

Research Article

## 동계 사료작물 봄 파종 시기와 혼파에 따른 생육특성 및 수량 평가

남철환<sup>1,\*</sup>, 김기수<sup>1</sup>, 박만호<sup>1</sup>, 윤안아<sup>1</sup>, 박종호<sup>2</sup>, 한옥규<sup>3</sup>, 김원호<sup>4</sup>, 선상수<sup>5</sup>

<sup>1</sup>전라남도농업기술원 축산연구소, <sup>2</sup>국립식량과학원, <sup>3</sup>국립한국농수산대학, <sup>4</sup>국립축산과학원, <sup>5</sup>전남대학교

## Growth Characteristics and Productivity of Spring Sowing Time and Mixed Sowing of Winter Annual Forage Crops

Cheol Hwan Nam<sup>1,\*</sup>, Ki Soo Kim<sup>1</sup>, Man Ho Park<sup>1</sup>, An A Yun<sup>1</sup>, Jong Ho Park<sup>2</sup>,  
Ouk Kyu Han<sup>3</sup>, Won Ho Kim<sup>4</sup> and Sang Soo Sun<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Livestock Institute, Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Kangjin 59213, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, RDA, Wanju-gun, 55365, Korea

<sup>3</sup>Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

<sup>4</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 31000, Korea

<sup>5</sup>Dept of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju, 61186, Korea

### ABSTRACT

This study was conducted to establish spring sowing techniques in preparation for the impacts of climate change on sowing time and wintering rates of winter forage crops such as barley, oat and IRG. Oat showed the highest yield in 2017 which had relatively dry climate condition. And when sowing in late February 2017 yielding 9,408kg/ha were obtained, yielding 4,011kg/ha more than IRG's sown in the same period. In 2018 which had relatively wet climate condition, four barley species decreased in the production from the previous year. Oat also had decreased by 70% from 9,408kg/ha to 2,851kg/ha. On the other hand, IRG maintained the production in the mid-5,000kg/ha range. It was also found that IRG had the least variability due to external influences regardless of seeding period for 2 years. Mixed sowing with IRG and oat in 50:50 ratio was the highest dry matter, 6,584kg/ha, and IRG was 18.5% and Oat was 2.3 times higher than single planting.

**(Key words):** Forage crop, Spring sowing, Mixed sowing, Forage production)

### I. 서론

전 세계적으로 인류는 지구온난화로 인한 기후변화에 관심이 높고, 이에 대응하기 위해 끊임없이 노력을 이어가고 있다. 기상 재해는 세계적으로 발생하여 생태계 변화 등을 일으키고, 우리나라 또한 예외가 될 수 없다. 지난 100년간 세계 평균기온은 0.7℃, 우리나라는 1.5℃ 상승하였다(Go, 2018). 기후변화 관련 정부 간 협의체 IPCC는 현재 추세대로 온실가스가 배출된다면 2100년에는 전 세계 평균 기온이 4.7℃, 우리나라는 이보다 높은 5.7℃가 상승할 것으로 예측하고 있다(IPCC, 2007). 온실가스 증가로 인한 이산화탄소의 대기 중 농도는 지난 80만년 중 가장 높아, 북극의 빙하는 1980년대 이후로 지속적인 감소 경향을 보이고 있다. 이것은 바다와 땅의 지표가 더 많은 태양에너지를 흡수하

게 만든다(IPCC, 2013).

기후변화 영향 등으로 과거 남부지역에서만 안정적으로 월동이 가능했던 이탈리아 라이그라스의 경우 중부지역까지 재배지가 확대되는(Choi, 2017) 등 긍정적인 효과를 보이기도 했지만, 잦은 강우나 이상 한파는 안정적인 재배에 부정적인 영향을 끼치기도 한다. 남부지역에서 동계 사료작물 파종 적기는 보통 IRG가 10월 상순, 맥류는 10월 하순이다(RDA, 2011). 하지만 이 시기의 지속적인 강우는 적정 파종 시기를 놓치게 하고, 월동 중 이상 한파는 월동률이 감소하는 결과를 초래한다. 적기 파종은 사료작물의 안정적인 수확량 확보를 위해 중요하다. Kim et al. (2009)은 중부지역에서 이탈리아 라이그라스를 10월 5일 파종 시 월동률이 89.8%, 10월 20일 파종 시 22.8%를 나타냈다고 보고하였고, Kim et al. (2006)은 총체보리의 10월 5일 파종이 11월 5일

\*Corresponding author: Choel Hwan Nam, Livestock Institute Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Kangjin 59213, Korea.  
Tel: +82-61-430-4233, Fax: +82-61-430-4299, E-mail: nch1985@korea.kr

