

천안지역 논에서 청보리 후작으로 사료용 벼 및 사료 피를 이용한 조사료 생산 작부체계에 관한 연구

정종성¹, 이배훈¹, 최보람¹, 한옥규², 박형수¹, 최기춘^{1*}
¹국립축산과학원, ²한국농수산대학교

Study on the Forage Cropping System Linked to Forage Barley, Whole Crop Rice and Barnyard Millet at Paddy Fields in Cheonan Region, South Korea

Jeong Sung Jung¹, Bae Hun Lee¹, Bo Ram Choi¹,
Ouk Kyu Han², Hyung Soo Park¹, Ki Choon Choi^{1*}

¹Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science

²Department of Crops and Forestry, Korean National University of Agriculture and Fisheries

요약 본 연구는 중부지역 논에서 동계사료작물인 청보리 '영양'과 후작으로 하계사료작물인 사료용 벼 '영우'와 사료 피 '제주피'를 파종하여 생육특성과 생산성을 평가하여 논에서 안정적으로 조사료를 연중 생산할 수 있는 작부체계를 제시하고자 수행하였다. 연구결과 청보리(황숙기)의 건물수량은 5,136~6,623 kg/ha, 사료용 벼(황숙기)는 16,664 kg/ha 그리고 사료 피(출수기)는 9,870 kg/ha를 나타냈다. 그리고 청보리와 사료용 벼 그리고 사료 피의 작부체계에 의한 총 건물수량은 각각 21,800 kg/ha, 16,493 kg/ha으로 사료용 벼가 약 32% 높게 나타났다($p < 0.05$). 비록 사료용 벼가 생산성에서는 높았지만 사료 피는 재배기간이 짧고 사료가치와 생산성이 우수하기 때문에 응급조사료 등 활용도가 높을 것으로 판단되며 이에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Abstract This experiment was performed to examine the double cropping system using forage barley (FB) 'Youngyang', whole crop rice (WCR) 'Yeongwoo', and barnyard millet (BM) 'Jeju native' over two years (from late September to early October). FB, WCR, and BM were sown in an experimental field (3×4m² plot) of the Department of Animal Resources Development, Cheonan, South Korea, and harvested in the middle of May or early October. Dry matter (DM) yields of FB and WCR harvested at the yellow stage were 5,136~6,623 kg/ha and 16,664 kg/ha, respectively. DM yield of BM harvested at the heading stage was 9,870 kg/ha. Total DM yields were 21,800 kg/ha for FB+WCR and 16,493 kg/ha for FB+BM, which was significant ($p < 0.05$). The study shows that summer forage crop selection is important to ensure stable forage crop production using a double cropping system based on summer forage crops after harvesting FB.

Keywords : Barnyard Millet, Double Cropping System, Forage Barley, Whole Crop Rice

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(연구과제명 : 논에서 사료작물 및 자생 사료자원을 이용한 작부체계 기술 개발, 과제번호 : PJ01350601) 지원에 의해 연구되었다.

*Corresponding Author : Ki Choon Choi(National Institute of Animal Science)

email: Choiwh@korea.kr

Received July 13, 2023

Revised August 16, 2023

Accepted September 1, 2023

Published September 30, 2023

1. 서론

우리나라 축산업은 수입곡물사료에 대한 의존도가 높기 때문에 수입사료 가격 인상에 따라 축산농가의 어려움이 가중되고 있다. 축산농가에서는 경영비를 절감시키고자 양질의 조사료를 재배하고 확대하기 위해서 많은 노력을 하고 있다. 비육우의 사육비중 약 40~50% 정도 되는 사료비를 절감시키기 위해서는 양질 조사료의 재배와 이용이 무엇보다 중요하다. 이처럼 비육우의 높은 사료비로 인하여 담리작을 이용한 연중 최대생산 작부체계 개발 연구가 필요하다는 많은 보고가 있다[1-3]. 그러나 지금까지 조사료 생산연구는 담리작을 이용한 동계사료작물 위주로[4-9] 논이나 간척지에서 하계사료작물을 이용한 조사료생산은 미흡한 실정이다[10,11].

