

Research Article

삼산간척지에서 이탈리아 라이그라스의 재배환경이 종자 수량 및 품질에 미치는 영향

남철환^{1*}, 김기수¹, 박만호¹, 윤안아¹, 배희수², 장현수²

¹전라남도농업기술원 축산연구소, ²국립식량과학원

The Effect of Cultivation Environments on Seed Yield and Quality of Italian Ryegrass in Samsan Reclaimed Land

Cheol Hwan Nam^{1*}, Ki Soo Kim¹, Man Ho Park¹, An A Yun¹, Hee Soo Bae², Hyun Soo Jang²

¹Livestock Institute, Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Kangjin 59213, Korea

²National Institute of Crop Science, RDA, Wanju-gun, 55365, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to develop a technique for the stable production of Italian ryegrass(IRG) seeds in reclamation sites. Harvesting 35 days after heading in Autumn resulted in the highest production, an average of 2,232kg/ha. The production yield decreased due to seed loss as harvesting was delayed to 45 and 55 days post-heading. For the harvested 35 days post-heading, under growing rice sowing resulted in 80% seed yield of after rice sowing's; spring sowing resulted in 40%. After rice sowing using the domestic IRG seeds of 30kg/ha produced the highest seed yield of 2,507kg/ha. The highest straw yield has resulted when using the imported IRG seeds of 20kg/ha for after rice sowing 35 days post-heading fresh weight 36,667kg/ha, dry weight 14,500kg/ha, and TDN weight 7,895kg/ha.

(Key words: IRG, Seed, Reclaimed land, Production)

I. 서론

이탈리안 라이그라스(IRG)는 국내에서 생산 및 이용되는 대표적인 조사료 작물이다. 농림축산식품부 통계자료에 따르면 2019년 우리나라의 전체 사료작물 재배면적은 25만 ha이고, IRG 재배면적은 16.5만 ha로 66%를 차지하고 있다. 하지만 국내에서 사용되고 있는 IRG 종자는 대부분 수입산이고, 국내산 종자는 아직 상용화에는 미흡한 실정이다. 2016년 대한민국 정책브리핑 자료에 따르면 IRG의 종자 자급률은 33%라고 보고하였다.

수입 종자는 대부분 미국산인데, 한 국가에 수입이 집중되는 경우 검역 문제 등으로 수입 금지 시 종자 수급에 문제가 발생할 수 있다. 또한 재배 사정 및 외환 시세에 따라 가격 변동 위험성이 있어 축산농가에 안정적으로 IRG 종자를 공급하기 위해서는 자급률을 높여야 한다.

IRG 종자 자급률을 높이기 위해서는 대규모 재배 및 생산을 통한 산업화가 요구되는데, 간척지가 참여 농가 모집, 생산단지 및 규모화 면에서 유리하다. 하지만 간척지는 염분과 배수 불량으로 작물 재배에 불리하다. Kang et al.(2018)은 염농도 0.3% 토양에서 IRG는 무처리(0%)보다 22.1% 생육이 감소하였다고

보고하였고, Kim et al.(2012)은 갈대·피·망초 등 식생의 생장량은 토양 염농도와 부의 상관을 나타낸다고 보고하였다. 우리나라에는 많은 간척지가 있지만, 각각 토양 특성이 다르고, 위치에 따라 기후 조건도 다르기 때문에 최적 재배 기준이 다를 수 있다. 또한 IRG 종자 수확 시기인 6월은 장마가 시작되는 시기로, 간척지는 일반 논보다 물 빠짐이 좋지 않아 기계 작업이 지연될 가능성이 높아 수확 시기에 따른 종자 수량 및 품질 변화 구명이 필요하다.

본 연구는 전남 장흥에 위치한 삼산간척지에서 IRG 종자 생산단지 조성을 추진하기 위한 전략으로 파종 시기, 파종량, 원산지 등에 따른 종자 생산 기술을 개발하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재배 조건 및 방법

본 시험은 전남 장흥에 위치한 삼산간척지에서 2018년 10월부터 2019년 6월까지 수행되었다. 파종 시기에 대한 시험포장의 토양 이화학적 성상은 Table 1과 같다. 간척지 특성상 pH가 8.16

*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

으로 높았고, EC가 7.75ds/m으로 염농도로 환산 시 0.5%로 높았다. 서론에서도 언급하였지만, 토양 염농도가 높아지면 작물의 양분 및 수분 흡수가 저해되는 등 생육에 부정적인 영향을 끼친다. Kwon et al.(2003)은 10a당 벼 수량이 토양 염농도가 0.1%에서 600kg, 0.4%에서 569kg, 0.8%에서 446kg로 줄어든다고 보고하였다.

