

Article

<https://doi.org/10.7745/KJSSF.2020.53.4.502>

pISSN : 0367-6315 eISSN : 2288-2162

Growth Characteristics and Seed Productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) Cultivars under Different Salinity in Saemangeum Reclaimed Tideland

Hyeonsoo Jang¹, Hui-su Bae¹, Seung-hyun Ahn¹, Jong-tag Youn², Dea-wook Kim¹, and Wook-han Kim^{2*}¹Researcher, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea²Senior Researcher, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: kimwhsoy@korea.kr

ABSTRACT

Received: October 21, 2020**Revised:** November 18, 2020**Accepted:** November 27, 2020

ORCID

Hyeonsoo Jang

<http://orcid.org/0000-0002-0872-2038>

Although the forage production area of Italian ryegrass is expanding in Korea, most of the seeds are imported from abroad. This study was conducted to examine seed productivity of domestic varieties of Italian ryegrass under different soil salinity in reclaimed tideland. Compared to 0.1% of soil salinity, the emergence rate at 0.2 - 0.3% salinity decreased by 7%. The number of ear and grain weight also decreased at the 0.2 - 0.3% of salinity, eventually leading to 23% decreases in seed yield compared to the 0.1% salinity. There was no significant difference in yield components among cultivars, but Greenfarm showed slightly higher yield components than other cultivars. Therefore, when domestic cultivars are harvested in reclaimed land, it is expected to increase the self-sufficiency of domestic seeds and to replace imports of foreign seeds.

Keywords: Italian ryegrass, *Lolium multiflorum* L., Reclaimed land, Salinity, Cultivar

Growth characteristics and yield components of Italian ryegrass under different soil of Saemangeum reclaimed tideland.

Salinity treatment (%)	No. of plant (EA m ⁻²)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle (EA m ⁻²)	No. of spike per panicle	1,000 seed weight (g)	Seed yield (kg 10a ⁻¹)
0.2 - 0.3	405	77.7	22.0	693	184	2.13	146.3
<0.1	462	92.3	23.0	826	179	2.39	189.7
LSD0.05	40.6	3.4	-	102.5	-	-	15.1



Introduction

이탈리안 라이그라스 (*Lolium multiflorum* L.)는 한국뿐만 아니라 전세계적으로 수요가 높은 동계 사료작물이다. 국내 이탈리안 라이그라스의 재배면적은 2018년 15만2천 ha으로 2010년 대비 30배 이상으로 증가되었으며 이에 따른 종자 필요량은 2018년 현재 6,103 톤으로 연간 200억 원에 상당하는 시장성을 가지고 있다 (Kang et al., 2020). 하지만 대부분 IRG 종자 수급은 미국 오레곤주에서 수입되고 있다.

채종을 해외에 의존할 경우, 기후변화 및 사회현상에 따른 수급 감소에 영향을 받아 생산단가의 상승 등 가격의 변동이 있을 수 있으며, 검역 등의 문제가 생길 경우 종자 수급에 문제가 있을 수 있다. 현재 국내에서 개발된 그린팜, 코윈어리 등 주요 품종의 IRG 종자 생산도 해외 채종에 의존하는 실정이다. 이를 타개하여 안정적인 농가소득원이 될 수 있도록 하기 위해 이탈리안 라이그라스 국내 채종 기술 개발이 필요하다 (Nam et al., 2020).