최근 정부는 논에 전량작물 재배 시 직불금을 지급하는 사업을 추진하여 쌀값과 조사료 수급 안정을 위하여 노력하고 있다. 논을 이용하여 양질의 조사료를 안정적으로 재배하고 생산하기 위해서는 동계 사료작물과 연계한 하계 사료작물의 이모작 재배는 매우 중요하다[10,11]. 현재 동계사료작물인 이탈리아인 라이그라스(Italian ryegrass, IRG)의 후작으로 하계사료작물을 연계한 연중생산 작부 체계에 관한 연구는 많이 보고되었으나 동계사료작물인 청보리와 하계사료작물을 연계한 작부 체계에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

전략작물직불금 지원사업에서 하계사료작물로 사료용 벼, 사료 피 등이 포함되어 있다. 사료용 벼는 생산성이 우수하고[2,6], 사료 피는 논에서 환경적응성이 뛰어나 경종농가들의 선호도가 높은 사료작물이다[12,13].

최근 가축의 기호성을 고려하여 우호(매끈망), 유연(삼차망), 무한(무망계통), 유호(적은 알곡탈립) 등 많은 청

보리 품종이 개발되어 현장에 이용되고 있다[14-16].

현재 IRG, 청보리, 사료용 벼 및 사료 피 재배는 주로 남부지방에서 생산되어 중북부지역의 축산농가로 유통되고 있기 때문에 판매가격 상승과 조사료 수급불균형이 발생되고 있다. 따라서 중북부 지역 논을 효율적 이용과 안정적 조사료 생산 측면에서 동계 및 하계 사료작물의 재배 확대를 위한 재배기술 개발은 조사료 수급불균형 해소 및 축산농가 경영 안정화에 매우 중요하다

따라서 본 시험은 중부지역 논에서 동계사료작물인 내한성이 강한 청보리 그리고 하계작물인 사료용 벼와 사료 피를 이용하여 양질의 조사료를 안정적으로 재배하기 위한 작부체계를 제시하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 시험장소

본 연구는 2018년부터 2019년까지 2년 동안 충청남도 천안시 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과 담리작 시험포장에서 동계사료작물인 청보리 '영양'을 수확 후 후작물로 하계작물인 사료용 벼 '영우'와 사료 피 '제주피' 파종하여 사료작물의 생육특성과 생산성을 조사하였다. 시험기간 동안의 기상(기온 및 강수량)은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 재배기간 중 평균 기온은 평년기온과 유사하였으나 강수량 합은 평년 대비 33% 낮았다. 시험 대상지 토양 분석 결과 pH는 적정범위였으나 총 질소 함량, 유기물 함량 및 인산함량이 약간 낮게 나타났다(Table 1).

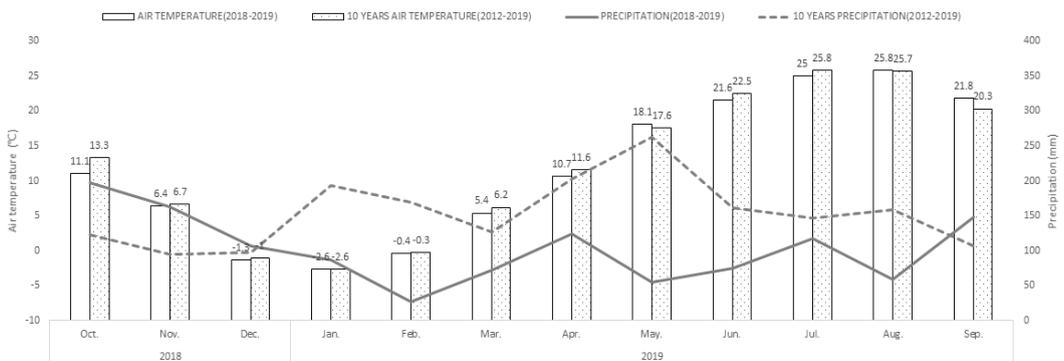


Fig. 1. Average air temperature and precipitation during the growing season in Cheonan region, South Korea

