

Research Article

남부지역에서 질소 시비량에 따른 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.) ‘그린콜’ 품종의 종자 및 짚 생산성 비교 연구

유영상¹, Wang Li Li², Li Yan Fen¹, Xaysana Panyavong¹, 이배훈³, 김종근^{1,2,*}

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²서울대학교 그린바이오과학기술연구원,

³국립축산과학원 초지사료과

Comparative Study on Seed and Straw Productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) ‘GreenCall’ According to Nitrogen Fertilization Level in Southern Region of Korea

Young Sang Yu¹, Li Li Wang², Yan Fen Li¹, Xaysana Panyavong¹, Bae Hun Lee³ 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

³Grassland and Forage Division, NIAS, RDA, Cheonan, 31000, Korea

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the changes in seed productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) according to nitrogen fertilization levels in the southern region of Korea. Italian ryegrass (IRG) variety ‘Green Call’ was sown in the fall of 2021 in Jinju, Gyeongsangnam-do. The experiment consisted of three nitrogen fertilizer levels (100, 120, and 140 N kg/ha) with three replications using a randomized complete block design. Harvesting was done approximately 30 days after heading on May 18th. There was no difference in heading date among treatments, which occurred on April 18th. The longest IRG was observed in the 140 N kg/ha treatment, but there was no significant difference. No significant differences were observed in lodging, disease resistance, and cold tolerance among treatments, but lodging was severe in all treatments. The length of the spike averaged 44.95 cm, with no difference among treatments, and the number of seeds per spike was highest in the 120 N kg/ha treatment. Seed yield increased with increasing nitrogen fertilizer levels, averaging 3,707 kg/ha (as-fed basis). DM content of seed and straw averaged 76.95% and 62.19%, respectively, with no significant differences among treatments. The remaining straw after harvesting averaged 6,525 kg/ha on a dry matter basis, with the highest value observed in the 140 N kg/ha treatment. Overall, considering the results, the optimal nitrogen fertilizer application rate for seed production of Italian ryegrass in the southern region when sown in autumn was found to be 120 N kg/ha.

(Key words: GreenCall, Nitrogen Fertilizer, Italian ryegrass, Quality, Seed yield)

I. 서론

이탈리안 라이그라스는 쉬운 정착, 높은 사료가치 및 생산성으로 인해 전세계적으로 광범위하게 이용이 되고 있다. 적정 토양 pH는 5.5~8.8이며 부정근으로 인해 배수가 불량한 토양에서도 잘 자란다(Barnes et al., 2003). 지중해 연안 및 유럽 남부, 북 아 프리카, 중앙아시아 등이 원산으로 알려져 있으며 한지형 목초이

나 온난한 기후에서 잘 자라는 특성이 있다.

우리나라에는 1955년 미국으로부터 도입이 되어 남부지역의 벼 후작으로 논에서 주로 재배가 되었다. 그러나 추위에 약하고 벼 이앙과의 작업이 겹치면서 크게 확대되지는 못하였으나 최근 농촌진흥청 국립축산과학원에서 내한성이 개선된 조생 품종을 육성하면서 재배면적이 전국적으로 확대되고 있다. 2022년에는 7,312톤의 종자 수요가 있었으며 전국 사료작물 재배면적의

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

76%, 동계사료작물의 87%를 점유하는 결과를 나타내고 있다. 이탈리아 라이그라스에 대한 높은 선호도는 종자의 수요도 늘어났다. 현재 국외 품종이 70% 그리고 국내 개발 품종이 약 30%를 차지하고 있는데 국내 육성 품종도 대부분 국내의 종자 업체가 해외에서 위탁생산하여 국내로 반입하고 있는 실정이다(Nam et al., 2020).

국내에서의 이탈리아 라이그라스 종자 생산은 다양한 이유로 제약을 받고 있다. 가장 큰 제약은 기상이다. 이탈리아 라이그라스 종자 생산 시기는 우리나라의 장마철인 6월 하순에 해당되어 종자의 수확과 건조 작업에 어려움이 있고 종자생산 기술 또한 정립되지 못하였다. 또한 생산업체의 영세화와 부족한 기계화로 인해 단가가 상승하는 문제가 있어 국내에서의 종자 생산은 어려운 실정이다.