파종기부터 수확기까지 기후조건은 Table 2와 같다. 파종 시기인 10월의 강우일 수가 4일로 적어 IRG 파종에 문제가 없었고, 이듬해 수확 시기인 6월은 강우일 수가 10일로 잦고 강우량이 많아 기계 수확과 종자 건조를 위해 토양 및 기후 조건 고려가 필요하였다.

종자는 국립축산과학원에서 육성한 조생종 ‘코윈어리’ 품종의 국내산(전남 장흥산)과 수입산을 사용하였고, 그 종자 품질은 Table 3와 같다. 수입 종자의 천립중과 발아율이 국내산보다 높았다.

파종은 10월에 벼 입모종으로 50kg/ha 산파, 벼 후작으로 20, 30kg/ha, 그리고 이듬해 봄 30kg/ha로 조파(조간 15cm)하였고, 출수 후 35일부터 10일 간격으로 3차례 수확하였다. 시험구는

12m²(3m×4m) 면적에 난괴법 3반복으로 배치하였고, 시비는 농촌진흥청 IRG 종자 생산 기준에 따랐다(RDA, 2017).

2. 조사항목 및 방법

조사항목으로 IRG 종자 수량 및 발아 특성, 채종 짚 수량 및 사료가치를 조사하였다. IRG 종자와 채종 부산물인 짚의 생물 수량은 수확기에 처리구별로 조사하였고, 건물 수량은 60℃ 건조기에서 5일 이상 건조하여 2~3회 측량한 후 건조량의 변화가 없는 건조물을 측량하여 건물률을 구한 후 생물 수량에 곱하여 구하였다. 종자의 발아 특성을 살펴보기 위해 2개월 이상 -4℃에서 저온 저장 후 발아율, 발아세, 평균 발아일 수 및 속도를 조사하였다. 발아율은 멸균 페트리디쉬에 여과지를 2장 깔고 각각 100립씩 4반복으로 균일하게 종자를 펼친 후 증류수를 분주하여 15℃에서 항온 처리한 후 10일간 조사하였고, 발아세는 치상 후 5일까지의 발아율을 기준하였으며, 평균 발아일 수는 치상 후 일수에 발아립을 곱한 전체 합을 총 발아립수로 나누었고, 평균 발아 속도는 총 발아립수를 총 조사일수로 나누어 구하였다.

Table 1. Chemical properties of soil in experimental station

pH (1:5)	EC ¹⁾ (dS/m)	OM ²⁾ (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations ³⁾ (cmol ⁺ kg)		
				K	Ca	Mg
8.16	7.75	27	151	1.24	17.06	5.56

¹⁾EC: electrical conductivity, ²⁾OM: organic matter, ³⁾Ex. cation: exchange cation.

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

Year	Month	Mean temp (°C)	Sunshine (hr)	Precipitation (mm)	Days of rain
2018	Oct.	13.9	227.3	193.5	4
	Nov.	9.0	187.2	35.2	7
	Dec.	3.5	157.8	35.5	8
2019	Jan.	2.1	206.2	13.1	6
	Feb.	3.9	161.1	41.4	4
	Mar.	8.1	207.2	62.4	8
	Apr.	12.3	173.5	78.5	11
	May	18.0	287.4	145.9	7
	Jun.	21.5	201.0	262.2	10

Table 3. IRG seed quality characteristics by country of origin

Origin	Moisture (%)	1000-grain weight (g)	Purity (%)	Germination (%)
Domestic	15.6	2.9	94.4	76.0
Import	12.7	3.9	100.0	98.3

3. 화학적 성분 및 사료가치 분석

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. 조단백질 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 켈달장치(Kjeltec TM 2400 Autosampler System)를 이용하여 분석하였고, NDF 및 ADF 함량은 Goering and Van Soest (1970)법에서 사용되는 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 산출하였다(Holland et al., 1990).