국내 간척지 규모는 135천 ha로 대규모의 조사료 생산단지를 만들기에 적합한 조건을 가지고 있어 (Lee et al., 2019) 국내 이탈리안 라이그라스 채종을 위해 새만금간척지 등 유희지를 활용하는 것이 한가지 방안이 될 수 있다 (Yang et al., 2012). 하지만 간척지별로 염농도가 다르므로 작물 생육에 불리한 조건을 가질 수도 있다 (Jeong et al., 2020). 현재 IRG 염농도에 관한 실험은 *in-vitro* 수준에서 NaCl 저항성이 강한 품종을 선발하는 연구가 수행되었으며 이를 육종 소재로 활용되는 연구도 진행된 바 있다 (Lee and Choi, 1995; Lee et al., 2014). 또한, 간척지 조건에서 이탈리안 라이그라스가 출현율이 총채보리 및 기타 동계 사료작물에 비해 높고, 염과 습해에 견디는 능력이 더 강하다는 연구결과가 있다 (Kim et al., 1993; Shin et al., 2007). 그러나 국내개발 품종들의 사료생산 및 사료가치와 관련된 논문들은 다수 연구되고 있지만 (Seo et al., 2011; Kim et al., 2015; Kim et al., 2016) 간척지 토양조건에서 이탈리안 라이그라스 품종별 종자 생산성 차이를 보고한 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서, 본 연구는 간척지 환경조건에서 이탈리안 라이그라스 종자 생산 시 토양 염농도 차이에 따른 생산성 차이와 국내외 품종별 생육 특성을 검증하기 위해 실시하였다.

Materials and Methods

공시 재료 본 시험에 사용된 이탈리안 라이그라스 종자는 총 5품종을 사용하였다. 농촌진흥청에서 개발한 품종 극조생종 그린팜, 조생종 코윈어리를 사용하였고, 해외에서 개발 품종으로 조생종인 플로리다80, 그레이저, 리브아이를 사용하였다. 모든 종자는 미국 오레곤주에서 생산한 종자를 수입하여 발아테스트 검정 후 시험하였다.

재배조건 및 방법 본 시험은 전라북도 김제시 광활면에 위치한 국립식량과학원 새만금간척지 시험포장에서 수행하였으며, 이탈리안 라이그라스를 2019년 10월 16일 파종하여 2020년 6월 8일에 수확하였다. 시험포장은 간척 후 작물이 재배되지 않았던 토양으로 트랙터 심경 후 활용하였다. 시험구는 토양 염농도와 품종을 요인으로 하여 5반복 완전임의배치법으로 배치하였으며 각 시험구 크기를 15 m² (3×5 m)로 하였다. 토양염농도는 파종시 0.2 - 0.3%조건, 그리고 0.1% 이하 조건 두 조건으로 나누어 수행하였으며, 시험포장 염농도가 낮기 때문에 0.2 - 0.3% 수준의 염 조건을 만들기 위해서 파종전 NaCl을 살포하여 토양염도 수준을 조절하였고 생육재생기 이후는 염농도 0.2 - 0.3%처리구에 염수 살포하여 농도를 유지하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O 90-120-120 kg/ha로 살포하였으며 파종량은 20 kg/ha로 조간 30 cm로 조파하였는데 IRG 표준재배법에 준하여서 수행하였다 (RDA, 2017).

시험 환경분석 시험포장의 기상환경 분석을 위해 강수량은 WDR-205 (WEDA, Korea) 센서, 기온온도는 HMP45C (Campbell Scientific. Inc., USA)를 이용해 계측하였다. 로거는 CR1000 (Campbell Scientific. Inc., USA)을 연결하여 30분간격으로 데이터를 수집하여 2019년 10월 중순부터 2020년 6월 상순까지 순별로 분석하였다.

염도에 따른 간척지 토양환경 조사를 위해 한달간격으로 토양시료를 5반복 채취하여 연구조사분석기준 (RDA, 2012)에 준하여 분석하였다. pH와 EC는 토양과 증류수를 1:5 (W:W)로 혼합하고 30분 진탕 후 pH meter (Mettler Toledo, S470-K)를 이용하여 측정하였다. OM측정은 건식연소법으로 CN automatic analyzer (Skalar, Primacs SNC 100)을 이용하여 탄소량을 측정하고 환산하여 측정하였다. 유효인산은 Lancaster법으로 spectrophotometer (GBC Scientific Equipment, Cintra-4040) 720 nm에서 비색 측정하였다. 양이온 측정은 1N-NH₄OAc (pH 7.0) ICP-OES (GBC Scientific Equipment, Integra XL)을 사용하였다.