파종에 비해 건물량이 61.2% 더 많았다고 보고하였다. 또한 동계 사료작물을 가을에 파종하는 것이 봄 파종을 하는 것에 비해 수확 시기가 10일 정도 빠르고(Kim et al., 2010), 수확량이 많아 농가 소득이 19% 정도 높다고 보고하였다(Kim et al., 2015). 이같은 결과들을 볼 때 가능한 가을 적기 파종을 권장하지만, 기후나 농가 사정 등의 영향으로 파종 시기를 놓치거나 월동률이 낮을 경우 봄 파종을 고려해야 한다. 기상청 관측자료에 따르면 전남 강진지역의 2016년 10월 중 강수 일수는 13일로 잦아 실제 적기 파종 시기를 놓친 경우가 많았고, 벼 입모중 파종한 경우에도 강우로 인해 중자가 쓸려 유실되는 등 재배 환경이 좋지 않았다. 2017년 10월의 경우 강수 일수가 7일로 적기 파종에는 문제가 없는 편이었으나 토양이 건조하여 월동 전 생육이 좋지 않았으며, 겨울철 한파가 지속되어 수량이 줄었다고 보고하였다(Kim, 2018).

본 연구는 이같이 파종 적기를 놓치거나, 월동 상황이 좋지 않은 경우 등으로 인한 봄 파종 시 재배 방법에 따라 사료작물 간 수량성 및 사료가치에 미치는 영향을 검토하여 최적의 봄 파종 재배기술을 확립하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 포장조건 및 재배방법

본 연구는 전남 강진에 위치한 전라남도농업기술원 축산연구소 시험 포장에서 2017년 2월부터 5월까지와 이듬해인 2018년 2월에서 5월까지 두 차례 실시하였다. 시험 포장의 토양은 질참흙으로 연차별 화학적 성상은 Table 1과 같다. pH는 적정범위인 6.0~6.5 사이였고, 유효인산함량은 2017년이 190mg/kg, 2018년이 70mg/kg로 적정함량인 300~500mg/kg보다 낮았고, 유기물 함량은 각각 3.6%와 2.7%로 적정범위(2~3%)거나 약간 높았다.

파종기부터 수확기까지 기후조건은 Table 2와 같다. 2017년과 2018년 2월부터 5월까지 평균 기온은 평년보다 높은 편이었고, 강수량은 2018년이 2017년보다 많았고, 2018년 3월과 4월의 강수량은 평년보다도 많았다.

시험 초종은 이탈리아 라이그라스(IRG), 귀리, 호밀, 청보리, 트리티케일 등 5초종을 대상으로 하였고, 단일 파종과 혼합 파종

Table 1. Chemical properties of soil in experimental station in 2017 and 2018.

Year	pH (1:5H <sub>2</sub> O)	T-N <sup>1)</sup> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	OM <sup>2)</sup> (%)	CEC <sup>3)</sup> (cmol/kg)	Ex. cation <sup>4)</sup> (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
						K	Ca	Mg
2017	6.3	0.15	190	3.6	12.77	0.34	8.00	2.00
2018	6.5	0.16	70	2.7	12.66	0.96	5.66	2.52

<sup>1)</sup>T-N: total nitrogen, <sup>2)</sup>OM: organic matter, <sup>3)</sup>CEC: cation exchange capacity, <sup>4)</sup>Ex. cation: exchange cation.

Table 2. Monthly meteorological data around the experimental periods in Gangjin

Year	Month	Day	Mean temp (°C)	Sunshine (hr)	Precipitation (mm)
2017			2.8	186.9	27.4
2018	February	1-28	1.6	171.8	24.3
(1981~2010)			2.3	159.5	45.0
2017			6.7	212.3	25.0
2018	March	1-30	8.6	199.7	149.1
(1981~2010)			6.4	188.1	73.0
2017			13.7	254.5	51.4
2018	April	1-31	13.7	213.0	153.1
(1981~2010)			12.0	208.7	101.0
2017			18.4	276.8	17.1
2018	May	1-31	18.3	189.8	95.7
(1981~2010)			17.0	217.3	125.0
2017			10.5	930.5	120.9
2018	Fed~May		10.7	774.3	422.2
(1981~2010)			9.6	773.6	344.0

Table 3. Cultivation conditions such as sowing rates, forage mixture, fertilizer amount

Species	Variety	Amount of Sowing (kg/ha)	N-P-K Fertilization (kg/ha)	
			Basal	Additional(N)
IRG	Kowinearly	50	70-120-120	70
Oat	Jopung	220		
Rye	Gogu	220		
Barley	Yeongyang	220	60-50-50	-
Triticale	Joseong	220		
IRG+Oat		25+110(50:50)		
		35+66(70:30)		
IRG+Triticale		25+110(50:50)	70-120-120	70
		35+66(70:30)		
Oat+Triticale		110+110(50:50)	60-50-50	-
		66+154(70:30)		