4. 통계분석

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

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

파종 방법 및 원산지에 따른 IRG 생육 특성은 Table 4와 같다. 가을 벼 입모중 파종일은 9월 24일, 벼 후작 파종은 10월 10일로 16일의 차이가 있었지만, 출수기는 각각 4월 19일과 4월 22일로 3일의 짧은 차이를 보였고, 봄 파종의 경우 5월 16일로 24일 이상 차이를 보였다. Ju(2010)는 청보리, 밀, 호밀, 트리티케일 의 경우 봄 파종이 가을의 적기 파종에 비교해 출수기가 약 16~20일 늦어진다고 보고하였다. Nam et al.(2019)은 전남 강진에서 2017년과 2018년 2월 중순에 IRG를 봄 파종한 결과 출수기가

5월 8일과 5월 16일로 보고하여, 전남 지역에서 IRG를 2월 중순에 파종할 경우 출수기는 5월 상·중순 정도로 추정되었다.

초장은 수입산 IRG 종자를 벼 후작으로 30kg/ha 파종한 시험구가 112cm로 가장 컸고, 봄 파종의 경우 벼 후작에 비해 39cm가 작은 73cm로 조사되었다.

2. 종자 수량 및 품질

파종 방법, 원산지, 수확 시기에 따른 IRG 종자 수량은 Table 5와 같다. 가을 파종의 경우 파종 방법에 관계없이 출수 후 35일에 수확했을 때 ha당 평균 2,232kg의 종자를 얻어 가장 수량이 많았고, 출수 후 45일, 55일로 수확 시기가 늦춰짐에 따라 탈립으로 인해 수량이 감소하였다. 출수 후 35일 수확했을 때 벼 입모중 파종은 벼 후작으로 파종한 시험구와 비교하여 종자 수확량이 약 80% 정도 수준이었고, 봄 파종은 벼 후작의 40% 수준으로 차이가 컸다. 게다가 봄 파종은 통상 출수기가 5월 상·중순이라고 볼 때 수확 시기가 늦어 작부체계상 후작물 재배에 부정적인 영향을 끼칠 것으로 우려되어 IRG 재종 재배에 적합하지 않다고 사료되었다. 이런 이유로 봄 파종 시험구에서는 출수 후 45일과 55일 수확을 생략하였다. Kim et al.(2013)은 전북 김제에서 벼 입모 파종(40kg/ha)을 통한 IRG 종자 생산 시 1,300kg/ha의 수량을 얻었다고 보고하였는데, 수확 시기 및 재배 환경에 따라 다르겠지만 출수 후 35일 기준으로 본 시험의 입모중 파종과 비교하여 500kg/ha 정도 수량이 적었다. 국내산 종자를 이용하여 벼 후작으로 30kg/ha 조파 재배한 시험구에서 출수 후 35일에 ha당 2,507kg의 종자가 생산되어 가장 많은 수량성을 나타냈다($p < 0.05$). Kim et al.(2010)은 충남 천안에서 IRG ‘코윈어리’ 품종을 9월 하순에 20kg/ha 조파하여 3,079kg/ha의 종자를 얻을 수 있다고 보고하였다. 본 시험에서는 벼 후작 파종에서 미국산 ‘코윈어리’ 품종의 종자를 사용할 경우 ha당 20kg와 30kg 파종간에 수량 차이가 거의 없었다. 출수 후 45일까지는 천립중이 증가하였으나, 그 이후부터는 차이가 거의 없었다. 시험에 사용한 수입 종자의 천립중은 3.9g이었는데, 우리 지역에서 생산한 종자는 출수 후 55일에 만기 수확해도 3.0g을 초과하지 못하였다. 이는 수입국인 미국 지역의 기후 등

Table 4. Growth characteristics of Italian ryegrass according to cultivation conditions

Seeding method	Origin	Seeding date	Seeding rate (kg/ha)	Heading date	Plant height(cm)		
					Total	Culm	Ear
Under growing rice	Import	Sep. 24	40	Apr. 19	101	78	23
	Import	Oct. 10	20	Apr. 22	100	81	19
After rice harvest	Import	Oct. 10	30	Apr. 22	112	88	24
	Domestic	Oct. 10	30	Apr. 22	97	75	22
Spring	Import	Feb. 13	30	May 16	73	54	19

