

Research Article

휴폭 및 이른 봄 질소시비량에 따른 국내육성 톨 페스큐의 종자생산성

이상훈 · 김기용 · 지희정 · 황태영 · 박형수 · 이기원*

농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과

Effect of the Drill Widths and Nitrogen Application Levels in Early Spring on Seed Productivity of Domestic Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Sang-Hoon Lee, Ki-Yong Kim, Hee Chung Ji, Tae Young Hwang, Hyung Soo Park and Ki-Won Lee*

Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Seonghwan, Cheonan, Chungnam, 330-801, Korea

ABSTRACT

In this study, we sought to evaluate the growth characteristics and seed productivities of domestic tall fescue that were cultivated with differing combinations of drill widths and nitrogen-application rates in early spring; the examination was conducted at the National Institute of Animal Science, RDA, from 2013 to 2014. The main plots were three widths of 15 cm, 30 cm, and 45 cm, and the subplots were subject to nitrogen-application rates in early spring of 45 kg/ha, 90 kg/ha, 135 kg/ha, and 180 kg/ha. The growth and development characteristics did not vary by treatment in terms of drill width and early-spring nitrogen application. Tall fescue Purumi showed a stable seed productivity of two tons or greater when the drill width was set at 15 cm and 90 kg/ha of nitrogen was applied in early spring. The narrower the drill width, the greater the numbers of both the ears and seeds, while the length of the ear was longer when the drill width was wider. Regarding the influence of the drill width and early-spring nitrogen application on the productivity of seed-producing straw, the dry matter productivity was higher when the drill width was narrower; however, no particular trend was observed with respect to different amounts of fertilizer. The average production amount of the first round of straw after seed gathering was 6,920 kg/ha. The second round produced an average 8,134 kg/ha of dry matter.

(Key words : Tall fescue, Seed production, Drill width, Nitrogen application)

I. 서 론

다년생 화분과 목초인 톨 페스큐 (*Festuca arundinacea* schreb.)는 1960년대 미국에서 처음 도입되어 재배되었으며 척박한 토양에서도 잘 견디는 뛰어난 적응성 때문에 방목 용과 토양보존용으로 많이 사용되어지고 있는 초종 중의 하나이다 (Buckner et al., 1979). 우리나라에서는 1990년대 부터 톨 페스큐 신품종 개발에 관한 연구를 시작하여 현재 그린마스터 (Choi et al., 2010)와 푸르미 (Lee et al., 2012)가 국립종자원에 품종보호 등록이 되었으며 그린마스터2호와 그린마스터3호가 품종보호 출원중에 있다. 특히 그린마스터, 그린마스터2호 및 그린마스터3호는 엔도파이트에 감

염되지 않은 (endophyte free 또는 endophyte friendly) 국내 육성 품종으로서 그 이용가치가 높을 것으로 판단된다.

현재 톨 페스큐 종자는 해외에서 전량 수입되어 농가에 보급되고 있는 실정이나 국내 기후환경에 적합한 품종들의 개발과 보급이 원활하게 이루어진다면 초지산업의 활성화에 더욱 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 그러기 위해서는 국내육성 품종들의 종자생산에 관한 기술개발이 선행되어야 한다 (Choi et al., 2002; Lee et al., 2014a; Lee et al., 2014b). 우리나라 기후조건에서 육성된 품종들을 종자 생산 할 경우 종자 채종시 여름철 장마기와 채종 후 건조나 정선 등의 문제가 제약으로 인식되고 있으나 향후 종자 채종기의 보급과 건조 및 정선 설비가 갖추어진다면 극복

* Corresponding author : Ki-Won Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea. Tel: +82-41-580-6757, E-mail: kiwon@korea.kr

할 수 있을 것으로 판단하고 있다 (Choi et al., 2002).

또한 툴 페스큐의 종자 생산을 위해서는 9월 하순까지 파종이 이루어지면 종자생산에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되며 가을철 늦은 장마나 가뭄 등의 기후 영향으로 인해 초기 정착이 불량할 염려가 있어 가능한 9월 상순 또는 중순에 일찍 파종하는 것이 유리할 것으로 판단된다 (Lee et al., 2012).

