

Research Article

## 중부지역에서 이탈리아 라이그라스 품종의 내한성 차이가 생산성에 미치는 영향

최기준<sup>1</sup>, 최기춘<sup>1</sup>, 황태영<sup>2</sup>, 이기원<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 김원호<sup>1</sup>, 이은자<sup>1</sup>, 성경일<sup>3</sup>, 정종성<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립축산과학원

<sup>2</sup>농촌진흥청 기술협력국

<sup>3</sup>강원대학교

## Effect of Difference in Cold-tolerance of Variety on Forage Productivity of Italian Ryegrass in Middle Regions of Korea

Gi Jun Choi<sup>1</sup>, Ki Choon Choi<sup>1</sup>, Tae Young Hwang<sup>2</sup>, Ki Won Lee<sup>1</sup>, Ji Hye Kim<sup>1</sup>, Won Ho Kim<sup>1</sup>, Eun Ja Lee,  
Kyung Il Sung<sup>3</sup> and Jeong Sung Jung<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 31000, Korea

<sup>2</sup>Rural Development Administration, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54875, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

### ABSTRACT

This experiment was carried out to study the effect of difference in cold-tolerance and growth characteristics of variety on forage productivity of Italian ryegrass(IRG) in middle region of Korea from 2017 to 2018. Cold-tolerance of IRG was significant different between varieties( $p<0.05$ ). Overwinter rate of domestic variety of IRG was higher than that of foreign variety( $p<0.05$ ). Among early-maturing varieties, overwinter rate of Kowinearly was highest as 68% that was 33% higher than that of Florida 80. Among middle-maturing varieties, overwinter rate of Kowinmaster was highest as 70% that was 28% higher than that of Tam 90. DM yield of IRG was significant different between varieties( $p<0.05$ ). Among early-maturing varieties, DM yield of Kowinearly and Greenfarm 2 was about 3 to 3.5 ton/ha more than that of Florida 80. Among middle-maturing varieties, DM yield of Kowinmaster was about 2ton/ha more than that of winter-hawk or Tam 90. There is a direct correlation between forage productivity and cold-tolerance of IRG variety( $p<0.01$ ). These results suggested that choice of early- or middle-maturing variety with cold-tolerant is more important for increasing the forage productivity of IRG If harvesting for roughage have to be finished in the middle ten days of May in middle region of Korea.

(Key words : Italian ryegrass, Variety, Cold tolerance, Forage productivity)

### I. 서 론

이탈리안 라이그라스는 일년생 또는 월년생의 벼과 사료작물로서 9월 하순부터 10월 중순 사이에 파종하여 이듬해 4월 하순부터 5월 중하순 사이에 수확 이용할 수 있는 동계 사료작물이다(Kim, 1991). 이탈리아 라이그라스는 초기생육이 왕성하고 수량성과 사료가치가 높으며, 가축의 기호성이 우수한 장점이 있으나, 추위에 약하여 적기에 파종하고 재배관리를 잘 해야만 충분한 생산성을 확보할 수 있다(Kim et al.,

2007; Kim et al., 2009; Lim et al., 2007; Lim et al., 2013). 우리나라 최근 이탈리아 라이그라스의 종자수요량은 약 5,400톤으로서 과거 약 10년 전의 종자수요량(약 500톤) 보다 10배 이상 증가한 것으로 추정되고 있다(MAFRA, 2017). 이와 같이 우리나라에서는 양질조사료를 생산하기 위해 과거에는 주로 호밀을 재배하였으나 가축의 기호성과 사료가치를 고려하여 이탈리아 라이그라스의 재배면적이 급속히 늘어나면서 최근에는 이탈리아 라이그라스 위주의 조사료 산업으로 전환되었다고 할 수 있다.

\* Corresponding author : Jeong Sung Jung, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea.