Table 1. Soil chemical properties of experimental site

Treatment	pH (1:5)	Total nitrogen (%)	Organic matter (g/kg)	Available-P ₂ O ₅ (mg/kg)	Cation exchange capacity (cmol+/kg)
2018 ¹⁾	7.23	0.09	16.39	59.54	15.83
2019 ²⁾	7.10	0.13	18.40	79.45	15.97
Mean	7.17	0.11	17.40	69.50	15.90

¹⁾ and ²⁾ Chemical properties of the soil at the start of the experiment

2.2 시험 설계

동계 및 하계사료작물 재배시험을 위한 시험포 면적은 12 m² (3×4 m)로 설정하고 시험구 배치는 난괴법 3반 복으로 하였다.

작부조합별 처리는 T1(사료용 벼+청보리), T2(사료 피+청보리)로 2처리로 하였다. 청보리 수확은 황숙기(2019년 5월 20일)에 하였으며, 사료용 벼 역시 황숙기(2019년 9월 17일)에 수확하였다. 사료 피는 출수기(2019년 9월 3일)에 수확하였다. 조사항목은 초장(지면에서 최장엽 선단까지의 길이), 출수기(파종 후 이삭이 40~50% 나온 월. 일.), 도복지수(작물이 쓰러진 정도를 1_없음 부터 9_매우 심함까지 달관조사), 내병성(1_없음 부터 9_매우 심함까지 달관조사), 내한성(작물이 추위에 견디는 능력으로 동계사료작물인 청보리를 대상으로 하였고 1_매우 강함부터 9_매우 약함까지 달관조사)이었다.

2.3 재배방법

청보리 파종은 2018년 10월 4일에 ha당 200 kg을 산파하였고 사료용 벼는 2019년 6월 3일에 재식거리 30×12cm로 이앙하였다. 그리고 사료 피(40 kg/ha)는 2019년 5월 24일에 산파하였다. 사료작물 시비량은 청보리는 파종당일에 질소(N)-인산(P₂O₅)-칼리(K₂O)를 기준으로 120-100-100 kg/ha, 그리고 사료 피는 150-100-100 kg/ha 사용하였다. 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 50%, 이른 봄 추비 50%로 나누어 분시 하였다. 사료용 벼는 모판에 파종한 후 약 2주 동안 자란 후 이앙기를 이용하여 [10]의 방법에 의해 파종하였으며 병충해는 발생하지 않았다. 사료용 벼의 시비량은 질소(N)-인산(P₂O₅)-칼리(K₂O)를 기준으로 18-9-11 kg/10a로 하였다.

2.4 생산성 평가 및 사료가치 분석

헥타르 당 건물수량은 (생초수량×건물률)/100으로

생초수량은 시험구(12m²) 전체수량을 ha로 환산하여 계산하였다. 또한, 각 조사구별로 약 200~300g의 시료를 골고루 채취하여 65~70℃ 순환식 송풍건조기에서 48~72시간 건조 후 건물 중량을 평량한 다음 건물함량을 산정 후 사료가치 분석시료로 활용하였다.

사료가치 분석을 위한 시료는 조사구별로 채취하여 건조한 시료를 20 mesh screen이 달린 Wiley mill로 분쇄하여 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하며 분석에 이용하였다. 조단 백질 함량은 AOAC (2000)법[17], NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법[18]을 이용하였다. TDN (total digestible nutrient) 함량은 에 의거 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다(TDN %=88.9-(0.79×ADF %) [19].

2.5 통계분석

본 시험에서 얻은 모든 결과는 용 Windows SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 최소유의성 검정은 *p*-value 0.05였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 동계사료작물 청보리 생산성 및 사료가치

중부지역 논에서 동계 사료작물인 청보리의 생육특성 및 건물수량은 Table 2에 나타낸바와 같다. 청보리는 2018년 10월 4일에 파종하였고, 출수기는 다음해 4월 23일 이었으며, 도복은 발생하지 않았고 입모상태는 보통이었다.

