

Research Article

천안지역에서 이탈리아 라이그라스 국내육성 품종과 외국품종의 생육특성 및 수량성

김기용* · 최기준 · 이상훈 · 황태영 · 이기원 · 지희정 · 박승민

국립축산과학원

Growth Characteristics and Dry Matter Yields of Domestic and Foreign Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Cultivars in Cheonan Region

Ki-Yong Kim*, Gi Jun Choi, Sang-Hoon Lee, Tae-Young Hwang, Gi-Won Lee, Hee Chung Ji and Sung Min Park
National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the growth characteristics and dry matter yields of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam., IRG) cultivars for three years (2011~2013). The cold-resistance of domestic cultivars was stronger than other foreign varieties. Among early-maturing cultivars, dry matter (DM) yield of 'Kowinearly' was significantly higher (8,751 kg/ha) than other cultivars ($p<0.05$). In medium-maturing cultivars, DM yield of 'Kowinmaster' and 'Tam 90' was 9,394 and 7,461 kg/ha, respectively. Of the two, the former's DM yield was higher than the latter's ($p<0.05$). Among late-maturing cultivars, DM yield of 'Hwasan 104' (9,809 kg/ha) was similar to 'Hwasan 101' (9,354 kg/ha), but significantly higher than the other late-maturing cultivars ($p<0.05$). According to the results obtained from present study, early-maturing cultivars with cold-tolerance and high productivity is required for the paddy field cultivation of an Italian ryegrass cultivar after rice harvest in Cheonan region. Medium- and late-maturing cultivars are more advantageous for the dry field cultivation of the maximum quantity that is possible. In conclusion, to select which cultivar/s to grow, the climate of the growing area, weather conditions, and the cropping system must all be considered.

(Key words : Italian ryegrass, Growth characteristics, Forage productivity, Cold tolerance, Cheonan region)

I. 서 론

이탈리안 라이그라스 (*Lolium multiflorum* Lam., IRG)는 내습성이 우수하여 답리작 재배에 적합한 사료작물이다. 또한 사료가치가 높고, 생산성이 높으며, 소가 아주 잘 먹는 사료작물이다. 하지만 IRG 수입품종은 추위에 약해서 우리나라 남부지역에서만 재배할 수 있었다. 다행스럽게도 최근에 국내에서 추위에 매우 강한 IRG 신품종이 12 품종이나 개발되어 국산품종 종자보급량이 매년 증가하고 있다. 국내에서 개발된 IRG 품종 중에서 조생종 (6품종)에는 '코원어리' (Choi et al., 2011), '코스피드' (Choi et al., 2007), '코그린' (Choi et al., 2006a), '그린팜' (Ji et al., 2011), '그린팜 2호' (Ji et al., 2013) 및 '그린팜 3호' (Ji et al., 2015)가 있고, 중생종 (1품종)에는 '코윈마스터' (Choi et al.,

2008)가 있으며, 만생종 (5품종)에는 '화산 101호' (Choi et al., 2000), '화산 102호' (Choi et al., 2001a), '화산 103호' (Choi et al., 2001b), '화산 104호' (Choi et al., 2005) 및 '코위너' (Choi et al., 2006b)가 있다. 이러한 품종개발 및 종자보급 확대 덕분에 우리나라에서 IRG 재배면적이 크게 확대되고 있으며, 더구나 중부지역에서도 재배면적이 점점 증가하고 있다 (Kim et al., 2015). Kim 등 (2015)이 경북 예천지역에서 국내 육성 IRG 신품종과 외국품종을 동일한 조건으로 재배해서 각 품종의 생육특성과 수량성을 비교한 연구결과가 있지만, 재배지역에 따라 기후조건이 다르기 때문에 그 결과도 달라질 수 있다. 본 연구는 천안지역에서 국내 육성 IRG 신품종과 외국품종의 생육특성과 수량성을 비교 분석하기 위하여 수행하였다.