IRG 생육 조사 식물 개체수는 월동 전 1 m² 수확하여 m²당 개체수, 입모율을 조사하였다. 출수기는 전체면적에서 40% 이상 출수된 것을 기준으로 정하였다. 수확시기인 6월 8일에 수확한 시료를 바탕으로 간장, 수장, 이삭수, 1수립수, 천립중, 생산된 종자량, 도복지수 등을 조사하였다. 모든 조사항목은 농촌진흥청에서 발간한 농업과학기술 연구조사분석기준 (2012)에 준하여 조사하였다.

통계분석 본 연구는 완전임의배치로 처리당 5반복으로 하여 수행하였고 실험 데이터는 R studio (ver. 4.0.2)을 이용하여 요인을 토양 염농도, 품종으로 하여 two-way ANOVA를 활용하여 유의성검정을 하였고 ($p < 0.05$), 처리간 평균 비교는 Least Significant Difference (LSD) 검정을 수행하였다.

Results and Discussion

간척지 기상 및 시험 토양 IRG 재배기간 동안 평균기온은 8.2°C로 평년대비 0.8°C 높은 수준이었다 (Fig. 1). 파종기인 10월 중순 평균기온 편차는 0.9°C로 약간 높은 수준이었으나 1월 하순 평균기온이 평년보다 6.8°C 정도 높은 4°C로 월동기 기온이 온난한 경향을 보였다. 4월에는 평균기온이 평년온도보다 2.0 - 3.1°C 감소하는 경향을 보였으며 5월에는 회복되는 경향을 보였다.

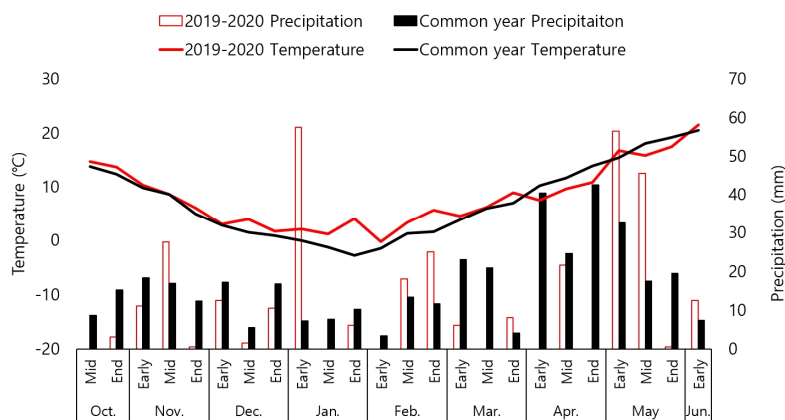


Fig. 1. Weather of Saemangeum reclaimed land during the experiment period.

이탈리안 라이그라스 재배기간동안 총 강수량은 333 mm로 10월 중순에는 강수량이 0 mm로 비가 오지 않았으며 월동기인 1월 초순 강수량이 58 mm로 가장 많았으며 5월 상중순에 강수량 102 mm로 집중되었다.

새만금 간척지 시험전 토양 특성은 양질사토로 pH 8.1로 약 염기성이었다 (Table 1). 또한 유기물 및 인산 함량은 기준에 비해 낮은 편이었으며 나트륨을 제외한 토양내 치환성 양이온도 부족한 토양이었다. 토양 염농도 0.2 - 0.3%로 유지한 실험구에서는 파종시 0.26%로 적정 범위였으며 월동기 때에 0.2% 이하로 떨어졌으나 생육재생기인 2월부터 염수처리를 통한 농도조절을 하여 수확기까지 0.2 - 0.3% 내로 유지되었다 (Table 2). 0.1% 이하 조건에서는 0.02%정도로 매우 낮은 염 수준으로 동일하게 유지되었다.