청보리 수확기인 황숙기에 해당하는 출수 후 20일에 예취한 생초수량은 15,356 kg/ha (14,431~16,281

Table 2. Growth characteristics and dry matter yield of forage barley cultivated on paddy fields in Cheonan region, South Korea

Cropping system ¹⁾	Heading stage (date)	Plant height (cm)	Lodging (1-9) [*]	Disease tolerance (1-9) [*]	Cold damage leaf (1-9) [*]	Dry matter yield (kg/ha)
Forage barley + Whole crop rice	23 Apr.	78 ^b	1	2	7	5,136 ^b
Forage barley + Barnyard millet	23 Apr.	85 ^a	1	2	4	6,623 ^a
Mean	23 Apr.	82	1	2	6	5,880
SEM ²⁾		2.1	-	-	0.7	374.7

¹⁾ Forage barley before seeding whole crop rice and barnyard millet, respectively.

²⁾ SEM: standard error of the mean

^{*}(1-9): 1 = Strong, 9 = Weak

^{ab} Means with different superscripts within the same column are significantly different($p < 0.05$).

kg/ha) 이었고 건물수량은 5,880 kg/ha (5,136 ~ 6,623 kg/ha)을 보여주었다. 청보리 출수기에서 [20]은 영양은 5월 2일로 보고하였는데 본 연구에는 약 7일정도 빠르게 나타났다. 또한 본 연구에서 제한 초장(78~85cm)은 이전 다른 연구 보고서에서 제시한 청보리 초장(83 cm)과 비슷한 결과를 보였다. 그러나 [21]은 수원지역 밭에서 수행한 연구보고에서 초장은 114 cm 제시하였는데 본 연구보다 긴 초장을 보였다.

이처럼 봄철 사료작물의 숙기가 빨라지는 것은 2018년도 봄철 이상기상(Fig. 1)에 나타난바와 같이 강우와 기온 등에 의한 영향으로 청보리의 생육에 영향을 받은 것으로 판단된다. 다른 보고서에 의하면 중부지역 밭에서 청보리의 수량은 9,568 kg/ha라고 보고하였고 논에서 청보리의 수량은 9,568 kg/ha라고 보고한 것보다 본 시험에서 나타난 건물 수량이 낮았다[3,21]. 본 시험에서 청보리의 건물 수량이 낮은 원인은 월동 후에 불량한 입

모상태가 건물수량에 영향을 줬을 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 보논바와 같이 월동 사료작물인 청보리는 지역이나 토양조건(밭 또는 논)에 따라 생육 및 생산성 차이를 보이기 때문에 지역특성과 재배지를 고려한 재배기술 접목이 필요하다. 또한 최근 한파, 건조 및 습해 등 이상기상이 자주 발생하는 실정을 감안할 때 안정된 양질 청보리의 생산을 위해서는 다양한 재배환경여건에 관한 연구접근이 시도되어야 것으로 보여진다.

청보리의 조단백질, NDF, ADF, TDN 등 사료가치는 Table 3에서 보논바와 같다. 청보리의 조단백질 함량은 6.7-7.7%, NDF와 ADF 함량은 각각 48~53%와 28~31%로 나타났다. 그리고 TDN 함량은 65~67%로 나타났다. 이는 [21]이 보고한 사료가치 성분과 비슷한 수준을 보여주었다.

Table 3. Nutritive values of forage barley cultivated on paddy field in Cheonan region, South Korea

Cropping system ¹⁾	ADF(%) [*]	NDF(%) [*]	CP(%) [*]	TDN(%) [*]
Forage barley + Whole crop rice	28.11	48.36	7.67	66.7
Forage barley + Barnyard millet	30.72	52.99	6.65	64.6
Mean	29.42	50.68	7.16	65.65
SEM ²⁾	0.81	1.19	0.37	2.24

¹⁾ Forage barley before seeding whole crop rice and barnyard millet, respectively.