다양한 이유로 국내에서도 이탈리아 라이그라스 종자를 생산하고자 하는 움직임은 있었다. 전북 김제, 경남 함안 그리고 전남 장흥 등에서 일부 국내산 이탈리아 라이그라스 종자를 생산하였으며 현재도 생산을 이어가고 있는 곳도 있다. 그러나 기상 여건으로 인해 종자생산에 어려움이 있어 업체에서는 포기하는 사례가 나타나고 있다.

종자 생산에서 질소질 비료는 작물의 종류, 토양 특성 및 기상 요인 등에 따라 다르게 반응을 하지만 일반적으로 분얼수, 주수당 종자 생산량을 증가시키며 작물의 생산과정을 촉진시키는 요인이 된다. 그러나 과도한 질소질 비료는 도복의 원인이 될 수도 있다(Tim et al., 2017). 질소질 비료가 일정량 도달하면 증량을 하여도 종자 생산성에는 차이가 없어 경제적인 관점도 고려해야 할 것이다.

최근 종자 생산 시기를 장마철 이전으로 맞출 수 있는 극조생 품종의 개발로 인해 국내에서도 이탈리아 라이그라스 종자를 생산하려는 움직임이 남부지방을 중심으로 진행되고 있다. 극조생 품종인 그린콜을 활용한 파종량(Jeong et al., 2022) 및 파종간격(Li et al., 2022) 연구가 진행된 바 있고, 조생품종에 대한 종자 및 짚 생산성 규명 연구(Jeong et al., 2020) 그리고 재배환경(수확시기 등)에 따른 종자 생산성 평가(Nam et al., 2020) 등에 대한 연구가 보고되었다.

따라서 본 연구는 국내에서 극조생 품종을 활용한 종자 생산 기술을 확립하기 위하여 남부지역에서 질소 시비량이 종자 및 채종 짚 생산에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 이탈리아 라이그라스 재배

질소시비량에 따른 종자 및 채종 짚의 생산성을 비교하기 위한 이탈리아 라이그라스 재배는 경남 진주시 이반성면 장안리(N 35°18' 82", E 128°34' 56")에 위치한 농가의 논에서 수행하였다. 2021년 10월에 파종을 하여 2022년 5월에 수확을 하였다. 시험을 수행한 포장의 전작물로 벼를 재배하였으며 토양의 이화학적 특성은 약산성으로 유기물 함량은 53.14 g/kg으로 다소 높았고 총질소 함량은 0.17%로 낮았다. 유효인산 함량은 168 mg/kg으로 일반적인 논 토양에 비해 약간 높은 경향이었다(Table 1).

종자생산을 위해 재배된 이탈리아 라이그라스는 국립축산과학원에서 육성한 극조생 품종인 '그린콜 (GreenCall)'을 이용하였으며 20 kg/ha의 종자를 휴폭 20 cm 간격으로 조파하였다. 파종은 10월 10일에 하였으며 시험구의 크기는 6 m² (2m×3m)로 하였고 3반복으로 수행하였다. 안정적인 생육을 위한 시비량은 인산 및 칼리질 비료는 120 kg/ha로 하여 파종시 포장 전면에 균일하게 살포하였고 질소질 비료는 100 kg/ha를 기준으로 하고 120 및 140 kg/ha로 처리하여 파종시와 이듬해 봄에 1/2씩 분시를 하였다.

2. 이탈리아 라이그라스의 수확

재배된 이탈리아 라이그라스는 종자 생산성 평가를 위해 출수 후 약 30일경인 5월 18일에 수확하였다. 수확을 하기 전에 생육 조사(초장, 생육상황, 질병 저항성, 도복 저항성 및 월동율)를 하였으며, 생산성 평가는 전체 중에서 가장자리를 제외하고 중앙의 4줄을 수확하여 수량 조사를 하였다. 질병 및 도복에 대한 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 m² 당 이삭수는 파종 당일 20×30 cm quadrat을 각 시험구에 설치하고 해당 면적에서 생산된 이삭수를 조사한 후 m² 당

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	
6.07	53.14	0.17	168.17	0.52	4.18	1.93	0.06	31.52