Tel: +82-41-580-6748, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: jjs3873@korea.kr

우리나라에서 이탈리아인 라이그라스를 재배하여 양질조사료를 생산하는 농가가 늘어나고 있으나, 추수기간과 겹치는 파종시기, 노동력 부족 등으로 인해 충분한 재배관리가 어려운 것이 조사료 산업현장의 현실이라 할 수 있다. 따라서 이탈리아인 라이그라스를 이용한 조사료 생산의 안정성 향상과 단위면적당 생산성 향상을 위해서는 재배적지 선정과 재배기술의 현장실천은 물론 알맞은 품종의 선택이 무엇보다 중요하다 할 것이다. 특히, 추위에 약한 이탈리아인 라이그라스의 작물특성을 고려하면 무엇보다 추위에 강한 품종의 선택이 중요하다(Park et al., 1987). 농촌진흥청 국립축산과학원은 1995년부터 본격적으로 추위에 강한 이탈리아인 라이그라스 신품종을 육성하여 농가에 보급하고 있고, 새로운 재배기술을 개발하여 우리나라 중부 및 중북부지역까지 재배를 확대하기 위해 노력하고 있다. 추위에 강한 주요 품종들은 만생종으로는 ‘화산 101호’(Choi et al., 2000), ‘화산 104호’(Choi et al., 2005), ‘코위너’(Choi et al., 2006b)가 있고, 중생종으로는 ‘코윈마스터’(Choi et al., 2008)가 있으며, 조생종으로는 ‘코윈어리’(Choi et al., 2011a), ‘그린팜’(Ji et al., 2011), ‘코그린’(Choi et al., 2006a), ‘코스피드’(Choi et al., 2007) 등이 있다. 이와 같이 겨울이 추운 우리나라 기후환경에 알맞은 우수한 품종들이 보급되고 있으나, 아직도 조사료 생산현장에서는 외국 이탈리아인 라이그라스 품종들이 70% 이상 재배되고 있다(MAFRA, 2017). 따라서 국내외에서 개발된 이탈리아인 라이그라스 신품종들의 생육특성을 평가하고, 이 품종들의 생육특성과 조사료 생산성의 상관관계를 분석함으로써 이탈리아인 라이그라스를 이용한 조사료 재배면적 확대와 생산성 향상을 위한 노력이 필요하다고 할 것이다.

본 연구에서는 중부지역에서 이탈리아인 라이그라스 품종별 내한성 및 생육특성의 변화와 그에 따른 생산성 변화 요인을 분석하여 우수품종의 선택을 위한 기초자료를 확보하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 이탈리아인 라이그라스 품종별 내한성 및 생육특성의 변화와 그에 따른 생산성 변화요인을 분석하기 위하여 2017년 10월부터 2018년 5월까지 우리나라 중부지역인 충남 천안지역에서 수행되었다. 재배지의 평균온도와 강수량은 농촌진흥청 농업기상정보서비스 홈페이지의 자료를 활용하였으며, Table 1과 같이 시험기간 동안의 평균기온은 평년에 비해 다소 낮아 불리한 온도조건이었고, 강수량은 평년에 비해 다소 많아 유리한 수분조건이었다. 시험 전 토양의 화학적 특성은 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여 분석하였으며(RDA, 1988), Table 2와 같이 유기물과 유효인산 함량이 풍부한 토양으로서 이탈리아인 라이그라스의 재배에 알맞은 토양조건이었다. 시험품종은 조생종인 그린팜, 그린팜2호, 코스피드, 코윈어리, 플로리다 80(외국품종), 중생종인 코윈마스터, 윈터호크(외국품종), 탐-90(외국품종), 만생종으로 코위너 그리고 조생종과 만생종의 혼합종 등 10개 품종으로 하였다. 시험구면적은 6m<sup>2</sup>(2m×3m)로 하였고, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 이탈리아인 라이그라스 파종은 중부지역의 파종적기인 9월 30일(Kim et al., 2009)보다 약 10일 늦은 10월 10일에 실시하였다. 파종량은 40kg/ha로 하였고, 파종방법은 20cm

Table 1. Average air temperature and rainfall of cultivation field of Italian ryegrass in Cheonan of Korea from September 2017 to May 2018