국내에서 화분과 목초류의 종자생산에 관한 연구는 1974년 한독초지 연구사업기구에서 시작되었으며 종자생산량은 월동율, 수확시기 (Seo and Kim, 1980), 채종시 기상상황 (Ko et al., 1991), 채종 품종 (Lee et al., 2014a) 등의 영향을 많이 받는다고 알려져 있다. 지금까지 국내에서 툴 페스큐 종자생산에 관한 연구는 파종시기에 따른 종자생산성 (Lee et al., 2014a)과 품종에 따른 종자생산성 (Lee et al., 2014b) 등에 관한 연구가 보고된 바 있다. 화분과 목초류의 종자생산성을 높이기 위해서는 유효경수나 이삭 수 등 종자수량의 구성요소를 높일 수 있는 체계적인 연구가 필요하며 파종간격과 시비량을 구명하여 채종량을 높일 수 있는 기술개발도 필요할 것으로 판단된다 (Fairey and Hampton, 1997).

따라서 본 시험은 국내에서 육성되어 국내 기후환경에 대한 적응성과 사료가치가 우수한 국내육성 툴 페스큐 푸르미 품종을 이용하여 휴폭 및 질소시비량에 따른 종자생산성을 비교 분석하고 채종 후 남은 채종짚의 사료화 가능 여부를 조사하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험품종 및 파종방법

본 연구는 국내육성 툴 페스큐 푸르미 품종을 사용하여 2013년부터 2014년까지 국립축산과학원 초지사료과 조사료 시험포장에서 2년간 실시하였다. 휴폭 및 이른 봄 질소시비량에 따른 생육특성 및 종자생산성을 조사하기 위하여 Lee et al. (2014a)의 방법과 동일하게 파종량은 30 kg/ha로 하였고, 처리내용은 주구로서 휴폭을 15, 30 및 45 cm, 세구로서 이른봄 질소비료를 45, 90, 135 및 180 kg/ha 사용하는 분할구로 배치하여 3반복으로 실시하였다. 시비량 및 시비방법은 조성비료는 질소-인산-칼리를 80-200-70 kg/ha를 동일하게 사용하였고 관리비료는 질소를 이른 봄에는 처리수준별로 사용하고 종자를 수확한 후에는 채종하고 남은 채종짚을 건조로 이용하였으며 2차 예취 후에 28 kg/ha, 3차 예취 후에 42 kg/ha를 동일하게 사용하였다. 인산질 비

료는 150 kg/ha를 이른 봄과 2차 예취 후에 50% 씩 균등분시하고, 칼리질 비료는 180 kg/ha를 이른 봄과 2차 및 3차 예취 후 각각 40:30:30% 분시 하였다.

2. 주요 생육특성 조사

휴폭 및 이른 봄 질소시비량에 따른 국내에서 육성한 툴 페스큐 신품종 푸르미의 생육특성 및 종자생산성은 Lee et al. (2014a) 방법에 준하여 출현양부, 내한성, 출수기, 도복 정도 및 초장을 각각 조사하였다.

3. 툴 페스큐 종자생산 구성요소 조사

종자수량의 결정에 중요한 요소인 단위면적당 이삭수, 이삭길이, 1차 지경수, 종자수량, 천립중 및 발아율 검정은 Lee et al. (2014a)의 방법과 동일하게 조사하였다. 종자수량성에 대한 통계분석은 SAS Enterprise Guide (ver. 9.1)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소 유의차 (LSD)를 이용하였다 (Park et al., 2012).

4. 툴 페스큐 종자 생산성 및 채종짚의 수량성 검정

국내육성 툴 페스큐의 1차 수확후 채종 후 남은 짚과 2차 및 3차 수확 생초수량 및 건물수량성의 생산성 조사는 Lee et al. (2014a) 방법에 준하여 파종시기에 따라 각각 전체구를 예취하여 종자 채종을 실시한 후 채종된 짚을 ha당 수량으로 환산하여 생초수량을 계산하고 건물수량은 각 처리구별로 약 300~500g의 시료를 취하여 생초중량을 측정하고, 68°C의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다.

5. 툴 페스큐 종자 채종후 채종짚의 사료가치 분석

툴 페스큐 1차 수확 및 채종 후 남은 짚과 2차 및 3차 수확 후 얻어진 건물시료는 시료분쇄기로 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료 통에 보관하여 식물체 분석에 이용하였다. 툴 페스큐 채종짚의 사료가치 분석은 Park et al. (2012)의 방법과 동일하게 수행하였다.