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

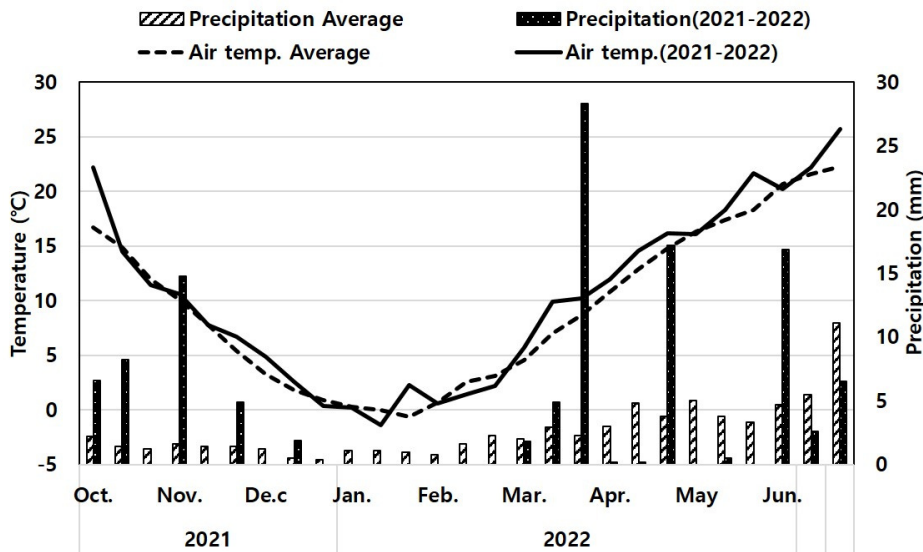


Fig. 1. Monthly meteorological data around the experimental periods in Jinju.

이삭수로 환산하였다.

3. 종자특성 평가

종자의 특성조사는 건조된 종자의 일부를 활용하여 평가하였는데, 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 1,000 개의 종자 무게를 측정하였고, 65 °C 순환식 열풍건조기에서 72시간 건조한 후 종자의 건물함량을 조사하였다.

4. 사료가치 분석

채종 짚에 대한 사료가치 분석을 위한 시료는 수확 당일 얻어진 시료를 65°C 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료 통에 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($TDN \% = 88.9 - (0.79 \times ADF \%)$). 또한 RFV (relative feed value)는 ADF 함량으로 DDM (digestible dry matter)을 추정하였고($\% DDM = 88.9 - (ADF \% \times 0.779)$), NDF 함량으로 DMI (dry matter intake)를 산정한 후($\% DMI = 120 / NDF \%$) RFV 값을 산출하였다($RFV = (\% DDM \times \%$

DMI) / 1.29). *In vitro* 건물소화율(IVDMD)은 Tilley and Terry 법(1963)을 Moore (1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 시험에 쓰인 위액은 평소 조사료를 자유채식 한 한우에서 아침사료를 급여하기 전에 채취하여 이용하였다.

5. 기상 상황

시험기간 동안의 기상(기온 및 강수량)은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 기온은 대체적으로 평년보다 높았으나 2022년 1월 및 2월에는 평년보다 낮았다. 강수량은 대체적으로 낮은 편이었으며 2021년 12월 하순부터 2022년 3월 상순까지는 거의 비가 내리지 않았다. 그러나 2022년 3월상순부터 비가 많이 왔으며 4월 하순과 6월 상순에 강우가 있었다. 특히 6월에는 비가 잦아 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

이탈리안 라이그라스의 질소 시비량에 따른 생육특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 초장은 평균 95.8 cm로 나타났으며 질소

Table 2. The agronomic characteristics of Italian ryegrass depending on the nitrogen fertilizer application

Nitrogen fertilizer	Plant height (cm)	Heading date	Lodging resistance (1~9)*	Disease resistance (1~9)	Cold resistance (1~9)
100kg/ha	91.7	April 18	9	1	1
120kg/ha	96.6	April 18	9	1	1
140kg/ha	99.2	April 18	9	1	1
Mean	95.8	-	9	1	1
LSD (0.05)	NS	-	NS	NS	NS

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

* NS : not significant.

