

천안지역 무경운 논에서 이탈리아 라이그라스 후작으로 하계 자생사료작물 혼파조합이 식생구성 및 건물생산성에 미치는 영향

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

¹국립축산과학원, ²한국농수산대학교

Effects of Native Summer Forage Crops Seed Mixture after Italian Ryegrass Cultivation on Botanical Composition and Forage Production at No-Tillage Paddy Field of Cheonan in 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 무경운 논에서 동계사료작물인 이탈리아 라이그라스(IRC) 후작으로 하계 자생사료작물인 사료 피 '제주피', 강아지풀(국내 생태형), 바랭이(국내 생태형)의 혼파 비율에 따른 생육특성 및 생산성을 조사하기 위하여 2017년 9월부터 2019년 9월까지 천안지역 논에서 수행하였다. IRC와 하계 자생사료작물 혼파조합별 파종 시 총 건물수량은 IRC+T1(파종량: 사료 피 10 kg/ha+강아지풀 10kg/ha+바랭이 4kg/ha)에서는 12,948kg/ha, IRC+T2(파종량: 사료 피 15kg/ha+강아지풀 7.5kg/ha+바랭이 3kg/ha)에서는 13,931kg/ha, IRC+T3(파종량: 사료 피 7.5kg/ha+강아지풀 15kg/ha+바랭이 3 kg/ha)에서는 12,874kg/ha 그리고 IRC+T4(파종량: 사료 피 7.5kg/ha+강아지풀 15kg/ha+바랭이 6kg/ha)에서는 12,551 kg/ha로 IRC+T2(사료 피 위주) 처리구간에 유의성은 나타나지 않았다. 혼파를 하였을 경우 처리에 관계 없이 강아지풀의 식생 구성비율이 저조한 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 제시한 바와 같이 IRC 후작으로 자생 하계사료작물을 재배할 경우 바랭이와 사료 피는 논에 잘 적응 하는 것으로 나타났으나 상대적으로 강아지풀의 논 적응성은 떨어지는 것으로 나타났다.

Abstract This experiment was carried out to evaluate the double cropping system using both *Echinochloa crusgalli* (EC) 'Jeju native', *Setaria viridis* (SV) 'Korean native type' and *Digitaria sanguinalis* (DS) 'Korean native type' linked to Italian Ryegrass (IRC) 'Kowinearly' at the no-tillage paddy fields of Cheonan between September 2017 and September 2019. This study examined total dry matter (DM) yields according to the seed mixture ratios of summer native forage crops after harvesting the IRC. The total DM yields were 12,948 kg/ha for IRC+T1 (seeding rate: EC 10kg/ha + SV 10kg/ha + DS 4kg/ha), 13,931 kg/ha in IRC+T2 (seeding rate: EC 15kg/ha + SV 7.5kg/ha+ DS 3kg/ha), 12,874 kg/ha in IRC+T3 (seeding rate: EC 7.5kg/ha + SV 15kg/ha + DS 3kg/ha), and 12,551 kg/ha in IRC+T4 (seeding rate: EC 7.5kg/ha + SV 15kg/ha + DS 6kg/ha). The total DM yield for IRC+T2 was the highest but there was no significance in the treatments. As shown in the above results, EC and DS adapted well to paddy field conditions, while the adaptability of SV appeared relatively lower after harvesting the IRC.

Keywords : *Echinochloa Crusgalli*, *Digitaria Snguninalis*, *Setaria Viridis*, Seed Mixture, Paddy Field, Cheonan

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

email: choiwh@korea.kr

Received August 28, 2023

Accepted November 3, 2023

Revised October 4, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

국내 조사료 자급률은 2021년 기준 82.7%로 높아 보이지만 58%가 벼짚이며 양질 조사료 비율은 25%정도로 낮은 수준이다. 양질 조사료 자급률 향상을 위해 정부와 관련 연구기관에서는 조사료 관련 정책 마련과 관련 연구들이 활발하게 진행 중에 있다[1].

우리나라에서는 주로 눈에 벼 재배 후 이탈리아인 라이그라스(Italian ryegrass, IRG), 청보리, 트리티케일 등 동계사료작물을 파종하여 이용하고 있다[2-5]. 그리고 일부지역에서 사료용 벼가 재배되고 있으나 논 이용 하계사료작물 재배·생산을 매우 미흡한 실정이다.