²⁾ SEM: standard error of the mean

^{*}CP: crude protein; ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent; TDN: total digestible nutrients; TDN = 88.9 - (0.79 × ADF%)

3.2 하계사료작물 건물 생산성 및 사료가치

중부지역 논에서 하계 사료작물 사료용 벼(영우) 및 사료 피(제주 피)의 생육특성 및 생산성은 Table 4에 나타낸바와 같다. 사료용벼는 2019년 6월 3일에 이앙하였고, 출수기는 8월 23일 이었으며, 도복과 병해는 발생하지 않았고 입모상태 역시 매우 양호한 상태를 보여주었다. 사료용 벼 수확기인 황숙기에 해당하는 2019년 9월 17일경에 초장은 136 cm였고 건물수량은 16,664 kg/ha를 보여주었다. 사료 피는 2019년 5월 24일에 파종하였고, 출수기는 8월 30일 이었으며, 도복과 병충해는 발생하지 않았고 입모상태 역시 매우 양호한 상태를 보여주었다. 사료 피 수확기인 출수기(2019년 9월 3일)에 초장은 144 cm였고 건물수량은 9,870 kg/ha를 보여주었다. [12]은 밭에서 출수초기와 출수후기의 사료 피의 수량이 각각 7,600 kg/ha와 23,872 kg/ha 정도라고 제시하였는데 본 연구와 약간의 수량차이를 보이는 것은 재배지역이 논이고 또한 출수기에 수확하였기 때문에 수량차이가 있는 것으로 판단된다.

중부지역 논에서 하계 사료작물의 조단백질, NDF, ADF, TDN 등 사료가치는 Table 5에서 보는바와 같다. 사료용 벼의 조단백질 함량은 7.52%, NDF와 ADF 함량은 각각 56.19%와 35.57%로 나타났다. 그리고 TDN은 61.80%로 나타났다.

사료 피의 조단백질 함량은 8.03%, NDF와 ADF 함량은 각각 68.34%와 39.80%로 나타났다. 그리고 TDN은 57.46%로 나타났다. 사료 피는 사료용벼 보다 사료가치가 우수하게 나타났으나 이는 사료작물 수확시기에 따라 사료가치는 차이를 보이기 때문에 사료작물에 대한 상대적인 비교는 중요하지 않다고 생각한다.

3.3 작부조합별 건물 생산성 비교

중부지역 논에서 재배한 청보리와 후작물로 재배한 하계작물의 건물수량을 합계하여 나타낸 것은 Table 6과 같다. 청보리와 후작물인 사료 피와 사료용 벼를 논에서 이모작으로 재배할 경우 사료 피와 사료용 벼는 전작물인 청보리의 수확시기에 따라 조사료 생산량이 영향을 받는다. 청보리는 출수 후 20일인 5월 20일에 수확한 후 후작물로 사료용 벼는 이앙하고 사료 피를 파종하였을 경우 총 건물수량은 각각 21,800 kg/ha, 16,493 kg/ha으로 사료용 벼가 현저하게 높았다($p < 0.05$)이었

다. 청보리와 사료용 벼 이모작 작부조합(청보리 출수 후 20일 수확 + 사료용 벼 이앙)은 청보리와 사료 피 이모작 작부조합(청보리 출수 후 20일 수확 + 사료 피 파종)에 비하여 건물 수량이 약 32% 높았다.

일반농가에서 이모작 재배 시 벼를 가급적 일찍 이앙 또는 파종하기 위하여 전작물인 동계사료작물을 조기에 수확하는 경우가 있는데, 이때는 수분 함량이 높아 저장 조사료를 만드는데 여러 가지 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 후작물 작물에 지장을 주지 않는 범위 내에서 동계작물은 건물 수량이 최대이면서 사료가치가 높은 시기에 수확해야 하는데 청보리는 호숙기나 황숙기에 수확하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

조사료를 최대 생산하기 위한 작부체계에 관한 연구는 다수 이루어졌다. [21]은 단작보다 이모작의 중요성을 제안하였고, [22]은 간척지 논에서 동계작물로 청보리와 하계작물로 총체벼를 연계한 작부체계연구를 수행하였다. 또한 [3]은 논토양에서 청보리는 출수 후 25일에 수확하는 것이 건물수량이 가장 높았다고 보고하였다. [23]은 답리작에서 양질의 조사료를 최대한 생산하기 위해서 벼 이앙시기, 건물생산성, 출수기, 사료가치, 도복 등을 종합하여 청보리가 가장 유망한 동계 사료작물이 될 수 있음을 시사하였다.