출현시기 및 출현율 이탈리아 라이그라스 출현시기는 토양 염농도 0.1%구에서는 11월 6일, 0.2 - 0.3%구에서는 11월 12일로 0.2 - 0.3%구가 0.1%이하 구에 비해 일주일정도 출현시기가 늦었으나 품종마다 차이는 없었다. 월동 전 조사한 단위면적당 개체수도 0.2 - 0.3%구에서 0.1%구에서 대비 57개/m² 차이가 있어 파종시 토양 염농도가 0.2 - 0.3% 시 7% 정도 떨어지는 경향이 있었다 (Table 4). 이는 파종기인 10월 중순에 강우 일수가 없어 출현이 지연되었기 때문으로 보이며 더욱 토양 염농도가 더 높은 파종구에서는 토양의 높은 삼투압으로 인해 종자로의 수분 공급이 원활하지 않아 발아가 되지 않거나 지연되는 것으로 보인다 (Lee et al., 2014).

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment in Saemangeum reclaimed tideland.

Soil Character	PH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mgkg ⁻¹)	Exchange Cations (cmolk ⁻¹)			
				Ca	Mg	K	Na
Loamy sand	8.19	2.24	6.24	0.71	0.95	2.35	1.73
Standard	6.0 - 7.0	20 - 30	150 - 250	5.0 - 6.0	1.5 - 2.0	0.5 - 0.7	-

Table 2. Monthly change in soil salinity (%) of Saemangeum reclaimed land during experiment period.

Salinity treatment (%)	Month						
	Oct.	Nov.	Dec.	Mar.	Apr.	May	Jun.
0.2 - 0.3	0.26	0.12	0.13	0.19	0.22	0.28	0.29
<0.1	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Table 3. Analysis of variance for agronomic characteristics and yield components in cultivars of Italian ryegrass under different salinity.

Factor of variation	Mean Square						
	No. of plant (EA m ⁻²)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle (EA m ⁻²)	No. of spike per panicle	1,000 seed weight (g)	Seed yield (kg 10a ⁻¹)
Salinity	39,158*	2653.4***	12.50ns	166,926*	197.6ns	0.494**	22,290***
Cultivar	5413ns	92.2*	13.94ns	17,396ns	799.4ns	0.685***	1,022ns
Salinity×Cultivar	2102ns	45.2ns	3.39ns	12,976ns	1153.8ns	0.082ns	316ns
Residue	5504	30.1	6.37	26,480	722.1	0.050	643

*, **, *** and ns are significant at 5%, 1% and non-significant, respectively.

생육 특성 분산분석 결과 토양염농도와 품종간의 상호관계 유의성은 없었지만 염농도에서는 단위면적당 개체 수, 간장, 단위면적당 이삭수, 천립중, 종자수량에 대한 유의성은 있었으며 품종간 비교에서는 천립중에 대한 통계적 유의성이 있었으며 다른 수량구성요소에 대한 차이는 없었다 (Table 3).

토양 염농도별 출수기 차이는 품종간 상관없이 0.2 - 0.3% 구에서 0.1% 이하 구에 비해 약 5일 정도 늦은 경향이 있었다 (Table 6). 품종별로 극조생종 그린팜 출수기가 토양염농도 0.1%이하에서 4월 26일, 0.2 - 0.3%에서 5월 1일로 가장 빨랐으며 그외 조생품종들은 0.1%에서 4월 29 - 30일, 0.2 - 0.3%에서 5월 4일로 비슷한 경향을 보였는데 이는 예천, 천안지역에서 그린팜과 코윈어리 출수기 차이가 일주일정도 나는 결과에 비해 상이했다 (Kim et al., 2015; Kim et al., 2016). 출수반응은 온도에 영향을 많이 받는데 새만금지역이 상대적으로 온난한 해안지역이기 때문에 그 영향을 받아 품종간 차이가 천안, 예천 지역에 비해 상대적으로 줄었을 것으로 보인다.

간장은 토양 염농도 0.1%이하 구에서는 92.3 cm, 0.2 - 0.3%에서는 77.7 cm로 14.6 cm의 차이를 보여 염농도에 따른 유의미한 차이를 보였다. 간장은 품종별로도 차이를 보였는데 코윈어리 품종이 88.9 cm로 가장 컸으며, 그레이저, 그린팜, 리브아이 순이었으며 해외 대비품종인 플로리다80이 81.4 cm로 코윈어리보다 7.5 cm 작은 경향을 보였다 (Table 5).