으로 구분하여 재배시험을 실시하였다. 단일 파종은 2월 중순과 하순으로 나누어 2017년과 2018년에 2회 실시하였고, 혼합 파종은 IRG와 귀리, IRG와 트리티케일, 귀리와 트리티케일 조합으로 구분하여 2018년 2월 27일에 실시하였다. 파종량은 ha당 IRG는 50kg, 청보리 등 맥류 4종은 220kg를 기준으로 하여 산파하였고, 시험구는 12m<sup>2</sup>(3m×4m) 면적 난괴법 3반복으로 조성하였고, 질소-인산-칼리는 기비와 추비로 나누어 살포하였다(Table 3). 또한 퇴비는 ha당 10톤을 전량 기비로 살포하였고, 수확은 모내기 시기를 고려하여 5월 하순에 동시 수확하였다.

## 2. 생육특성 및 수량조사

주요 조사항목으로 출수기, 초장, 병해, 도복, 수량성을 조사하였다. 출수기는 시험구 전체 경수의 40% 이상 출수한 날을 기준으로 하여 조사하였고, 초장은 수확기에 지상부에서 이삭 선단까지 길이로써 생육이 균일한 곳에서 20개체를 측정하였으며, 병해 및 도복은 생육 중에 달관으로 조사하였다. 건물 수량은 수확기에 처리구별 생초 수량을 조사하고, 60℃ 건조기에서 2~3회 측량한 후 건조량의 변화가 없는 건조물을 측정하여 건물물을 구한 다음 생초 수량을 곱하여 건물 수량을 구하였다.

## 3. 화학적 성분 및 사료가치 분석

화학적 성분 조사는 건물중을 측정된 시료를 이용하여 엽과 줄기를 혼합하여 조단백질(crude protein; CP), 산성세제불용성 섬유소(acid detergent fiber; ADF), 중성세제불용성 섬유소(neutral detergent fiber; NDF)를 분석하였다. CP 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 켈달장치(Kjeltec TM 2400 Autosampler System)를 이용하여 분석하였고, NDF 및 ADF 함량은 Goering and Van

Soest(1970)법에서 사용되어지는 시약을 이용하여 Ankom fiber analyzer(Ankom technology)로 분석하였다.

사료가치는 화학적 성분 조사에서 얻어진 ADF와 NDF 값을 이용하여 가소화영양소총량(total digestible nutrients; TDN)를  $88.9 - (0.79 \times \text{ADF})$ 의 계산식을 이용하여 산출하였고(Holland et al., 1990), 상대적 사료가치(relative feed value; RFV)는  $\text{DDM} (\text{digestible dry matter}) \times \text{DMI} (\text{dry matter intake}) / 1.29$  계산식으로 구하였다.

## 4. 통계분석

본 실험에서 얻어진 모든 자료의 통계분석은 Windows SPSS/PC(ver. 18.0)를 이용하여 이원분산분석을 시행하고, 처리구간 평균값의 유의성검정은 Duncan's multiple range-test를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 생육특성

IRG, 맥류 등 봄 파종 시기에 따른 초종별 생육특성은 Table 4와 같다. 출수기는 귀리, 호밀, 청보리의 경우 4월 중하순, IRG와 호밀은 5월 중순으로 조사되었다. 파종 시기인 2월 중하순 간 13일의 차이가 있었지만, 출수기는 4일 이내의 차이로 봄 파종 시기가 빠를수록 출수기도 빨라지는 경향이 있었지만, 파종 시기 간격만큼 차이가 나지 않았다. Kim et al. (2015)은 IRG 품종별로 2월 중순과 10일 후인 2월 하순에 파종하였을 때 2~5일의 출수기 차이가 났음을 보고하였고, Ju et al. (2010)은 2월 23일과 15일 후인 3월 10일에 청보리, 호밀, 귀리, 트리티케일을 파종한

Table 4. Effects of spring sowing date on growth characteristics of different forage species

Year	Species	Sowing date	Heading date	Cold (1~9)*	Disease (1~9)	Insect (1~9)	Lodging (1~9)	Plant height (cm)
2017	IRG	15 February	8 May	1.0	1.0	1.0	3.0	117
		28 February	12 May	1.0	1.0	1.0	2.0	114
	Oat	15 February	26 April	1.0	1.0	1.0	1.0	125
		28 February	28 April	1.0	1.0	1.0	1.0	120
	Rye	15 February	8 May	1.0	1.0	1.0	1.0	169
		28 February	10 May	1.0	1.0	1.0	1.0	167
	Barley	15 February	28 April	1.0	1.0	1.0	1.0	94
		28 February	30 April	1.0	1.0	1.0	1.0	91
	Triticale	15 February	28 April	1.0	1.0	1.0	1.0	118
		28 February	30 April	1.0	1.0	1.0	1.0	102
2018	IRG	14 February	16 May	1.0	1.0	1.0	1.0	100
		27 February	17 May	1.0	1.0	1.0	1.0	97
	Oat	14 February	21 April	1.0	1.0	1.0	1.0	121
		27 February	21 April	1.0	1.0	1.0	1.0	103
	Rye	14 February	13 May	1.0	1.0	1.0	1.0	126
		27 February	16 May	1.0	1.0	1.0	1.0	123
	Barley	14 February	9 April	1.0	1.0	1.0	1.0	85
		27 February	12 April	1.0	1.0	1.0	1.0	85
	Triticale	14 February	14 April	1.0	1.0	1.0	1.0	111
		27 February	16 April	1.0	1.0	1.0	1.0	89

