

Research Article

강원 영서지역에서 겨울 및 여름 사료작물 이모작 시 생산성

손범영*, 원용재, 김성국, 김민태
농촌진흥청 국립식량과학원

Double Cropping Productivity of Winter and Summer Forage Crops in Yeongseo of Gangwon Province

Beom Young Son*, Yong Jae Won, Sung Kook Kim and Min Tae Kim

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

ABSTRACT

In order to establish optimal double cropping system for getting the maximum annual productivity, we investigated annual fresh and dry yields of winter forage crops (WFC), Italian ryegrass (IRG) 'Kowinearly', triticale 'Joseong' and summer forage crop (SFC), 'Jonong' and 'Jowoo' as whole crop silage rice in the paddy field of Yeongseo of Gangwon Province. The double cropping of each crops was applied with 2 standard cultivation method of WFC and SFC from 2018 to 2020. For the WFC, the average percentage of dry matter (29.6%) of IRG 'Kowinearly' was lower than that (35.5%) of triticale 'Joseong'. The average fresh matter yield of IRG 'Kowinearly' was 2,662kg/10a that there was no significant difference from the 2,836kg/10a of triticale 'Joseong'. The average dry matter yield (996kg/10a) of triticale 'Joseong' was more than that (696kg/10a) of IRG 'Kowinearly'. For the summer forage crops, the average percentage of dry matter of whole crop silage rice, 'Jonong' was 34.5% that there was no significant difference from the 35.0% of 'Jowoo'. The average fresh matter yield (5,367kg/10a) of 'Jowoo' was more than that (3,966kg/10a) of 'Jonong'. And the average dry matter yield (1,936kg/10a) of 'Jowoo' was more than that (1,433kg/10a) of 'Jonong'. The total maximum dry matter yield was 2,982kg/10a with the combination of the WFC triticale, 'Joseong' and the SFC whole crop silage rice, 'Jowoo'. In conclusion, the combination of crops that can obtain the maximum yield of high quality forage for double cropping is sowing the WFC triticale, 'Joseong' in mid-October, harvesting 'Joseong' around the end of May and then SFC whole crop silage rice, 'Jowoo', to be transplanted in early June.

(Key words): Double cropping, Winter forage crop, Summer forage crop, Silage, Dry matter)

I. 서론

우리나라 조사료 생산은 2000년 3,392천톤에서 2019년 6,050천톤으로 증가하였으나, 아직도 국내 축산농가의 조사료 자급률은 80.5%(19)에 그쳐 자급률 향상이 필요하다. 국내 조사료 자급률을 제고하기 위해서는 정부의 적극적인 정책수단과 노력이 중요하며 이중 하나의 해결방안은 논을 이용하여 겨울사료작물과 여름사료작물을 연중 재배하여 조사료 생산량을 늘리는 것이 대안이 될 수 있을 것이다. 논에서 사료용 옥수수 및 수수×수단그라스 잡종 등의 재배가 검토되었으나, 논외 배수 불량으로 인한 습해 발생 및 잡초화 우려 등의 문제로 정상적인 생육이 어려운 경우가 많았으며, 따라서 생산성이 밭에서의 약 70% 수준에 머무르고 있어 재배가 안정적이지 못하였다(Kim et al., 2006; Kim

and Lee, 1994; Lee et al., 1994). 그러나 사료용 벼는 밥쌀용 벼와 큰 차이 없이 재배할 수 있기 때문에 안정적 재배가 가능할 뿐만 아니라 그로 인해 쌀 생산조정의 좋은 수단이 될 수 있다(Sakai et al., 2003; Sung et al., 2004; Lee et al., 2005). 지금까지 논을 이용한 조사료 연구는 조만생 사초용 호밀의 파종 및 수확시기(Kwon et al., 1994), Brittle culm 벼의 예취 높이를 구명하여 조사료로서의 수량 및 영양가(Kim et al., 1997), 수확시기에 따른 벼의 초장, 건물수량 및 사료성분 변화 조사를 통해 적정 수확시기(Sung et al., 2004), 최적 총체사료비 품종선발을 위한 건물수량 및 사료가치 분석(Lee et al., 2005), 생육시기 및 품종이 총체 벼의 수량 및 사료가치에 미치는 영향(Kim et al., 2007), 제주지역에서의 동계사료작물 생산성(Park et al., 2008), 직파시기에 따른 수량 및 사료가치 비교(Kim et al., 2009) 등과 같이