* Corresponding author : Ph. D. Ki-Yong Kim, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea. Tel: +82-41-580-6751, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: kimky77@korea.kr

II. 재료 및 방법

1. 시험장소 및 공시품종

국내 육성 IRG 신품종과 외국품종의 품종비교 시험은 국립축산과학원 초지사료과 시험포장 (충남 천안시 성환읍) 에서 2011년부터 2013년까지 3년간 수행하였다. 공시품종으로 국내에서 육성한 이탈리아인 라이그라스 (IRG) ‘그린팜’, ‘그린팜 2호’, ‘코윈어리’, ‘코스피드’, ‘코그린’ 등 조생종 5 품종과 ‘코윈마스터’ 중생종 1품종, 그리고 ‘화산 101호’, ‘화산 104호’, ‘코위너’ 등 만생종 3품종을 사용하였고, 대비품종으로 수입품종 중에서 조생종 ‘플로리다 80’, 중생종 ‘담 90’ 및 만생종 ‘테트라폴드’를 사용하였다.

2. 시험구 배치 및 재배조건

이탈리안 라이그라스 1 ha당 파종량은 30 kg으로 하였고, 파종방법은 휴폭 20 cm로 줄파종하였다. 시비량은 밀거름으로 N-P₂O₅-K₂O=40-75-75 kg/ha을 사용하였으며, 3월 상순에 웃거름으로 N-P₂O₅-K₂O=100-75-75 kg/ha을 사용하였다. 시험구는 품종을 하나의 요인으로 해서 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 시험구 사이즈는 6 m² (2×3 m)로 하여 시험을 수행하였다. 2011년 9월 28일 파종해서 2012년 5월에 품종 숙기별로 조생종은 5월 10일, 중생종은 5월 16일, 만생종은 5월 25일 수확하였으며, 다시 2012년 9월 26일 파종해서 2013년 5월에 품종 숙기별로 조생종은 5월 13일,

중생종은 5월 20일, 만생종은 5월 27일 수확하였다.

시험기간 동안 기상조건은 Table 1와 같다 (National Weather Service (NWS), Korea). 2011년 겨울에 비해 2012년 겨울이 더 추웠고, 2013년 봄에는 저온현상이 심하게 나타났다. 2011년 겨울에는 가뭄이 심한 편이었고, 초겨울 날씨가 따뜻해서 옷자람 현상이 나타났으며, 2012년 봄까지 가뭄이 심했다. 2012년 겨울부터 2013년 봄까지 강수량은 다소 부족한 편이었다. 2011년 가을철 (10월~11월) 평균 기온은 각각 11.4°C로서 평년의 9.8°C 보다 1.6°C 높았으며, 2012년 가을철 (10월~11월) 평균기온은 9.6°C로서 평년과 비슷하였다. 2011년과 2012년의 강수량은 각각 92.3 mm 및 119.2 mm로서 평년의 102.3 mm와 비슷한 수준이었다. 시험포장의 토양조건은 pH 6 이상의 비옥한 사질양토였다 (Table 2).

3. 생육특성 및 수량성 조사

이탈리안 라이그라스의 생육기간 중 각 품종에 대한 생육특성 중 출현율, 내한성, 내병성 및 내도복성은 1에서 9까지 평점을 매겨서 조사하였으며, 양호하거나 우수한 것을 1로 하고 나쁘거나 불량한 것을 9로 평점을 매겨서 평가했다. 초장은 지표면에서 식물체의 줄기나 잎 끝까지 자로 재어서 cm로 표시했으며, 출수기는 품종별로 이삭이 40% 이상 나온 날짜를 조사해서 월일로 표시했다. 품종별 수량성은 생초수량과 건물수량을 조사하였다. 시험구 6 m² 전구를 수확하여 무게를 달고 이를 1 ha 기준으로 환산하

Table 1. The average minimum (Min.AT) and maximum (Max.AT) air temperature and precipitation amount (PA) of three years (December 2011 ~ May 2013, NWS) in Cheonan region

Month	Min.AT (°C)		Max.AT (°C)		PA (ml)	
	2011~2012	2012~2013	2011~2012	2012~2013	2011~2012	2012~2013
December	-5.0	-8.6	4.1	0.8	10.5	56.0
January	-7.9	-9.0	2.3	1.7	14.5	28.5
February	-7.7	-5.8	3.9	3.9	2.3	35.2
March	0.0	-1.3	10.1	12.2	44.9	40.0
April	5.7	3.2	19.1	16.1	81.6	56.3
May	13.0	11.5	26.1	24.9	16.8	123.5