\* 1 : Excellent (strong), 9 : Worst (weak).

결과 출수기 차이가 3~4일로 두 시험 모두 본 시험과 같은 경향을 보였다. 한해, 병해, 충해는 파종 시기와 초종간에 차이에도 발생하지 않았고, 도복에서는 2017년 IRG 시험구에서만 낮은 발생률을 보였으나, 조사료 품질과 수확 작업에 영향을 미칠 정도는 아니었다. 초장은 파종 시기와 관계없이 호밀이 가장 길었고, 청보리가 가장 짧았으며, 파종 시기가 늦어짐에 따라 초장이 짧아지는 경향을 보였다. Park et al. (2016)은 2년간 2월 하순부터 10일 간격으로 3차례 귀리를 파종한 결과 파종 시기가 늦어질수록 초장이 짧아지는 결과를 보고하여 본 시험과 경향이 같았으나, Ju et al. (2011)은 귀리 6품종을 대상으로 가을 파종과 봄 파종간 생육성적 비교에서 한 품종을 제외한 다섯 품종의 초장이 봄 파종에서 더 길다고 보고하여 가을 파종은 봄 파종과 다른 경향을 보일 수 있음을 알 수 있었다.

IRG와 맥류 등 혼합 파종 조합 및 비율에 따른 생육특성은 Table 5와 같다. 혼합 초종은 숙기가 비슷한 품종으로 구성되어 있어 출수기가 2일 이내의 차이를 보였고, IRG와 트리티케일 50 대 50 비율 파종이 출수기가 각각 5월 11일과 5월 10일로 가장 빨랐다. 한해, 병해, 충해, 도복은 전 시험구에 발생하지 않았다.

Kim et al. (2012)은 IRG와 귀리 혼합 파종이 IRG 단일 파종보다 도복 정도가 양호하다고 보고하였는데, 본 시험은 단일 파종과 혼합 파종 시험구 모두에서 도복이 발생하지 않아 비교할 수 없었다. 파종 비율과 관계없이 초장은 귀리와 트리티케일 혼합 파종구의 귀리가 가장 컸고, 귀리와 트리티케일간 초장 차이도 가장 컸다. 일반적으로 혼합 파종은 숙기와 초장 차이가 적은 것이 유리하기 때문에 본 시험의 귀리와 트리티케일 혼합 파종 조합은 초종이 맞지 않거나, 품종 간 조합이 맞지 않은 것으로 사료된다.

## 2. 생산성

IRG, 맥류 등 봄 파종 시기에 따른 초종별 생산성은 Table 6과 같다. 2017년 봄 파종의 경우 2월 중순 파종이 2월 하순과 비교하여 IRG 등 5초종 모두 생초종이 적었다. 건물물은 파종 시기간 차이가 없었고, 건물량 또한 2월 중순 파종이 낮았다. TDN 수량에서는 IRG와 트리티케일은 2월 중순 파종이 2월 하순 파종보다 높았고, 귀리, 호밀, 청보리는 2월 하순 파종이 더 높게 나타났다. 2018년 봄 파종의 경우 IRG를 제외한 맥류 4초종이 2월 중순 파

Table 5. Effects of forage mixture on growth characteristics of forage species

Treatment	Species	Heading date	Cold (1~9)*	Disease (1~9)	Insect (1~9)	Lodging (1~9)	Plant height (cm)
IRG+Oat (50:50)	IRG	17 May	1.0	1.0	1.0	1.0	103
	Oat	16 May	1.0	1.0	1.0	1.0	110
IRG+Oat (70:30)	IRG	16 May	1.0	1.0	1.0	1.0	103
	Oat	17 May	1.0	1.0	1.0	1.0	107
IRG+Triticale (50:50)	IRG	11 May	1.0	1.0	1.0	1.0	101
	Triticale	10 May	1.0	1.0	1.0	1.0	109
IRG+Triticale (70:30)	IRG	15 May	1.0	1.0	1.0	1.0	104
	Triticale	16 May	1.0	1.0	1.0	1.0	106
Oat+Triticale (50:50)	Oat	17 May	1.0	1.0	1.0	1.0	117
	Triticale	19 May	1.0	1.0	1.0	1.0	102
Oat+Triticale (70:30)	Oat	17 May	1.0	1.0	1.0	1.0	119
	Triticale	19 May	1.0	1.0	1.0	1.0	98

\* 1 : Excellent (strong), 9 : Worst (weak).