Table 5. Seed productivity of the Italian ryegrass by cultivation method

Harvest time	Seeding date	Origin	Seeding rate (kg/ha)	Yield(kg/ha)			1000-grain weight(g)	
				Fresh	DM(%)	DM		
35 DAH*	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	3,813 ^{ns}	48.6	1,853 ^b	2.0 ^b
		Import	20	4,199 ^{ns}	54.3	2,280 ^{ab}	2.2 ^{ab}	
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	3,739 ^{ns}	61.2	2,287 ^{ab}	2.3 ^{ab}
		Domestic	30	3,913 ^{ns}	64.1	2,507 ^a	2.2 ^{ab}	
	Spring sowing	Feb. 13	Import	30	1,138 ^{ns}	20.4	940 ^c	2.4 ^a
45 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	1,493 ^{ab}	88.8	1,327 ^b	2.7 ^{ns}
		Import	20	1,150 ^b	92.2	1,060 ^b	2.8 ^{ns}	
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	1,309 ^b	87.1	1,140 ^b	2.7 ^{ns}
		Domestic	30	1,741 ^a	97.6	1,700 ^a	2.7 ^{ns}	
55 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	1,181 ^a	98.3	1,160 ^a	3.0 ^{ns}
		Import	20	323 ^b	92.8	300 ^b	2.8 ^{ns}	
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	292 ^b	93.7	273 ^b	2.7 ^{ns}
		Domestic	30	507 ^b	98.6	500 ^b	2.8 ^{ns}	

^{a,b} and ^cMeans in a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

*DAH: days after heading.

재배 여건이 우리나라보다 종자 생산에 더 유리하기 때문으로 사료되었다.

파종 방법, 원산지, 수확 시기에 따른 IRG 종자 품질은 Table 6와 같다. 벼 입모중 및 후작 파종구에서 출수 후 35일에 수확한 결과 종자 발아율은 최고 92.7%에서 최저 42.0%까지 50.7%의 큰 차이를 보였고, 출수 후 45일에서는 26.7%, 55일에서는 28.7%로 그 차이가 줄어들었다. 이는 출수 후 35일 수확 시 종자 간 성숙 정도가 달라 발아율에 큰 차이를 나타낸 것으로 보여, 수량적인 측면에서는 유리하지만 종자 등숙을 위해서 기간이 좀 더 필요한 것으로 판단되었다. 또한 본 시험 결과에는 제시하지 않았지만 IRG 개체 간에 첫 이삭이 나오고, 마지막 이삭이 나오기까지 기간이 짧게는 3일, 길게는 10일 이상 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 이 같은 작물 개체 간 차이와 기후 등 외부 영향으로 인해 식물체의 생육 정도가 달라질 수 있다. 따라서 종자 수확 시기를 출수 후 경과일 수로 기준으로 하기 보다 IRG 이삭이 노랑계 익어가는 황화 정도 및 비율에 기인하여 수확 시기를 결정하는 것이 바람직하다고 판단되었다. 그리고 출수 후 수확 시기가 늦어질수록 종자의 발아율이 벼 입모 파종 시험구와 같이 늘어난 반면, 벼 후작 20kg/ha 파종구와 같이 오히려 감소한 결과도 있어 수확 시기에 따른 발아율의 상호관계를 판단하기에 무리가 있었다. Ku et al.(2012)은 사료작물 헤어리베치의 경우 수확 시기가 늦어질수록 발아율이 증가한다고 보고하였는데, 종자가 완숙되는 시기까지 장마 등 외부 영향이 없는 재배 환경에서 발아율이 증가하는 것은 당연하다고 판단되었다. 하지만 우리나라가 주

로 IRG 종자를 수입하는 미국 오리건주 지역의 종자 수확기 기 후는 지속적으로 건조한 데 반해, 국내 기후는 해가 저무는 저녁 부터 공기 중 습도가 증가하다 해가 떠오르는 아침에 다시 수분이 감소하는 반복적인 환경에 노출되어 있어 강우 등 영향이 아니더라도 수확 시기가 늦춰지는 것은 종자 발달과 품질에 좋지 않은 영향을 끼칠 것으로 사료되었다. 그리고 벼 후작 20kg/ha 파종이 출수 후 35일, 45일, 55일 수확에서 모두 발아율이 높게 나타났지만($p < 0.05$), 같은 벼 후작 파종 시기에 파종량 및 종자 원산지 차이만으로 발아율이 높아질 수도 있다고 결론 내리기에 설득력이 부족하다고 사료되었다. 따라서 반복 시험 등을 통해 이에 대한 재검토가 필요할 것으로 판단되었다. 한편, 발아세의 경우 출수 후 수확 시기가 늦어짐에 따라 증가하는 경향을 보였고, 평균 발아일 수는 줄어드는 경향을 보였다.