Table 2. Chemical characteristics of experimental fields in Cheonan region

Year	pH (1:5)	T-N (%)	O-M (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol ⁺ /kg)		
					K	Ca	Mg
2011	6.24	0.22	23.5	240	0.83	5.37	1.49
2012	6.35	0.24	25.1	245	0.81	5.43	1.46

여 생초수량을 구하였고, 각 시험구마다 500 g 내외의 시료를 취하여 65℃ 열풍순환건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물물을 구하여 생초수량으로부터 건물수량을 계산하였다. 시험결과와 통계분석은 SAS Package (2004)를 이용해서 분산분석을 실시하였고, 처리 간의 비교는 최소유의차(LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 품종별 생육특성

이탈리안 라이그라스 국내 육성 품종과 수입품종의 생육 특성을 조사한 결과, IRG 조생종의 출현율과 내병성은 모든 품종이 평점 1로 양호하였다. 내한성은 ‘코윈어리’ 품종이 평점 1로 강했고, ‘코그린’과 ‘코스피드’ 품종은 평점 2로 그 다음이었고, ‘플로리다 80’ 품종은 평점 2.5, ‘그린팜’과 ‘그린팜 2호’ 품종은 평점 3으로 다소 약했다. 내도복성은 ‘그린팜’, ‘그린팜 2호’ 및 ‘코스피드’ 품종이 평점 1로 강했으며, ‘코윈어리’ ‘코그린’ 및 ‘플로리다 80’ 품종은

평점 2로 도복이 좀 더 있었다(Table 3). IRG 출수기는 2012년에 비해 2013년에 모든 품종에서 7~11일 정도 늦어졌는데, 이는 2013년 봄에 겨울 추위가 오래 지속된 것이 그 원인인 것으로 생각되며, 2012년의 출수기는 기존에 알려진 각 품종의 고유 출수기와 유사하였다(Table 3 및 Table 4). 이러한 결과는 Kim 등 (2015)의 보고와 유사하였다. IRG 조생종 중에서 2012년의 출수기는 ‘그린팜 2호’가 4월 27일로 가장 빨랐고, 그 다음으로 ‘그린팜’ 4월 28일, ‘코스피드 5월 1일’, ‘코그린’ 5월 4일, ‘코윈어리’ 5월 5일 순으로 나타났다. 수입품종인 ‘플로리다 80’은 5월 3일에 출수하였다(Table 3).

IRG 중만생종에서 ‘코윈마스터’의 출수기가 5월 11일로 가장 빨랐고, ‘테트라골드’는 5월 23일로 가장 늦었다(Table 5). IRG 조생종에서 2013년 초장이 2012년 보다 모두 큰 것으로 나타났는데, 이는 2013년 5월 강수량이 123.5 mm로서 2012년 5월 강수량 16.8 mm에 비해 많았기 때문에 나타난 결과라고 여겨진다. 예천지역에서 수행한 Kim 등 (2015)의 연구결과에서는 이와 반대의 결과가 도출되었는데, 예천지역에서는 2012년 4월과 5월에 201.1 mm

Table 3. Growth characteristics of early maturing Italian ryegrass in Cheonan region, 2012~2013

Cultivar	Year	Emergence (1~9)*	Cold resistance (1~9)*	Disease resistance (1~9)*	Lodging resistance (1~9)*	Plant length (cm)	Heading date
Greenfarm	2012	1	4	1	1	87	April 28
	2013	1	2	1	1	95	May 5
	Mean	1	3	1	1	91	May 1
Greenfarm 2ho	2012	1	4	1	1	90	April 27
	2013	1	2	1	1	96	May 6
	Mean	1	3	1	1	93	May 1
Kowinearly	2012	1	1	1	2	91	May 5
	2013	1	1	1	2	98	May 13
	Mean	1	1	1	2	94.5	May 9
Kogreen	2012	1	3	1	2	85	May 4
	2013	1	1	1	2	89	May 12
	Mean	1	2	1	2	97	May 8
Kospeed	2012	1	3	1	1	87	May 1
	2013	1	1	1	1	93	May 11
	Mean	1	2	1	1	90	May 6
Florida 80	2012	1	3	1	2	91	May 3
	2013	1	2	1	2	97	May 14
	Mean	1	2.5	1	2	94	May 8

* (1~9): 1 = strong, 9 = weak.