Table 6. Effects of spring sowing date on yield of different forage species

Year	Species	Sowing date	Yield (kg/ha)				
			Fresh	DM (%)	DM	TDN	
2017	IRG	15 February	16,328 <sup>c</sup>	32.3 <sup>a</sup>	5,259 <sup>c</sup>	3,209 <sup>e</sup>	
		28 February	16,755 <sup>c</sup>	32.3 <sup>a</sup>	5,397 <sup>c</sup>	3,140 <sup>e</sup>	
	Oat	15 February	34,235 <sup>a</sup>	25.7 <sup>b</sup>	8,798 <sup>a</sup>	4,985 <sup>b</sup>	
		28 February	36,643 <sup>a</sup>	25.7 <sup>b</sup>	9,408 <sup>a</sup>	6,686 <sup>a</sup>	
	Rye	15 February	19,339 <sup>bc</sup>	31.6 <sup>a</sup>	6,114 <sup>bc</sup>	3,543 <sup>cde</sup>	
		28 February	19,659 <sup>bc</sup>	31.6 <sup>a</sup>	6,227 <sup>bc</sup>	3,678 <sup>cde</sup>	
	Barley	15 February	23,680 <sup>b</sup>	33.1 <sup>a</sup>	7,854 <sup>ab</sup>	4,696 <sup>bcd</sup>	
		28 February	25,288 <sup>b</sup>	33.1 <sup>a</sup>	8,406 <sup>a</sup>	4,827 <sup>bc</sup>	
	Triticale	15 February	21,857 <sup>bc</sup>	24.8 <sup>b</sup>	5,431 <sup>c</sup>	3,634 <sup>cde</sup>	
		28 February	23,425 <sup>c</sup>	24.8 <sup>b</sup>	5,788 <sup>c</sup>	3,430 <sup>ce</sup>	
	2018	IRG	14 February	27,633 <sup>a</sup>	20.1	5,546 <sup>a</sup>	3,555 <sup>a</sup>
			27 February	28,879 <sup>a</sup>	19.2	5,555 <sup>a</sup>	3,558 <sup>a</sup>
Oat		14 February	18,050 <sup>bc</sup>	26.9	4,843 <sup>ab</sup>	3,034 <sup>a</sup>	
		27 February	11,596 <sup>d</sup>	24.6	2,851 <sup>cd</sup>	1,793 <sup>cd</sup>	
Rye		14 February	17,958 <sup>bc</sup>	29.4	5,254 <sup>a</sup>	3,586 <sup>a</sup>	
		27 February	13,273 <sup>cd</sup>	24.8	3,292 <sup>cd</sup>	2,233 <sup>bc</sup>	
Barley		14 February	30,225 <sup>a</sup>	18.9	5,696 <sup>a</sup>	3,242 <sup>a</sup>	
		27 February	22,538 <sup>b</sup>	20.3	4,610 <sup>ab</sup>	2,864 <sup>ab</sup>	
Triticale		14 February	13,525 <sup>cd</sup>	27.9	3,760 <sup>bc</sup>	2,149 <sup>c</sup>	
		27 February	8,796 <sup>d</sup>	24.7	2,182 <sup>d</sup>	1,312 <sup>d</sup>	

<sup>a,b,c,d</sup> and <sup>e</sup> Means in a column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 7. Effects of forage mixture on yield of different forage species

Treatment	Yield (kg/ha)			
	Fresh	DM(%)	DM	TDN
IRG+Oat (50:50)	31,444 <sup>a</sup>	20.9	6,584 <sup>a</sup>	4,401 <sup>a</sup>
IRG+Oat (70:30)	27,736 <sup>ab</sup>	19.8	5,515 <sup>abc</sup>	3,453 <sup>abc</sup>
IRG+Triticale (50:50)	25,600 <sup>bc</sup>	21.7	5,557 <sup>abc</sup>	3,437 <sup>abc</sup>
IRG+Triticale (70:30)	26,194 <sup>bc</sup>	22.5	5,872 <sup>ab</sup>	3,622 <sup>ab</sup>
Oat+Triticale (50:50)	21,956 <sup>c</sup>	20.1	4,417 <sup>c</sup>	2,743 <sup>c</sup>
Oat+Triticale (70:30)	22,956 <sup>c</sup>	21.1	4,834 <sup>bc</sup>	3,027 <sup>bc</sup>

<sup>a, b</sup> and <sup>c</sup> Means in a column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