최근 이상기상에 따른 다양한 재배여건 변화에 선제적으로 대응할 수 있는 야초류(자생사료자원) 등의 신조사료 자원 발굴에 많은 관심이 집중되고 있다[6,7]. 조사료 자원의 하나인 갈대(*Phragmites communis*), 피(*Echinochloa crusgallivar*), 바랭이(*Digitaria sanguinalis*), 강아지풀(*Setaria viridis*) 등 야초류는 우리나라 전 지역에 광범위하게 분포[8,9]하고 있기 때문에 이들 야초류의 사료화를 통해 국내 양질 조사료 자급율을 증가에 매우 중요하다. 국내 주요 화분과 및 두과 야초의 사료화에 대한보고[10,11]가 있으며, 갈대 등 야초류의 이용실태와 사료가치를 평가한 연구에서 가축기호성이 양호한 시기에 수확하는 것이 중요하며, 특히 사료가치를 고려한다면 수확시기를 빠르게 하는 것이 유리하다고 보고하였다[9]. 또한 갈대의 사료가치 및 사료화[12-16] 그리고 야초류

사일리지 제조와 품질 향상 등 다양한 연구를 진행하였다[15,16]. 최근에는 국내 논과 밭에 많이 자생하는 사료피와 바랭이 등에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다[6,7]. 사료 피, 바랭이, 강아지풀 등은 난지형 야초류에 속하지만, 이들 하계자생 사료작물을 이용한 혼파비율 설정과 동계작물인 IRG와 연계한 조사료 작부체계에 대한 연구는 전무한 실정이다.

논은 배수가 불량하여 파종시기에 기계작업이 불가능하여 파종 시기가 늦거나 파종을 못하는 경우가 발생한다. 무경운은 기상에 관계없이 자유롭게 드론 또는 분무살포기를 이용하여 파종을 할 수 있기 때문에 국내 논 재배환경에 유리하다. 또한, 무경운 재배는 노동비 절감, 토양교란 감소 및 토양표면 피도향상과 같은 장점을 지니고 있다[17].

따라서 본 연구는 무경운 논에서 동계사료작물인 IRG 후작으로 하계 자생사료작물인 피, 바랭이 및 강아지풀의 혼파비율이 하계 자생사료작물의 생산성에 미치는 효과를 조사하여 IRG 후작으로 하계 자생사료작물을 연계한 조사료 작부체계에 대한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 시험 장소 및 기상조건

본 연구는 2018년 9월부터 2019년 10월까지 2년 동

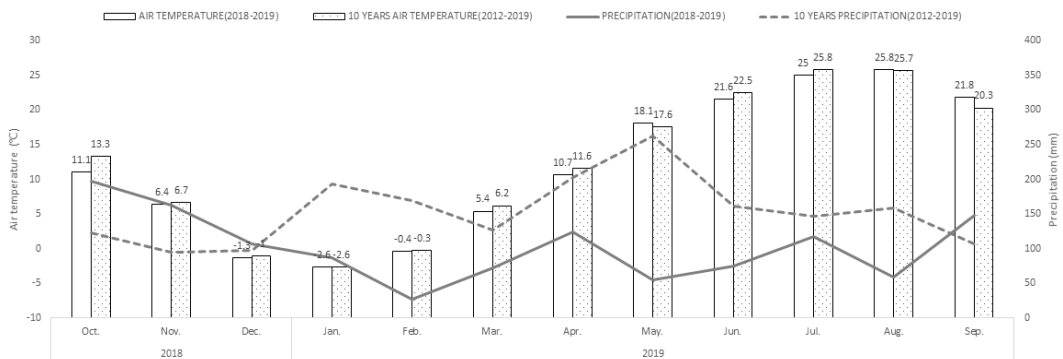


Fig. 1. Average air temperature and precipitation during the growing season in Cheonan region, South Korea

Table 1. Soil chemical properties of experimental site

pH (1:5H ₂ O)	Total nitrogen (%)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Cation exchange capacity (cmol+/kg)
7.74	0.08	12.95	65.17	9.58

안 충청남도 천안시 소재 국립축산과학원 축산자원개발 부 초지사료과 무경운 논 시험포장에서 수행하였다. 시험기간 동안의 기상(기온 및 강수량)은 Fig. 1에서 보는 바와 같다(농업기상정보서비스: <http://weather.rda.go.kr>). 재배기간 중 평균 기온은 평년기온과 유사하였으나 강우량 합은 평년 대비 33%낮았다. 시험 대상지 토양 분석 결과 pH는 적정범위였으나 총 질소 함량, 유기물 함량 및 인산함량이 약간 낮게 나타났다(Table 1).

