

Research Article

## 톨 페스큐 신품종 '그린마스터4호'의 품종 특성 및 수량성

이기원<sup>1</sup>, 지희정<sup>1</sup>, 최기준<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 송요욱<sup>1</sup>, 우제훈<sup>2</sup>, 이상훈<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과

<sup>2</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 난지축산연구소

<sup>3</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원센터

## Development and Characterization of New Tall fescue Variety 'Greenmaster4ho'

Ki-Won Lee<sup>1</sup>, Hee Jung Ji<sup>1</sup>, Gi Jun Choi<sup>1</sup>, Ji Hye Kim<sup>1</sup>, Yowook Song<sup>1</sup>, Jae-Hoon Woo<sup>2</sup> and Sang-Hoon Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Korea

<sup>2</sup>Subtropical Livestock Research Institute, National Institute of Animal Science, RDA, Korea

<sup>3</sup>Animal Genetic Resources Center, National Institute of Animal Science, RDA, Korea

### ABSTRACT

A new variety of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) named 'Greenmaster4ho' was developed during the cultivation year 2010-2017 at Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Cheonan, Korea. In order to produce this new variety, 5 superior tall fescue lines including 12XFa07, 12XFa15, 12XFa24, 12XFa46, and 12XFa48 were polycrossed. The new variety Greenmaster4ho was evaluated in field test (Cheonan, Pyeongchang, Jeju, and Jinju) for determining the agronomic growth characteristics and forage production capability during 3 years (2015-2017). The dry matter yield (16,236 kg/ha) of Greenmaster4ho was 5 % higher than Fawn, but the nutritive value as forage crops was not significantly different with Fawn. Development of new tall fescue variety with excellent adaptability to changing unfavorable environment would be useful for forage cultivation and yield in Korean environment.

(Key words : Endophyte, Grassland, Greenmaster4ho, Tall fescue, Variety)

### I. 서 론

톨 페스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.)는 초지조성에 많이 이용되어지는 다년생 화본과 목초로서 척박한 토양에서도 잘 견디는 뛰어난 환경 적응성 때문에 가축 방목용 초지 조성용으로도 많이 사용되어지고 있는 초종 중의 하나이다(Buckner et al., 1979). 또한 톨 페스큐는 다양한 토양에 적응 할 수 있어 개간지와 하천의 제방 등의 사방용으로도 이용하기에 적합한 초종이다. 그러나 톨 페스큐는 계속적인 방목에도 재생력이 우수하며 수량성이 높지만 잎이 거칠어 가축의 기호성이 낮고 사료가치가 출수기 이후에는 급격히 저하되는 등의 단점이 있다(Fieser and Vanzant, 2004). 또한 톨페스큐는 종자로부터 전파되는 엔도파이트(Endophyte)로 인해 기후와 환경스트레스에 대한 적응력은 우수하나 알카로이드 독성물질을 생산하여 엔도파이트에 감염된 톨 페스큐를 채식하면 산유량 감소, 체온

상승 및 변식장애 등의 문제를 야기시킨다고 보고된 바 있어 (Bouton et al., 2002; Walls and Jacobson, 1970; Hohenboken et al., 1991; McMurphy et al., 1990) 초지나 채초용으로 이용할 경우에는 가급적 엔도파이트에 감염되지 않은 종자를 이용하여야한다.

국내에서 초지조성 시 이용되고 있는 주요 목초류의 품종들은 대부분 수입품종으로 국내의 다양한 기후 조건에서는 겨울철 동해, 여름철 고온장해 피해 및 하고현상, 가을부터 이듬해 초여름까지 가뭄영향 등으로 인해 초지의 생산성과 품질이 감소하고 있는 실정이다(Wallner et al., 1982; Rizhsky et al., 2002). 따라서 최근 산지생태축산 활성화 정책과 지속적으로 감소되고 있는 초지면적의 확대를 위해 국내 기후환경에 적합한 신품종 목초 개발은 매우 중요하다.

우리나라는 1970년대부터 목초 및 사료작물에 대한 신품종 개발 연구를 시작하여 지금까지 축적된 전통육종 기반기

\* Corresponding author : Dr. Sang-Hoon Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Namwon 55717, Korea, Tel: +82-63-620-3530, Fax: +82-63-620-3590, E-mail: sanghoon@korea.kr

술 정보를 활용하여 국내기후에 적합하고 사료가치가 우수한 이탈리안 라이그라스, 톨 페스큐, 오차드그라스 신품종들이 개발되었으며 지속적으로 신품종개발에 대한 연구가 진행되고 있다(Choi et al., 2008; Choi et al., 2010; Choi et al., 2011; Ji et al., 2013; Ji et al., 2016; Lee et al., 2012).

