

Research Article

강원 고지대에서 봄 파종한 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.)의 품종에 따른 종자 생산성

정은찬¹, 김학진², Li Yan Fen¹, 김맹중², 지희정³, 김종근^{1,2,*}

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²서울대학교 그린바이오과학기술연구원, ³국립축산과학원 초지사료과

Seed Productivity by Varieties of Italian Ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.) Sown in Spring in Gangwon Highlands

Eun Chan Jeong¹, Hak Jin Kim², Yan Fen Li¹, Meing Joong Kim², Hee Chung Ji³ and Jong Geun Kim^{1,2,*}

¹Graduate School of International Agricultural Technology, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

²Research Institute of Eco-friendly Livestock Science, GBST, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

³Department of Grassland and Forage Science, NIAS, RDA, Cheonan, 31000, Korea

ABSTRACT

This experiment was conducted to compare the seed productivity of the Italian ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.) varieties sown in the spring in Gangwon region. The experiment was randomized block design with three replications. The Experimental field was located in alpine areas of about 600 m above sea level in Gangwon province. The tested Italian Ryegrass varieties were 'Greenfarm', 'Greencall' and 'Kowinearly' developed by National Institute of Animal Science, RDA. Italian Ryegrass varieties were sown on March 26, 2020, and the harvest was on the 60th day of mean heading date, July 2. The heading date of Kowinearly was May 8, but Greenfarm and Greencall was May 4. The plant length was the largest in the Kowinearly variety. However, the Kowinearly suffered severe lodging. There was no significant difference in the length of spike among varieties, and the number of seeds per spike was the lowest in Greenfarm at 118.5 seed/spike. As for the seed weight per spike, the Greenfarm variety was significantly lower at 0.56 g/spike, but the 1,000 seed weight was the heaviest in the Greenfarm at 2.5g. The number of spike per unit area was the highest in Greenfarm at 906/m². The dry matter content of seeds was the highest in Greenfarm at 54.3%, and for straw, Kowinearly was the highest at 35.3%. Seed productivity was not significant among varieties, and the average was 1,493 kg/ha. The yield of straw after seed production was also not significant among varieties ($P>0.05$), and the average was 3,172 kg/ha. From the above results, the production of Italian ryegrass seeds through spring sowing in the Gangwon region is not much than autumn seeding, requiring the input of various technologies to increase productivity in the future, and it is desirable to determine the production cost through economic analysis was judged.

(Key words: Italian ryegrass, Greencall, Greenfarm, Kowinearly, Seed yield, Straw)

I. 서론

정부의 다양한 보조금 지급과 농가의 생산의지 향상에 힘입어 조사료 생산은 날로 늘어나고 있으며 자급률은 80%내외로 유지되었으나 2016년 이후로는 80%에 못 미치고 있다. 가축 사육두수의 증가와 함께 조사료 수요량도 늘어 지난해에는 5,896천톤(2018 기준)이었으며 약 43%인 2,555 천톤 내외만 양질 자급 조사료로 공급이 되고 나머지는 볏짚(2,152 천톤)과 수입 조사료(1,189 천톤)로 충당이 되고 있다(MAFRA, 2019). 또한 조사료 수요량의 증가에 따라 수입 건초 키퍼도 매년 조금씩 늘어 2011년 1,018천톤에서 2018년에는 1,189천톤으로 늘었으며 수입 건

초 증가는 자급률 하락의 요인이 되고 있다.

국내산 양질 조사료의 생산 증가는 여러 가지 이유가 있지만 이탈리아 라이그라스에 대한 높은 호응도도 한 요인이 된다. 가축사육 농가에서 호밀, 보리 등의 기존 조사료보다 사일리지 품질과 가축 기호성이 우수한 이탈리아 라이그라스를 더욱 선호하게 되었고 기존의 월동 사료작물보다 논에서의 재배 안정성이 더 높아 2018년 월동 사료작물중 이탈리아 라이그라스가 169천ha에서 재배되고 있으며 나머지 6천ha에서 호밀, 보리 등의 월동작물이 재배되어 이탈리아 라이그라스가 96.6% 이상을 차지하고 있다(MAFRA, 2019).