2.2 시험포 조성 및 재배관리

IRG 는 논 시험포장 전체(26m²)에 파종하였고, 파종 후 IRG 의 초장이 약 15~20 cm 생장하였을 때 시험구를 대표 할 수 있는 지점을 선정하였으며 각 시험구당 1 m²(1m×1m) 크기의 조사구를 3개씩 설정하여 생육특성과 생산성을 조사하였다. 조사구별로 사료작물의 생육특성과 건물수량을 조사하였다. IRG 파종은 2017년 9월 25일과 2018년도 10월 2일에 ha당 40kg의 파종량으로 종자 분무 살포기를 이용하여 산파하였고 2018년 4월 하순과 2019년도 5월 하순에 수확을 하였다. 하계 자생 사료작물 혼파조합 시험을 위한 시험포 면적은 12m² (3×4 m)로 설정하였고 2018년과 2019년 6월 초에 파종하여 9월 하순에 수확하였다. 시비량은 토양분석 후 진단시비 처방기준에 준하였는데 시비량은 파종 당일에 IRG는 질소-인산(P₂O₅)-칼리(K₂O)를 기준으로 140-120-120 kg/ha 사용하였으며 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 30%, 이른 봄 추비 70%로 나누어 분시 하였다. 자생하계사료작물은 질소(N)-인산(P₂O₅)-칼리(K₂O)를 기준으로 150-100-100kg/ha 사용하였으며 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 50%, 이른 봄 추비 50%로 나누어 분시 하였다.

2.3 처리내용

동계사료작물인 이탈리아 라이그라스(IRG) ‘코윈어리’를 수확한 다음 후작물로 하계자생작물인 사료 피 ‘제주피(국내 생태형)’, 강아지풀(국내 생태형), 바랭이(국내 생태형)를 파종비율에 따라 파종하였다. 자생사료작물 중 사료 피“제주피”는 (주)가나농축산에서 구입하여 이용하였고 강아지풀과 바랭이는 야생에 존재하는 종자를 채종한 다음 건조하였다. 그리고 건조 및 정선된 종자는 발아율을 조사한 다음 본 연구에 이용하였다.

하계 자생사료작물 혼파조합에 따른 작부조합에서 동일비율(파종량: 사료 피 10kg/ha+강아지풀 10kg/ha+바랭이 4kg/ha)로 처리한 T1 처리구, 사료 피 위주(파종량: 사료 피 15kg/ha+강아지풀 7.5kg/ha+바랭이 3kg/ha)로 처리한 처리구 T2, 강아지풀 위주(파종량: 사료 피 7.5kg/ha+강아지풀 10kg/ha+바랭이 3kg/ha)위주로 처리한 처리구 T3, 그리고 바랭이 위주(파종량: 사료 피 7.5kg/ha+강아지풀 7.5kg/ha+바랭이 6kg/ha)처리한 T4로 비율을 나누어 처리하였다. 시험 설계는 난괴법 3 반복으로 설계하였다(Table 2).

2.4 조사방법

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_없음부터 9_매우 심함까지 달관조사), 정착률(1_매우 불량부터 9_매우 우수), 내한성(작물이 추위에 견디는 능력으로 동계사료작물인 IRG 를 대상으로 하였고 1_매우 강함부터 9_매우 약함까지 달관조사)이었다. 자생사료작물의 출수기는 강아지풀을 출수기로 하였다.

Table 2. Experimental design according to seed mixture of summer native forage crops

Treatment	Seed mixture(kg/ha)		
	<i>Echinochloa crusgalli</i>	<i>Setaria viridis</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
T1	10	10	4
T2	15	7.5	3
T3	7.5	15	3
T4	7.5	7.5	6

2.5 사료가치 분석

건물수량은 각 처리구별로 200~300g의 시료를 골고루 채취하여 순환식 송풍건조기(65~70°C)에서 48~72시간 건조 후 건물 중량을 조사한 후 ha 단위로 환산하였다. 사료가치 분석은 건조한 시료를 20 mesh screen이 달린 Wiley mill로 분쇄된 시료는 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하며 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC (2000)법[18], NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법[19] 그리고 TDN (total digestible nutrient) 함량은 [20]에 의거 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다(TDN %=88.9 - (0.79×ADF %)).

