

Research Article

## 남부 지방에서 파종량에 따른 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.) ‘그린콜’ 품종의 종자 및 짚 생산성 비교

정은찬<sup>1</sup>, Li Yan Fen<sup>1</sup>, Wang Li Li<sup>1</sup>, 이상훈<sup>3</sup>, Ahmadi Farhad<sup>2</sup>, 김종근<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 국제농업기술대학원, <sup>2</sup>서울대학교 그린바이오과학기술연구원,

<sup>3</sup>국립축산과학원 초지사료과

### Comparative Study of Seed and Straw Productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) ‘GreenCall’ According to Seeding Rates in the Southern Region

Eun Chan Jeong<sup>1</sup>, Yan Fen Li<sup>1</sup>, Li Li Wang<sup>1</sup>,

Sang Hoon Li<sup>3</sup>, Farhad Ahmadi<sup>2</sup> and Jong Geun Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of International Agricultural Technology, SNU, Pyeongchang 25354, Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Eco-friendly Livestock Science, GBST, SNU, Pyeongchang 25354, Korea

<sup>3</sup>Department of Grassland and Forage Science, NIAS, RDA, Cheonan 31000, Korea

#### ABSTRACT

To investigate the domestic seed production potential of Italian ryegrass, it was sown in autumn in the southern region and harvested in the spring of the following year to investigate the productivity and quality of seeds and straw. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) ‘GreenCall’ variety was sown in Jinju, Gyeongnam in the fall of 2020 with three seeding rates (20, 30 and 40 kg/ha). The experiment was arranged consisted of a randomized block design with three replications. The ryegrass was sown on October 17, 2020, and the harvest was on May 31, about 60 days from the heading stage. The heading stage of Italian ryegrass was April 28, and there was no difference among treatments. Plant height was significantly shorter in the 40 kg/ha seeding treatment group, and there was no significant difference in the remaining treatments. The resistance of lodging, disease, and cold did not show significant differences among treatments. Spike length and number of seeds per spike were highest at 20 kg/ha seeding amount, and there was no difference in the remaining treatments. The seed yield was the highest at 1,956 kg/ha in the 20 kg/ha seeding rate, and there was no difference in the 30 and 40 kg/ha seeding rates. The dry matter content of seeds and straws was 45.60 and 41.83% on average, and there was no significant difference among treatments. The amount of remaining straw after seed harvesting was found to be 7,689 kg/ha on average on a dry basis, and it was high in the 40 kg/ha sowing area, but there was no significant difference among treatments. According to the above results, it was found that it is most advantageous to sow at 20 kg/ha when producing Italian ryegrass seeds through autumn sowing in the southern region.

(Key words: GreenCall, Italian ryegrass, Seed yield, Seeding rate)

#### I. 서론

2024년 캐나다를 시작으로 조사료 수입 시장이 개방되면 수입 되는 조사료의 수요 및 공급이 증가될 것으로 전망이 되며 이를 통하여 국내 조사료 시장이 위축이 될 우려가 나오고 있다. 조사

료 수입자유화 이후에는 한우, 낙농농가 및 TMR 공장에서 44.8~59.9%가 국내산 조사료 사용비율을 줄인다는 의식 조사 결과도 있다(Jeong, 2021).

이런 어려움 속에 정부는 다양한 정책을 활용하여 국내산 조사료 생산 및 이용을 확대하려고 노력하고 있다. 특히 국내산 조사

\*Corresponding author: Jong Geun Kim, Graduate School of International Agricultural Technology and GBST, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Korea, Tel: +82-33-339-5728, Fax: +82-33-339-5727, E-mail: forage@snu.ac.kr

료 품질 개선을 위해 동-하계작물에 대한 품질 등급제 보완, 재배 면적에 근거한 지원방식의 변경 그리고 품질관리를 위한 자가 품질검사의 유도 등의 제도를 추진하고 생산기반 확대를 위해 간척지를 활용하려는 노력도 포함되어 있다(Kim, 2021).