간장은 출수기 이후 시작되는 도복에 영향을 미치게 되는데 수확기때 0.2 - 0.3%의 염농도시 0.1%에 비해 20%정도 덜 도복되는 경향이 있었으며 (Table 6). 품종별로 살펴보면 코윈어리, 그레이저가 가장 많이 도복되는 품종으로 염농도 0.1%이하에서 80%이상이 도복되었으며, 그린팜, 리브아이, 플로리다80은 40 - 60% 도복으로 상대적으로 덜 도복되었다. 0.2 - 0.3%에서는 대조 품종인 플로리다80이 41 - 60%로 가장 덜 도복되었으며, 코윈어리 그레이저가 60 - 80%정도로 토양염농도 0.1%구에서와 마찬가지로 가장 많이 도복되는 경향을 보였다.

수확기 이삭의 색변화를 지수화하여 구분한 결과, 토양 염농도 0.2 - 0.3%구에서 0.1%구에 비해 상대적으로 녹색을 띄는 경향이 있었다 (Table 6). 또한 품종별로도 코윈어리, 그레이저가 토양염농도 0.1%이하에서는 색지수 9, 0.2

Table 4. Growth characteristics and yield components of Italian ryegrass under different soils of Saemangeum reclaimed tideland.

Salinity treatment (%)	No. of plant (EA m ⁻²)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle (EA m ⁻²)	No. of spike per panicle	1,000 seed weight (g)	Seed yield (kg 10a ⁻¹)
0.2 - 0.3	405	77.7	22.0	693	184	2.13	146.3
<0.1	462	92.3	23.0	826	179	2.39	189.7
LSD0.05	40.6	3.4	-	102.5	-	-	15.1

Table 5. Growth characteristics and yield components of Italian ryegrass cultivars in Saemangeum reclaimed tideland.

Cultivar	No. of plant (EA m ⁻²)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle (EA m ⁻²)	No. of spike per panicle	1,000 seed weight (g)	Seed yield (kg 10a ⁻¹)
Greenfarm	428	84.9	23.5	774	184	2.03	186
Kowinearly	436	88.9	21.1	753	166	2.64	164
Grazer	403	87.2	21.6	747	174	2.61	165
Libeye	468	83.0	22.4	829	194	2.00	164
Florida80	434	81.4	23.8	696	191	2.01	162
LSD _{0.05}	-	-	-	-	-	0.319	-

- 0.3%에서는 5로 상대적으로 타품종에 비해 노란색을 띄었으며, 대조 품종인 플로리다80은 0.1%이하 구에서는 5, 0.2 - 0.3% 구에서는 1로 녹색을 띄는 경향을 나타내었다. 이러한 색 변화는 간장의 길이 및 도복과 유사한 경향성을 보여 염농도가 낮은 환경 및 간장이 큰 품종들은 도복이 쉽게 되어 상대적으로 이른 등숙으로 인해 색변화가 빠른 반면 염농도가 높거나 품종적 특성이 상대적으로 단간인 품종들은 도복이 덜되고 색변화가 느려 종자 수확시기가 상대적으로 지연되는 경향을 나타내었다 (Table 6). 코윈어리의 적정 수확일이 출수후 20 - 30일이라는 연구결과에 비교해봤을 때 (Kang et al., 2020), 본 연구결과와 토양염농도 0.1%이하 구에서 코윈어리는 적정수확기로 판단되며, 이를 기준으로 봤을 시에 염농도가 높은 0.2 - 0.3% 구의 경우에는 적정 수확시기가 출수후 20 - 30일 이후로 늦춰질 것으로 보이고 색 지수가 낮은 타 품종 및 토양 염농도가 높은 경우 이보다 미뤄질 것으로 판단된다.