2.6 통계분석

본 시험에서 얻은 모든 결과는 용 Windows SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다 처리간의 평균비교는 ANOVA를 시행하였고 최소유의성을 검정은 *p*-value가 0.05로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 IRG 생산성 및 사료가치

3.1.1 IRG 건물수량

충부지역 무경운 논에서 동계 사료작물인 IRG의 생육 특성 및 건물수량은 Table 3과 Table 4와 같다. IRG는

2017년 9월 25일에 파종하였고, 2회에 걸쳐 수확을 하였다. IRG의 1차 출수기는 2019년 5월 6일이었다. 그리고 IRG의 생육특성 조사결과 도복과 병해 및 충해는 발생하지 않았고 입모상태는 중간정도로 비교적 양호한 상태를 보여주었다. IRG는 1차 수확은 출수 후 15일로써 수확 시 초장이 93 cm로 나타났으며 건물수량은 4,843~4,888kg/ha 정도로 나타났다. IRG의 2차 수확기 생육은 중간 정도의 생육상태를 보여주었으며 초장은 77cm로 나타났다. IRG의 2차 건물 수량은 1,548~1,982kg/ha 범위로 나타났다.

[20]이 제시한 1차 수확(출수기)시 건조수량이 6,278kg/ha 그리고 2차 수확(출수기)시 건조수량이 4,811kg/ha에 비해 본 연구에서 제시된 건물수량이 다소 낮았다. 이는 기후 및 재배 환경적인 차이에서 기인된 것으로 판단된다.

3.1.2 IRG 사료가치

동계사료작물인 IRG의 사료가치는 Table 4에 제시하였다. 1차 수확된 IRG의 조단백질 함량은 7.98-9.35%, NDF와 ADF 함량은 각각 32.71~33.45%와 55.70~56.56%로 나타났다. 그리고 TDN은 57.8~58.3%로 나타났다. IRG 2차 수확시기의 조단백질 함량은 9.72~10.34%, NDF와 ADF 함량은 각각 32.44~33.04%와 55.32~57.25%로 나타났다. 그리고 TDN은 62.8~63.3%로 나타났다. 이상에서 결과에서 보는 바와 같이 1차 수확시의 사료가치보다 2차 수확에서 사료가치가 현저하게 증가(*p*<0.05)하는 경향을 보여주었다. [21]는 1차 수확기 보다 2차 수확기에 조단백질 등 사료가치가 좋아진다고 보고하였는데 본 연구와 유사한 결과를 경향을 보여주었다.

Table 3. Growth characteristics of Italian ryegrass in no-tillage paddy fields

Heading stage (date)		Plant height (cm)		Lodging (1-9) [*]		Disease (1-9) [*]		Cold damage leaf (1-9) [*]	
1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut
6 May	26 Aug.	93	77	1	5	1	1	4	4

^{*}1=strong, 9=weak

Table 4. Nutritive values and dry matter yield of Italian ryegrass cultivated in no-tillage paddy fields

ADF ¹ (%)		NDF ² (%)		CP ³ (%)		TDN ⁴ (%)		Dry matter yield (kg/ha)		
1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	1 st cut	2 nd cut	Total
33.08	32.74	56.13	56.29	8.67	10.03	58.05	63.05	4,865	1,765	6,630

¹ADF: acid detergent fiber; ²NDF: neutral detergent fiber; ³CP: crude protein; ⁴TDN: total digestible nutrients

이상의 결과에서 보는바와 같이 IRG는 지역특성과 토양조건을 고려하여 품종, 파종시기, 수확시기, 수확횟수 등을 결정하는 것이 IRG의 생산성과 사료가치를 향상시킬 수 있다.

3.2 하계 자생사료작물의 혼파조합에 따른 생산성 및 사료가치

3.2.1 하계 자생사료작물의 혼파조합에 따른 생육특성 및 건물수량

중부지역 무경운 논에서 하계 자생사료물인 사료 피, 바랭이 및 강아지풀의 혼파조합별 생육특성, 식생비율 및 건물수량은 각각 Table 5, Table 6 및 Table 7에 나타난 것과 같다. 사료 피, 바랭이 및 강아지풀을 이용한 혼파 자생사료작물을 무경운 논에 파종하여 2년 동안 생

Table 5. Growth characteristics by seed mixture of native summer forage crops in no-tillage paddy fields

Treatment	Year	Heading stage (Month. Day)	Plant height (cm)	Lodging (1-9) [*]	Disease (1-9) [*]	Establishment (1-9) [*]
T1 ¹⁾	2018	8.16	114	3	3	3
	2019	9.6	172	1	1	1
	Mean±SEM ²⁾	8.25	143±13.21	2±0.54	2±0.40	2±0.47
T2	2018	8.16	108	4	3	2
	2019	9.6	160	1	1	1
	Mean±SEM	8.25	134±15.40	3±0.43	2±0.33	2±0.32
T3	2018	8.16	112	4	3	3
	2019	9.6	164	1	1	1
	Mean±SEM	8.25	138±16.62	3±0.40	2±0.53	2±0.51
T4	2018	8.16	108	5	3	3
	2019	9.6	148	1	1	1
	Mean±SEM	8.25	128±17.33	3±0.67	2±0.41	2±0.44