국내에서 개발된 톨 페스큐 품종은 2008년 톨 페스큐 그린마스터(Choi et al., 2010)를 시작으로, 2010년 푸르미(Lee et al., 2012), 2015년 그린마스터2호(Lee et al., 2015) 및 2015년 그린마스터3호(Lee et al., 2016)가 개발되어 국립종자원에 품종보호 등록이 완료되었다.

최근 농촌진흥청 국립축산과학원에서는 엔도파이트 프리 톨 페스큐 신품종을 개발하기 위하여 국내외의 다양한 유전자원을 수집하여 농업적 특성을 분석하고 신규계통 합성을 통해 엔도파이트 프리 톤 페스큐 신품종 개발 연구를 활발히 진행하고 있다.

본 연구에서는 국내 기후환경에 대한 적응성 향상 뿐만 아니라 초지의 생산성 향상 및 엔도파이트에 감염되지 않은 톤 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’를 개발하였으며 현재 국립종자원에 신품종보호출원 중에 있다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 사료가치가 우수하고 엔도파이트에 감염되지 않은 톤 페스큐 신품종을 육성하기 위하여 2010년부터 2017년 까지 농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과에서 수행되었다.

### 1. 우량 개체 선발 및 교배조합 작성

농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과에서 보존하고 있는 톤 페스큐 유전자원과 2008년부터 국내외에서 다양한 엔도파이트 프리 톤 페스큐 품종을 수집하여 육종온실에서 기본적인 생육특성을 평가하고 2010년 농업적 형질이 우수한 톤 페스큐의 영양계통을 선별하고 출수기가 비슷한 5개의 우량 영양계통 (12XFa07, 12XFa15, 12XFa24, 12XFa46 및 12XFa48)을 선별하여 교배조합을 작성하였다(Fig. 1).

### 2. 종자합성

작성된 교배조합의 영양계통을 무성변식으로 중식하여, Lee et al.(2012)의 방법과 동일하게 2013년 5계통 삼각 polycross법을 활용한 다교잡 설계(polycross design)로 폴리크로스 포장을 조성