Table 4. Growth characteristics of medium and late maturing Italian ryegrass in Cheonan region, 2012~2013

Cultivar	Year	Emergence (1~9)*	Cold resistance (1~9)*	Disease resistance (1~9)*	Lodging resistance (1~9)*	Plant length (cm)	Heading date
Kowinmaster	2012	1	1	1	3	94	11 May
	2013	1	1	1	2	108	19 May
	Mean	1	1	1	2.5	101	15 May
Tam 90	2012	1	5	1	1	88	13 May
	2013	1	3	1	2	104	21 May
	Mean	1	4	1	1.5	96	17 May
Hwasan 101	2012	1	1	1	2	72	21 May
	2013	1	1	1	2	112	26 May
	Mean	1	1	1	2	92	23 May
Hwasan 104	2012	1	1	1	3	85	21 May
	2013	1	1	1	2	109	26 May
	Mean	1	1	1	2.5	97	23 May
Kowinner	2012	1	3	1	2	81	19 May
	2013	1	1	1	2	106	24 May
	Mean	1	2	1	2	93.5	21 May
Tetragold	2012	1	6	1	1	84	23 May
	2013	1	4	1	1	105	28 May
	Mean	1	5	1	1	94.5	27 May

*(1~9): 1 = strong, 9 = weak.

의 충분한 강수량이 있었고, 기온도 더 높았기 때문에 판단된다. IRG 중만생종의 초장은 조생종에 비해 2013년에 최소 14 cm 이상 더 큰 것으로 나타났다. 2012년 5월에는 가뭄이 극심해서 정상적인 생육을 하지 못한 결과로 판단되었다. 또한 조생종과 중만생종간의 초장은 생육기간이 긴 중만생종이 더 큰 것으로 나타났다.

Table 4에서 중만생종의 출현율과 내병성은 모두 평점 1로 양호하였다. 내한성은 ‘코윈마스터’, ‘화산 101호’ 및 ‘화산 104호’ 품종이 평점 1로 강했으며, ‘코위너’ 품종은 평점 2로 그 다음이었고, 도입품종인 ‘탐 90’과 ‘테트라골드’ 품종은 각각 평점 4 및 5로 약했다. 도복은 ‘테트라골드’ 품종이 평점 1, ‘탐 90’ 품종이 평점 1.5로 강한 편이었으나, 이는 내한성이 약해서 봄철 생육이 저조했기 때문에 나타난 결과라고 생각된다. 이러한 결과는 Kim 등 (2015)의 보고와 유사하였다.

국내육성 IRG 품종은 전반적으로 도입품종에 비해 내한성이 강한 것으로 나타났으며, 이는 Choi 등 (2000, 2001a, 2001b, 2006a, 2006b, 2007, 2008 and 2011)의 보고 및 Kim 등 (2015)의 보고와 일치하였다. IRG 초장은 중만생종이 조생종에 비해 큰 것으로 나타났다. IRG 출수기는 2012

년 기준으로 그린팜 2호가 4월 27일로 가장 빨랐고, ‘테트라골드’가 5월 23일로 가장 늦었다. 만약 중부지역 논에서 이탈리아 라이그라스를 재배할 경우에 기후와 벼 이앙시기를 고려하면 추위에 강하고 수확시기가 빠른 국내육성 조생종 품종을 선택해야 안전하게 월동이 가능하고, 벼 이앙시기 이전에 조사료 수확이 가능할 것으로 판단된다.

2. 품종별 건물수량

IRG 조생종과 중만생종 이탈리아 라이그라스의 품종별 건물수량은 Table 5(조생종)과 Table 6(중만생종)에서 보는 바와 같다. IRG 조생종 중에서 ha당 건물수량은 ‘코윈어리’ 품종이 8,751 kg으로 가장 많았으며 ($p < 0.05$), 다음으로 ‘코그린’과 ‘코스피드’ 품종이 7,986 및 7,494 kg, 수입품종인 ‘플로리다 80’ 품종이 7,499 kg 이었고, 극조생종 ‘그린팜’과 ‘그린팜 2호’ 품종이 7,092 및 7,151 kg으로 적은 편이었다. IRG 극조생종을 제외하면 국내육성 품종인 ‘코윈어리’ 및 ‘코그린’ 품종이 수입품종인 ‘플로리다 80’에 비해 건물수량이 각각 17 및 7% 더 많았으며, ‘코스피드’ 품종은 ‘플로리다 80’ 품종과 유의적인 차이는 없었다.