조단백질 (CP) 함량은 AOAC (1990)방법, 중성세제 불용성 섬유소 (NDF) 및 산성세제 불용성 섬유소 (ADF) 함량은 Goering and Van soest (1970) 방법 및 *In vitro* 건물소화율은 Tilley and Terry (1963)의 방법을 Moore (1970)가 수정한 방법으로 각각 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 주요 생육특성

국내육성 톨 페스큐 푸르미 품종의 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 종자생산성을 조사하기 위하여 처리별 주요 생육특성을 조사한 결과 Table 1과 같다. 정착과 월동 상태는 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 대한 처리간에 차이 없이 양호한 특성을 나타내었다. 종자생산성 조사에 있어 중요한 요인중의 하나인 출수기도 처리구간에 차이 없이 5월 16일경으로 조사되었고 초장도 110cm 내외로 유사한 경향을 보였다. 화본과 목초의 도복 정도는 시비량의 적정 여부를 판단 할 수 있다고 Simon (1976)에 의해 보고된 바 있다. 본 연구에서는 이른 봄 질소시비량이 많을수록 도복 정도가 많이 나타났다.

2. 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 종자생산성

휴폭과 이른 봄 질소시용 수준에 따른 톨 페스큐의 종자수량은 Table 2와 같다. 휴폭이 15cm 처리구들에서 평균 종자수량이 1,675 kg/ha로 가장 많았고 휴폭이 45cm 처리구들에서 평균 종자수량이 953 kg/ha로 가장 작았다. 휴폭

이 15cm 또는 30cm 처리구에서는 시비량이 많을수록 종자수량이 증가하는 경향을 보였으나 135 kg/ha 이상에서 부터는 감소하는 경향을 보였다. 따라서 톨 페스큐 종자생산을 위한 휴폭과 이른 봄 질소시용 수준은 휴폭이 15cm와 질소시용 90 kg/ha에서 종자수량이 2,072 kg/ha으로 가장 높은 종자생산성을 보였다. 향후 톨 페스큐의 경제성을 고려한 종자생산시에는 휴폭을 15cm와 이른봄 질소시비량을 90 kg/ha로 처리하는 것이 가장 많은 종자생산을 할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 종자수량 구성요소

목초류의 종자의 수량을 높이기 위해서는 수량구성요소 중 이삭의 수가 매우 중요한 것으로 알려져 있다. 휴폭과 이른 봄 질소시용 수준에 따른 톨 페스큐 푸르미 품종의 종자수량 구성요소를 조사한 결과 Table 3과 같다. 휴폭이 좁을수록 이삭수 및 종자수량이 높게 나타났으며 이삭의 길이는 휴폭이 넓을수록 더 길었다. 반면 휴폭과 이른 봄 질소시용 수준에 따른 채종종자의 침립중과 채종종자의 발아율은 큰 차이가 나타나지 않았다.

Table 1. Growth characteristics of Tall fescue cultivated with drill widths and nitrogen application levels in early spring for seed production from 2013 to 2014

Drill widths (cm)	Nitrogen levels (kg/ha)	Establishment (1~9)*	Winter survival (1~9)*	Heading date (M.D)	Lodging tolerance (1~9)	Plant length (cm)
15	45	1	1	5.16	2	112
	90	1	1	5.16	3	113
	135	1	1	5.16	4	114
	180	1	1	5.16	5	114
	Mean	1	1	5.16	4	112
30	45	1	1	5.16	2	111
	90	1	1	5.16	3	104
	135	1	1	5.16	4	102
	180	1	1	5.16	4	108
	Mean	1	1	5.16	3	111
45	45	1	1	5.16	2	109
	90	1	1	5.16	2	109
	135	1	1	5.16	3	107
	180	1	1	5.16	5	108
	Mean	1	1	5.16	3	109

* (1~9) : 1 = Good(strong), 9 = Bad(weak)

Table 2. Seed yield of Tall fescue cultivated with drill widths and nitrogen application levels in early spring for seed production from 2013 to 2014

Drill widths (cm)	Nitrogen levels (kg/ha)				Mean
	45	90	135	180	
15	1,383 ^b	2,072 ^a	1,804 ^a	1,439 ^b	1,675
30	752 ^c	841 ^c	881 ^c	819 ^c	823
45	872 ^c	996 ^c	963 ^c	979 ^c	953
Mean	1,002	1,289	1,216	1,079	—

^{a-c)} Means in same column with different letter were significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Seed yield components of Tall fescue cultivated with drill widths and nitrogen application levels in early spring for seed production from 2013 to 2014

Drill widths (cm)	Nitrogen levels (kg/ha)	No. of Panicle per 1 m ²	Seed yield (kg/ha)	Weight of 1000 grain (g)	Germination (%)	Panicle length (cm)
15	N-45	564	1,474	2.4	92	15.8
	N-90	848	1,985	2.3	88	16.1
	N-135	869	1,907	2.2	88	17.3
	N-180	809	1,605	2.4	89	17.2
30	N-45	466	1,001	2.4	90	15.6
	N-90	395	909	2.3	91	18.2
	N-135	413	924	2.2	89	18.4
	N-180	403	878	2.4	90	18.3
45	N-45	345	894	2.3	91	19.8
	N-90	352	972	2.2	89	20.3
	N-135	347	989	2.4	87	20.5
	N-180	353	992	2.3	87	21.9