Division	Year	2017				2018				
		Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May
Mean Temp. (°C)	Current	19.4	13.6	4.7	-1.9	-4.2	-2.2	7.2	12.1	17.4
	Normal	20.0	13.3	6.2	-0.5	-1.7	0.5	5.9	12.8	17.7
Rainfall (mm)	Current	158	53	48	18	17	32	53	123	74
	Normal	43	14	23	38	10	27	24	74	48

Table 2. Chemical characteristics of soil before trial

pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	T-N (%)	O.M (g/kg)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (me/100g)
6.98	0.35	48.5	615.9	11.8

제조과로 하였으며, 파종 및 월동 후에 답압을 하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=140-120-120kg/ha로 하였다. 시비방법에서 질소는 파종할 때 기비로 30%, 이른 봄 생육개시기인 3월에 추비로 70%씩 나누어 주었으며, 인산과 칼리는 기비와 이른 봄 추비로 각각 50%씩 나누어 주었다.

일반생육특성은 농사시험연구조사기준에 준하여 조사하였고 (RDA, 1995), 월동율은 이른 봄 생육이 개시한 후 동사한 개체와 생존한 개체의 비율을 조사하여 환산하였다. 생초수량은 품종의 숙기에 관계없이 5월 14일 동시에 시험구 전체를 수확하여 조사하였고, 생초시료 300g 정도를 취하여 65℃ 환풍건조기에서 4일 이상 건조 한 후 무게를 조사하여 건물율을 구하였다. 건물수량은 생초수량에 건물율을 곱하여 계산하였다. 식물체의 조단백질 함량은 AOAC법(1990)으로 분석하였고, Acid detergent fiber (ADF)와 neutral detergent fiber (NDF)는 Goering 및 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. Total digestible nutrients (TDN)은 Menke와 Huss (1980)의 방법을 이용하여 계산하였고 이때 소화율은 DLG (1968, 1991) 사료성분표를 이용하였다. 통계분석은 SAS package program(ver. 9.2)으로 변수들 간의 상관관계를 분석하고자 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용하였다 (SAS, 2002).

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생육특성

중부지역(천안)에서 10월 10일에 파종하여 재배한 이탈리아 라이그라스의 품종별 생육특성은 Table 3과 같다. 출현은 모든 품종에서 매우 양호하였다. 월동 전 초장은 품종 간에 약간의 차이가 있었는데, 코윈어리와 코윈마스터 등 국내 육성 품종보다 Florida 80, Winter-hawk 등 외국품종이 2~4cm 길었다. 이탈리아 라이그라스 품종의 월동율은 외국품종보다 국내품종이 대부분 높았다. 조생종에서는 코윈어리의 월동율이 68%로 가장 높았고, Florida 80이 35%로 가장 낮았으며, 중생종에서는 코윈마스터의 월동율이 70% 가장 높았고, Tam 90이 42%로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 외국품종 중에서는 Winter-hawk가 57% 월동하여 다른 외국 품종보다 높았다. 만생종이며 4배체 품종인 코위너의 월동율은 37%로 낮았는데, 파종시기가 늦은 경우 조생종이나 중생종보다 만생종의 적응성이 낮은 것으로 판단된다. 이와 같이 품종 간 월동율의 차이를 나타내는 결과는 이탈리아 라이그라스는 2배체 품종이 4배체 품종보다 내한성이 강하나 품종 간 차이가 크다는 Park et al.(1987)의 보고와 일치하고, 파종시기가 늦으면 만생종이 조생종이나 중생종보다 월동율이 더 낮아진다는 Kim et al.(2009)의 보고와 같은 경향이다. 이른 봄 생육은 월동율이 낮은 Florida 80보다 월동율이 높은 코윈어리와 코윈마스터 품종이 상대적으로 우

Table 3. Growth characteristics of Italian ryegrass varieties cultivated at Cheonan of Korea from 2017 to 2018