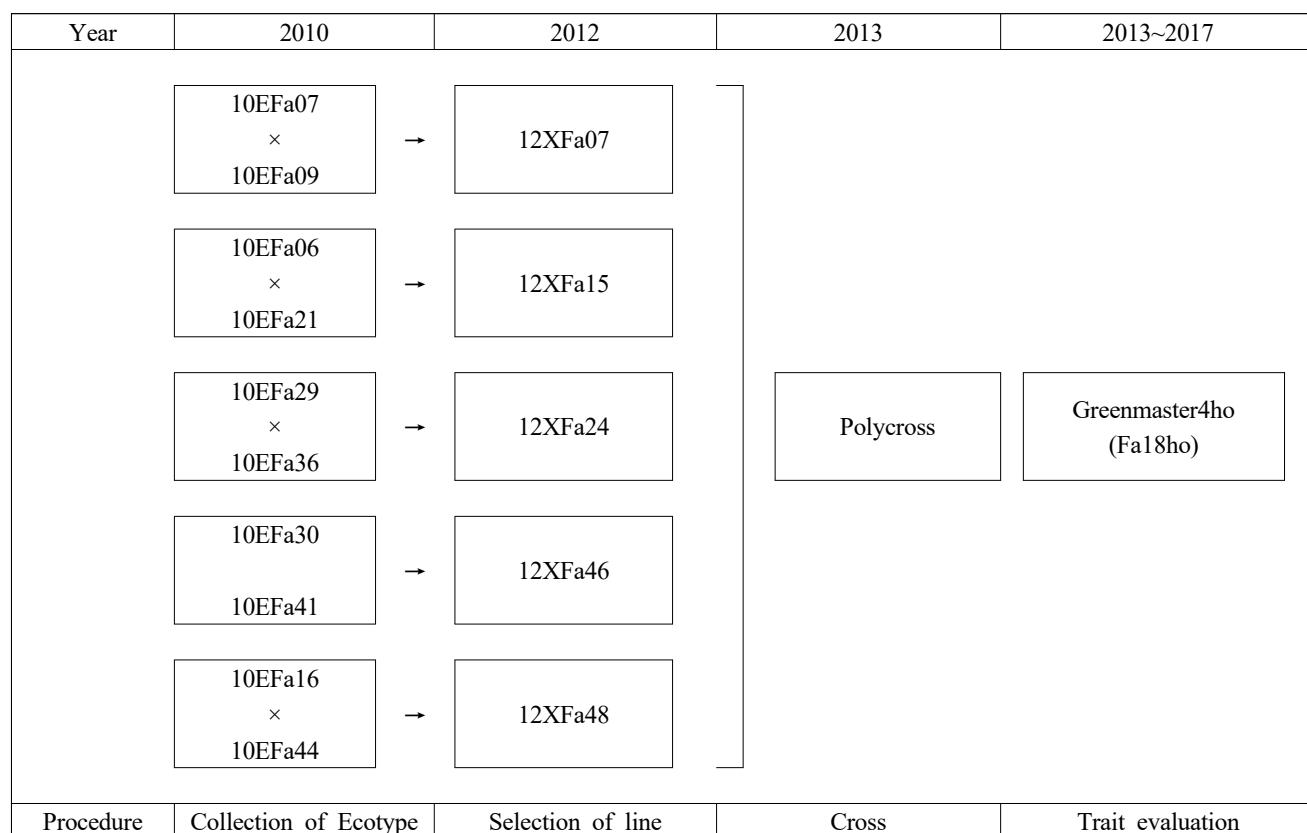


Fig. 1. Pedigree diagram of a new tall fescue variety, ‘Greenmaster4ho’.

하고 출수기에 화분 비산을 차단하고 외래 화분의 오염을 방지하기 위하여 주변에는 호밀을 재배하여 신규계통의 종자 합성을 유도하여 종자를 생산하였다.

### 3. 고유특성조사

톨 페스큐 육성계통 ‘그린마스터4호’에 대한 생산력 검정은 2013~2014년까지 국립축산과학원 초지사료과 시험포장에서 실시하고 신품종에 대한 고유특성조사를 실시하였으며, 조사방법은 국립종자원 톨 페스큐 특성조사요령(국립종자원)에 의하여 실시하였다.

### 4. 지역적응성 시험

지역적응성 시험은 농촌진흥청 신품종개발 공동연구사업을 통하여 2015년부터 2017년까지 3년간 천안, 평창, 진주 및 제주의 4개 지역에서 실시하였다. 시험품종은 수입품종 ‘Fawn’을 대비품종으로 하여 지역적응성과 생산성을 검정하고 기본적인 생육특성을 조사하였다. 파종시기는 천안지역은 2014년 9월 22일, 평창지역은 9월 7일, 제주지역은 11월 1일, 진주지역은 9월 23일에 각각 파종하였다. 파종시 종자는 30kg/ha로 하였고, 파종은 20cm로 조파로 하였다. 시비량 및 시비방법은 Lee et al.(2012)의 방법과 동일하게 조성비료로 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 80-200-70kg/ha를 파종시 시비하였고, 관리비료는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 210-150-180kg/ha로 하였으며, 질소는 이른 봄 - 1차 수확 후 - 2차 수확 후 - 3차 수확 후 = 30 - 30 - 20 - 20%로 차등 분시하고, 인산과 칼리비료는 이른 봄과 3차 수확 후 각각 50% 씩 2회 균등분시하였다. 품종의 형태적 특성은 천안에서 조사하였으며, 수량성 조사는 지역적응성 시험 4개 지역 모두 시험구 전체를 수확하여 각각 조사하였다.

Table 1. Agronomic and botanical characteristics of “Greenmaster4ho” in Cheonan, 2015

Characteristics	Fawn	Greenmaster4ho
Ploidy of chromosome	Hexaploid	Hexaploid
Leaf color	Green	Green
Leaf width	Medium	Medium
Leaf quality	Medium	Medium
Plant type(Heading stage)	Half-erect	Half-erect
Heading time	May 11	May 16
Heading stage		
- Flag leaf length	22.8cm	28.5cm
- Flag leaf width	7.5mm	9.9mm
- Plant height	77.3cm	74.7cm
Length of longest stem	117cm	116cm
Length of upper internode	38cm	37cm
Inflorescence length	19.6cm	22.6m