국내산 조사료의 생산 및 이용 확대를 위해서는 우리 실정에 맞는 고품질의 사료작물이 재배되어야 하는데 우리나라에서 재배되는 사료작물의 60.4% 그리고 동계사료작물의 81.3%가 이탈리아 라이그라스이다. 그러나 우리나라에서 재배되는 IRG 종자는 수입에 의존하고 있으며 국내산 자급률은 33% 수준에 머무르고 있다(Nam et al., 2020). 특히 대부분이 미국으로부터 수되고 있는데 이처럼 한 국가에 치중될 시 검역 등의 문제로 종자 수입에 문제가 발생할 수 있다.

그동안 국내에서의 이탈리아 라이그라스(IRG) 종자생산에 대한 다양한 연구가 추진되었으나(Jeong et al., 2020; Nam et al., 2020; Jeong et al., 2021), 국내에서 종자생산은 채종 시기가 장마 기간과 겹치는 문제로 인해 활성화되지 못했다. 그러나 최근에 육성된 극조생 품종은 출수 및 개화 시기가 빨라 장마철 이전에 종자생산의 가능성이 있어 연구를 진행할 필요가 있다. 그러나 대부분의 연구가 극조생품종이 아닌 일반 조생 품종에 대하여 시험을 수행하였으며, 또한 강원지역에서 봄철에 극조생 품종에 대한 종자 생산성을 검토한 연구들이 추진되었으나 최근 육성된 극조생품종에 대한 남부지역에서의 종자 생산성 연구는 수행되지 않았다.

따라서 본 연구는 남부지방에서 가을에 파종한 극조생 IRG 신품종을 활용하여 파종량에 따른 종자 생산성을 구명하기 위하여 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 이탈리아 라이그라스 재배

파종량에 따른 종자 생산성을 비교하기 위한 이탈리아 라이그라스 재배는 경남 진주시 이반성면 장안리(북위 35°19'58", 동경 128°35'01")에 위치한 일반 농가의 논에서 수행하였다. 시험 포장은 직전에 벼를 재배 한 후 휴한중인 포장으로 시험포장의 화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 약산성이고 유기물 함

량과 유효인산 함량은 높았고 총 질소 함량은 낮은 편이었다. 시험에 이용된 이탈리아 라이그라스 품종은 농촌진흥청 국립축산과학원에서 육성한 극조생 품종으로 분류되는 '그린콜(GreenCall)' 품종(Ji et al., 2018)이었으며, 파종량(20, 30 및 40 kg/ha)을 달리하여 6 m<sup>2</sup> (2 m × 3 m) 크기의 시험구에서 3반복으로 수행하였다.

이탈리안 라이그라스의 파종작업은 조생종 벼를 수확한 후 휴한중인 포장에 2020년 10월 13일 질소 90 kg, 인산 120 kg 및 칼리 120 kg/ha를 포장전면에 균일하게 살포한 후, 30 cm 간격으로 조파를 하였다.

### 2. 이탈리아 라이그라스의 수확

종자 생산을 위한 이탈리아 라이그라스 수확은 출수일로부터 약 60일 후인 5월 31일에 하였다. 수량 조사를 위하여 수확을 하기 전에 생육조사(초장, 생육상황, 질병저항성, 도복저항성 및 월동율)를 하였으며, 수확은 전체 6줄 중에서 가장자리 2줄을 제외한 나머지 4줄을 수확하여 수량 조사를 하였다. 각각의 저항성은 달관으로 조사를 하였는데 1~9점으로 채점을 하였으며 1은 가장 강하고 9는 가장 약한 것으로 하였다.

수확한 시료는 즉시 종자와 짚을 분리하여 각각의 수량을 측정하였다. 측정된 시료 중 종자는 넓게 퍼서 그늘에서 건조를 하였고, 짚은 65°C 순환식 열풍건조기에서 72시간 건조한 후 건물함량을 조사하였고 건물수량은 조사된 수량에 건물함량을 곱하여 ha 단위로 환산하였다.

한편 m<sup>2</sup> 당 이삭수는 파종당일 20 × 30 cm quadrat을 각 시험구에 설치하고 해당 면적에서 생산된 이삭수를 조사한 후 m<sup>2</sup> 당 이삭수로 환산하였다.