Table 3. The characteristics of the spikes and the seed depending on the nitrogen fertilizer application

Nitrogen fertilizer	Spike length (cm)	No. of seed per spike	Seed weight (g) per spike	1000-grain weight (g)	No. of spike per m ²
100kg/ha	45.87	99.40	0.36	3.6217	896
120kg/ha	44.98	109.73	0.36	3.2808	1,103
140kg/ha	44.01	102.67	0.24	2.3376	1,269
Mean	44.95	103.93	0.32	3.0800	1,089
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS

* NS : not significant.

시비량이 많은 140 kg/ha구에서 99.2 cm로 가장 컸고 100 kg/ha 구에서 가장 적었으나 처리간에 유의성은 없었다 ($p>0.05$). 일반적으로 질소 시비량이 늘어나면 식물의 생장이 양호하게 진행되어 초장이 길어지는 결과를 초래하며 이는 Tomple et al. (2021)의 Kenaf 시험에서도 같은 경향을 보고한 바 있다. Kim et al. (2015)도 사료용 벼를 이용한 질소 시비량 시험에서 질소 시비량이 많아질수록 초장이 길어지는 경향을 나타내었다고 보고 하였다. Back et al. (2013)은 총채보리에서도 질소시비량이 증가함에 따라 초장이 증가하였으나 250 kg/ha이상에서는 차이가 없었다고 하였다.

남부지역에서의 그린콜 품종의 출수기는 4월 18일로 빨랐으며 질병저항성 및 내한성에서는 강한 것으로 나타났다. 그러나 모든 처리구에서 도복이 발생하였고 질소 시비량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($p>0.05$). 그린콜 품종의 전국 평균 출수기는 4월 25일 이었으며 제주 지역의 경우는 평균 4월 12일이라고 하여 남부지역에서는 평균보다 더 빠른 출수기를 나타내었다고 보고 하였다(NIAS, 2017). 본 시험에서 진주지역의 출수기가 4월 18일로 위도를 고려한다면 비슷한 결과를 나타내었다고 판단 된다.

그린콜 품종의 남부지역 파종량 시험(Jeong et al., 2022)에서 평균 초장은 121 cm로 나타났으며 도복은 평균 8.0 그리고 질병 및 내한성은 평균 1.0으로 나타났다고 하여 본 시험과는 초장에서 차이가 있었으나 도복, 질병저항성 및 내한성에서는 큰 차이가 없었다. 그러나 또 다른 연구에 의하면 (Ji et al., 2018) 신품종

‘그린콜’의 5개지역 평균 생육특성 성적에서 초장이 96cm이었으며 월동율은 대조품종인‘플로리다 80’보다 더 우수하였다고 보고 하였다(3.3 vs 1.2).

2. 종자 특성

남부지역에서 이탈리아인 라이그라스 파종량이 종자특성에 미치는 영향은 Table 3에서 보는 바와 같다. 이삭의 길이는 평균 44.95 cm 이었고 100 kg/ha 시비구에서 45.87 cm로 가장 길었으나 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 화서 당 종자수는 120 kg/ha 질소 시비구에서 109.73 개로 가장 많았으며 100 kg/ha 질소 시비구에서 가장 적었으나 처리간에 유의성은 없었다($p>0.05$). 이삭당 종자무게는 평균 0.32g이었으며 이삭당 종자수가 적었던 100 kg/ha 질소 시비구에서 가장 무거웠고 140 kg/ha 질소 시비구에서 0.24 g으로 가장 적었다. 한편 천립중은 평균 3.0800g이었고 질소 시비량이 늘어남에 따라 줄어드는 경향을 보였다.

남부지역에서의 시험 수행 한 (Li et al., 2022) 그린콜 품종은 이삭의 길이가 61.0 cm로 나타났고 화서당 종자수는 194개, 이삭당 종자무게는 0.65 g 그리고 천립중은 2.1807g으로 나타났다고 하여 본 시험을 기준으로 볼 때 이삭길이는 더 길었으며 종자수도 많았고 이삭당 종자무게가 더 무거웠으며 천립중은 큰 차이가 없었다.