^{*}1=strong, 9=weak

EC: *Echinochloa crusgalli*; SV: *Setaria viridis*; DS: *Digitaria sanguinalis*

¹⁾T1 (kg/ha): EC 10 + SV 10 + DS 4; T2 (kg/ha): EC 15 + SV 7.5+ DS 3; T3 (kg/ha): EC 7.5 + SV 15 + DS 3; T4 (kg/ha): EC 7.5 + SV 15 + DS 6

²⁾SEM: standard error of the mean

Table 6. Botanical composition by seed mixture of native summer forage crops in no-tillage rice fields

Treatment	Year	Botanical composition(%)			
		EC	SV	DS	Weed
T1 ¹⁾	2018	88.7	2.1	3.9	5.3
	2019	11.7	5.0	76.7	6.6
	Mean±SEM ²⁾	50.2±17.40	3.6±0.71	40.3±19.40	7.1±1.21
T2	2018	90.9	0.4	2.1	6.6
	2019	40.0	4.0	51.0	5.0
	Mean±SEM ²⁾	65.5±12.34	2.2±0.34	26.6±12.17	5.8±0.73
T3	2018	90.7	3.3	3.2	2.7
	2019	28.3	12.7	55.0	4.0
	Mean±SEM ²⁾	59.5±18.10	8.0±0.91	29.1±10.43	3.4±0.91
T4	2018	83.4	0.9	5.4	10.3
	2019	35.0	4.0	55.3	5.7
	Mean±SEM ²⁾	59.2±15.52	2.5±0.64	30.4±17.34	7.2±0.60

EC: *Echinochloa crusgalli*; SV: *Setaria viridis*; DS: *Digitaria sanguinalis*

¹⁾T1 (kg/ha): EC 10 + SV 10 + DS 4; T2 (kg/ha): EC 15 + SV 7.5+ DS 3; T3 (kg/ha): EC 7.5 + SV 15 + DS 3; T4 (kg/ha): EC 7.5 + SV 15 + DS 6

²⁾SEM: standard error of the mean

Table 7. Nutritive values and dry matter yield of mixed native summer forage crops cultivated in no-tillage paddy fields

Treatment	Year	ADF(%)	NDF(%)	CP(%)	TDN(%)	Dry matter yield (kg/ha)
T1	2018	37.10	62.33	4.46	59.60	6,465
	2019	38.27	63.97	8.21	58.66	6,171
	Mean±SEM ²⁾	37.69±0.75	63.15±2.21	6.34±0.21	59.13±2.24	6,318±443.5
T2	2018	39.41	63.38	4.48	57.80	8,908
	2019	37.97	63.16	8.92	58.90	5,694
	Mean±SEM ²⁾	38.69±0.84	63.27±1.12	6.70±0.33	58.35±2.37	7,301±374.4
T3	2018	38.59	62.90	5.05	58.40	5,707
	2019	40.00	64.54	8.93	57.30	6,780
	Mean±SEM ²⁾	39.30±0.67	63.72±0.99	6.99±0.24	57.85±1.78	6,244±555.1
T4	2018	37.89	62.59	5.09	59.00	4,879
	2019	38.90	64.19	9.67	58.17	6,962
	Mean±SEM ²⁾	38.40±0.73	63.39±1.16	7.38±0.37	58.59±2.52	5,921±477.1

CP: Crude protein; ADF: Acid detergent fiber; NDF: Neutral detergent; TDN: Total digestible nutrients;

*TDN = 88.9 - (0.79 × ADF%)

EC: *Echinochloa crusgalli*; SV: *Setaria viridis*; DS: *Digitaria sanguinalis*

¹⁾ **T1 (kg/ha):** EC 10 + SV 10 + DS 4; **T2 (kg/ha):** EC 15 + SV 7.5 + DS 3; **T3 (kg/ha):** EC 7.5 + SV 15 + DS 3; **T4 (kg/ha):** EC 7.5 + SV 15 + DS 6

²⁾ SEM: standard error of the mean

육특성을 조사한 결과, 모든 처리구의 평균 출수기는 8월 25일 (2018년도에는 8월 16일, 2019년에는 9월 6일) 정도였으며 도복과 병충해는 거의 나타나지 않았고 입모상태도 양호한 상태를 보여주었다. 중부지역 무경운 논에서 자생사료자원 혼파조합별 식생조사 결과 2018년 모든 처리구에서 사료 피가 우점하는 현상이 나타났으나 2019년에는 바랭이가 우점하는 현상이 뚜렷하게 나타났다.