4. 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 채종짚의 생산성

톨 페스큐 종자생산을 위해 휴폭과 이른 봄 질소시용수에 따른 조사료 생산성은 Table 4와 같다. 휴폭이 좁을수록 건물수량이 많았고 시비량간에는 일정한 경향이 없었다. 각 처리간에 통계적인 차이가 없이 채종짚은 6,920 kg/ha 생산되었고, 채종 후 2번의 수확에서 건초는 8,134 kg/ha 생산되었다. 따라서 톨 페스큐의 효율적인 종자생산을 위해서는 파종시기 (Lee et al., 2012), 채종 품종 (Lee et al., 2012) 및 휴폭 및 이른 봄 질소시비량에 따라 채종짚의 수량성에 많은 영향을 받는 것을 알 수 있다.

5. 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 채종짚의 사료가치 분석

채종짚의 일반 조성분은 Table 5와 같이 처리간에 일정한 경향이 없이 전체적인 평균수치를 보면, ADF가 44.1%, NDF가 71.9%, CP가 5.0%, TDN이 54.5% 및 소화율이 44.7%로 나타났다. Lee et al. (2012)의 보고에 의하면 톨 페스큐 푸르미 품종의 ADF는 35.9, NDF는 65.6, CP는 11.2, IVDMD는 66.6 및 TDN은 60.5%로 보고된 바 있다. 따라서 톨 페스큐 푸르미 품종의 채종짚의 일반 조성분 함량은 양질의 건초보다는 다소 불량한 사료가치를 나타내고 있으나 조사료로 충분히 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Dry matter yields of Tall fescue cultivated with drill widths and nitrogen application levels in early spring for seed production from 2013 to 2014

Treatment		Dry matter yields (kg/ha)		
Drill widths (cm)	Nitrogen levels (kg/ha)	1st cut (straw)	2nd~3rd cut (hay)	Total
15 cm	N-45	6,875 ^{a,b,c}	7,931 ^{c,d,e}	14,806 ^{b,c,d}
	N-90	7,351 ^{a,b,c}	7,985 ^{b,c,d,e}	15,336 ^{a,b,c}
	N-135	7,051 ^{a,b,c}	8,222 ^{a,b,c,d}	15,273 ^{a,b,c}
	N-180	8,591 ^a	8,771 ^{a,b,c}	17,362 ^a
30 cm	N-45	5,701 ^c	7,375 ^{d,e}	13,076 ^d
	N-90	6,374 ^{b,c}	7,531 ^{d,e}	13,905 ^{c,d}
	N-135	6,180 ^{b,c}	9,030 ^{a,b}	15,210 ^{b,c}
	N-180	7,688 ^{a,b}	9,193 ^a	16,881 ^{a,b}
45 cm	N-45	6,515 ^{b,c}	7,134 ^e	13,649 ^{c,d}
	N-90	6,182 ^{b,c}	7,852 ^{c,d,e}	14,034 ^{c,d}
	N-135	7,107 ^{a,b,c}	7,879 ^{c,d,e}	14,986 ^{b,c,d}
	N-180	7,435 ^{a,b,c}	8,715 ^{a,b,c}	16,150 ^{a,b}
Total mean		6,920	8,134	15,055

^{a-e)} Means in same column with different letter were significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Chemical composition of Tall fescue cultivated with drill widths and nitrogen application levels in early spring for seed production from 2013 to 2014

Drill widths (cm)	Nitrogen levels (kg/ha)	ADF ¹⁾	NDF ²⁾	CP ³⁾	TDN ⁴⁾	IVDMD ⁵⁾
15 cm	N-45	43.0	70.2	5.5	55.4	47.5
	N-90	42.7	70.8	5.4	55.6	47.1
	N-135	44.1	71.7	5.7	54.5	46.2
	N-180	44.5	72.2	4.5	54.2	43.4
30 cm	N-45	45.1	73.6	4.4	53.8	42.8
	N-90	44.0	71.6	4.8	54.6	44.7
	N-135	44.7	72.1	5.1	54.1	42.2
	N-180	43.9	72.8	5.5	54.7	47.4
45 cm	N-45	45.5	72.5	4.5	53.5	44.8
	N-90	44.6	71.6	4.5	54.1	41.3
	N-135	44.3	73.6	4.9	54.4	44.6
	N-180	43.0	70.4	5.7	55.4	43.8
Total mean		44.1	71.9	5.0	54.5	44.7

¹⁾ ADF: Acid detergent fiber, ²⁾ NDF: Neutral detergent fiber, ³⁾ CP: Crude protein, ⁴⁾ TDN: Total digestible nutrient,

⁵⁾ IVDMD: *In vitro* dry matter digestibility.