### 3. 종자특성 평가

종자의 특성조사는 건조된 종자의 일부를 활용하여 평가하였는데, 종자의 특성조사는 각각의 시험구에서 10 개의 개체를 선정하여 조사를 진행하였다. 전체 이삭의 길이는 마디에서 이삭 끝까지의 길이를 측정하였고 각각의 이삭에서 생산된 종자수와 무게를 측정하였다. 또한 천립중은 이삭에서 분리된 1,000 개의 종자 무게를 측정하였고, 65°C 순환식 열풍건조기에서 72시간 건조한 후 종자의 건물함량을 조사하였다.

Table 1. Chemical properties of soil in experimental field

pH (1:5)	OM (g/kg)	TN (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cation (mg/kg)				CEC (cmol/kg)
				K	Ca	Mg	Na	
6.13	41.08	0.14	215.34	0.48	5.33	2.17	0.04	28.07

\* OM: Organic matter, TN: Total nitrogen, CEC: Cation exchange capacity.

4. 사료가치 분석

짚에 대한 사료가치 분석을 위한 시료는 수확당일 얻어진 시료를 65°C 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중 마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다.

조단백질 함량은 Dumas (1826)법에 의거하여 분석하였고 NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF (acid detergent fiber) 함량은 Goering and Van Soest (1970)법에 따랐으며 TDN(total digestible nutrient) 함량은 Holland et al., (1990)에 의거 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다(TDN % = 88.9 - (0.79 × ADF %)). 또한 RFV(relative feed value)는 ADF 함량으로 DDM (digestible dry matter)을 추정하였고(% DDM = 88.9 - (ADF % × 0.779)), NDF 함량으로 DMI (dry matter intake)를 산정한 후(% DMI = 120 / NDF%) RFV 값을 산출하였다(RFV = (% DDM × % DMI) / 1.29). *In vitro* 건물소화율(IVDMD)는 Tilley and Terry법(1963)을 Moore (1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 시험에 쓰인 위액은 평소 조사료를 자유채식 한 한우에서 아 침사료를 급여하기 전에 채취하여 이용하였다.

5. 기상 상황

시험기간 동안의 기상(기온 및 강수량)은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 기온은 대체적으로 평년보다 높았으나 10월에서 이듬해 1월까지의 평년보다 낮았다. 강수량은 대체적으로 낮은 편이었으나 3월에서 5월까지의 예년에 비해 많았다. 전체적으로는 봄철 생육에 큰 지장이 없었으며 강수량과 높은 기온으로 생육에 큰 도움이 된 것으로 판단된다.

6. 통계처리

통계처리는 SAS Package program (Ver. 6. 12, 2003)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균간 비교는 최소 유의차검

정(LSD)을 이용하였다.

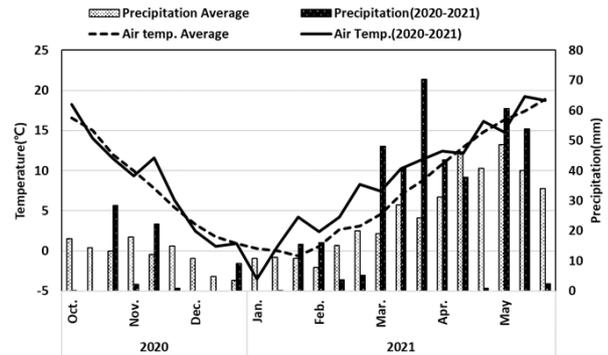


Fig. 1. Monthly meteorological data around the experimental periods in Jinju.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

진주지역에서의 이탈리아 라이그라스 '그린콜'의 생육특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 초장은 ha당 30 kg 파종 구에서 123 cm로 가장 길었고 20 kg 파종 구와 40 kg/ha 파종 구에서 각각 122 cm, 117 cm로 나타나 40 kg/ha 파종구에서 유의적으로 짧았다(p<0.05). 파종량은 출수기에 큰 영향을 주지 않아 모두 4월 28일 전후에 출수하였다. 도복 저항성에 있어서는 모든 구에서 심하게 발생하였으며 파종량과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 질병 저항성 및 내한성에 있어서는 파종량에 따른 차이는 없었다. Jeong et al. (2021)은 강원도 평창지역에서 '그린콜' 품종을 봄철에 파종하여 생육을 조사한 결과 초장은 평균 83.3 cm로 본 시험보다는 짧았으며 출수기는 5월 8일로 늦었고 도복 저항성에 있어서는 평균 3.0으로 도복에 대한 저항성이 더 높았다고 보고하였다. 이는 봄철 파종으로 인해 생육이 충분하지 못하여 나

Table 2. The agronomic characteristics of Italian ryegrass depending on the seeding rate

Seeding rate	Plant height (cm)	Heading date	Lodging resistance (1~9)*	Disease resistance (1~9)	Cold resistance (1~9)
20 kg/ha	122	April 28	8	1	1
30 kg/ha	123	April 28	8	1	1
40 kg/ha	117	April 27	8	1	1
Mean	121	-	8	1	1
LSD (0.05)	3.45	-	NS	NS	NS

\* 1: good(strong), 9: bad(weak).