3. 짚 수량 및 사료가치

IRG의 종자를 수확한 후에 부산물인 짚의 활용도도 중요하다. 채 종 짚 수량은 Table 7과 같다. 출수 후 35일 수확을 기준으로 할 때 벼 후작으로 수입산 종자 20kg/ha 파종 시에 ha당 생초중 36,667kg, 건물중 14,500kg, TDN 수량은 7,895kg으로 가장 수량이 많았고 ($p < 0.05$), 가을에 파종한 시험구의 평균 건물중은 11,871kg이었다. Choi et al.(2007)은 IRG ‘코원어리’ 품종을 전북 익산 지역에서 2003년부터 2006년까지 4회 반복 재배한 결과 평균 건물중이 8,732kg/ha라고 보고하였고, Kim et al.(2015)은 2014년에 전남

Table 6. Seed quality of Italian ryegrass by cultivation method

	Harvest time	Seeding date	Origin	Seeding rate (kg/ha)	Germination			
					Percentage	Energy	Days	Speed
35 DAH*	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	59.0 ^b	27.7 ^b	6	5.9
			Import	20	92.7 ^a	59.3 ^a	5	9.3
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	59.7 ^b	26.3 ^b	6	6.0
			Domestic	30	42.0 ^c	18.7 ^b	6	4.7
	Spring sowing	Feb. 13	Import	30	93.3 ^a	62.7 ^a	5	9.3
45 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	61.3 ^b	36.7 ^b	6	6.1
			Import	20	85.0 ^a	59.0 ^a	5	8.5
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	88.0 ^a	60.7 ^a	5	8.8
			Domestic	30	73.7 ^{ab}	50.0 ^{ab}	5	7.4
	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	64.0 ^b	42.3 ^c	5	6.4
55 DAH	After rice harvest	Oct. 10	Import	20	92.7 ^a	80.7 ^a	4	10.3
			Import	30	78.7 ^{ab}	66.7 ^{ab}	4	7.9
	Domestic	30	78.0 ^{ab}	59.0 ^b	5	8.7		

^{a,b} and ^c Means in a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

*DAH: days after heading.

Table 7. Yield of straw Italian ryegrass according to cultivation method

	Harvest time	Seeding date	Origin	Seeding rate (kg/ha)	Yield (kg/ha)			
					Fresh	DM(%)	DM ¹⁾	TDN ²⁾
35 DAH*	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	20,800 ^c	42.2	8,783 ^c	4,753 ^b
			Import	20	36,667 ^a	39.5	14,500 ^a	7,895 ^a
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	32,267 ^{ab}	40.1	12,933 ^{ab}	6,978 ^b
			Domestic	30	27,200 ^{bc}	41.4	11,267 ^{bc}	5,990 ^b
	Spring sowing	Feb. 13	Import	30	10,900 ^d	42.8	4,667 ^d	2,591 ^c
45 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	27,733 ^{ns}	42.7	11,833 ^{ns}	6,240 ^{ns}
	After rice harvest	Oct. 10	Import	20	27,400 ^{ns}	44.8	12,267 ^{ns}	6,535 ^{ns}
			Import	30	28,033 ^{ns}	46.3	12,967 ^{ns}	6,721 ^{ns}
			Domestic	30	23,367 ^{ns}	48.5	11,333 ^{ns}	5,852 ^{ns}
55 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	23,333 ^{ns}	48.4	11,300 ^{ns}	5,948 ^{ns}
	After rice harvest	Oct. 10	Import	20	21,300 ^{ns}	46.0	9,800 ^{ns}	4,971 ^{ns}
			Import	30	21,450 ^{ns}	49.0	10,500 ^{ns}	5,410 ^{ns}
			Domestic	30	14,400 ^{ns}	42.6	6,133 ^{ns}	3,189 ^{ns}

^{a,b,c} and ^d Means in a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾DM: dry matter, ²⁾TDN: total digestible nutrients, *DAH: days after heading.

강진 지역에서 IRG ‘코윈어리’ 품종을 10월 10일에 30kg/ha 산파한 결과 12,233kg/ha 건물중을 얻었다고 보고하여 IRG를 채종한 후 부산물인 짚의 수량은 일반 조사료원으로 수확하는 IRG 수량과 큰 차이가 없는 것으로 확인되었다.