한편 Jeong et al. (2022)의 남부지역 그린콜 종자 생산 시험에서 본 시험과 같은 20 kg/ha 파종량에서 이삭의 길이가 61.5 cm,

이삭 당 종자수는 198개 그리고 이삭당 종자무게는 0.66 g으로 나타났다고 하였는데 본 시험보다는 차이가 있었다. 또한 Choi et al. (2003)은 오차드그라스 종자 생산을 위한 이른 봄 질소 시비량 시험에서 질소 시비량이 많을수록 단위면적당 이삭수가 많았으며 이삭의 길이도 길어진다고 보고 하였다. 그러나 Yaman and Avcı (2020)은 질소 시비량에 따른 종자 생산연구에서 질소 시비량이 늘어남에 따라 초장과 이삭의 길이가 길어졌으며, 천립중은 차이는 있었으나 질소 시비량에 따른 특별한 경향을 나타내지는 않았다고 하였다.

3. 종자 및 짚의 생산성

질소 시비량에 따른 이탈리아 라이그라스의 종자 및 짚 생산성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 종자의 건물함량은 평균 76.95 %로 높게 나타났으며 질소 시비량에 따른 차이는 없었다. 종자의 수량은 풍건(수분함량 13% 내외) 기준으로 평균 3,707 kg/ha 이었으며 질소시비량이 많아질수록 증가하는 경향을 나타내었다 ($P < 0.05$). 그러나 120 kg/ha와 140kg/ha에서는 유의적인 차이가 없었다(3,870 vs 4,197 kg/ha). Choi et al. (2003)의 오차드그라스 종자 생산시험에서 질소 시비수준이 증가할수록 종자 생산량은 늘어났으나, 135kg/ha 이상의 질소 시비량에서는 감소하는 것으로 나타났다고 하였다.

Tim et al. (2017)도 질소 시비량에 따른 이탈리아 라이그라스 종자 생산성 규명 시험에서 0, 30, 60 및 90kg/ha까지는 질소시비량이 높아질수록 분얼과 이삭의 수가 늘어나 종자 생산량이 증가하였으나 90, 120 및 150 kg/ha에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 하였다. Bae et al. (2021)은 적정 질소 시비량 규명 시험에서 90kg/ha 수준까지는 종자수량이 직선적으로 증가한 후 이후 감소하는 경향을 보였으며 90 kg/ha 시용시 종자수량과 질소이용효율이 가장 높았다고 하였다. 한편 Yaman and Avcı (2020)은 질소시비량 시험에서 질소량이 늘어나면 종자 생산량도 유의적으로 증가한다고 하여 본 시험과 일치되는 경향을 보여주었다.

종자생산 부산물인 채종짚의 수량은 평균 6,525 kg/ha로 높은

편이었으며 질소 시비량이 증가할수록 높은 수량을 나타내었다 ($P < 0.05$). 또한 건물함량도 62.19%로 수확 후 1일정도 예건을 하면 건조로 이용이 가능한 것으로 판단되었다. Hejduk and Macháč (2019)은 이탈리아 라이그라스 채종 후의 짚 생산량이 6.00 ± 1.76 t/ha, 건물함량이 40.82~43.64 %로 나타났다고 하였는데 본 시험과 비슷한 수량을 보였으나 건물함량은 낮았다. Jeong et al. (2021)은 강원 평창지역에서의 종자생산 연구에서 채종짚의 수량이 평균 3,174 kg/ha로 매우 낮았는데 이는 봄철 재배로 인해 생육기간이 짧았기 때문인 것으로 판단된다.

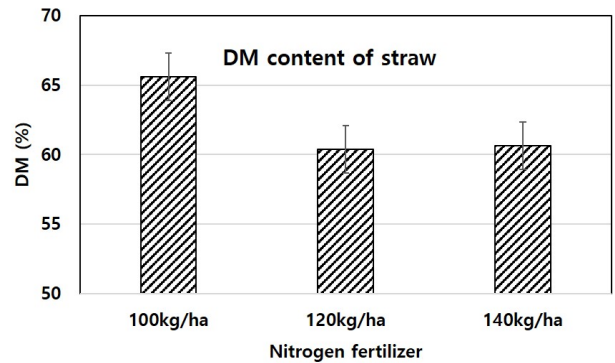


Fig. 2. Dry matter content of straw depending on the nitrogen fertilizer application.