수량구성요소 및 수량 수량구성요소에서는 이삭수, 천립중이 영향을 미쳤다. 이삭수는 0.1% 이하에서 평균 826개/m²로 토양 염농도 0.2 - 0.3%의 693개/m²에 비해 평균 133개/m²정도를 더 확보하여 농도간 차이가 뚜렷하였다. 천립중은 토양 염농도 0.2 - 0.3%에서 0.27 g정도 무게가 감소하는 것으로 나타났다. 종자 수량은 토양 염농도간 차이에 의해서 유의미한 차이를 보였는데 0.2 - 0.3%에서 146.3 kg/10a로 0.1%의 189.7 kg/10a 비해 43.4 kg/10a 감소하였다. 토양 염농도 0.2 - 0.3%구에서 0.1%이하 구에 비해 87% 수준의 출현율을 보였기 때문에 이로 인해 이삭수 확보도 84% 수준으로 밖에 확보되지 않아 종실 수량에 가장 큰 영향을 준 것으로 판단된다 (Table 4).

품종별 수량구성요소차이에서는 천립중만 품종별 차이를 보였는데 코윈어리와 그레이저 품종이 가장 천립중이 무거웠고 리브아이가 2.0 g으로 가장 가벼웠다. 파종전 천립중과의 차이가 가장 적은 품종은 코윈어리였으며 그린팜을 비롯한 타 품종들은 0.5 - 1.2 g 수준으로 감소하는 경향을 보였다. 천립중에 크기가 클수록 출현율 및 초기 생육이 좋아진다는 연구결과가 있어 천립중 감소율이 낮은 코윈어리 품종이 재배 안정성이 높을 것으로 생각된다 (Hampton, 1986). 품종별 종자 수량의 유의미한 차이는 없었으나 그린팜 품종이 대조 품종인 플로리다80에 비해 약 5%정도 더 높은 경향을 보였다.

Table 6. Agronomic characteristics of each Italian ryegrass cultivars under different salinity treatments.

Salinity Treatment (%)	Cultivar	Emergence Rate (%)	Heading Date	Loading Index [†]	Color Index [‡]
0.2 - 0.3	Greenfarm	61.4	5/1	5	3
	Kowinearly	54.7	5/4	7	5
	Grazer	56.2	5/4	7	5
	Libeye	59.2	5/4	5	3
	Florida80	57.4	5/4	5	1
<0.1	Greenfarm	69.1	4/26	7	5
	Kowinearly	59.1	4/29	9	9
	Grazer	69.5	4/29	9	9
	Libeye	67.2	4/30	7	5
	Florida80	58.9	4/29	7	5

[†]Ratio of the lodging area to the total area at same harvest time: 1(0 - 20%), 3(21 - 40%), 5(41 - 60%), 7(61 - 80%), 9(81 - 100%).

[‡]Ratio of green to yellow in seed color at same harvest time: 1(0 - 20%), 3(21 - 40%), 5(41 - 60%), 7(61 - 80%), 9(81 - 100%).