본 연구에서도 [23]이 제시한바와 같이 청보리를 수확하고 난 후 사료 피와 벼를 재배하는 작부체계에서 사료 피와 벼의 파종시기는 청보리의 수확시기에 따라 결정되기 때문에 전작물인 동계 사료작물의 수확시기는 매우 중요하다.

최근 국내에 빈번하게 발생하는 이상기상에 대응하여 안정적으로 조사료를 생산하고 확보할 수 있는 이모작 작부체계에서 동계작물인 청보리와 하계작물인 사료 피와 벼는 중요한 조사료 자원으로 평가된다. 특히 하계 사료작물인 사료 피는 재배기간이 짧고(60일 이내) 사료가치와 생산성이 우수하여 국내 재배 확대 가능성이 높을 것으로 판단된다.

향후 이모작 작부체계를 통한 안정적 양질의 조사료 재배와 생산성을 높이기 위해 동계사료작물과 하계사료작물을 연계한 파종시기와 수확시기 등에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Table 4. Growth characteristics and dry matter yield of whole crop rice and barnyard millet cultivated on paddy fields in Cheonan region, South Korea

Cropping system ¹⁾	Heading stage (date)	Plant height (cm)	Lodging (1-9) ²	Desease (1-9) ²	Dry matter yield (kg/ha)
Whole crop rice + Forage barley	23 Aug.	136	2	1	16,664 ^a
Barnyard millet + Forage barley	30 Aug.	144	1	1	9,870 ^b
Mean	26 Aug.	140	1.5	1	13,267
SEM ²⁾	-	5.32	0.22	-	1,524

¹⁾ Whole crop rice and barnyard millet after harvesting of forage barley, respectively.

²⁾ SEM: standard error of the mean

²⁾(1-9): 1 = Strong, 9 = Weak

^{ab} Means with different superscripts within the same column are significantly different($p < 0.05$).

Table 5. Nutritive values of whole crop rice and barnyard millet cultivated on paddy fields in Cheonan region, South Korea

Cropping system ¹⁾	ADF(%)*	NDF(%)*	CP(%)*	TDN ²⁾ (%)
Whole crop rice + Forage barley	35.57	56.19	7.52	61.80
Barnyard millet + Forage barley	39.80	68.34	8.03	57.46
Mean	37.69	62.27	7.78	59.63
SEM ³⁾	0.84	1.24	0.48	2.56

¹⁾ Whole crop rice and barnyard millet after harvesting of forage barley, respectively.

²⁾ TDN = $88.9 - (0.79 \times \text{ADF}\%)$

³⁾ SEM: standard error of the mean

*CP: crude protein; ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent; TDN: total digestible nutrients;

Table 6. Total dry matter yield of whole crop rice and barnyard millet cultivated on paddy fields in Cheonan region, South Korea

Cropping system ¹⁾	Dry matter yield (kg/ha)		Total dry matter yield (kg/ha)
	Winter crop	Summer crops	
Forage barley + Whole crop rice	5,136 ^a	16,664 ^a	21,800 ^a
Forage barley + Barnyard millet	6,623 ^b	9,870 ^b	16,493 ^b
Mean	5,880	13,267	19,147
SEM ²⁾	374.7	1,524	1,518

¹⁾ Whole crop rice and barnyard millet after harvesting of forage barley, respectively

²⁾ SEM: standard error of the mean

^{ab} Means with different superscripts within the same column are significantly different($p < 0.05$).

4. 결론

본 연구는 2018년 9월부터 2019년 10월까지 2년 동안 충청남도 천안시 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료포장 논에서 동계사료작물인 청보리 '영양'의 후작으로 하계작물인 사료용 벼 '영우'와 사료 피 '제주피' 파종하여 생육특성 및 생산성을 조사하였다. 청보리(황숙기)의 건물수량은 5,136~6,623 kg/ha, 사료용 벼(황숙기)는 16,664 kg/ha 그리고 사료 피(출수기)는 9,870 kg/ha을 나타냈다. 그리고 청보리와 사료용 벼 그리고 사료 피의 작부체계에 의한 총 건물수량은 각각 21,800 kg/ha, 16,493 kg/ha으로 사료용 벼가 현저하게 높았다($p < 0.05$).