Maturity	Variety	Emergence (1-9)*	Plant length in fall (cm)	Over wintering (%)	Growth in early spring (1-9)*	Heading date (M.D)	Lodging (1-9)*	Plant length in harvest (cm)
Early	Greenfarm	1	14	57	3	30 Apr.	7	105
	Greenfarm 2	1	13	60	3	4 May	4	106
	Kospeed	1	13	43	5	5 May	4	101
	Kowinearly	1	12	68	3	6 May	6	105
	Florida 80	1	16	35	6	9 May	5	103
	Mean	1	14	53	4	5 May	5	104
middle	Kowinmaster	1	13	70	3	14 May	2	99
	Winter-hawk	1	17	57	4	14 May	5	104
	Tam 90	1	15	42	5	15 May	4	99
	Mean	1	15	56	4	14 May	4	101
late	Kowinner	1	13	37	5	-	1	89
Early and late	Mixed Var.	1	13	48	4	10 May	3	99
	LSD(0.05)------	NS	1.9	15.5	2.5	-	2.0	6.4

\* 1 : Excellent(strong), 9 : Worst(weak)

수한 결과를 나타내었다. 출수기는 조생종은 5월 5일경, 중생종은 5월 14일경이었으나, 만생종은 5월 14일 수확할 때까지 출수를 못하였다.

## 2. 수량성

중부지역(천안)에서 10월 10일에 파종하여 재배한 이탈리아 라이그라스의 품종별 생산성은 Table 4와 같다. 건물수량은 품종 간 차이가 많았다( $p<0.05$ ). 조생종 중에서는 내한성이 강한 국내품종인 그린팜 2호와 코윈어리가 외국품종인 Florida 80보다 약 3~3.5톤/ha 많았다. 중생종 중에서는 내한성이 강한 국내품종인 코윈마스터가 외국품종인 Winter-hawk나 Tam 90보다 약 2톤/ha 많았다. Table 3에서 보는 바와 같이 내한성이 우수하여 월동율이 높았던 품종들의 건물수량이 높은 결과를 나타내어, 월동율과 건물수량 간에 높은 정의상관이 있음을 알 수 있다(Table 6). 이러한 결과는 중부지방에서 이탈리아 라이그라스를 재배할 때 내한성이 우수한 국내 육성 품종이 상대적으로 내한성이 낮은 외국품종보다 건물 생산성이 높았다는 보고(Kim et al., 2016)와 일치하고 있다. 이와 같이 이탈리아 라이그라스의 월동율과 건물생산성 간에는 매우 높은 정의상관을 나타낸다( $p<0.01$ )고 할 수 있다(Table 6). 품종별 가소화양분수량도 건물생산성과 비슷한 경향이었으며, 중생종인 코윈마스터의 가소화양분수량이 5,790kg/ha로 가장 높았다( $p<0.05$ ). 이러한 결과들은 우리나라 중부지역에서 연중 조사

료 생산 작부체계를 운영함에 있어, 5월 하순경에 하계사료작물의 파종하기 위해 5월 중순에 이탈리아 라이그라스를 수확해야 한다면, 조생 또는 중생품종의 이탈리아 라이그라스를 선택하는 것이 좋으며, 내한성이 강한 국내 육성 품종을 선택하여 재배하는 것이 양질 조사료 생산성 향상에 유리할 것으로 판단된다.

## 3. 사료가치

중부지역(천안)에서 10월 10일에 파종하여 재배한 이탈리아 라이그라스의 품종별 사료가치는 Table 5와 같다. 사료가치를 한국사양표준(NIAS, 2007)과 비교하였을 때, 이탈리아 라이그라스 전체 품종들의 평균 조단백질 함량은 13.5%로 높았으며, 품종 간 차이는 크지 않았다. 숙기별로는 조생종이 가장 낮고, 다음이 중생종이었으며, 만생품종인 코위너가 16.2%로 높은 편이었다. 전체 품종들의 평균 ADF 함량은 35.6%이었으며, 품종 간에 차이는 거의 없었다. 다만 만생종인 코위너의 ADF 함량은 30.3%로 낮은 편이었다. 전체 품종들의 평균 TDN 함량은 60.8%로 양호한 사료가치를 나타내었고, 숙기가 가장 늦은 만생종인 코위너의 TDN 함량은 64.9%로 높은 편이었다. 이탈리아 라이그라스의 수확시기별 사료가치는 생육단계가 빠를수록 높고, 늦어질수록 낮아진다는 Choi et al.(2011b)와 Seo et al.(2013)의 보고와 같이 동일한 날짜에 파종과 수확이 이루어졌기 때문에 조생종과 중생