Conclusions

본 시험은 새만금간척지에서 이탈리아인 라이그라스 종자 안정생산 기술을 개발하고자 토양 염농도에 따른 생육 및 수량차이 및 품종별 생육 및 수량 차이를 보기 위해서 수행하였다. 채종 재배결과 토양 염농도 0.2 - 0.3‰구에서는 0.1% 이하 대조구에 비해 출현율이 87% 수준이었으며 그에 따른 이삭수가 84% 감소, 천립중이 89% 수준으로 감소하여 수량이 77% 수준으로 감소하였다. 품종별 유의미한 수량 차이는 없으나 국내 품종인 그린팜이 해외 품종인 플로리다80에 비해 약 5% 정도 높은 경향을 보였다. 따라서 국내 품종 그린팜, 코윈어리 채종시 해외품종 재배보다 채종 농가의 소득증대를 기여할 것으로 보이며, 국내 채종을 통해 이탈리아인 라이그라스 종자 수급 안정 효과를 가져올 것으로 기대된다.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ013830012020)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Hampton, J.G. 1986. Effect of seed and seed lot 1000-seed weight on vegetative and reproductive yields of ‘Grasslands Moata’ tetraploid Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 14:13-18.
- Jeong, Y.J., S.S. Lim, H.J. Park, B.S. Seo, S.I. Park, J.H. Ryu, K.S. Lee, D.Y. Chung, H.Y. Kim, S.H. Lee, H.I. Yang, and W.J. Choi. 2020. Evaluation of Crop Suitability for Reclaimed Tideland Soils Using Soil and Water Salinity and Soil Texture. Korea J. Soil Sci. Fert. 53(1):70-81.
- Kang, C.H., I.S. Lee, and S.J. Kwon. 2020. Identification of Ideal Seed Harvest Time for Italian Ryegrass (IRG) ‘Kowinearly’ Cultivar in Reclaimed Land. Korean J. Crop Sci. 65(2):142-150.
- Kim, C.S., J.W. Cho, and S.Y. Lee. 1993. Mechanisms of Salt Tolerance in Crop Plants : II . Physiological Responses of Barley, Rye, and Italian Ryegrass Seedling to NaCl Concentration. Korean J. Crop Sci. 38(5):391-397.
- Kim, K.Y., G.J. Choi, S.H. Lee, T.Y. Hwang, G.W. Lee, H.C. Ji, and S.M. Park. 2016. Growth Characteristics and Dry Matter Yields of Domestic and Foreign Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Cultivars in Cheonan Region. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 36(4):280-286.
- Kim, K.Y., S.H. Lee, H.C. Ji, T.Y. Hwang, K.W. Lee, and S.M. Park. 2015. Growth Characteristics and Yield Comparisons of Domestic and Foreign Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) Varieties in Yecheon area of Korea. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 35(1):43-49.
- Lee, K.S. and S.Y. Choi. 1995. Varietal Difference of Salt Tolerance during Germination in Italian Ryegrass. Korean J. Crop Sci. 40(4):413-419.
- Lee, K.S. J.H. Ryu, D.S. Lee, B.D. Hong, I.H. Seo, C.S. Lim, H.K. Jung, and D.Y. Chung. 2019. Mineralogical Characteristics and Physico-Chemical Properties of a Newly Reclaimed Tidal Flat of Haenam Bay in the Southwestern Coast of Korea. Korea J. Soil Sci. Fert. 52(4):475-488.
- Lee, S.H., G.J. Choi, D.G. Lee, J.Y. Mun, K.Y. Kim, H.J. Ji, H.S. Park, and K.W. Lee. 2014. Effects of Sodium Chloride Treatment on Seed Germination and Seedling Growth of Italian Ryegrass Cultivars. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 34(2):108-113.

- Nam, C.H., K.S. Kim, M.H. Park, A.A. Yun, H.S. Bae, and H.S. Jang. 2020. The Effect of Cultivation Environments on Seed yield and Quality of Italian Ryegrass in Samsan Recalimed Land. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 40(2):73-79.
- RDA (Rural Development Administration). 2012. Research analysis criteria. Rural Development Administration (RDA). p. 3-316.
- RDA (Rural Development Administration). 2017. Italian ryegrass new breed characteristics and eco-cultivation technology. Rural Development Administration (RDA). p. 43-47.
- Seo, S., W.H. Kim, K.Y. Kim, G.J. Choi, H.C. Ji, S.H. Lee, K.W. Lee, and M.J. Kim. 2011. Forage Productivity and Quality of Domestic Italian Ryegrass and Barley Varieties. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 31(3):261-268.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Yoon, and S. Seo. 2007. Study on Optimum Forage Cropping system in Reclaimed Tidal land. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 27(2):117-122.
- Yang, C.H., J.H. Lee, S. Kim, J.H. Jeong, N.H. Baek, W.Y. Choi, S.B. Lee, Y.D. Kim, and G.B. Lee. 2012. Study on Forage Cropping system Adapted to Soil Characteristics in Reclaimed Tidal Land. *Korea J. Soil Sci. Fert.* 45(3):385-392.