IV. 요 약

국내육성 톨 페스큐 신품종 푸르미의 종자생산 기술개발과 채종짚의 사료가치 평가를 통해 국내에서 종자생산 체계를 확립하고자 국립축산과학원 초지사료과 시험포장에서 휴폭과 이른 봄 질소 시용량에 따른 종자생산성을 조사하였다.

휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 주요 생육특성은 처리에 따른 차이는 나타나지 않으나 경계성을 고려한 국내육성 톨 페스큐 푸르미 품종의 종자생산성은 휴폭을 15 cm와 이른봄 질소시비량을 90 kg/ha로 처리하는 것이 2톤 이상 안정적인 종자생산을 할 수 있었다. 또한 휴폭이 좁을수록 이삭수 및 종자수량이 높게 나타났으며 이삭의 길이는 휴폭이 넓을수록 더 길었다. 채종종자의 칩립중은 약 2.2g, 발아율은 90% 내외로 나타났다. 휴폭 및 이른 봄 질소 시용량에 따른 채종짚의 생산성은 휴폭이 좁을수록 건물생산성이 높았으나 시비량간에는 일정한 경향이 없었다. 채종 후 남은 1차 수확 채종짚은 평균 6,920 kg/ha 생산되었고, 채종 후 2번의 수확에서 건조는 평균적으로 8,134 kg/ha 생산되었다. 채종짚의 일반 조성분 함량은 양질의 건조초보다는 다소 낮은 사료가치를 나타내었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업 (세부과제명: 톨 페스큐 신품종 종자생산기술 개발, 세부과제번호: PJ008669032014)의 지원 사업에 의해 이루어진 것임

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Buckner, R.C., Powell, J.B. and Frakes, R.V. 1979. Historical development. In: Buckner RC, Bush LP (eds) Tall Fescue. Agronomy 20:1-8. Madison, WI, USA. American Society of Agronomy.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.C., Kim, K.Y., Park, H.S., Seo, S., Moon, C.S., Kim, D.H. and Lee, S.H. 2010. A Stress-Tolerant and High-Yielding Tall Fescue New Variety, 'Greenmaster'. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 20(3):199-204.
- 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):221-226.
- Fairey, D.T. and Hampton, J.G. 1997. Forage seed production (1st ed.) : 311-319.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agricultural Handbook No. 379, USDA. Washington, DC.
- Ko Y.D., Chung, K.Y., Ryu, Y.W., Kim, D.H. and Kim, J.H. 1991. Effects of Sowing Date and Method on the Yield and Winter Survival of Italian Ryegrass in Paddy. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 11(1):30-37.
- Lee, S.H. Lee, K.W., Ji, H.C., Kim, K.Y., Park, H.S., Lim, Y.C. and Choi, G.J. 2012. Growth characteristics and productivity of tall fescue new variety 'Purumi' in South Korea. African Journal of Biotechnology. 11(21):4956-4960.
- Lee, K.W., Choi, G.J., Kim, K.Y., Ji, H.J., Park, H.S., Lee, D.G. and Lee, S.H. 2014a. Effects of Seeding Time on Growth Characteristics and Seed Production of Tall Fescue. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34(2):103-107.
- Lee, S.H., Choi, G.J., Kim, K.Y., Ji, H. C., Hwang, T.Y., Park, H.S., Kim, J.G. and Lee, K.W. 2014b. Effect of the Domestic Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Varieties on Seed Production. The Korean Society for Livestock Housing and Environment. 20(4):189-194.
- Moore, R.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
- Park, H.S., Park, N.G., Kim, J.G., Choi, K.C., Lim Y.C., Choi, G.J. and Lee, K.W. 2012. Evaluation of Characteristics and Forage Production for Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and Bahiagrass (*Paspalum notatum*) in Jeju. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 32(2):131-138.
- Simon, U. 1976. Grassamenbau in Korea. Züchtung und Saatguterzeugung von kleearten and Gräsern. 52-55.
- Seo, S. and Kim, D.A. 1980. Studies on the Optimum Time of Harvesting for Seed Production in Six Amenity Grasses. Journal Korean Journal of Animal Sciences. 22(1):69-82.
- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18:104-111.

(Received April 30, 2015 / Revised May 27, 2015 / Accepted May 28, 2015)