Table 5. Dry matter yields of early maturing Italian ryegrass in Cheonan region, 2012~2013

Year	Dry matter yield (kg/ha)					
	Greenfarm	Greenfarm 2ho	Kowinearly	Kogreen	Kospeed	Florida 80
2012	6,467 ^c	6,334 ^c	8,341 ^a	7,201 ^{bc}	6,682 ^c	7,453 ^b
2013	7,717 ^c	7,968 ^c	9,161 ^a	8,770 ^{ab}	8,305 ^b	7,722 ^c
Mean	7,092 ^c	7,151 ^c	8,751 ^a	7,986 ^b	7,494 ^{bc}	7,488 ^c
Index(%)	95	95	117	107	100	100

^{abcde} Means in the same row with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Dry matter yields of medium and late maturing Italian ryegrass in Cheonan region, 2012~2013

Year	Dry matter yield (kg/ha)					
	Kowinmaster	Tam 90	Hwasan 101	Hwasan 104	Kowinner	Tetragold
2012	9,204 ^a	6,631 ^{cd}	8,394 ^b	8,929 ^a	6,929 ^c	6,505 ^d
2013	9,583 ^b	8,291 ^d	10,313 ^{ab}	10,688 ^a	9,008 ^c	7,728 ^c
Mean	9,394 ^{ab}	7,461 ^d	9,354 ^{ab}	9,809 ^a	7,969 ^c	7,117 ^d
Index(%)	132	105	131	138	112	100

^{abcde} Means in the same row with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

IRG 중만생종 중에서 ha당 건물수량은 ‘화산 104호’ 품종이 9,809 kg으로 가장 많았다. 그 다음으로 ‘코윈마스터’와 ‘화산 101호’ 품종이 각각 9,394 kg 및 9,354 kg으로 많았으나, 세 품종 간에 유의적인 차이는 없었다. 이 세 품종 다음으로 ‘코위너’ 품종이 7,969 kg으로 많았고 ($p < 0.05$), 수입품종인 ‘탐 90’과 ‘테트라골드’ 품종은 각각 7,461 kg 및 7,117 kg이었다. 국내육성 IRG 중만생종 품종이 수입품종보다 건물수량이 많았으며, ‘화산 104호’, ‘코윈마스터’, ‘화산 101호’ 및 ‘코위너’ 품종이 ‘테트라골드’ 품종에 비해 건물수량이 각각 38, 32, 31 및 12% 더 많았다.

3. 종합고찰

이탈리안 라이그라스 품종비교 시험에서 국내육성 IRG 품종이 도입품종에 비해 전반적으로 내한성이 더 강한 것으로 나타났다. 이는 Kim 등 (2015)의 연구결과와 일치한다. IRG 숙기별로 건물수량을 조사한 결과, 중만생종이 전반적으로 조생종보다 많은 것으로 나타났는데, 이는 생육기간이 더 길기 때문에 나타난 결과로 판단된다. Kim 등 (1998) 및 Shin 등 (2012)의 연구결과에서는 IRG 조생종이 중만생 품종보다 건물수량이 많은 것으로 보고하였는데, 이는 최대생육기가 서로 다르기 때문에 그 품종의 최대생육기에 불리한 기상조건이 주어졌거나, 조생종과 중만생종

을 동일한 시기에 수확했을 때 나타나는 결과로 추정된다.

본 연구에서 국내육성 IRG 품종이 수입품종에 비해 전반적으로 건물수량이 많았는데, 이는 내한성이 강한 국내육성 IRG 품종이 월동율이 높고 이른 봄에 더 많은 생육이 가능했기 때문으로 판단된다. Choi 등 (2000, 2001a, 2001b, 2006a, 2006b, 2007, 2008 및 2011)의 보고에 의하면 이탈리아 라이그라스의 월동률은 1월 최저 평균기온에 큰 영향을 받는데, 천안지역에서 내한성이 강한 국내육성 품종에 비해 내한성이 약한 도입품종이 겨울을 넘기는 기간 동안에 더 많은 피해를 받게 될 것으로 예상된다.