### 5. 사료가치 분석

톨 페스큐 육성계통 ‘그린마스터4호’에 대한 사료가치 분석은 Park et al.(2012)의 방법과 동일하게 수행하였다. 조단백질(Crude protein; CP) 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 켈달장치(KjeltecTM 2400 Autosampler System)를 이용하여 분석하였고, 산성세제불용섬유(Acid detergent fiber; ADF)와 중성세제불용섬유(Neutral detergent fiber; NDF) 함량은 Goering & Van Soest(1970)법에서 사용되어지는 시약을 이용하여 Ankom fiber analyzer(Ankom technology, 2005a; 2005b)로 분석하였다. *In vitro* 건물소화율(IVDMD)은 Tilley & Terry(1963)의 방법을 Moore(1970)가 수정한 방법으로 분석하였다.

### 6. 엔도파이트 감염조사

엔도파이트 감염여부 조사는 Lee et al.(2012)의 방법과 동일하게 Phytoscreen Seed Endophyte Detection Kit (AGRINOSTICS, Ltd. Co., Watkinsville, GA, Cat. #ENDO7971)의 분석 매뉴얼에 따라 성숙종자를 이용하여 조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 톨 페스큐 신품종 ‘그린마스터2호’의 고유특성

톨 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’의 주요 농업적 특성과 생육특성을 조사한 결과 Table 1과 같다. ‘그린마스터4호’는 6배체 품종으로서 잎의 색은 녹색이며, 출수기 지엽의 길이는 28.5cm로 중간 정도이고, 지엽의 폭은 9.9mm로 좁은 편이며, 최장간장은 116cm로 긴 편이다. ‘그린마스터4호’의 출수기는

5월 16일경으로서 대비품종인 ‘Fawn’ 보다 5일 늦은 중생풀 종이고, 출수기에 초장은 74.7cm 정도이다.

## 2. 툴 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’의 건물 수량성

툴 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’의 지역적응성을 검정하기 위하여 충남 천안, 강원도 평창, 경남 진주 및 제주도의 4개 지역에서 3년 동안 건물수량성을 조사한 결과 Table 2와 같이 나타났다. 지역평균 건물수량은 ‘그린마스터4호’가 16,236kg/ha로서 대비 품종인 ‘Fawn’의 15,442kg/ha 보다 5% 많았으며, 지역별로는 4개 지역 모두에서 ‘Fawn’보다 건물 수량성이 높게 나타났다. 특히 제주지역에서 ‘그린마스터4호’의 건물수량은 3년 평균으로 조사했을 경우 19.036kg/ha로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 개발된 툴 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’가 우리나라 기후환경 적응성이 높고 한번 파종으로 여러 해 동안 유지되는 지속성이 높아 도입품종 Fawn보다 건물생산성이 높게 나타난 것으로 볼 수 있다(Fig. 2).

## 3. 툴 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’의 사료가치

툴 페스큐 신품종 ‘그린마스터 2호’의 사료가치는 Table 3과 같이 조단백질(CP) 함량이 15.2%, 건물소화율(IVDMD)이 70%, 가소화양분총량(TDN)이 63.6%로 비교 품종인 Fawn 보다 높았으며, 중성세제불용섬유(NDF)가 58.7%, 산성세제불용섬유(ADF)는 32%로 Fawn 보다 다소 낮게 나타났다.

## 4. 종자 엔도파이트 분석

툴 페스큐 신품종 그린마스터4호(Fa 18호) 및 Fa 15호, Fa 16호, Fa 17호, Fa 19호의 성숙종자를 이용하여 엔도파이트 감염 여부를 Phytoscreen Seed Endophyte Detection Kit를 사용하여 분석한 결과 Fig. 3과 같이 나타났다. 툴 페스큐 신품종 그린마스터4호는 엔도파이트에 감염되지 않은 품종으로 판명되었으며 사료작물 직무육성 신품종 심의회에서 그린마스터4호로 명명되어 현재 국립종자원에 품종보호 출원중에 있다.

Table 2. Dry matter yield of Tall fescue varieties cultivated in Cheonan, Pyeongchang, Jeju and Jinju from 2015 to 2017.