종에서 생초량이 많았고, 2017년 봄 파종과 비교하여 파종 시기 간 생초량 차이가 커서 건물량의 차이도 있었다. 건물중은 IRG를 제외한 맥류에서 2017년보다 낮게 조사되었다. 특히 귀리의 경우 2017년 2월 하순 파종 시 ha당 9,408kg의 건물량이 나온 데 반해 2018년 2월 하순 파종의 경우 2,851kg으로 수량 감소 폭이 약 70%로 매우 컸다. 반면 IRG의 경우 2017년과 2018년 모두 파종 시기와 관계없이 ha당 약 5톤 중반 정도를 유지하며 수량의 변동성이 적었다. 기후 여건을 고려해 볼 때 2017년 봄은 평년보다 강수량이 적어 맥류 생육에 유리하였고, 2018년 봄의 경우 강수량이 많아 맥류 생육에 좋지 않은 영향을 끼친 것으로 사료된다. 결과적으로 2017년은 2월 중하순 귀리 파종 시 건물중이 각각 8,798kg, 9,408kg로 가장 많았고( $p < 0.05$ ), IRG는 5,259kg, 5,397kg로 가장 적었다. 하지만 2018년은 작년과 다르게 2월 중하순 모두 IRG가 각각 5,546kg, 5,555kg로 가장 많았다. Park et al. (2016)은 경북 지역에서 2월 28일, 3월 10일, 3월 20일 3차례 귀리를 파종한 결과 2월 28일에 가장 수확량이 많고, 파종 시기가 늦어질수록 낮아지는 결과를 보고하였고, Kim et al. (2015)은 전남지역에서 2월 15일, 2월 25일에 IRG를 파종한 결과 2월 15일 파종이 생초량과 건물량에서 높게 나왔다고 보고하는 등 연구자마다 결과가 상이하여 파종 시기만으로 최적의 작물을 선정하는 것은 어렵다고 판단되었다. 또한 Choi et al. (2011)은 나주지역에서 2월 27일 IRG와 귀리를 파종한 결과 IRG 조생종인 코스피드 품종과 귀리 중만 생종인 풋힐 품종 간 10.6% TDN 수량 차이가 있다고 보고하였고, Han et al. (2012)은 전북 익산 지역에서 3월 9일 귀리 9품종을 파종하였는데, 건물량에서 같은 조생종인 동한과 하이스피드 간에 약 37.8% 수량 차이를 보여 작물의 생육에 숙기, 품종, 기후

등 많은 외부요인이 작용함을 알 수 있었다.

IRG와 맥류 등 혼합 파종 조합 및 비율에 따른 수량성은 Table 7과 같다. ha당 생초량, 건물량, TDN 수량에서 IRG와 귀리 50 대 50 비율 파종이 각각 31,444kg, 6,584kg, 4,401kg로 가장 많았고( $p < 0.05$ ), 같은 시기 파종하였던 IRG와 귀리 단일 파종보다 건물중을 각각 1,029kg, 3,733kg 추가로 얻을 수 있었다. Kim et al. (2011)은 IRG와 귀리 10월 가을 파종 시 70 대 30 비율이 가장 수량이 높다고 보고하였는데 이는 가을 파종은 봄 파종과 달리 월동을 해야 하는 기후 여건 때문이라 판단된다. 실제 농가 실태조사 결과 맥류 파종 비율을 높이면 맥류가 월동 전 우점하여 IRG가 월동을 잘 하지 못한다는 의견들이 많았다. 귀리와 트리티케일 혼합 파종 또한 수량이 단일 파종에 비해 증가하였으나, IRG와 혼합 파종보다는 적었다.

### 3. 사료가치

IRG, 맥류 등 봄 파종 시기에 따른 초중별 사료가치는 Table 8과 같다. CP 함량은 2017년과 2018년 두 차례 모두 IRG가 2월 중순 파종 시에 각각 8.1%, 7.6%로 가장 높았고, 2월 하순 파종의 경우 2017년은 호밀이 9.7%, 2018년은 귀리가 8.5%로 가장 높았다. 일반적으로 같은 수확 시기에서는 파종이 지연됨에 따라 CP 함량이 증가하게 된다. 본 시험에서도 2월 하순 파종이 2월 중순 파종보다 CP 함량이 높아지는 경향을 보였다. Kim et al. (2015)의 IRG 봄 파종 시험에서도 파종 시기가 지연됨에 따라 CP 함량이 비슷하거나 증가되는 결과를 보고하였다. ADF 함량은 가축의 소화율과 관련이 있고, NDF 함량은 채식량과 관련이 있으며 0에 가까워질수록 소화율과 섭취율 개선에 도움이 된다. 2017년 2월

Table 8. Effects of spring sowing date on nutritive value of different forage species