초장은 128~143cm 범위였고 건물수량은 5,921~6,318kg/ha 범위로 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. [7]은 발 조건에서 사료 피의 건물수량은 7,600kg/ha 정도라고 제시하였다. 본 연구와 수량 차이를 보이는 것은 발 조건과 논 조건의 재배환경 차이에 따른 영향이 컸을 것으로 판단된다.

3.2.2 하계 자생사료작물의 혼파조합에 따른 사료가치

중부지역 무경운 논에서 하계 자생사료물의 혼파비율에 따른 사료가치 변화는 Table 7에 제시하였다. 2018년과 2019년에서 T1 처리구의 조단백질 함량은 각각 4.46%와 8.21%, NDF 함량은 62.33%와 63.97%, ADF 함량은 37.10%와 38.27% 그리고 TDN은 59.60%와 58.66%, T2 처리구의 조단백질 함량은 각각 4.48%와 8.92%, NDF 함량은 63.38%와 63.16%, ADF 함량은 39.41%와 37.97% 그리고 TDN은 57.80%와 58.90%, T3 처리구의 조단백질 함량은 각각 5.05%와 8.93%,

NDF 함량은 62.90%와 64.54%, ADF 함량은 38.59%와 40.00% 그리고 TDN은 59.60%와 58.66%, T4 처리구의 조단백질 함량은 각각 5.09%와 9.67%, NDF 함량은 62.59%와 64.19%, ADF 함량은 37.89%와 38.90% 그리고 TDN은 59.00%와 58.17%로 나타났다.

[7]은 출수초기에 사료용 피의 조단백질 함량이 11.2% 정도 이지만 출수후기에는 5.9%로 숙기가 진행될수록 현저하게 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서 조단백질 함량이 현저하게 낮아지는 것은 사료 피의 식생이 우점한 것과 관련이 있을 것으로 생각된다. 일반적으로 여름철 목초지에 피해를 주는 잡초로서 바랭이와 강아지풀 등이 알려져 있으나 [8]은 이들 자생 야초류를 사료원으로써 이용 가능성을 보고하였다. 본 연구에서 제시된 수량성이나 사료가치 측면에서 보면 자생 야초류도 반추가 축사료용으로 충분히 이용가능성이 있다고 생각한다.

3.3 IRG 와 하계자생사료작물의 혼파조합에 따른 작부조합의 수량 비교

중부지역 무경운 논에서 재배한 IRG 와 후작물로 재배한 하계 자생사료작물의 혼파조합에 따른 건물수량을 합계하여 나타난 것은 Table 8과 같다. IRG 와 후작물인 하계 자생사료작물을 무경운 논에서 이모작으로 재배할 경우 하계자생사료작물은 전 작물인 IRG의 수확시기 그리고 자생사료작물의 식생에 따라 조사료 생산량이 영

Table 8. Total dry matter yield of mixed forage summer native forage crops with Italian ryegrass cultivated in no-tillage paddy fields

Treatment	Dry matter yield (kg/ha)					Total dry matter yield(kg/ha)			
	WFC		SFC			WFC+SFC			
	IRG	T1	T2	T3	T4	IRG+T1	IRG+T2	IRG+T3	IRG+T4
2018	6,870	6,465	8,908	5,707	4,879	13,335	15,778	12,577	11,749
2019	6,391	6,171	5,694	6,780	6,962	12,562	12,085	13,171	13,353
Mean±SEM ²⁾	6,630± 376.3	6,318± 512.3 ^{ns}	7,301± 488.6	6,244± 523.4	5,921± 617.4	12,948± 525.2 ^{ns}	13,931± 467.1	12,874± 500.4	12,551± 580.4

WFC: Winter forage crop SFC: Summer native forage crop

EC: *Echinochloa crusgalli*; SV: *Setaria viridis*; DS: *Digitaria sanguinalis*

¹⁾T1 (kg/ha): EC 10 + SV 10 + DS 4; T2 (kg/ha): EC 15 + SV 7.5 + DS 3; T3 (kg/ha): EC 7.5 + SV 15 + DS 3; T4 (kg/ha): EC 7.5 + SV 15 + DS 6

²⁾ SEM: standard error of the mean

^{ns}Not significant ($p>0.05$)

향을 받는다. IRG 를 출수 후 25일인 5월 25일에 수확한 후 뒷그루로 하계자생사료작물 혼파조합별 파종하였을 경우 IRG+T1의 평균 건물수량은 12,948kg/ha, IRG+T2에서는 13,931 kg/ha, IRG+T3에서는 12,874kg/ha 그리고 IRG+T4에서는 12,551kg/ha으로 나타났으며 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$).