이상의 결과에서 제시한 바와 같이 청보리 후작으로 하계사료작물을 이용한 이모작 작부체계에서 안정적으로 조사료를 생산하기 위해서는 초종의 선택이 매우 중요할 것으로 판단된다.

References

- [1] J. G. Kim, C. Liu, G. Q. Zhao, H. J. Kim, M. J. Kim, C. M. Kim, and E. K. Ahn, "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*, Vol.38, No.4, pp.202-209, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.202>
- [2] J. H. Kim, H. S. Park, and J. W. Cho, "Comparison of forage yields and growth of summer forage sorghum, Proso millet and Japanese millet according to cropping system with winter forage barley," *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.38, No.4, pp.286-290, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.286>
- [3] J. I. Ju, Y. S. Kang, Y. G. Seong, H. C. Ji, and H. B. Lee, "Study on high forage production in double cropping systems with barley and corn at paddy field in middle region," *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.32, No.3, pp. 285-292, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2012.32.3.285>
- [4] G. J. Choi, K. C. Choi, T. Y. Hwang, K. W. Lee, J. H. Kim, W. H. Kim, E. J. Lee, K. I. Sung, and J. S. Jung, "Effect of difference in cold-tolerance of variety on forage productivity of Italian ryegrass in middle regions of Korea," *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.38, No.4, pp.210-216, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.210>
- [5] S. M. Lee, and E. J. Kim, "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*, Vol.37, No.2, pp.183-188, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2017.37.2.183>
- [6] J. Kim, H. Park, S. Lee, J. Jung, and H. Ko, "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*, vol.35, no.2, pp.87-92, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2015.35.2.87>
- [7] S. Seo, W. H. Kim, K. K. Kim, G. J. Choi, H. j. Ji, S. H. Lee, K. W. Lee, and M. J. Kim, "Forage productivity and quality of domestic Italian ryegrass and barley varieties," *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.31, No.3, pp. 261-268, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2011.31.3.261>
- [8] G. J. Choi, W. H. Kim, and S. Seo, "Production and use of winter forage crop(Italian ryegrass and forage barley)", *Proceedings of 2008 Symposium and 46th Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science*. South Korea, pp.17-48, Aug. 2008.
- [9] W. H. Kim, J. S. Shin, Y. C. Lim, S. Seo, K.-Y. Kim, and J. K. Lee, "Study on the promising double cropping system of summer and winter forage crop in paddy field," *Journal of the Korean Society of Grassland Science*, Vol.25, No.4, 233-238, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2005.25.4.233>
- [10] J. S. Jung, B. R. Choi, S. Y. Lee, M. Oh, H. S. Park, and G. Choi, "Growth characteristics and yields of native summer forage crops as affected by seeding rate in no-tillage paddy fields," *Journal of The Korean Society of Grassland Science*, Vol.43, No.1, pp.28-34, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2023.43.1.28>
- [11] J. G. Kim, E. C. Jeong, M. J. Kim, Y. F. Li, H. J. Kim, and S. H. Lee, "Comparison of growth characteristics and productivity of summer forage crops in Sihwa reclaimed land," *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.41, No.2, pp.110-118, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2021.41.2.110>
- [12] H. S. Park, K. C. Choi, S. H. Yang, J. S. Jung, and B. H. Lee, "Evaluation of growth characteristics and yield potential of summer emergency forage crops," *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.42, No.1, pp.26-31, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2022.42.1.26>
- [13] J. S. Shin, W. H. Kim, S. H. Lee, and H. Y. Shin, "Comparison of forage yield and feed value of millet varieties in the reclaimed tidelands," *Journal of The Korean Society of Grassland Science*, Vol.26, No. 4, pp.215-220, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2006.26.4.215>
- [14] T. I. Park, J. H. Seo, O. K. Han, K. H. Park, J. S. Choi,

J. G. Kim, J. C. Park, H. S. Kim, H. Y. Heo, S. B. Back, Y. U. Kwon, H. H. Park, M. S. Kang, K. G. Park, and S. J. Suh. "A new auricleless barley cultivar "Dami" for whole crop forage," *Korean Journal of Breeding Science*, Vol.41, No.3, pp.349-353, 2009.