Year	Species	Sowing date	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)	RFV	
2017	IRG	15 February	8.1	35.2	55.0	61.1	104.9	
		28 February	8.7	37.8	59.1	59.1	95.2	
	Oat	15 February	7.2	38.7	59.1	58.3	94.1	
		28 February	8.1	36.8	57.5	59.8	98.9	
	Rye	15 February	7.2	40.9	62.7	56.6	86.4	
		28 February	9.7	39.8	61.9	57.5	88.2	
	Barley	15 February	7.1	22.8	37.7	70.9	144.5	
		28 February	7.3	27.8	45.0	66.9	127.4	
	Triticale	15 February	6.7	39.1	60.3	58.0	91.9	
		28 February	6.7	37.5	58.4	59.3	96.7	
	2018	IRG	14 February	7.6	31.4	53.4	64.1	112.3
			27 February	7.9	31.5	53.7	64.1	111.6
Oat		14 February	7.0	33.2	58.1	62.6	100.9	
		27 February	8.5	32.9	58.1	62.9	101.3	
Rye		14 February	6.5	26.1	47.6	68.3	133.8	
		27 February	8.1	26.7	49.5	67.8	128.1	
Barley		14 February	7.1	40.5	51.9	56.9	102.7	
		27 February	7.3	33.9	60.1	62.1	96.7	
Triticale		14 February	6.5	40.2	65.4	57.1	87.9	
		27 February	8.0	36.4	64.1	60.1	87.8	

<sup>1</sup>CP: crude protein, <sup>2</sup>ADF: acid Detergent Fiber, <sup>3</sup>NDF: neutral detergent fiber, <sup>4</sup>TDN: total digestible nutrient, <sup>5</sup>RFV: relative feed value.

중 하순 파종 시기에 상관없이 ADF와 NDF 값이 청보리가 가장 낮아 TDN 값이 가장 높았고, 2018년의 경우 호밀이 TDN 값이 가장 높았다. Choi et al. (2011)은 봄 파종 시 IRG와 귀리의 TDN 함량이 62.3%, 61.3%로 IRG가 높다고 보고하였고, 본 시험에서도 IRG가 귀리보다 TDN 함량이 높아 비슷한 경향을 나타냈다.

IRG와 맥류 등 혼합 파종 조합 및 비율에 따른 사료가치는 Table 9와 같다. CP 함량은 IRG와 트리티케일 50 대 50 비율 파종 파종이 7.8%로 가장 높았고, 귀리와 트리티케일 70 대 30 비율 파종이 6.6%로 가장 낮았다. 작물 간 혼합 파종은 단일 파종과 비교하여 CP 함량이 낮아지는 경향을 보였다. TDN 값은

Table 9. Effects of forage mixture on nutritive value of different forage species

Treatment	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)	RFV
IRG+Oat (50:50)	6.7	34.8	58.0	61.4	99.1
IRG+Oat (70:30)	7.1	33.3	54.8	62.6	107.4
IRG+Triticale (50:50)	7.8	34.2	57.2	61.9	101.4
IRG+Triticale (70:30)	7.4	34.4	57.0	61.7	101.4
Oat+Triticale (50:50)	6.7	33.9	57.9	62.1	100.6
Oat+Triticale (70:30)	6.6	33.3	57.8	62.6	101.4

<sup>1</sup>CP: crude protein, <sup>2</sup>ADF: acid Detergent Fiber, <sup>3</sup>NDF: neutral detergent fiber, <sup>4</sup>TDN: total digestible nutrient, <sup>5</sup>RFV: relative feed value.

IRG와 귀리 70 대 30 비율 파종과 귀리와 트리티케일 70 대 30 비율 파종이 62.6%로 같았으나, 상대적 사료가치는 IRG와 귀리 70 대 30 비율 파종이 107.4로 가장 높았다.