Table 4. Dry matter(DM) and total digestible nutrient(TDN) yield of Italian ryegrass varieties cultivated at Cheonan of Korea from 2017 to 2018

Maturity	Variety	Fresh yield (kg/ha)	Dry matter (%)	DM yield (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)
Early	Greenfarm	41,667	18.5	7,644	4,591
	Greenfarm 2	58,611	16.1	9,378	5,639
	Kospeed	45,611	16.2	7,367	4,567
	Kowinearly	52,778	16.3	8,629	5,197
	Florida 80	40,667	14.3	5,779	3,519
	Mean	47,867	16.3	7,759	4,703
Middle	Kowinmaster	64,833	14.3	9,300	5,790
	Winter-hawk	52,556	13.9	7,194	4,302
	Tam 90	51,611	14.0	7,146	4,326
	Mean	56,333	14.1	7,880	4,806
Late	Kowinner	43,778	12.2	5,281	3,430
Early and late	Mixed Var.	52,056	14.2	7,339	4,546
	Average	50,417	15.0	7,506	4,744
LSD(0.05)-----		-	-	2,181	1,344

Table 5. Acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), crude protein(CP) and total digestible nutrient(TDN) of Italian ryegrass varieties cultivated at Cheonan of Korea from 2017 to 2018

Maturity	Variety	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)
Early	Greenfarm	12.39	36.50	58.38	60.1
	Greenfarm 2	12.77	36.41	59.58	60.1
	Kospeed	14.33	34.07	56.71	62.0
	Kowinearly	12.09	36.29	59.56	60.2
	Florida 80	13.43	35.44	58.09	60.9
Mean		13.00	35.74	58.46	60.7
Middle	Kowinmaster	13.20	33.73	55.71	62.3
	Winter-hawk	14.79	36.84	58.92	59.8
	Tam 90	15.05	35.90	59.17	60.5
Mean		14.35	35.49	57.93	60.9
Late	Kowinner	16.21	30.33	50.66	64.9
Early and late	Mixed Var.	13.94	34.12	56.07	61.9
Average		13.54	35.64	58.25	60.8

중에 비해 생육단계가 늦은 만생종의 사료가치가 더 높게 나타났다. 이상의 결과는 우리나라 중부지역에서 연중 조사료 생산 작부체계를 운영을 위해 이탈리아 라이그라스의 품종을 선택할 때, 사료가치는 고려할 것 없이 내한성이 강하고 생산성이 높은 조생 또는 중생품종을 선택하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

#### 4. 품종특성과 생산성 간의 상관

중부지역(천안)에서 10월 10일에 파종하여 재배한 이탈리

안 라이그라스의 품종별 사료가치는 Table 6와 같다. 여러 가지 생육특성 중에서 건물수량과 가장 상관성이 높은 것은 월동율이었다( $p<0.01$ ). 또한 이른 봄 생육상태와 수확기의 초장도 건물수량과 높은 상관성이 있었다( $p<0.01$ ). 이탈리아 라이그라스의 생산성에 매우 크게 영향을 미치는 월동율은 이른 봄 생육과 수확기의 초장과도 높은 상관성을 나타내었다 ( $p<0.01$ ). 이와 같이 중부지역에서 이탈리아 라이그라스를 이용한 양질 조사료 생산을 할 때, 추위에 강한 내한성 품종의 선택이 매우 중요한 것으로 판명되었다.