자생하계사료작물은 기존 옥수수과 수수류 보다 논에서 환경 적응성이 뛰어나기 때문에 동계사료작물과 연계한 작부체계는 연중 양질의 조사료 확보 차원에서 매우 중요하다. 최근 국내에 빈번하게 발생하는 이상기상에 대응하여 안정적으로 조사료를 생산하고 확보할 수 있는 자생하계사료작물과 연계한 이모작 작부체계는 매우 중요할 것으로 생각된다[21-24]. 특히 하계사료작물인 사료 피는 재배기간이 짧고 사료가치와 생산성이 우수하여 국내 재배 확대 가능성이 높을 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 무경운 논에서 동계사료작물인 IRG 후작으로 하계자생작물인 사료 피 '제주피', 강아지풀(국내 생태형), 바랭이(국내 생태형)의 혼파비율에 따른 생육특성 및 생산성을 조사하기 위해 충청남도 천안시 소재 국립 축산과학원 축산자원개발부 초지사료포장 무경운 논에서 2017년 9월부터 2019년 10월까지 3년 동안 수행하였다. 하계 자생사료작물의 혼파비율에 따라 건물수량은 차이를 보였으며, 즉, T1 처리구에서는 6,318 kg/ha, T2 처리구에서는 7,301kg/ha, T3 처리구에서는 6,244kg/ha, 그리고 T4 처리구에서는 5,921kg/ha으로 나타났다. IRG와 하계 자생사료작물 혼파조합별 파종 시 총건물수

량은 IRG+T1에서는 12,948kg/ha, IRG+T2에서는 13,931kg/ha, IRG+T3에서는 12,874kg/ha로 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 제시한 바와 같이 논에서 무경운 조건에서 IRG 후작으로 사료 피와 바랭이를 이용한 이모작 작부체계에서 안정적으로 조사료를 생산할 수 있는 것으로 나타났지만 혼파비율에 따른 생산성 차이가 나타나지 않았기 때문에 혼파조합 선별을 위해서는 다양한 자생사료자원 선별과 혼파 비율 등 다양한 처리 조건에서 추가적인 실험이 이루어져야 할 것으로 보인다.

References

- [1] MAFRA, "The current situation of forage production and supplementation policy". *Ministry of Agriculture, food and Rural Affairs*. 2022.
- [2] Y. S. Go, J. Y. Ha, H. H. Bae, J. H. Son, K. M. Kang, B. Y. Son, T. W. Jung, "Comparison of Growth Characteristics and Nutritive Value of Silage Corn", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.42, No.4, pp.249-257, Dec. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2022.42.4.249>
- [3] M. J. Bae, S. H. Chung, J. D. Kim, "Effect of Planting Date and Hybrid on the Agronomic Characteristics, Forage Production and Feed Value of Corn for Silage". *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.42, No.1, pp. 54-60, Mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2022.42.1.54>
- [4] H. J. Lee, Y. H. Joo, S. S. Lee, D. H. V. Paradipta, O.K. Han, J.H. Ku, H. G. Min, J. S. Oh, S. C. Kim, "Effect of the Sowing and Harvesting Dates on the Agronomic Characteristics and Feed Value of Corn and Sorghum×Sorghum Hybrid in Youngnam Mountain area", *Journal of the Korean Society of Grassland and*