Trial region	Years		Fawn(ton/ha)			Greenmaster4ho(ton/ha)		
	‘15	‘16	‘17	Mean	‘15	‘16	‘17	Mean
Cheonan	15,595	21,230	14,330	17,052	14,618	21,912	15,263	17,264
Pyeongchang	4,862	17,293	14,698	12,284	4,629	17,150	15,549	12,443
Jeju	12,474	21,597	21,231	18,434	13,010	22,788	21,311	19,036
Jinju	11,517	16,903	13,570	13,997	14,093	18,512	15,996	16,200
Average	11,112	19,256	15,957	15,442	11,588	20,091	17,030	16,236

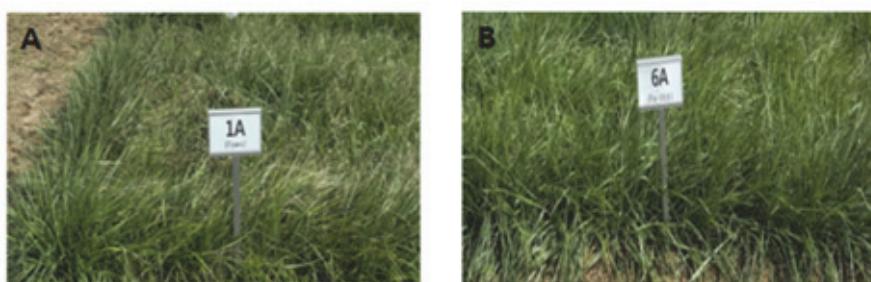


Fig. 2. Comparison of tall fescue growth and development at Cheonan in 2015.

(A) Control variety Fawn, before harvesting. (B) New variety Greenmaster4ho, before harvesting

Table 3. Evaluation of forage nutritive value of tall fescue varieties cultivated in Cheonan from 2015 to 2017.

Varieties	CP (%)	IVDMD (%)	NDF (%)	ADF (%)	TDN (%)
Fawn	12.7	65.7	62.9	34.0	62.1
Greenmaster4ho	15.2	70.0	58.7	32.0	63.6

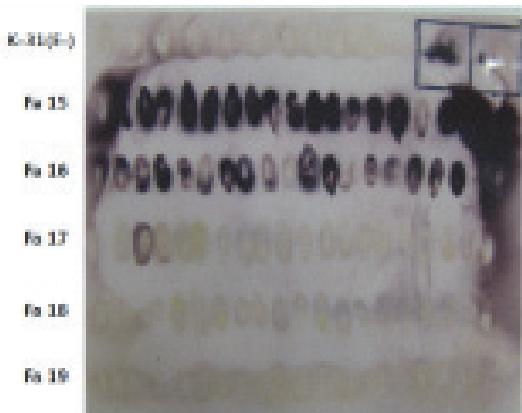


Fig. 3. Detection of endophyte in tall fescue harvested at seed maturity

#### IV. 요 약

본 시험은 사료가치가 우수하고 엔도파이트에 감염되지 않은 톨 페스큐 신품종을 개발하기 위하여 2010년부터 2017년까지 농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과에서 수행되었다. 톨 페스큐 신품종 ‘그린마스터4호’는 6배체 품종으로서 잎은 녹색이며, 출수기가 5월 16일경으로서 대비품종인 ‘Fawn’보다 5일 늦은 중생품종이고, 출수기에 초장은 74.6cm 정도이다. 지역적응시험 4개 지역평균 건물수량은 ‘그린마스터4호’가 16.2톤/ha로서 대비품종인 ‘Fawn’보다 5% 많았으며, 지역별 생산성이 4개 지역 모두에서 ‘Fawn’보다 우수하였다. ‘그린마스터4호’의 사료가치는 조단백질(CP) 함량이 15.2%, 건물소화율(IVDMD)이 70.0%, 가소화양분총량(TDN)이 63.6%, 중성세제불용섬유(NDF)가 58.7%, 산성세제불용섬유(ADF)는 32.0%로서 Fawn보다 높거나 대등하였다. ‘그린마스터4호’는 엔도파이트에 감염되지 않는 품종이면서 ‘Fawn’보다 국내 기후환경 적응성과 영속성이 우수하여 초지조성에 알맞은 품종으로서 우리나라 전국에서 재배 가능하다.

#### V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호 PJ01250302)의 지원에 의해 이루어진 것임.

#### VI. REFERENCES

ANKOM Technology. 2005a. Method for determining neutral detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY. [http://www.ankom.com/09\\_procedures/procedures2.shtml](http://www.ankom.com/09_procedures/procedures2.shtml). Accessed May 8, 2005.