*Corresponding author: Beom Young Son, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon, 16429, Korea, Tel: +82-31-695-4039, E-mail: sonby@korea.kr

각 품종별 재배 및 재배양식을 통한 생산성을 검토하는 단계였다. 연중 논이용 작부체계에 대한 연구는 남부지역 사료용 벼 + 사료 맥류 + 귀리를 이용한 삼모작 작부체계(Song et al., 2014), 남부 지역 사료용 벼와 동계작물을 연계한 조사로 생산 체계(Kim et al., 2018), 중부 평야지에서 사료용 벼와 주요 동계사료작물 이모작 시 생산성(Ahn et al., 2019) 연구 등이 있다. 우리나라 중북부지역에서는 이탈리아라이그라스 등의 작물 월동율과 생산성이 낮아 논에서 단작에 그치고 있지만 한우, 돼지 등 축산농가는 많기 때문에 로컬피드시스템에 의한 조사로 생산이 필요하다. 따라서 본 연구는 강원 영서지역 논에서 겨울사료작물과 연계한 여름 사료작물 사료용 벼를 연중 재배 시 겨울사료작물인 이탈리아라이그라스 ‘코윈어리’ 및 트리티케일 ‘조성’과 여름사료작물인 사료용 벼 품종 ‘조농’ 및 ‘조우’를 이용하여 겨울 및 여름 사료작물의 생육특성 및 생산성을 조사하고 겨울사료작물과 여름사료작물 이모작 시 총 건물 생산성 분석으로 최대생산 작목조합을 설정하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 강원 영서지역에서 겨울사료작물의 재배

본 연구는 강원 영서지역인 국립식량과학원 철원출장소 시험포장

(북위 38° 15', 표고 192m)에서 겨울사료작물인 이탈리아 라이그라스(Italian Ryegrass, IRG) 품종 ‘코윈어리’ 및 트리티케일(*Triticum* × *Secale*, Triticale) 품종 ‘조성’을 이용하여 2018~2020년 동안 수행하였다. 시험구를 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 2018년과 2019년에 겨울사료작물 이탈리아라이그라스 ‘코윈어리’는 4kg/10a를 9월 18일에, 트리티케일 ‘조성’은 22kg/10a를 10월 24일에 휴립광산 파종하였다. 시비량은 ‘코윈어리’는 질소 14kg/10a, 인산 12kg/10a, 칼리 12kg/10a로 하였으며, ‘조성’은 질소 20kg/10a, 인산 10kg/10a, 칼리 7kg/10a로 하였다. ‘코윈어리’는 기비로 질소:인산:칼리(20:50:50%)로 주고 이듬해 봄에 질소:인산:칼리(80:50:50%)로 사용하였다. ‘조성’은 기비:추비를 각 4:6, 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였다. 이듬해 겨울사료작물 수확은 이탈리아라이그라스 ‘코윈어리’는 출수 후 13일인 2019년 5월 30일에, 2020년 5월19일에, 트리티케일 ‘조성’은 출수 후 13일인 2019년 5월 30일, 2020년 5월19일에 수확하였다(Table 1). 각 사료작물 별로 수확구는 3m×3m, 3반복으로 건물수량 환산용으로는 60cm×60cm, 3반복으로 수확하였다. 각 품종의 생체중, 건물중 및 수분함량은 사료용 벼와 동일한 방식으로 구하였다. 초장은 수확 시 10주씩 3반복 측정하여 평균으로 표기하였다.

2. 강원 영서지역에서 여름사료작물의 재배

여름사료작물인 사료용 벼(*Oryza Sativa* L.)는 최근 육성 조생종

Table 1. The seeding date, transplanting date and harvesting date of IRG and triticale as winter forage crops and whole crop silage rices as summer forage crop cultivated for double cropping in Yeongseo of Gangwon Province

Crop	Cultivar	Year	Seeding date	Transplanting date	Harvesting date	Growth ¹⁾ duration
Winter crop	Kowinearly	2018	Sep. 18	-	-	-
		2019	Sep. 30	-	May 30	253
		2020	-	-	May 19	230
		Mean	Sep. 24	-	May 25	242
	Joseong	2018	Oct. 24	-	-	-
		2019	Oct. 05	-	May 30	217
		2020	-	-	May 19	225
		Mean	Oct. 15	-	May 25	221
Summer crop	Jonong	2019	May 11	Jun. 10	Sep. 16	128
		2020	May 11	Jun. 10	Sep. 16	128
		Mean	May 11	Jun. 10	Sep. 16	128
	Jowoo	2019	May 11	Jun. 10	Sep. 25	137
		2020	May 11	Jun. 10	Sep. 22	134
		Mean	May 11	Jun. 10	Sep. 25	136