IRG의 종자 채종 후 부산물인 짚의 사료가치는 Table 8과 같

다. 수확 시기가 가장 빠른 출수 35일 수확구에서 조단백질과 TDN 함량이 가장 높았고, 가을에 파종한 IRG 채종 짚의 평균 조단백질 함량이 5.7%, TDN 함량은 54.4%로 조사되었다. Choi et al.(2018)은 2017년 10월 충남 천안 지역에서 ‘코윈어리’ 품종을 40kg/ha 산파한 결과 건물중이 8,629kg/ha, 조단백질 함량은

Table 8. Nutritive value of Italian ryegrass straw according to cultivation method

	Harvest time	Seeding date	Origin	Seeding rate (kg/ha)	CP ¹⁾ (%)	ADF ²⁾ (%)	NDF ³⁾ (%)	TDN ⁴⁾ (%)
35 DAH*	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	6.6	44.0	67.5	54.6
			Import	20	5.4	43.6	67.4	54.9
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	6.0	44.2	68.4	54.5
			Domestic	30	4.9	45.2	68.3	53.7
	Spring sowing	Feb. 13	Import	30	7.9	42.2	65.9	56.0
45 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	5.3	45.8	68.8	53.2
			Import	20	5.1	45.1	68.0	53.8
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	4.3	46.9	69.9	52.4
			Domestic	30	4.4	47.2	69.8	52.1
55 DAH	Under growing rice	Sep. 24	Import	40	4.1	45.9	68.9	53.1
			Import	20	4.9	48.3	71.8	51.3
	After rice harvest	Oct. 10	Import	30	3.8	47.3	70.8	52.1
			Domestic	30	3.6	46.7	69.9	52.5

¹⁾CP: crude protein, ²⁾ADF: acid Detergent Fiber, ³⁾NDF: neutral detergent fiber, ⁴⁾TDN: total digestible nutrients, *DAH: days after heading.

12.1%, TDN 함량은 60.2%라고 보고하였고, Seo et al.(2018)은 2014년 10월에 ‘그린팜’ 품종을 60kg/ha 산파한 결과 건물중이 6,130kg/ha, 조단백질 함량이 7.6%, TDN이 61.8%라고 보고하여, 짚은 일반 IRG 조사료보다 조단백질 및 TDN 함량이 낮아 사료가치가 상대적으로 떨어지는 것으로 판단되었다. 하지만 한국 표준 사료 성분표에서 제시한 벚짚의 조단백질 함량이 5.1%, TDN 함량이 43.7%임을 감안할 때 벚짚보다는 사료가치가 높다고 말할 수 있다(RDA 2002).

IV. 요약

본 연구는 전남 장흥군에 위치한 삼산간척지에서 이탈리아 라이그라스(IRG)의 종자 생산단지 조성 추진을 위한 안정적인 종자 생산 기술을 개발하고자 수행하였다. IRG 종자는 가을 파종 기준으로 출수 후 35일에 종자를 수확하는 것이 가장 많은 수량성(2,232kg/ha)을 나타내었고, 출수 후 45일, 55일로 수확 시기가 늦춰짐에 따라 탈립으로 인해 수량성이 감소하였다. 출수 후 35일 수확 시 벼 입모중 파종은 벼 후작 파종과 비교하여 종자 수량성이 약 80% 수준이었고, 봄 파종은 벼 후작의 40% 수준으로 수량 차이가 컸다. 가장 많은 종자 수량을 얻은 것은 국내산 종자를 사용하여 벼 후작으로 30kg/ha 조파하는 것으로 2,507kg/ha의 종실 수량을 보였다. 가을 파종 시험구에서 출수 후 35일에 수확한 종자의 발아율은 최고 92.7%에서 최저 42.0%로 50.7%의 큰 차이가 있었고, 출수 후 45일에서 출수 후 55일로 수확 시기가 늦어질수

록 각각 26.7%와 28.7%로 그 차이가 줄어들었다. 종자 채종 후 부산물인 IRG 짚은 출수 후 35일 수확을 기준할 때 벼 후작으로 수입산 종자를 20kg/ha 조파하는 것이 ha당 생초중이 36,667kg, 건물중이 14,500kg, TDN 수량이 7,895kg로 높았다. 가을에 파종한 IRG의 짚은 평균 건물중이 11,871kg/ha이었고, 조단백질 함량은 5.7%, TDN 함량은 54.4%를 나타내었는데, 이는 통상 수확하는 IRG 조사료에 비해 사료가치가 낮으나, 벚짚보다는 높은 수준이었다.