이상의 연구결과를 고려하면 천안지역 논에서 이탈리아 라이그라스를 재배할 경우, 추위에 강하고 수확시기가 빠른 ‘코위너리’ 등 국내육성 조생종 품종을 선택하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 논이 아닌 밭에서 이탈리아 라이그라스를 재배한다면 생육기간이 짧은 조생종 품종보다는 생육기간이 더 긴 중만생종 품종을 선택하면 더 많은 수량성을 올릴 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 이탈리아 라이그라스 (*Lolium multiflorum* Lam.) 국내육성 품종과 수입품종의 생육특성 및 수량성을 평가하기 위하여 국립축산과학원 초지사료과 시험포장(충남 천안

시 성환읍)에서 2011년부터 2013년까지 3년 동안 수행하였다. 국내육성 IRG 품종이 도입품종에 비해 전반적으로 내한성이 더 강한 것으로 나타났다. 이탈리아 라이그라스의 ha당 건물수량은 조생종 중에 ‘코윈어리’ 품종이 8,751 kg으로 다른 5품종에 비해 많았으며 ($p<0.05$), 중만생종 중에서는 ‘화산 104호’ 품종이 ‘화산 101호’ 및 ‘코윈마스터’ 품종과 비슷하였고, 다른 품종에 비해서는 건물수량이 많았다 ($p<0.05$). 이상의 연구결과에 의하면 천안지역 논에서 이탈리아 라이그라스를 재배할 경우, 추위에 강하고 수확시기가 빠른 조생종 품종을 선택하는 것이 좋다고 판단되며, 만약 밭에서 이탈리아 라이그라스를 재배한다면 조생종보다는 중만생종이 수량성 면에서 유리할 것으로 판단된다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청연구사업 (과제명 : 돈분퇴액비 이용 동계 사료작물 재배시 조사료 생산성 및 사료가치 변화 분석, 과제번호 : PJ010516012016) 지원사업에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- 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’ Italian 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., Kim, K.-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* Lam.) new variety, ‘Kowinmaster’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 28(3):177-184.
- 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* L.) new variety ‘Kogreen’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:9-16.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Rim, Y.W., 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 (*Lolium multiflorum* L.) new variety ‘Kowinmaster’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:171-176.
- 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* L.) new variety ‘Kospeed’. Journal of the Korean 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 Korean Society of Grassland and Forage Science. 20:1-6.
- Choi, G.J., Rim, Y.W., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R., Kim, M.J., Park, G.J. and Kim, S.R. 2001a. Growth characters and productivity of new Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) variety ‘Hwasan 102’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 21:157-162.
- Choi, G.J., Rim, Y.W., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R., Choi, S.H. and Park, G.J. 2001b. Growth characters and productivity of new Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) variety ‘Hwasan 103’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 21:163-168.
- 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 new Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) variety ‘Hwasan 104’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 25:275-280.
- Ji, H.C., Choi, G.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, ‘Green farm II’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33(1):10-14.
- Ji, H.C., Lee, S.H., Yoon, S.H., Kim, K.-Y., Choi, G.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.
- Ji, H.C., Hwang, T.Y., Kim, K.-Y., Choe, H., Hong, K.H., Choe, K.W., Lee, K.-Y. and Lee, S.-H. 2015. A very early-maturing Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, ‘Greenfarm3ho’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31(1):31-35.
- Kim, D.A., Kim, M.S., Chun, U.B., Shin, C.N., Kwon, C.H., Kum, J.S. and Lim, S.H. 1998. Evaluation of the government recommended forage cultivars in Korea. V. Forage performance and quality of Italian ryegrass cultivars. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 18(1):11-18.
- Kim, K.-Y., Lee, S.-H., Ji, H.C., Hwang, T.-Y., Lee, K.-Y. and Park, S.M. 2015. Growth characteristics and yield comparisons of domestic and foreign Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) varieties in Yecheon area of Korea. Journal of the Korean

- Society of Grassland and Forage Science. 35(1):43-49.
- NWS (National Weather Service climate data of Republic of Korea).
<http://www.kma.go.kr>. Accessed Mar. 12, 2016.
- SAS. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS inst, In, Cary, NC.
- Shin, C.H., Ko, K.H. and Kim, J.D. 2012. Agronomic characteristics and forage productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 32(3):229-236.