- Forage Science*, Vol.39, No.2, pp. 53-60, Jun. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2019.39.2.53>
- [5] G. J. Choi, K. C. Choi, T. Y. Hwang, K. W. Lee, J. H. Kim, W. H. Kim, E. J. Lee, K. I. Sung, 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, Dec. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.210>
- [6] J. S. Jung, B. R. Choi, S. Y. Lee, M. R. Oh, H. S. Park, K. C. Choi, "Growth Characteristics and Yields of Native Summer Forage Crops as Affected by Seeding Rate of Native Summer Forage Crops in No-tillage Paddy Fields", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.43, No.1, pp.28-34, Mar. 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2023.43.1.28>
- [7] H. S. Park, K. C. Choi, S. H. Yang, J. S. Jung, 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, Mar. 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2022.42.1.26>
- [8] I. K. Han, S. H. Park, Y. S. Lee, K. I. Kim, B. H. Ahn, "Nutritive Values of the Native Grasses and Legumes in Korea", *Korean Journal of Animal Science*, Vol.13, No.1, pp.107-115, Mar. 1971.
- [9] S. Seo, D. D. Han, S. S. Jang, W. H. Kim, M. W. Jung, J. H. Choi, J. S. Kim, H. Y. Kim, J. K. Lee. 2012, "Utilization Survey and Forage Quality of Phragmites Communis and Native Grasses in Haenam, Pyeongchang and Wonju Regions, 2010", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.32, No.1, pp.1-8, Mar. 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5333/KGFS.2012.32.1.1>
- [10] D. A. Kim, B. H. Kim, C. J. Kim, Grassland Science, p.337, Seon-jin Publishers, 1976, pp.170-181.
- [11] H. S. Park, Studies on the genetic resources of native pasture plants in jeju, Annual res. Report of Jeju Agriculture Experiment, Rural Development Administration, Korea, 2007.
- [12] W. B. Chun, C. Yoon, M. H. Son, "Studies on the Productivity of the Native Reed (*Phragmites communis Triniius*). 3. Effect of Cutting Time on the Regrowth and Feed Composition of Native Reed", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.6, No.2, pp.78-83, Jun. 1986.
- [13] H. K. Kang, N. K. Chang, "Annual Net Production and the Stability of the Pure Phragmites Communis Grassland in the Lower Course of Nakdong River", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.5, No.1, pp.8-12, Mar. 1985.
- [14] W. B. Chun, C. Yoon, J. M. Lee, J. M. Park. "Studies on the Productivity of the Native Reed (*Phragmites communis Triniius*) 1. Changes in the Productivity of the Native Reed (*Phragmites communis Triniius*) during the Period of vegetation", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.4, No.2, pp.89-97, Jun. 1983.
- [15] D. J. Kim, W. Leem, "Studies on the quality of silage from domestic herbage. 2 Comparative experiment of feeding of Arundinella hirta silage on additives", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol. 8, No. 3, pp. 169-174, 1988.
- [16] D. J. Kim, Y. K. Kim, W. J. Maeng, "Study on the dry matter digestibility of in domestic herbage by pepsin-cellulase technique. Cell wall constituents and dry matter digestibility in wild grasses", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol. 31, No. 5, pp.324-333, 1989.
- [17] J. D. Kim, S. J. Abuel, G. H. Jeon, C. H. Kwon, "Effect of tillage system and fertilizer type on the forage yield and quality of Italian ryegrass", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol. 29, No. 4, pp.313-320, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2009.29.4.313>
- [18] H. William, "Official Methods of Analysis of AOAC International", AOAC official method, 2000.
- [19] H. K. Goering, and P. J. Van Soest, Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications): US Agricultural Research Service, 1970.
- [20] 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, US, 1990.
- [21] S. Seo, W. H. Kim, M. J. Kim, S. H. Lee, M. W. Jung, K. Y. Kim, H. C. Ji, H. S. Park, J. G. Kim, G. J. Choi, "Optimum Harvest Stage of Italian Ryegrass 'Kowinearly' according to One and Two Harvests during Spring Season", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.33, No.1, pp.15-20, Mar. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2013.33.1.15>
- [22] S. Seo, E. S. Chung, K. Y. Kim, G. J. Choi, J. N. Ahn, J. S. Han, H. K. Park, 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, Jun. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2010.30.2.115>
- [23] J. S. Shin, W. H. Kim, S. H. Yoon, S. S. Seo, "Study on Optimum Forage Cropping System in Reclaimed Tidal Land", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.27, No.2, pp.117-122, Jun. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2007.27.2.117>
- [24] S. Seo, W. H. Kim, J. G. Kim, G. J. Kim, "Selection of Promising Forage Crops and Variety for Forage Production in Paddy Field. Middle Region (Suwon)", *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.24, No.3, pp.207-216, Sep. 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

한 옥 규(Ouk Kyu Han)

[정회원]



• 2019년 1월 ~ 현재 : 한국농수산대학교 식량작물전공

<관심분야>

조사료, 작물육종, 작물생리

이 배 훈(Bae Hun Lee)

[정회원]



• 2023년 1월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구사

<관심분야>

조사료, 재배기술, 알팔파

박 형 수(Hyung Soo Park)

[정회원]



• 2005년 4월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구관

<관심분야>

조사료, 재배기술, 알팔파, 조사료 저장이용

최 보 램(Bo Ram Choi)

[정회원]



• 2017년 10월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구사

<관심분야>

조사료, 작물육종, 사료 피

최 기 춘(Ki Choon Choi)

[정회원]



• 2009년 2월 ~ 현재 : 국립축산과학원 초지사료과 농업연구관

<관심분야>

조사료, 기능성물질, 사일리지,