정부의 조사료 생산 확대 시책과 농가의 높은 호응에 힘입어

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

국립축산과학원에서는 이탈리아 라이그라스 품종 육성에 노력을 경주하여 숙기별로 다양한 품종을 개발하여 보급하고 있으며 품종 육성에 대한 경위를 보고하고 있다 (Ji et al., 2018; Ji et al., 2015; Ji et al., 2013; Choi et al., 2007). 앞서도 언급했듯이 이탈리아 라이그라스 재배면적의 확대는 종자 시장에도 영향을 미쳐 국내에서 개발된 품종뿐만 아니라 수입적응성인 품종도 보급이 늘어나고 있다. 그러나 국내에서의 이탈리아 라이그라스 종자 생산은 기상여건으로 인해 어렵다고 판단되어 국내에서 육성된 품종도 대부분 미국 오프콘주에서 생산하여 국내로 다시 도입하여 재배하고 있는 실정이다.

국내에서의 이탈리아 라이그라스 종자 생산을 위해서는 극조생 품종을 개발을 통하여 수확시기를 앞당기게 되었으며 따라서 극조생 품종을 활용한 국내산 종자생산 가능성이 검토되어지고 있다. 그러나 최근의 가을철 잦은 비로 인한 일기불순은 이탈리아 라이그라스의 가을 파종을 불가능하게 하고 이로 인해 종자수급에 영향을 미칠 수 있어 봄 파종시에도 종자생산이 가능한지에 대한 검토가 필요한 것으로 판단된다. 그러나 봄 파종 이탈리아 라이그라스 종자 생산과 관련된 연구는 많지 않다 (Nam et al., 2020).

따라서 본 시험은 강원 산간지역에서 봄철에 파종한 이탈리아 라이그라스 품종이 종자 생산성, 종자 특성 그리고 부산물로 남은 짚의 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 이탈리아 라이그라스의 재배

본 연구를 위한 이탈리아 라이그라스 재배는 강원도 평창군 소재 (북위 37°32'40", 동경 128°26'33", 해발 550m)에 위치한 서울대학교 평창캠퍼스 사료작물 시험포에서 수행되었다. 시험 전 옥수수를 재배 한 후 휴한중인 포장으로 시험포장의 화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 약산성이고 유기물 함량은 높았고 총 질소 및 유효인산의 함량은 낮은 편이었다.

이탈리아 라이그라스 재배를 위해 토양내 유기물을 보충할 목적으로 10톤/ha의 유박을 전면에 살포하였다. 시험에 사용된 이탈리아 라이그라스 품종은 국립축산과학원에서 육성한 “그린콜 (Greencall)”, “그린팜 (Greenfarm)” 그리고 “코윈어리 (Kowinearly)”

를 이용하여 3처리 난괴법 3반복으로 실시하였다.

이탈리아 라이그라스의 파종은 2020년 3월 26일에 하였다. 시험구 크기는 6m(2m×3m)으로 하였고, 20 kg/ha의 종자를 30 cm 간격으로 조파를 하였다.

시비량은 질소 90kg, 인산 120kg 및 칼리 120kg/ha로 하였으며 파종당일 포장전면에 균일하게 살포하였다.

2. 이탈리아 라이그라스의 수확

종자 생산을 위한 이탈리아 라이그라스 수확은 평균 출수일로부터 60일후인 7월 2일에 하였다. 수량조사 전에 포장상태에서 초장, 생육상황, 질병, 도복 등에 대한 생육조사를 실시하였다. 수확은 전체 10줄 중에서 가장자리 2줄을 제외한 나머지 6줄을 수확하여 수량 조사를 하였다.

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

한편 m² 당 이삭수는 파종당일 20 × 30 cm quadrat을 각 시험구에 설치하고 해당 면적에서 생산된 이삭수를 산정한 후 m² 당 이삭수로 환산하였다.

3. 종자특성 평가

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

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 이중마

Table 1. Chemical properties of soil in experimental field

pH (1:5)	OM (g/kg)	TN (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(mg/kg)				CEC (cmol/kg)
				K	Ca	Mg	Na	
6.08	45.39	0.18	153.67	6.08	4.29	2.07	0.08	36.27

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

개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다.

조단백질 함량은 AOAC(1995)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* 건물소 화율 (IVDMD)는 Tilley 및 Terry법 (1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 시험에 쓰인 위액은 평소 조사료를 자유 채식 한 한우에서 아침사료를 급여하기 전에 채취하여 이용하였다.