¹⁾Growth duration : Days from seeding to harvesting date

품종 ‘조농’ 및 ‘조우’를 이용하여 2019~2020년 동안 수행하였다. 시험구를 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 2019년과 2020년에 여름 사료작물 사료용 벼 ‘조농’ 및 ‘조우’를 겨울사료작물 수확 예상시기에 이앙 가능하도록 5월 11일에 미리 파종(4kg/10a)을 한 후 겨울사료작물 ‘코윈어리’ 및 ‘조성’ 수확 후 6월 10일에 90주/3.3㎡, 3~5분을 기계 이앙하였다. 시비량은 사료용 벼 표준인 보통기 다비재배로 질소 18kg/10a, 인산 9kg/10a, 칼리 11kg/10a로 하였으며 질소는 기비:분얼비:수비를 각 5:2:3, 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비:수비를 7:3으로 사용하였다. 여름사료작물 사료용 벼 수확은 2019년 조농은 9월16일(출수 후 30일)에 조우는 9월25일(출수 후 30일), 2020년 조농은 9월16일(출수 후 26일)에 조우는 9월22일(출수 후 29일)에 수확하였다(Table 1). 수량 산정을 위해 2년(2019~2020)간 품종별로 출수 후 30일에 식물체 지상부를 100주씩 3반복으로 수확하였다. 건물수량 산정을 위해서 품종별로 3주 3반복 수확하였으며, 수확한 100주와 3주는 바로 생체중을 측정하고 3주는 순환식 건조기에 넣어 80℃에서 72시간 건조하였다. 건조된 시료는 건물중을 측정하고 측정된 각 품종의 생체중과 건물중을 이용하여 10a당 생체중과 건물물을 구하고 이를 이용하여 10a당 건물수량을 생체중(kg) × [건물률(%)]의 식을 이용하여 산정하였다. 각 품종별 생육은 간장, 수장, 수수, 초장을 수확 시 마다 10주씩 측정하여 평균하였다.

3. 통계처리

통계분석은 SAS9.0(SAS, 2003)의 분산분석(ANOVA)을 이용하여 최소유의차검정(least significant difference test ; LSD test)으로 5% 유의수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 강원 영서지역에서 겨울사료작물의 생육특성

강원 영서지역에서 시험한 겨울사료작물 IRG ‘코윈어리’, 트

리티케일 ‘조성’의 주요 생육특성은 Table 2와 같다. 겨울사료작물 IRG ‘코윈어리’는 2018년 9월 18일 파종 후 이듬해 5월 17일에 출수하였으며, 2019년 9월 30일 파종 후 이듬해 5월 6일에 출수하여 평균 5월 12일 출수하였다. 트리티케일 ‘조성’은 2018년 10월 24일 파종 후 이듬해 5월 17일에 출수하였으며, 2019년 10월 5일 파종 후 이듬해 5월 6일에 출수하여 평균 5월 12일 출수하였다. 파종 후 출수까지 IRG ‘코윈어리’(평균 9월 24일 파종)가 트리티케일 ‘조성’(평균 10월 15일 파종)보다 평균 21일 더 소요되었다(Table 2). 파종 후 수확까지 생육일수는 IRG ‘코윈어리’가 평균 242일로 트리티케일 ‘조성’의 평균 221일보다 평균 21일 더 길었다(Table 1). 중부지방에서 겨울사료작물 IRG 최적 파종시기는 9월 25일경(NIAS, 2017), 트리티케일은 10월 15일경으로 알려져 있다(NIAS, 2017). 따라서 이러한 파종시기는 중북부 중간지에서 사료용 벼 수확 후 논 이용 발작물 파종을 위한 논 정지작업 등 물리적 시간소요를 고려하더라도 겨울사료작물을 파종하는데 큰 문제는 없을 것으로 판단되었다. 초장은 IRG ‘코윈어리’가 평균 80.9cm로 트리티케일 ‘조성’의 평균 89.4cm보다 작았다. 분얼수는 IRG ‘코윈어리’가 평균 2.6개, 트리티케일 ‘조성’이 평균 3.1개로 작물간의 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 엽수는 IRG ‘코윈어리’가 평균 5.1개, 트리티케일 ‘조성’이 평균 5.1개로 같았다(Table 2).