#### IV. 요약

본 시험은 기후 등 영향으로 IRG, 맥류 등 동계 사료작물의 가을 파종 시기를 놓치거나, 월동률이 낮을 때를 대비하여 봄 파종 기술 확립을 위해 전남 강진에 위치한 축산연구소 시험 포장에서 2017년 2월부터 5월까지와 이듬해인 2018년 2월에서 5월까지 두 차례 실시하였다. 2017년 재배 기간 강수량은 2018년보다 낮았고, 평년 강수량보다도 낮은 건조한 기상 조건이었다. 시험 초종은 이탈리아인 라이그라스(IRG), 귀리, 호밀, 청보리, 트리티케일 등 5초종을 대상으로 하였고, 단일 파종과 혼합 파종으로 구분하여 재배시험을 실시하였다. 건조한 기상 조건의 2017년은 귀리가 가장 높은 수량성을 나타냈고, 2월 하순 파종 시엔 ha당 9,408kg의 건물 수량을 얻어 같은 시기에 파종하였던 IRG 보다 4,011kg의 수량을 더 얻을 수 있었다. 평년보다 강수량이 많았던 2018년의 경우 맥류 4종의 수량이 전년도보다 감소하였고, 귀리의 경우 전년도 ha당 9,408kg에서 2,851kg까지 감소하여 70%의 수량 감소 폭을 보였다. 반면 IRG의 경우 2년간 파종 시기에 관계없이 모두 건물중 5,000kg 증반을 유지하며 외부 영향에 따른 변동성이 가장 적었다. 맥류는 2017년은 2월 하순 파종이 2월 중순보다 수량이 높았지만, 2018년은 반대로 2월 중순 파종이 전체적으로 수량이 높았다. 이러한 결과로 유추해볼 때 봄 파종 시엔 IRG가 수량 확보 측면에서 가장 안정적인 작물이고, 기후 등 외부 여건 등에 따라 작물의 수량은 변할 수 있기 때문에 농가 여건에 맞춰 2월 중 하순에 파종하는 것이 좋다고 판단된다. 혼합 파종은 IRG와 귀리 50 대 50 비율이 ha당 건물중이 6,584kg로 가장 높았고, 단일 파종과 비교하면 IRG는 18.5%, 귀리는 2.3배 수량이 증가되었는데 수확물 판매 가격이 동일하다고 가정할 때 소요되는 종자값과 건물 증가량을 고려하면 IRG와 귀리 50 대 50 비율 혼합 파종은 IRG 단일 파종보다 약 ha당 289,000원, 귀리는 900,700원의 수익이 증가된다. 따라서 안정적인 봄 파종 재배를 위해 작물은 IRG를 추천하고, 더 나아가 수량 증가 효과를 높이기 위해 귀리와 50 대 50 비율로 혼합 파종하는 것을 권장한다.

#### V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ0065492019)의 지원으로 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

#### VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.C., Lee, S.H. and Lee, K.W. 2011. Comparison of growth characteristics and forage productivity between italian ryegrass and oats sown in early spring. *Journal of the Korean Society of Grass and Forage Science*. 31:135-142.
- Choi, Y.R. 2017. Korean grass feed enhancing livestock competitiveness. *SJB*.
- Go, S.H. 2018. Squid and abalone populations are shrinking due to rising sea water temperature. *Herald*. 1 side 5 column.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Ag. Handbook*. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Han, O.K., Park, T.I., Park, H.H., Song, T.H. and Hwang, J.J. 2012. Effect of seeding dates on yield and quality of various oat cultivars for year-around forage production. *Journal of the Korean Society of Grass and Forage Science*. 32:209-220.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinjart, R. 1990. The pioneer forage manual. *Anutritional guide*. Pioneer Hi-Bred International Int. LA.
- IPCC. 2007. Climate change 2007. The physical science basis.
- IPCC. 2013. Climate change 2013. The physical science basis 1.
- Ju, J.I., 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.I., 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, K.S., Lee, S.K., Choi, Y.S., Park, D.H., Ji, H.J., Jung, J.S., Choi, G.C. and Kim, W.H. 2015. Effect of seeding date and varieties of italian ryegrass on forage yield and quality of early spring-seeded at paddy field in southern region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35:50-56.
- Kim, K.Y., Ji, H.C., Lee, S.H., Lee, K.W., Kim, W.H., Jung, M.W., Seo, S. and Choi, G.J. 2010. Yield and nutritive value of spring-seeded early and late maturity italian ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.). *Journal of the Korean Society of Grass and Forage Science*. 30:97-102.
- Kim, M.J., Choi, K.J., Kim, J.G., Seo, S., Yoon, S.H., Lim, Y.C., Im, S.K., Kwon, E.G., Chang, S.S., Kim, H.C. and Kim, T.I. 2009. Effect of varieties and seeding date on over winter and dry matter yield of italian ryegrass in paddy field. *Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:321-328.
- Kim, S.O. 2018. Drought could reduce forage productivity during winter.



UPKOREA.

- Kim, W.H., Jung, M.W., Ji, H.C., Choi, G.C., Lim, Y.C., Seo, S., Ryu, J.H. and Kwon, C.H. 2011. Proceedings of Joint Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 146-147.
- Kim, W.H., Kim, M.J., Lee, S.H., Ji, H.C., Choi, K.C., Park, H.S., Choi, G.J., Lim, Y.C. and Seo, S. 2012. Proceedings of Joint Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 178-179.
- 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. Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:155-158.
- Park, J.H., Choi, G.w., Jung, G.W. and Jo, I.H. 2016. Effect of seeding date on agronomic traits and forage crop seed production of spring oat (*Avena sativa* L.) in Gyeongbuk area. Journal of the Korean Society of Grass and Forage Science. 36:357-364.
- RDA. 2011. Forage. Rural development administration. p. 72.

(Received : June 17, 2019 | Revised : July 6, 2019 | Accepted : July 9, 2019)