5. 기상 상황

시험기간 동안의 기상(기온 및 강수량)은 Figure 1에서 보는 바와 같다. 기온은 평년보다 낮았으며 특히 4월 기온은 예년에 비해 12.1℃가 낮았다. 그러나 5월~7월까지는 예년과 큰 차이가 없었다. 강수량은 3월과 4월에는 예년보다 적었으나 5월에는 강수량이 더 많았으나 6월과 7월은 예년에 비해 줄어들었다. 강수 일수에 있어서는 7월은 장마철에 해당되어 19일이나 되어 잦은 강우로 인해 종자 건조에 어려움이 있었다.

6. 통계처리

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

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

봄 파종한 이탈리아 라이그라스의 품종별 초장 및 생육특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 초장은 코윈어리가 93.1 cm로 가장 길었고 그린팜이 89.3 cm 그리고 그린콜이 86.7 cm로 가장 짧았다. 출수기는 그린콜과 그린팜이 5월 4일로 차이가 없는 것으로 나타났으며 코윈어리는 5월 8일로 약 4일정도 늦었다. 질병 저항성은 차이가 없었으나 도복에 있어서는 코윈어리 품종이 종자 수 확기에 심하게 일어났다.

Ji et al.(2018)에 의하면 신품종 그린콜의 특성은 대조구인 플로리다 80 보다 초장이 짧으며 출수기는 4월 25일로 약 1주일정

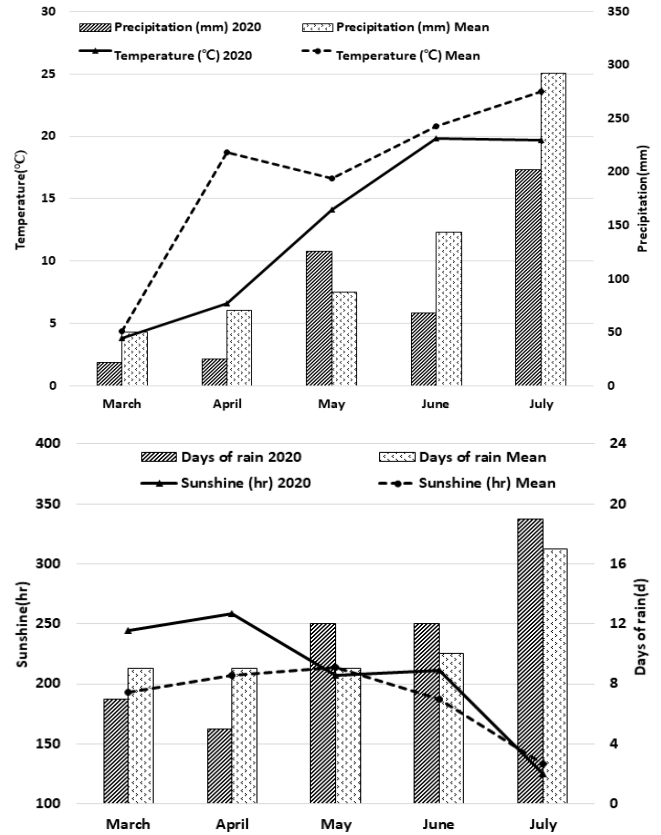


Fig. 1. Monthly meteorological data around the experimental periods in Pyeongchang

도 빠르다고 하였다. 또 다른 신품종 육성시험에서 그린팜은 플로리다 80보다 초장이 5 cm 짧았으며 (98 vs 93 cm), 출수기도 4월 28일로 플로리다 80보다 12일이 빨랐다고 하였다(Ji et al., 2011). 한편 Choi et al.(2008)은 가을에 파종한 코윈어리의 출수기가 5월 6일이라고 하였다. 시험시기가 달라 상호간의 속기를 정확하게 비교하기는 어렵지만 RDA(2020)에서는 세 품종의 출수기를 그린팜은 4월 28일, 그린콜은 4월 25일 그리고 코윈어리는 5월 6일로 제시하고 있다. 그리고 초장에 있어서는 그린콜 (96) > 그린팜(91) > 코윈어리(89 cm)로 소개하고 있다. Terry et al.(2010)은 이탈리아 라이그라스의 출수기는 각 개체가 일장과 저온감응 정도에 따라 달라지며 실제 출수기는 고도와 위도 그리고 연차에 따라 다르다고 하였다. 본 시험에서 기존의 출수기와 차이를 보인 것은 봄 파종으로 인한 짧은 생육기간으로 품종의 고유 특성이 발현되지 못한 것으로 판단된다.