[15] J. S. Choi, J. G. Kim, S. B. Baek, K. H. Park, Y. U. Kwon, H. H. Park, M. S. Kang, T. I. Park, H. Y. Heo, J. J. Suh, I. M. Ryu, J. I. Ju, D. H. Kim, K. Y. Jung, and S. H. Lee. "A ruminant-palatable hood type barley cultivar "Yuyeon" for whole-crop-forage use," *Korean Journal of Breeding Science*, Vol.39, No.2, pp.242-243, 2007.

[16] J. G. Kim, J. S. Choi, H. H. Park, S. B. Baek, M. S. Kang, K. h. Park, Y. U. Kwon, H. Y. Heo, S. J. Suh, J. H. Nam, J. J. Lee, Y. K. Cheong, B. R. Sung, J. G. Kim, I. M. Rye, J. I. Ju, D. H. Kim, K. Y. Jung, and S. H. Lee. "A new smooth awn barley cultivar, "Wooho" suitable for whole crop forage use," *Korean Journal of Breeding Science*, Vol.39, No.2, pp.238-239, 2007.

[17] H. William, "Official methods of analysis of AOAC international," AOAC official method 985.29, 2000.

[18] H. K. Goering, and P. J. Van Soest, Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications): US Agricultural Research Service, 1970.

[19] C. Holland, W. Kezar, W. Kautz, E. Lazowski, W. Mahanna, and R. Reinhart, "The pioneer forage manual: a nutritional guide," Pioneer Hi-Bred., Des Moines, IA, 1990.

[20] S. K. Yun, T. I. Park, J. H. Seo, K. H. Kim, T. H. Song, K. H. Park, and O. K. Han, "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*, Vol.29, No.2, pp.121-128, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2009.29.2.121>

[21] S. Seo, E. S. Chung, K. K. Kim, G. j. Choi, J. N. Ahn, J. S. Han, H. S. Park, and Y. S. Kim, "Comparison of forage productivity and quality of Italian ryegrass and barley mono, and mixtures sown in early spring," *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.30, No.2, pp. 115-120, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2010.30.2.115>

[22] J. S. Shin, W.-H. Kim, S.-H. Yoon, and S. Seo, "Study on optimum forage cropping system in reclaimed tidal land," *Journal of The Korean Society of Grassland Science*, Vol.27, No.117-122. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2007.27.2.117>

[23] S. Seo, W. H. Kim, and J. G. Kim, "Selection of promising forage crops and variety for forage production in paddy field 1. middle region (Suwon)," *Journal of The Korean Society of Grassland Science*, Vol.24, No.3, pp.207-216, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2004.24.3.207>

정 종 성(Jeong Sung Jung)

[정회원]



• 2012년 10월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구사

<관심분야>

조사료, 온실가스, 기후변화, 재배기술

이 배 훈(Bae Hun Lee)

[정회원]



• 2023년 1월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구사

<관심분야>

조사료, 재배기술, 알팔파

최 보 램(Bo Ram Choi)

[정회원]



• 2017년 10월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구사

<관심분야>

조사료, 작물육종, 사료 피

한 옥 규(Ouk Kyu Han)

[정회원]



• 2019년 1월 ~ 현재 : 한국농수산
대학교 식량작물전공

<관심분야>

조사료, 작물육종, 작물생리

박 형 수(Hyung Soo Park)

[정회원]



• 2005년 4월 ~ 현재 : 국립축산과
학원 초지사료과 농업연구관

<관심분야>

조사료, 재배기술, 알팔파, 조사료 저장이용

최 기 춘(Ki Choon Choi)

[정회원]



• 2009년 2월 ~ 현재 : 국립축산과
학원 초지사료과 농업연구관

<관심분야>

조사료, 기능성물질, 사일리지,