결론적으로 삼산간척지에서 국내산 종자를 10월 상순에 30kg/ha 수준으로 조파하여 출수 후 35일에 수확할 경우 ha당 대략 종자 2.5톤과 부산물로 짚을 11톤 정도 생산할 수 있다. 따라서 종자 대가 kg당 2,500원, 짚이 kg당 100원에 판매된다고 가정하면, 종자 수확 시 범용콤바인 작업비로 ha당 100만 원이 별도로 소요된다고 하더라도 조사료 생산 시보다 약 339만 원/ha의 추가 수익을 발생할 것으로 기대할 수 있다.

V. 사사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ0138302020)의 지원으로 이루어진 것으로, 이에 감사드립니다.

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the AOAC(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Choi, G.J., Choi, K.C., Hwang, T.Y., Lee, K.W., Kim, J.H., Kim, W.H., Lee, E.J., Sung, K.I. and Jung, J.S. 2018. 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*. 38(4):210-216.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R., Lee, J.K., Ji, H.C., Lim, K.B., Park, H.S., Kim, D.K., Moon, J.S. and Seo, S. 2007. A ultra cold-tolerant and early-maturing Italian ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, 'Kowinearly'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science Conference*. pp. 192-193.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture handbook*. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinjart, R. 1990. The pioneer forage manual. A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International Int. LA.
- Ju, J.I. 2010. Heading date and productivity during spring sowing of major varieties of barley in the central region. *RDA farming technology information*.
- Kang, C.H., Lee, I.S. and Gwon, S.J. 2018. Adaptability of traditional sorghum selection resources and adaptation of winter feed crops. p. 100.
- Kim, K.S., Park, M.H., Lee, S.K., Kim, W.H., Park, D.H. and Park, S.K. 2015. Effect of climate change response on paddy field in Chonnam area the Italian ryegrass of forage yield and growth characteristics of cultivation method. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science Conference*. pp. 200-201.
- Kim, K.Y., Choi, G.J., Ji, H.C., Lee, S.H., Hwan, T.Y., Lee, K.W., Park, G.S., Park, S.M. and Kim, H.J. 2013. Seeding rate and nitrogen rate for seed production on broadcasting of Italian ryegrass seeds before rice harvest. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science Conference*. pp. 148-149.
- Kim, M.J., Seo, S., Kim, J.G., Choi, K.J., Kim, K.Y., Lee, S.H., Chang, S.S., Kim, T.I., Kwon, E.G., Jeon, B.S. and Choi, K.C. 2010. Effect of seeding rates of cold tolerant Italian ryegrass varieties on those seed production. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30(3):247-256.
- Kim, S., Kim, T.K., Jeong, J.H., Yang, C.H., Lee, J.H., Choi, W.Y., Kim, Y.D., Kim, S.J. and Seong, K.Y. 2012. Characteristics of vegetation on soils having different salinity in recently reclaimed Saemangeum region of Korea. *Journal of the Korean Society of Weed Science*. 32(1):1-9.
- Ku, J.H., Kim, M.T., Son, B.Y., Lee, J.S., Kim, J.T., Hwang, J.J., Baek, S.B., Moon, K.M. and Kwon, Y.U. 2012. Change of seed yield, germination rate and hard seed rate with harvest time in hairy vetch (*Vicia villosa* Roth). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(2):157-164.
- Kwon, B.S., Back, S.Y., Lim, J.T., Shin, D.Y., Kim, H.J., Hyun, K.H. and Shin, J.S. 2003. Salinity content in soil on chemical composition and productivity of rice in reclaimed saline paddy field. *Proceedings of the Plant Resources Society of Korea Conference*. pp. 79-82.
- Nam, C.H., Kim, K.S., Park, M.H., Yun, A.A., Park, J.H., Han, O.K., Kim, W.H. and Sun, S.S. 2019. Growth characteristics and productivity of spring sowing time and mixed sowing of winter annual forage crops. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39(4):207-2015.
- RDA. 2002. Standard tables of feed composition in Korea. pp. 62-63.
- RDA. 2017. Italian ryegrass new breed characteristics and eco-cultivation technology. Rural Development Administration. p. 43.

(Received : March 25, 2020 | Revised : April 21, 2020 | Accepted : May 6, 2020)