도복에 있어서는 코윈어리의 경우 심하게 나타났는데 Seo et al.(2013)의 연구에서도 출수기까지는 도복이 관찰되지 않았으나 출수후기부터 생육이 진행될수록 점차 심해져 개화후기에는 반 이상이 도복되고 등숙기에는 대부분이 도복되었다고 하여 본 시험의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

Table 2. The agronomic characteristics of Italian ryegrass depending on the variety in Gangwon region

Varieties	Plant height (cm)	Heading date	Lodging resistance (1~9)*	Disease resistance (1~9)
Greencall	86.7	May 4	3.7	1
Greenfarm	89.3	May 4	3.0	1
Kowinearly	93.1	May 8	7.7	1
Mean	89.7	May 5	4.8	1
LSD(0.05)	3.84	-	2.04	-

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

2. 종자 특성

종자의 특성은 이삭의 길이에서 코윈어리가 52.2 cm로 가장 길었고 그린콜이 48.9 cm로 가장 짧았다. 그러나 품종간에 유의성은 없었다($P>0.05$). 이삭당 종자의 수는 그린콜과 코윈어리는 차이가 없었지만 그린팜은 종자수가 이삭당 118.5개로 유의적으로 적었다($P<0.05$). 이삭당 종자무게에 있어서도 코윈어리 > 그린콜 > 그린팜 순으로 나타났으며 그린팜은 두 품종과는 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 그러나 천립중 무게는 그린팜이 2.5g 으로 유의적인 차이가 있었으며($P<0.05$) 그린콜과 그린팜은 비슷한 무게를 나타내었다. 한편 포장에서의 단위면적당 이삭수를 평가함에 있어 그린팜이 906 개/m²으로 가장 많았고($P<0.05$) 코윈어리와 그린콜은 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$).

Kim et al.(2010)은 화산 101호와 코그린에 대한 종자 생산성 시험에서 조생 품종의 이삭길이가 더 길었으며 천립중도 더 무거웠다고 보고하였다. 본 시험에서는 상대적으로 숙기가 늦은 코윈어리 품종의 이삭길이가 숙기가 빠른 두 품종에 비해 더 길었으며 천립중은 그린콜과 비슷하였고 그린팜 보다는 더 가벼웠다.

3. 종자 및 짚의 생산성

품종별 종자와 짚의 생산성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 평균 건물함량은 종자가 51.2% 그리고 짚은 34.2%로 종자가 더 높았다. 품종간에는 종자에서 그린팜의 건물함량이 54.3%로 가

장 높았으며($P<0.05$) 짚은 코윈어리가 35.3%로 가장 높았으나 유의성은 없었다($P>0.05$).

종자의 생산성은 그린팜이 1,634 kg/ha로 가장 높았으며 코윈어리 1,531 그리고 그린콜이 1,317 kg/ha로 나타나 그린팜이 단위면적당 이삭수가 많고 천립중이 무거워 종자 수량도 가장 많은 것으로 판단되었다($P<0.05$). 이탈리아 라이그라스는 캐나다에서 봄 파종시 종자를 생산하지 못하거나 생산성이 매우 낮아지는데 이는 vernalization과 관련이 있는 것으로 판단되며 늦가을에 파종한 경우도 수량이 낮아 권장하기가 어렵다고 하였다(Bruce et al, 2015). 그러나 본 시험에서는 봄철에 파종한 종자의 경우 평균 1,493 kg/ha의 수량을 보여 가을 파종에 비해(약 2톤)수량이 떨어지지만 여러 가지 이유로 가을 파종이 어려운 경우에는 봄 파종으로 종자 생산을 하는 것도 종자 수급이 어려운 경우 좋은 방안이 될 것으로 판단된다.

Choi et al.(2002)은 휴폭 및 질소 시비량에 따른 종자생산성 시험에서 만생품종인 화산 101호를 대상으로 수행한 결과 휴폭 30cm와 이른 봄 질소 50 kg/ha 시용시 가장 높은 수량인 1,694 kg/ha를 나타내었다고 하여 봄에 파종한 본 시험과는 수량에서 조금 차이가 있었다.