\* NS : not significant.

타난 차이라고 판단된다.

## 2. 종자 특성

남부지역에서 이탈리아 라이그라스 파종량이 종자특성에 미치는 영향은 Table 3에서 보는 바와 같다. 파종량은 이삭의 길이에 유의적인 영향을 주어 파종량이 적을수록 이삭의 길이는 길어졌다. 20 kg/ha 파종량에서 61.5 cm로 가장 길었으며( $p<0.05$ ), 30 및 40 kg/ha 파종량구에서 54.6 및 53.7 cm로 짧았으나 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 이삭당 종자의 무게는 평균 0.59 g으로 처리간에 유의성은 나타나지 않았다. Jeong et al. (2021)은 강원 지역에서 봄철 파종한 '그린콜'의 파종량에 따른 종자특성 조사에서 이삭의 길이는 평균 50.3 cm 그리고 이삭당 종자수는 평균 133.6개로 전체적인 수치는 본 시험과는 큰 차이가 있었다. 그러나 이삭당 종자수는 40 kg/ha에서 가장 적었다고 하여 본 시험과 비슷한 경향을 나타내었다. Jonanović et al. (2020)은 페레니얼 라이그라스 생산성 시험에서 파종량이 증가함에 따라 이삭의 길이가 짧아진다고 보고하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여주었다. Simić et al. (2009)은 이탈리아 라이그라스 종자생산 시험에서 파종 첫해는 파종량이 증가 할수록 이삭의 길이가 길어졌으며 이삭당 작은이삭수도 증가하였고 2~4년차로 시간이 경과 할수록 유의적인 차이가 없다고 보고하였다.

수확된 종자의 천립중은 평균 2.0203 g으로 나타났으며 20 kg/ha 파종량구에서 가장 무거웠고 30 kg/ha 파종구에서 가장 가

벼웠으나 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Jeong et al.(2021)의 연구결과에서는 평균 1.86 g 이었으며 30 kg/ha 파종구에서 가장 가벼웠으나 역시 통계적 유의성은 없었다고 보고하였다.

한편 단위면적당 이삭수는 파종량이 많을수록 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다. Kim et al. (2010)도 코윈어리 품종으로 충남 천안지역에서 시험 한 종자생산 연구에서 파종량이 증가할수록 단위면적당 이삭수가 많아진다고 보고하였으나 전체적인 수치는 본 시험보다는 낮았다.

## 3. 종자 및 짚의 생산성

이탈리아 라이그라스 파종량에 따른 종자 및 짚의 생산성에 대한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 수확당시의 종자 건물함량은 평균 45.60 %로 나타났으며 파종량에 따른 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 종자 수량은 평균 3,988 kg/ha이었으며 파종량이 증가할수록 수량은 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 건조된 종자의 수량은 평균 1,787 kg/ha로 나타났으며 20 kg/ha 파종량구에서 1,956 kg/ha로 가장 높았으나 유의적인 차이는 없었다. Jeong et al. (2021)은 강원 지역 봄파종 이탈리아 라이그라스 종자 생산시험에서 건조된 종자의 수량이 평균 1,219 kg/ha로 나타나 본 시험보다는 낮았으며 파종량간에는 유의성이 없었으나 40 kg/ha 파종량구에서 가장 많은 종자가 생산되었다고 하여 본 시험과는 상반되는 결과를 보고

Table 3. The characteristics of the spikes and the seed depending on the seeding rate

Seeding rate	Spike length(cm)	No. of seed per spike	Seed weight(g) per spike	1000-grain weight (g)	No. of spike per m <sup>2</sup>
20 kg/ha	61.5	198	0.66	2.1807	1,073
30 kg/ha	54.6	172	0.60	1.7963	1,217
40 kg/ha	53.7	156	0.53	2.0840	1,334
Mean	56.6	175	0.59	2.0203	1,208
LSD (0.05)	4.46	39.41	NS	NS	NS

\* NS: not significant.