Table 6. Correlation between Growth characteristics and forage productivity of Italian ryegrass varieties cultivated at Cheonan of Korea from 2017 to 2018

Division	Growth characteristics					Productivity	
	Plant length in fall	Over wintering	Growth in early spring	Lodging	Plant length in harvest	DM* yield	TDN** yield
Plant length in fall	1						
Growth characteristics							
Overwintering	-0.10	1					
Growth in early spring	-0.01	0.73**	1				
Lodging	-0.22	-0.17	-0.06	1			
Plant length in harvest	0.31	0.54**	0.44**	-0.59**	1		
Productivity							
DM yield	-0.12	0.88**	0.70**	-0.14	0.56**	1	
TDN yield	-0.15	0.87**	0.71**	-0.07	0.50**	0.96**	1

\* DM: Dry matter

\*\* TDN: Total digestible nutrient

#### IV. 적요

본 연구는 이탈리아 라이그라스 품종별 내한성 및 생육특성의 변화와 그에 따른 생산성 변화요인을 분석하기 위하여 2017년부터 2018년까지 우리나라 중부지역인 충남 천안에서 수행되었다. 이탈리아 라이그라스의 월동율은 품종 간에 차이가 있었으며( $p<0.01$ ), 외국품종보다 국내품종이 대부분 월동이 잘되었다. 조생종에서는 코윈어리의 월동율이 68%로 가장 높았고, Florida 80의 월동율이 35%로 가장 낮았으며, 중생종에서는 코윈마스터의 월동율이 70%로 가장 높았고, 외국품종인 Tam 90이 42%로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 외국품종 중에서는 Winter-hawk가 57% 월동하여 다른 외국 품종보다 월동율이 높았다. 건물수량은 품종 간 차이가 많았다( $p<0.05$ ). 조생종 중에서는 내한성이 강한 국내품종인 그린팜 2호와 코윈어리가 외국품종인 Florida 80보다 건물수량이 약 3~3.5톤/ha 많았다. 중생종 중에서는 내한성이 강한 국내품종인 코윈마스터가 외국품종인 Winter-hawk나 Tam 90보다 건물수량이 약 2톤/ha 많았다( $p<0.05$ ). 이탈리아 라이그라스의 내한성은 건물생산성과 고도의 정의상관이 있었다( $p<0.01$ ). 우리나라 중부지역에서 이탈리아 라이그라스를 5월 중순에 수확을 완료해야 한다면, 내한성이 강한 국내 육성 조생 또는 중생품종을 선택하여 재배하는 것이 양질 조사료 생산성 향상에 유리할 것으로 사료된다.

#### V. 사사

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 지역별 초지 및 사료작물의 재배환경과 재배기술 적용에 따른 조사료 생산성 변화 현장조사 및 결과분석(중부 및 남부지방), 세부과제번호: PJ01243202)의 지원에 의해 이루어진 것임

#### VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Choi, G.J., Ji, H.C., Kim, K.Y., Park, H.S., Seo, S., Lee, K.W. and Lee, S.H. 2011a. Growth characteristics and productivity of cold-tolerant "Kowinearly" Italian ryegrass in the northern part of South Korea. African Journal of biotechnology. 10:2676-2682.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.C., Lee, S.H., Lee, K.W., Kim, D.K., Seo, S. and Kim, K.Y. 2011b. Change of dry matter yield and feed value of Italian ryegrass, Hwasan 101, at different growth stages. Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 31:107-112.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Kim, M.J., Ji, H.C., Lee, S.H., Park, H.S., Moon, C.S., Lee, E.S. and Seo, S. 2008. A cold-tolerant and medium-maturing Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, 'Kowinmaster'. Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 28:177-184.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R., Rim, Y.W., Kim, M.J., Lim, K.B. and Seo, S. 2006b. A cold-tolerant and high-yielding Italian ryegrass new variety, 'Kowinner'. Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 26:171-176.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Rim, Y.W., Sung, B.R., Kim, M.J., Kim, K.Y. and Seo, S. 2006a. A cold-tolerant and early-heading Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, 'Kogreen'. Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 26:9-14.
- 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 Korea Society of Grassland and Forage Science. 27:145-150.
- Choi, G.J., Rim, Y.W., Kim, K.Y., Choi, S.H., Sung, B.R., Kim, W.H. Shin, D.E. and Lim, Y.C. 2000. A cold-tolerant and high-yielding Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) new variety "Hwasan 101". Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 20:1-6.
- Choi, G.J., Rim, Y.W., Sung, B.R., Lim, Y.C. Kim, M.J., Kim, K.Y., Park, G.J., Park, N.K., Hong, Y.K. and Kim, S.R. 2005. Growth characters and productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) new variety "Hwasan 104". Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 25:275-280.
- DLG. 1968, 1991. DLG-fetterwerttabelle fuer wiederkaeurer. DLG-verlag, Frankfurt am Main.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Ji, H.C., Lee, S.H., Yoon, S.H., Kim, K.Y., Choi, G.J., Park, H.S., Park, N.K., Lim, Y.C. and Lee, U.S. 2011. A very early-maturing Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, 'Green Farm' for double cropping system. Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 31:9-14.
- Kim, D.A. 1991. Forage crops. Sunjinmuhwasa. Seoul. pp. 310-320.
- Kim, K.Y., Choi, G.J., Lee, S.H., Hwang T.Y., Lee, K.W., Ji, H.C. and Park, S.M. 2016. Growth characteristics and dry matter yields of domestic and foreign Italiann ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam) cultivals in cheonan region. Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science. 36:280-286.
- Kim, M.J., Choi, G.J., Kim, J.K., Yoon, S.H., Lim, Y.C., Im, S.K.,

- Kwon, E.K., Chang, S.S., Kim, H.C. and Kim T.I. 2009. Effect of varieties and seeding date on over winter and dry matter yield of Italian ryegrass in paddy field. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 29:321-328.
- Kim, M.J., Choi, G.J., Yook, W.B., Lim, Y.C., Yoon, S.H., Kim, J.K., Park, H.S. and Seo, S. 2007. Effect of seeding method on the winter survival dry matter yield and nutrient value of Italian ryegrass in paddy field. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 27:269-274.
- Lim, Y.C., Choi, K.C., Park, H.S., Ji, H.C., Kim, K.Y., Lee, S.H., Choi, G.J., Kim, M.J. and Kim, W.H. 2013. Comparison of yield of winter forage crops according to regions of Korea. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 33:275-280.
- Lim, Y.C., Yoon, S.H., Kim, W.H., Kim, J.D., Choi, G.J., Kim, M.J., Jung, M.W., Seo, S. and Yook, W.B. 2007. Growth characteristics and productivity of winter crops after the continuous whole crop rice cultivation in paddy field in middle region. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 27:183-188.
- MAFRA. 2017. List of supplied amount of forage crops seed. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Menke, K.H. and Huss, W. 1980. *Tierernaehrung und futtermittelkunde*. UTB Ulmer. pp. 38-41.
- NIAS. 2007. The Korean livestock feeding standard. National Institute Livestock Research Institute, RDA.
- Park, B.H., Park, B.S. and Kang, J.H. 1987. A comparison between diploid and tetraploid cultivars of *Lolium multiflorum* Lam, *italicum*. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 7:135-139.
- RDA. 1988. Chemical analysis of soil. Rural Development Administration.
- RDA. 1995. Standard of agriculture research investigation. Rural Development Administration.
- SAS. 2002. Statistical analysis system version 9.2. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Seo, S., Kim, M.J., Kim, W.H., Lee, S.H., Jung, M.W., Kim, K.Y., Ji, H.C., Park, H.S., Kim, J.G. and Choi, G.J. 2013. Optimum harvest stage of Italian ryegrass 'Kowinearly' according to one and two harvest during spring season. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 33:15-20.

(Received : October 4, 2018 | Revised : November 13, 2018 | Accepted : November 15, 2018)