짚의 건물수량은 평균 3,172 kg/ha로 나타났으며 코윈어리 품종의 건물 수량이 많았지만 처리간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 한편 남부지역에서의 이탈리아라이그라스 봄 파종시의 생산성은 5톤/ha 내외로 나타났다고 하였는데 이는 종자와 짚

Table 3. The characteristics of the spikes and the seed depending on the variety in Gangwon region

Varieties	Spike length(cm)	No. of seed per spike	Seed weight(g) per spike	1000-grain weight (g)	No. of spike per m ²
Greencall	48.9	166.1	0.61	2.0	734
Greenfarm	49.6	118.5	0.56	2.5	906
Kowinearly	52.2	162.3	0.64	1.9	746
Mean	50.2	149.0	0.60	2.13	795
LSD(0.05)	NS	28.54	0.034	0.485	53.2

* NS : not significant

Table 4. Fresh and dry matter(DM) yield of seed and straw depending on the variety in Gangwon region

Varieties	Seed			Straw		
	DM(%)	Fresh yield (kg/ha)	Dry yield (kg/ha)	DM(%)	Fresh yield (kg/ha)	Dry yield (kg/ha)
Greencall	51.4	2,558	1,317	32.8	9,766	3,206
Greenfarm	54.3	3,012	1,634	34.5	8,818	3,026
Kowinearly	47.9	3,197	1,531	35.3	9,436	3,287
Mean	51.2	2,922	1,493	34.2	9,340	3,172
LSD(0.05)	3.54	363.7	152.4	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 variety in Gangwon region

Varieties	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	TDN (%)	RFV
Greencall	6.99	38.67	63.77	57.40	58.35	86
Greenfarm	6.61	40.34	66.96	61.99	57.03	80
Kowinearly	5.82	41.03	66.42	57.66	56.49	80
Mean	6.47	40.02	65.72	59.01	57.29	82
LSD(0.05)	0.425	NS	NS	NS	NS	NS

* NS : not significant

을 합칠 경우 비슷한 수준이었다 (Nam et al., 2019).

따라서 봄에 파종한 이탈리아인 라이그라스는 종자 생산성이 가을 파종보다 낮기 때문에 생산단계에 대한 분석을 통하여 종합적으로 가능성에 대한 결론을 도출해야 할 것으로 판단된다.

4. 짚의 사료가치

채종된 짚의 사료가치는 Table 5에서 보는 바와 같다. 조단백질 함량은 5.82~6.99%로 낮았으며 숙기가 상대적으로 늦은 코원어리에서 유의적으로 가장 낮았다($P<0.05$). 대부분의 사료가치를 나타내는 항목에 있어 코원어리 품종이 낮았는데 이는 도복에 의해 품질이 저하된 것으로 판단되었으나 다른 품종과의 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). RFV 값에 있어서도 80~86으로 채종 후의 부산물이기에 매우 낮은 값을 나타내었다. 전체적으로 종자를 탈곡한 후의 부산물이어서 조단백질을 제외하고는 품질 성분에 있어 유의적인 차이는 없었다.

한편 Ji et al.(2011)은 정상적으로 생육된 그린팜의 사료가치는 조단백질이 10.3%, 소화율이 68.7% 그리고 TDN이 63.3%라고 하여 종자 생산 후 부산물로 이용되는 짚의 사료가치는 whole plant와는 차이가 있었다.

IV. 요약

본 시험은 강원지역에서 봄철 파종한 이탈리아인 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.) 품종에 따른 종자 생산성을 비교하기 위해 수행되었다. 시험포장은 해발 600m내외의 고지대로 최근 육성된 그린콜(Greencall), 그린팜(Greenfarm) 그리고 코원어리(Kowinearly) 품종을 공시하여 난괴법 3반복으로 수행하였다. 시험구의 파종은 2020년 3월 26일에 하였으며 수확은 평균 출수일로부터 60일째인 7월 2일에 하였다. 출수기는 코원어리가 5월 8일로 가장 늦었으며 그린팜과 그린콜은 5월 4일에 출수하였다 초장은 코원어리 품종이 가장 컸다. 그러나 코원어리 품종은 도복이 심하게 일어났다. 이삭의 길이는 품종간에 유의적인 차이가 없었으며 이삭당 종자수는 그린팜이 118.5개/spike 로 가장 적었다. 이삭당 종자무게는 그린팜 품종이 0.56 g/spike로 유의적으로 적었으나 천립중은 그린팜이 2.5g으로 가장 무거웠다. 단위면적당 이삭수는 그린팜에서 906개/m²로 가장 많았다. 수확시 종자의 건물함량은 그린팜이 54.3%로 가장 높았고 짚은 코원어리가 35.3%로 가장 높았다. 종자 생산성은 그린콜이 가장 적었으며 평균 1,493 kg/ha로 나타났다. 채종후의 짚 생산량은 품종간에 유의성이 없었으며 평균 건물수량은 3,172 kg/ha로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 강원지역 고지대에서 봄 파종을 통한 이탈리아인 라이그라스 종자생산은 가을 파종에 비해 생산량이 낮지만 향후 생산성을 높일