Table 4. Fresh and dry matter(DM) yield of seed and straw depending on the seeding rate

Seeding rate	Seed			Straw		
	DM(%)	Fresh yield (kg/ha)	Dry yield (kg/ha)	DM (%)	Fresh yield (kg/ha)	Dry yield (kg/ha)
20 kg/ha	44.75	4,370	1,956	40.82	17,208	7,024
30 kg/ha	46.67	3,774	1,761	43.64	18,108	7,890
40 kg/ha	45.38	3,631	1,644	41.55	20,413	8,485
Mean	45.60	3,988	1,787	41.83	18,381	7,689
LSD (0.05)	NS	NS	260.8	NS	NS	NS

\* NS: not significant.

Table 5. The content of crude protein (CP), ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility), TDN (total digestible nutrient) and RFV (relative feed value) depending on the seeding rate in southern region

Seeding rate	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	TDN (%)	RFV
20 kg/ha	7.81	40.97	67.09	50.69	56.54	79
30 kg/ha	7.95	40.80	68.90	54.26	56.66	77
40 kg/ha	8.19	40.29	68.82	55.17	57.07	78
Mean	7.98	40.69	68.27	53.38	56.76	78
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\* NS: not significant.

하였다. Jovanovic et al. (2020)도 파종량이 9 kg/ha에서 30 kg/ha로 증가할때 페레니얼 라이그라스의 종자 생산량은 유의적으로 감소한다고 보고하여 본 시험과 비슷한 결과를 나타내었다.

종자 채종 후 부산물로 생산되는 짚(straw)에 대한 성적을 보면 건물함량은 평균 41.83%로 타나났으며, 생초의 생산성은 평균 18,381 kg/ha 그리고 건물 수량은 7,689 kg/ha로 나타났으며 파종량에 따른 유의적인 차이는 없었다. 한편 Hejduk and Macháč (2019)는 체코 지역에서 이탈리아 라이그라스와 페레니얼 라이그라스 종자 생산 후의 짚 생산성이 각각 6.00±1.76 및 5.81±1.51 t/ha로 나타나 이탈리아 라이그라스의 짚 생산성이 더 우수하다고 하였다. 또한 이탈리아 라이그라스 채종 후 짚의 건물함량도 40.82~43.64%로 나타났다고 하여 본 시험과 비슷한 수치를 보고하였다.

#### 4. 짚의 사료가치

종자생산 후의 부산물인 짚에 대한 사료적 가치를 분석한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 전체적인 사료가치를 나타내는 지표(CP, ADF, NDF, IVDMD, TDN 및 RFV)에 있어서는 유의적인 차이는 없었다. 평균 값은 CP, ADF, NDF, IVDMD, TDN 및 RFV가 각각 7.89%, 40.69%, 68.27%, 53.38%, 56.76% 및 78로 나타나 사료가치적 측면에서는 높지 않았다. 한편 조단백질 함량은 파종량이 증가할수록 높게 나타났지만 유의성은 나타나지 않았다. Hejduk and Macháč (2019)는 이탈리아 라이그라스의 채종 후 짚의 사료가치를 조사한 결과 CP, ADF 및 NDF 함량이 각각 6.41%, 44.2% 및 65.6%로 나타났다고 하였는데 본 시험과는 큰 차이가 없었다. Herold (1997)의 오레곤주 시험결과에 따르면 이탈리아 라이그라스의 평균 CP, ADF, NDF 및 IVDMD 함량이 각각 3.7%, 50.5%, 75.6%, 및 36.8%로 나타났다고 하여 본 시험보다는 품질이 낮은 것을 알 수 있었다.