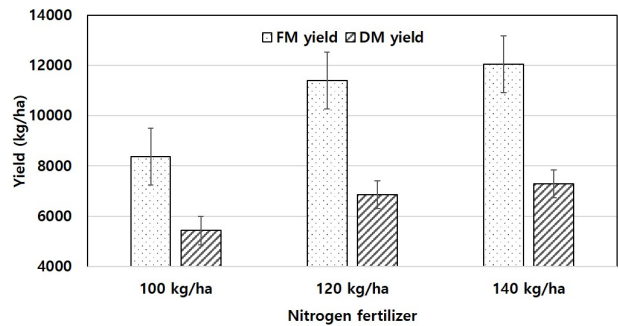


Fig. 3. Fresh and dry matter yield of straw depending on the nitrogen fertilizer application.

Table 4. Fresh and dry matter (DM) yield of seed depending on the nitrogen fertilizer application

Nitrogen fertilizer	Seed (kg/ha)			
	DM (%)	FM yield	DM yield	Air-dry yield
100kg/ha	77.50	3,443	2,656	3,052
120kg/ha	75.73	4,450	3,367	3,870
140kg/ha	77.61	4,707	3,652	4,197
Mean	76.95	4,200	3,225	3,707
LSD (0.05)	NS	314.7	486.1	494.7

* NS : not significant, Air-dry : 13% moisture basis.

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 nitrogen fertilizer application

Nitrogen fertilizer	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	IVDMD (%)	TDN (%)	RFV
100kg/ha	37.86	57.16	9.63	62.41	58.99	97
120kg/ha	36.53	53.47	9.94	63.16	60.04	105
140kg/ha	34.82	50.16	10.38	63.58	61.39	115
Mean	36.40	53.60	9.98	63.05	60.14	106
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* NS : not significant.

4. 짚의 사료가치

종자 채종 부산물인 짚의 사료가치는 Table 5에 제시되었다. 대부분의 항목에서 질소 시비량에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 평균 성분함량은 CP, ADF, NDF, IVDMD, TDN 및 RFV 값은 9.98%, 36.40%, 53.60%, 63.05%, 60.14% 및 106로 나타났으며 일반적인 이탈리아 라이그라스보다는 낮은 사료가치를 보여주었다.

조단백질 함량은 질소시비량이 가장 많았던 140 kg/ha구에서 10.38%로 가장 높았으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. Jeong et al. (2021)의 강원지역 시험에서는 채종짚의 조단백질 함량이 6.91%로 나타났다고 하였는데 본 시험에서는 더 높은 함량(9.98%)을 보였다. Li et al. (2022)은 남부지역 이탈리아 라이그라스 종자생산 시험에서 채종짚의 조단백질 함량을 7.85%로 보고한 바 있다. Jeong et al. (2022)도 남부지역 종자생산시 채종짚의 조단백질 함량이 평균 7.98%로 나타났다고 하여 본 시험보다는 낮은 편이었다.

한편 ADF 및 NDF 함량은 다른 종자 생산시의 채종짚 보다 더 높게 나타났으며 소화율 및 TDN 함량도 높게 나타났다(63.05 및 60.14). 또한 ADF 및 NDF를 기초하여 산출되는 RFV 값도 다른 지역의 채종짚보다 월등히 높은 결과를 보여주었다.

IV. 요약

본 시험은 남부지역에서 질소시비 수준에 따른 이탈리아 라이그라스의 종자 생산성 변화를 구명하기 위하여 수행되었다. 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.) ‘그린칼’ 품종을 2021년 가을에 경남 진주지역에 파종하였다. 처리는 3처리의 질소시비 수준(100, 120, 및 140 N kg/ha)을 두고 난괴법 3반복으로 수행하였다. 수확은 출수일로부터 약 30일째인 5월 18일에 하였다. 출수기는 4월 18일로 처리 간에 차이는 없었다. 초장은 140 N kg/ha구에서 가장 길었으나 유의적인 차이는 없었다. 내도복,

내병성 및 내한성은 처리간에 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 전 처리구에서 도복이 심하게 발생하였다. 이삭의 길이는 평균 44.95 cm로 처리간 차이가 없었으며 이삭당 종자수는 120 N kg/ha 구에서 가장 많았다. 종자 수량은 질소시비 수준이 높아질수록 많았으며 평균 3,707 kg/ha(풍건기준)으로 나타났다. 종자 및 짚의 건물함량은 평균 76.95% 및 62.19%으로 나타났으며 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 채종 후 남은 짚의 수량은 건물기준 평균 6,525 kg/ha로 나타났으며 140 N kg/ha구에서 높았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 남부지역에서 가을 파종을 통한 이탈리아 라이그라스 종자생산 시 적정 질소비료 사용량은 120 N kg/ha 가 가장 유리한 것으로 나타났다.