수 있는 다양한 기술의 투입이 필요하며 경제성 분석을 통해 생산 단가를 고려하여 결정하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

V. 사 사

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

VI. REFERENCES

- A.O.A.C. 1995. Official method of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Washington D.C.
- Bruce, C., Heather, L. and Matin, E. 2015. The effect of late fall seeding time on the seed production of Italian Ryegrass. *Canadian Journal of Plant Science*. 95:641-645. doi:10.4141/cjps-2015-021
- Choi, G.J., Jung, E.S., Rim, Y.W., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R. and Park, G.J. 2002. Effects of drill widths and nitrogen application levels in early spring on the growth characteristics and seed productivity of Italian Ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 22(3):221-228.
- Choi, G.J., Kim, W.H. and Seo, S. 2008. Production and utilization of Italian Ryegrass and barley as winter annual forages in Korea. *Proceedings of 2008 Annual Congress of Korean Society of Grassland and Forage Science*. pp. 17-48.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Sung, B.R., Kim, K.Y., Lee, J.K., Lim, K.B., Park, H.S., Seo, S. and Ji, H.C. 2007. A cold-tolerant and early-maturing Italian Ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam) new variety, 'Kospeed'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27(3):145-150.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agic. Handbook 379*, U.S. Government Print Office, Washington, D.C.
- 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.
- Ji, H.C., Choi, K.J., Lee, S.H., Kim, K.Y., Lee, K.W., Park, N.G. and Lee, E.S. 2013. A very early-maturing Italian Ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam) new variety, 'Greenfarm II'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(1):10-14.
- Ji, H.C., Hwang, T.Y., Kim, K.Y., Choe, H.S., K.H., Cheo, K.H., Lee, K.W. and Lee S.J. 2015. A very early-maturing Italian Ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam) new variety, 'Greenfarm 3'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35(1):31-35.
- 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.
- Ji, H.C., Lee, S.H., Yoon, S.H., Kim, K.Y., Choi, K.J., Park, H.S., Park, N.G., Lim, Y.C. and Lee, E.S. 2011. A very early-maturing Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, 'green farm' for double cropping system. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 31(1):9-14.
- 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.
- MAFRA. 2019. The current situation of forage increase production and supplementation policy. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- 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.
- Nam, S.H., Kim, K.S., Park, M.H., Yun, A.A., Han, O.K., Kim, W.H. and Sun, S.S. 2019. Growth characteristics and productivity of spring sowing time and mixed sowing of winter forage crop. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39(4):207-215.
- Rural Development Administration(RDA). 2020. Forage crop-Italian ryegrass (IRG) safety cultivation technology in the central region. Nongsaro. <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.ps?pageIndex=1&pageSize=10&menuId=PS00067&sText=&sStdPrdLstCode=LP065601&sStdTchnlgyCode=GC05&sRdaStdPrdLstCode=L P&sRdaStdTchnlgyCode=&kidofcomdtyNo=21132&sOldDtShowAt=N&sKeyword=&sNameOrderAt=Y&sSearchText=&sSearchTextM=>
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT user guide: Statics, Version 9.0. (7th ed.). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Seo, S., Kim, W.H., Kim, M.J., Lee, S.H., Jung, M.W., Kim, K.Y., Ji, H.J., Park, H.S., Kim, J.G. and Choi, K.J. 2013. Optimum harvest stage of Italian Ryegrass 'Kowinearly' according to one and two harvests during spring season. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(1):15-20.
- Terry, L., Peter, B., Neil, G. and Mary-Anne, L. 2010. Annual, Italian and short rotation ryegrass varieties. States of New South Wales. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/331746/annual-itali-an-and-short-rotation-ryegrass-varieties-2010.pdf
- 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.

(Received : October 14, 2020 | Revised : October 29, 2020 | Accepted : November 2, 2020)