#### IV. 요약

이탈리안 라이그라스의 국내 종자 생산 가능성을 조사하기 위해 남부지방에서 가을철에 파종하여 이듬해 봄에 수확하여 종자 및 짚의 생산성과 품질을 구명하고자 수행하였다. 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.) ‘그린콜’ 품종을 2020년 가을에 경남 진주지역에 파종 하였다. 처리는 3처리의 파종량(20 kg/ha, 30 kg/ha, 및 40 kg/ha)을 두고 난괴법 3반복으로 수행하였다. 시험구의 파종은 2020년 10월 17일에 하였으며 수확은 출수일로부터 약 60일째인 5월 31일에 하였다. 출수기는 4월 28일로 처리 간에 차이는 없었다. 초장은 40 kg/ha 파종량 처리구에서 유의적으로 짧았고 나머지 처리는 차이가 없었다. 내도복, 내병성 및 내한성은 처리간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이삭의 길이 및 이삭당 종자수는 20 kg/ha 파종량에서 가장 높았으며 나머지 처리는 차이가 없었다. 종자 수량은 20 kg/ha 파종량 구에서 1,956 kg/ha로 가장 많았으며 30 및 40 kg/ha 파종량에서는 차이가 없었다. 종자 및 짚의 건물함량은 평균 45.60% 및 41.83%로 나타났으며 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 채종 후 남은 짚의 수량은 건물기준 평균 7,689 kg/ha로 나타났으며 40 kg/ha 파종량구에서 높게 나타났으나 처리간 유의적인 차이는 없었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 남부지역에서 가을 파종을 통한 이탈리아 라이그라스 종자생산 시 20 kg/ha로 파종하는 것이 가장 유리한 것으로 나타났다.

#### V. 사사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ01477503)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

## VI. REFERENCES

- Dumas, A. 1826. Annales de chimie. pp. 33:342
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Government Print Office. Washington. D.C.
- Hejduk, S. and Macháč, R. 2019. Yield and quality of straw of italian and perennial ryegrass cultivated for seed production. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 67(4):915-923. doi:10.11118/actaun201967040915
- Herold, Y. 1997. A study of the nutritive value of Oregon grass straws. Special Report 474, Oregon University Extension Service. pp. 1-14.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual: A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International. INC. Des Moines. IA. pp. 1-55.
- Jeong, E.C., Kim, H.J., Li, Y.F., Kim, M.J., Ji, H.C. and Kim, J.G. 2020. Seed productivity by varieties of italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) swon on spring in Gangwon province. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 40(4):221-226. doi:10.5333/KGFS.2020.40.4.221
- Jeong, E.C., Kim, H.J., Li, Y.F., Kim, M.J., Ji, H.C. and Kim, J.G. 2021. Seed productivity of spring sown italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) depending on seeding rate in Gangwon province. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 41(1):23-28. doi:10.5333/KGFS.2021.41.1.23
- Jeong, J.S. 2021. The current status and problems of domestic forage production and distribution. Proceedings of 2021 Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 23-42.
- Ji, H.C., Hwang, T.Y., Lee, K.W., Kim, W.H., Woo, J.H., Hong, K.H. and Cheo, K.H. 2018. Growth characteristics and productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) new variety, 'Green Call'. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 38(4):247-252. doi:10.5333/KGFS.2018.38.4.247
- Jonanović, M.T., Popović, V., Vučković, S., Janković, S., Mihailović, A., Ignjatov, M., Strugar, V. and Lončarević, V. 2020. Impact of roe spacing and seed reat on the production characteristics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and their valorisation. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 48(3):1495-1503. doi:10.15835/nbha48312057
- Kim, J.B. 2021. Strategies for revitalizing of domestic forages. Proceedings of 2021 Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 9-22.
- 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. doi:10.5333/KGFS.2010.30.3.247
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida Department of Animal Science.
- Nam, C.H., Kim, K.S., Park, M.H., Yun, I.A., Bae, H.S. and Jang, H.S. 2020. The effect of cultivation environments on seed yield and quality of Italian ryegrass in Samsan reclaimed land. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 40(2):73-79. doi:10.5333/KGFS.2020.40.2.73
- Simić, A., Vučković, S., Maletić, R., Sokolović, D. and Djordjević, N. 2009. The impact of seeding rate and inter-row spacing on Italian ryegrass for seed in the first harvest year. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 33(5):425-433. doi:10.3906/tar-0812-12
- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of British Grassland and Forage Science. 18(2):104-111. doi:10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x

(Received : March 14, 2022 | Revised : March 20, 2022 | Accepted : March 21, 2022)