- ANKOM Technology. 2005b. Method for determining acid detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY. [http://www.ankom.com/09\\_procedures/procedures1.shtml](http://www.ankom.com/09_procedures/procedures1.shtml). Accessed May 8, 2005.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association & Official Analytical chemists, Washington DC.
- Bouton, J.H., Latch, G.C.M., Hill, N.S., Hoveland, C.S., McCann, M.A., Watson, R.H., Parish, J.A., Hawkins, L.L. and Thompson, F.N. 2002. Reinfection of tall fescue cultivars with non-ergot alkaloid-producing endophytes. Agronomy Journal. 94:567-574.
- Buckner, R.C., Powell, J.B. and Frakes, R.V. 1979. Historical development. In: Tall Fescue. (Ed. R. C. Buckner and L. P. Bush). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 1-8.
- Choi, G.J., Ji, H.C., Kim, K.Y., Park, H.S., Seo, S., Lee, K.W. and Lee, S.H. 2011. Growth characteristics and productivity of cold-tolerant ‘Kowinearly’ talian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) in the northern part of South Korea. African Journal of the Biotechnology. 10:2676-2682.
- 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. 30(3):199-204.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Kim, G.Y., Kim, M.J., Ji, H.C., Lee, S.H., Park, H.S., Moon, J.S., Lee, E.S. and Seo, S. 2008. A cold-tolerant and medium-Maturing Italian ryegrass(*Lolium multiflorum* L.) new variety ‘Kowinmaster’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 28:177-184.
- Fieser, B.G. and Vanzant, E.S. 2004. Interactions between supplement energy source and tall fescue hay maturity on forage utilization by beef steers. Journal of Animal Science. 82:307-318.
- Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington D.C.
- Hohenboken, W.D., Berggren-Thomas, P.L., Beal, W.E. and McClure, W.H. 1991. Variation among Angus cows in response to endophyte-infected fescue seed in the diet, as related to their past calf production. Journal of Animal Science. 69:85-90.
- Ji, H.J., Chae, H.S., Lee, S.T., Hwang, T.Y., Kim, K.Y. and Lee, S.H. 2016. Growth Characteristics and Forage Productivity of New Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) Variety, ‘Onnuri 2ho’. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 36:15-18.
- Ji, H.J., Lee, S.H., Kim, K.Y., Choi, G.J., Park, N.G. and Lee, K.W. 2013. Growth Characteristics and Productivity of New Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) Cultivar, “Onnuri”. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:6-9.
- Lee, S.H., Kim, K.Y., Ji, H.J., Hwang, T.Y., Park, H.S., Chae, H.S. and Lee, K.W. 2015. Development and Characterization of Tall fescue Variety ‘Greenmaster2ho’. Journal of The Korean Society of

- Grassland and Forage Science. 35:26-30.
- Lee, S.H., Kim, K.Y., Ji, H.J., Hwang, T.Y., Park, H.S., Chae, H.S. and Lee, K.W. 2016. Development and Characterization of Tall fescue Endophyte-free Tall fescue Variety Greenmaster3ho. The Journal of Animal & Plant Sciences. 26:1675-1679.
- 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. 11:4956-4960.
- McMurphy, W.F., Lusby, K.S., Smith, S.C., Montz, S.H. and Strasia, C.A. 1990. Steer performance on tall fescue pasture. Journal of Production Agriculture. 3:100-102.
- Moore, J.E. 1970. Procedures for the two-stage in vitro digestion of forages. In L.E. Harris (ed.) Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals. Vol. 1. Utah State Univ., Logan. pp. 5001-5003.
- 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. 32:131-138.
- Rizhsky, L., Liang, H. and Mittler, R. 2002. The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco. Plant Physiology. 130:1143-1151.
- Tilley, J.A.M. and Terry, R.A. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18:104-111.
- Wallner, S.J., Becwar, M. and Butler, J.D. 1982. Measurement of turfgrass heat tolerance *in vitro*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 107:608-613.
- Walls, J.R. and Jacobson, D.R. 1970. Skin temperature and blood flow in the tail of dairy heifers administered extracts of toxic tall fescue. Journal of Animal Science. 30:420-423.
- (Received : November 9, 2018 | Revised : November 21, 2018 | Accepted : November 21, 2018)