seo, S., Kim, M.J., Yoon, S.H. and Lim, Y.C. 2007. Effect of growth stage and variety on the yield and quality of whole crop rice. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 27:1-8.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Kim, M.J., Seo, S., Lee, J.K., Kim, J.D. and Seo, J.H. 2005. Effect of seeding dates and rates on the productivity and nutritive value of Hairy vetch(*Vicia villosa* Roth). Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 25:17-22.
- 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 the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:234-239.
- Kim, J.G., Park, H.S., Lee, S.H., Jung, J.S. and Ko, H.J. 2015. Effect of Seeding Methods and Nitrogen Fertilizer Rates on the Forage Quality and Productivity of Whole Crop Rice. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 35:87-92.
- Kim, W.H., Seo, S., Shin, J.S., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Jung, M.W. and Kim, T.H. 2006. Effect of seeding date and rate on the agronomic characteristics and yield of forage barley. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:155-158.
- Kwon, C.H. and Kim, D.A. 1994. Studies on the seeding and harvesting dates of early and late maturing varieties of forage rye. II. Yield and nutritive value influenced by seeding and harvesting dates. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 14:316-323.
- Lee, S.B., Yang, C.I, Lee, J.H., Kim, M.K., Shin, Y.S., Lee, K.S., Choi, Y.H., Jeong, O.Y., Jeon, Y.H., Hong, H.C., Kim, Y.G., Jung, K.H.,

- Jeung, J.U., Kim, J.H. and Shon, J.Y. 2013. A Late-Maturing and Whole Crop Silage Rice Cultivar 'Mogwoo'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33:81-86.
- Lim, Y.C., Yoon, S.H., Jung, M.W., Kim, W.H., Kim, J.G., Lee, J.K., Seo, S., Park, N.K. and Yook, W.B. 2007. Effect of livestock manure application on the productivity of whole crop rice, feed value and soil fertility. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27:287-296.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). 2018. Status of forage utilization and Direction of rice production adjustment. Proceeding of grassland and forage conference 2018. The Korean Society of Grassland and Forage Science.
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage in vitro digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
- Park, H.S., Hwang, K.J., Park, N.K., 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*. 28:215-220.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT user guide. Cary, NC:SAS Institute Inc. 2002.
- Schadlich, F. 1987. Effect of sowing time and sowing rate on stand development, stem stability and yield of winter rye. *Field Crop Abstracts*. 40:396.
- Song, T.H., Park, T.I., 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 Southern Region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34:227-233.
- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two-stage for the in vitro digestion of forage crop. *Journal of British Grassland Society*. 18:104-111.

(Received : July 1, 2018 | Revised : August 19, 2018 | Accepted : August 20, 2018)