2. 강원 영서지역에서 겨울사료작물의 생산성

강원 영서지역에서 최적 수확시기에 수확한 겨울사료작물 건물물, 생체수량, 건물수량을 조사한 결과 건물률은 IRG ‘코윈어리’가 평균 29.6%로 트리티케일 ‘조성’의 평균인 35.5%보다 낮았다(Table 3). 트리티케일 ‘조성’의 건물률이 IRG ‘코윈어리’보다 높았는데 이는 Ahn et al.(2019)이 중부 평야지에서 수확 시 트리티케일의 수분함량이 IRG보다 낮아 건물률이 높아진다는 보고와 일치하였다. 평균 생체수량은 IRG ‘코윈어리’가 2,662kg/10a, 트리티케일 ‘조성’이 2,836kg/10a로 두 작목 간 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 평균 건물수량은 트리티케일

Table 2. The plant height, number of tiller and leaf of IRG and triticale as winter forage crop cultivated for double cropping in Yeongseo of Gangwon Province

Year	Heading date		Plant height (cm)		Number of tiller/plant		Number of leaf/plant	
	KE ^{b)}	JS	KE	JS	KE	JS	KE	JS
2019	May 17	May 17	74.0	94.0	0.9	3.3	6.1	6.0
2020	May 06	May 06	87.8	84.8	4.3	2.8	4.0	4.1
Mean	May 12	May 12	80.9 ^{b)}	89.4 ^{a)}	2.6 ^{a)}	3.1 ^{a)}	5.1 ^{a)}	5.1 ^{a)}

^{b)}KE : Kowinearly (Italian ryegrass), JS : Joseong (Triticale)

* The values within a row followed by the same letter are not significantly different at 0.05% level by the least significant difference test.

Table 3. The percentage of dry matter, average fresh matter yield and dry matter yield of IRG and triticale as winter forage crop cultivated for double cropping in Yeongseo of Gangwon Province

Year	Percentage of dry matter		Fresh matter yield (kg/10a)		Dry matter yield (kg/10a)	
	KE ^{b)}	JS	KE	JS	KE	JS
2019	35.6	34.4	1,143	2,410	406	826
2020	23.5	35.5	4,181	3,262	986	1,166
Mean	29.6 ^b	34.9 ^a	2,662 ^a	2,836 ^a	696 ^b	996 ^a

^{b)}KE : Kowinearly (Italian ryegrass), JS : Joseong (Triticale)

* The values within a row followed by the same letter are not significantly different at 0.05% level by the least significant difference test.

‘조성’(996kg/10a)이 IRG ‘코윈어리’(696kg/10a)보다 많았다. 이는 Ahn et al.(2019)이 중부 평야지에서 시험한 트리티케일의 평균 건물수량이 IRG보다 높다는 보고와 일치하는 경향이였다.

3. 강원 영서지역에서 여름사료작물의 생육특성

강원 영서지역에서 겨울사료작물 출수초기 수확한 후 사료용 벼를 6월 10일에 이앙·재배 후 조사한 사료용 벼 주요 생육특성은 Table 4와 같다. ‘조농’은 평균 8월 18일에 출수했고 ‘조우’는 8월 24일에 출수하여 ‘조농’보다 출수가 늦었다. 평균 간장은 ‘조농’이 100.2cm를 기록하여 89cm를 기록한 ‘조우’ 보다 우수하였

다. 평균 수장은 ‘조농’이 26.2cm로 ‘조우’의 21.6cm보다 길었으며 주당수수는 ‘조농’이 12.1개로 ‘조우’의 16.4개보다 적었다. Ahn et al.(2019)이 중부 평야지에서 비슷한 시기인 6월 12일 이앙·재배한 조생종 ‘조우’와 강원 영서지역의 ‘조우’와 비교해 볼 때 출수기가 4일 늦었는데 이는 강원 영서지역이 중부 평야지보다 평균기온이 낮았기 때문인 것으로 판단된다.