V. 사사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 RS-2023-00228 804)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

VI. REFERENCES

- Back, N.H., Cho, K.M., Lee, J.H., Yang, C.H., Shin, P., Lee, S.B., Choi, M.K., Lee, K.B. and Park, K.H. 2013. Effect of nitrogen fertilizer rate and seeding rate on the agronomic characteristics and yield of whole crop barley in newly reclaimed land. *Korean Journal of International Agriculture*. 25(4):412-416.
- Bae, H.S., Jang, H.S., Ahn, S.H., Kim, U.H., Youn, J.T. and Chung, D.Y. 2021. Estimation of optimum n fertilizer and sowing rate for italian ryegrass seed production in the Saemangeum reclaimed land. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 54(2):213-221. <https://doi.org/10.7745/KJSSF.2021.54.2.213>
- Barnes, R.F., Nelson, C.J., Collins, M. and Moore, K.J. 2003. Forage (6th ed). Black well publishing, Iowa, USA.

Seed Productivity of IRG According to Nitrogen Application

- Choi, G.J., Jung, E.S., Rim, Y.W., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R., Kim, M.J. and Park, G.J. 2003. Effects of drill widths and nitrogen application levels in early spring on the growth characteristics and seed productivity of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 23(2):107-114.
- Dumas, A. 1826. Annales de chimie, 33, 342.
- Goering, H.K., and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural 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
- 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.) sown on spring in Gangwon province. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 40(4):221-226. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.5333/KGFS.2021.41.1.23>
- Jeong, E.C., Li, Y.F., Wang, L.L., Lee, S.H., Ahmadi, F. and Kim, J.G. 2022. Comparative study of seed and straw productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) 'GreenCall' according to seeding rates in the southern region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 42(1):41-46. <https://doi.org/10.5333/KGFS.2022.42.1.41>
- 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. <https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.247>
- Kim, J.G., Park, H.S., Lee, S.H., Jung, J.S. and Ko, H.J. 2015. Effect of seeding methods and nitrogen fertilizer rates on the forage quality and productivity of whole crop rice. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 35(2):87-92. <http://dx.doi.org/10.5333/KGFS.2015.35.2.87>
- Li, Y.F., Wang, L.L., Yu, Y.S., Jeong, E.C., Ahmadi, F., Lee, S.H. and Kim, J.G. 2022. Comparative study of seed and straw productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) 'GreenCall' according to inter-row spacing in the southern region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 42(2):89-95. <https://doi.org/10.5333/KGFS.2022.42.2.89>
- 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. <https://doi.org/10.5333/KGFS.2020.40.2.73>
- NIAS. 2017. Livestock technology – Forage crop. NIAS. <https://www.nias.go.kr/front/contlist.do?listUnit=10&stdItemCd=LP065601&stdSkillCd=&mainCategoryCode=LP&middleCategoryCode=LP06&subCategoryCode=LP065601&mainTechCode=GS&varietyCheck=1&cmCode=M130319105542263¤tPage=2>
- SAS. 2003. SAS online Doc. Version 8, SAS Institute, Cary. NC. USA.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Tim, V., Georges, R. and René, G. 2017. Seed yield response to N fertilization and potential of proximal sensing in Italian ryegrass seed crops. Field Crops Research. 211:37-47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.018>
- Tomple, B.M. and Jo, I.H. 2021. Evaluation of forage productivity and nutritional value of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) at different fertilizer application amounts and different stages of maturity. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 41(2):84-95. <https://doi.org/10.5333/KGFS.2021.41.2.84>
- Yaman, D. and Avci, S. 2020. Effect of nitrogen fertilization and mowing on seed yield and germination of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.). Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University. 37(1):60-67.

(Received April, 3, 2024 | Revised : May 24, 2024 | Accepted : May 29, 2024)