4. 강원 영서지역에서 여름사료작물의 생산성

강원 영서지역에서 시험한 여름사료작물 사료용 벼 건물률, 생체수량, 건물수량을 조사한 결과(Table 5) 건물률은 ‘조농’이 평

Table 4. The major agronomic traits of two different cultivars as whole crop silage rice cultivated for double cropping in Yeongseo of Gangwon Province

Year	Heading date		Culm length (cm)		Panicle length (cm)		Number of panicles/hill	
	JN ^{b)}	JW	JN	JW	JN	JW	JN	JW
2019	Aug. 16	Aug. 25	107.0	88.0	27.4	22.8	15.4	20.4
2020	Aug. 20	Aug. 23	93.4	90.0	24.9	20.3	8.8	12.3
Mean	Aug. 18	Aug. 24	100.2 ^a	89.0 ^b	26.2 ^a	21.6 ^b	12.1 ^b	16.4 ^a

^{b)}JN : Jonong (Whole crop silage rice), JW : Jowoo (Whole crop silage rice)

* The values within a row followed by the same letter are not significantly different at 0.05% level by the least significant difference test.

Table 5. The percentage of dry matter, average fresh matter and dry matter yield of two different cultivars as whole crop silage rice cultivated for double cropping in Yeongseo of Gangwon Province

Year	Percentage of dry matter		Fresh matter yield (kg/10a)		Dry matter yield (kg/10a)	
	JN ^{b)}	JW	JN	JW	JN	JW
2019	32.2	33.3	3,821	5,289	1,356	1,878
2020	36.8	36.7	4,111	5,444	1,509	1,994
Mean	34.5 ^a	35.0 ^a	3,966 ^b	5,367 ^a	1,433 ^b	1,936 ^a

^{b)}JN : Jonong (Whole crop silage rice), JW : Jowoo (Whole crop silage rice)

* The values within a row followed by the same letter are not significantly different at 0.05% level by the least significant difference test.

Table 6. The total dry matter yield of IRG and triticale as winter forage crop and whole crop silage rices as summer forage crop for double cropping in Yeongseo of Gangwon Province

		Winter forage crop	
		Kowinearly (IRG) (kg/10a)	Joseong (Triticale) (kg/10a)
Summer forage crop (whole crop silage rice)	Jonong	2,009	2,562
	Jowoo	2,429	2,982

균 34.5%, ‘조우’가 평균 35.0%로 유의적인 차이가 없었다. 평균 생체수량은 ‘조우’가 5,367kg/10a로 ‘조농’의 3,966kg/10a보다 많았다. 또한 평균 건물수량도 ‘조우(1,936kg/10a)’가 ‘조농(1,433kg/10a)’보다 많았다. 이는 Ahn et al.(2019)이 중부 평야지에서 비슷한 시기인 6월 12일 이앙 재배한 조생종 ‘조우’와 강원 영서지역의 ‘조우’와 비교해 볼 때 생체 및 건물 수량 등에 높은 생산성을 나타내어 강원 영서지역의 여름 조사료 생산 제고에 기여할 것으로 판단된다.

5. 겨울 및 여름 사료작물 이모작 시 총 건물수량 및 최대생산 작목조합

강원 영서지역에서 겨울사료작물과 여름사료작물 이모작 시 양질 조사료의 최대 수량 생산 작목조합을 알아보기 위해 총 건물수량을 산정하여 보았다(Table 6). 강원 영서지역에서 겨울사료작물 IRG 및 트리티케일 최적 파종 및 수확 시기에 맞추어 연속하여 여름사료작물 조생종 사료용 벼를 재배하였을 때 얻을 수 있는 총 건물수량은 2,009~2,982kg/10a 범위였다. 겨울사료작물인 트리티케일 ‘조성’을 10월 중순에 파종하여 이듬해 5월 하순에 수확한 후 여름사료작물인 조생종 사료용 벼 ‘조우’를 6월 상순에 이앙하는 조합으로 2,982kg/10a의 최대 건물수량을 얻을 수 있었다. 중부평야지에서 겨울사료작물인 트리티케일 ‘조성’과 여름사료작물 사료용 벼 중만생 ‘영우’ 조합으로 39.6 톤/ha를 생산한 Ahn et al.(2019)의 결과와 비교해 볼 때 본 시험의 생산성은 75.3%(29.82톤/ha) 수준이었다. 이 차이는 강원 영서지역의 여름사료작물 사료용 벼 ‘조우(19.36톤/ha)와 중부 평야지 ‘영우(21.3톤/ha)의 차이보다는 겨울사료작물 트리티케일 ‘조성’의 생산성(9.96톤/ha)이 중부평야지(18.36톤/ha)에서 비해 54% 수준으로 낮은 것에 기인한 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 시험은 강원 영서지역에서 겨울사료작물(IRG 및 트리티케일)과 여름사료작물(사료용 벼) 이모작 시 양질 조사료의 최대 수

량 생산 작목조합을 알아보기 위해 수행하였다. 겨울사료작물의 건물물은 IRG ‘코윈어리’가 평균 29.6%로 트리티케일 ‘조성’의 평균 35.5%보다 낮았다. 평균 생체수량은 ‘코윈어리’가 2,662kg/10a, ‘조성’이 2,836kg/10a로 두 작목 간 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 평균 건물수량은 트리티케일 ‘조성(996kg/10a)’이 IRG ‘코윈어리’(696kg/10a)보다 많았다. 여름사료작물인 사료용 벼의 건물물은 ‘조농’이 평균 34.5%, ‘조우’가 평균 35.0%로 유의적인 차이가 없었다. 평균 생체수량은 ‘조우’가 5,367kg/10a로 ‘조농’의 3,966kg/10a보다 많았다. 또한 평균 건물수량도 ‘조우(1,936kg/10a)’가 ‘조농(1,433kg/10a)’보다 많았다. 겨울사료작물인 트리티케일 ‘조성’을 10월 중순에 파종하여 이듬해 5월 하순에 수확한 후 여름사료작물인 사료용 벼 ‘조우’를 6월 상순에 이앙하는 조합으로 2,982kg/10a의 최대 건물 생산량을 얻을 수 있었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명 : 중복부 중간지 논 이용 IRG, 트리티케일 생육 및 수량성 구명, 세부과제번호 : PJ013875022020) 과제에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

VI. REFERENCES

Ahn, E.K., Jeong, E.G., Park, H.M., Jung, K.H., Hyun, U.J. and Ku, J.H. 2019. Double cropping productivity of main whole-crop silage rice and winter feed crops in the central plains of Korea. Korean Journal of Crop Science. 64(4):311-322.

Kim, J.G., Chung, E.S., Ham, J.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 Grassland and Forage Science. 27(1):1-8.

Kim, J.G., Chung, E.S., Lee, J.K., Lim, Y.C., Yoon, S.H. and Kim, M.J. 2009. Comparison of yield and quality of direct-seeded whole crop rice. Journal of the Korean Grassland and Forage

Double Cropping Productivity of Winter and Summer Forage Crops in Yeongseo of Gangwon Province

- Science. 29(1):25-30.
- Kim, J.G., Kim, W.H. and Seo, S. 2006. Production and utilization technology of forage crops and whole crop rice in paddy field. Proceedings of Korean Society of Crop Science Conference. 43(S-1):59-85.
- 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 Grassland and Forage Science. 38(4):202-209.
- Kim, S.H. and Lee, H.J. 1994. Growth and yield of forage crops affected by soil texture in upland diverted from paddy field. Korean Journal of Crop Science. 39(6):577-584.
- Kim, Y.D., Park, H.K., Ha, K.Y. and Cho, S.Y. 1997. Forage yield and TDN by cutting time of brittle culm rice. Korean Journal of Crop Science. 42(4):483-488.
- 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 Grassland and Forage Science. 14(4):316-323.
- Lee, H.J., Kim, S.H. and Lee, H.S. 1994. Growth of maize and sorghum-sudangrass hybrid affected by soil texture and ground water level. Korean Journal of Crop Science. 39(6):585-593.
- Lee, J.H., Jeong, O.Y., Pack, J.S., Hong, H.C., Yang, S.J., Lee, Y.T., Kim, J.G., Sung, K.I. and Kim, B.W. 2005. Analysis of dry matter yield and feed value for selecting of whole crop rice. Journal of Animal Science & Technology(Kor). 47(3):355-362.
- National Institute of Animal Science(NIAS). 2017. Characteristics of new varieties of Italian ryegrass and technology for eco-friendly cultivation.
- 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 Grassland and Forage Science. 28(3):215-220.
- Sakai, M., Iida, S., Maeda, H., Sunohara, Y., Nemoto, T. and Imbe, T. 2003. New rice varieties for whole crop silage use in Japan. Breeding Science. 53:271-275.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT user guide: Statics, Version 9.0. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Song, T.H., 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 Grassland and Forage Science. 34(4):227-233.
- Sung, K.I., Hong, S.M. and Kim, B.W. 2004. Plant height, dry matter yield and forage quality at different maturity of whole crop rice. Journal of the Korean Grassland and Forage Science. 24(1):53-60.

(Received : April 23, 2021 | Revised : May 31, 2021 | Accepted : June 5, 2021)