

Research Article

경북지역에서 여름 피종 수수류 교잡종의 생육특성, 수량성 및 사료가치 비교

신정남¹ · 고기환^{1*} · 김종덕²

¹계명문화대학교, 대구, 704-703, ²천안연암대학, 천안, 330-709

Comparison of Agronomic Characteristics, Productivity and Feed Values of Summer Sowing Sorghum Hybrids in Gyeongbuk

Chung Nam Shin¹, Ki Hwan Ko^{1*} and Jong Duk Kim²

¹Keimyung College University Daegu 704-703, Korea,

²Division of Animal Husbandry, Cheonan Yonam College, Cheonan 330-709, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate on agronomic characteristics, dry matter (DM) and digestible dry matter (DDM) yields of summer sowing sorghum hybrids (*Sorghum bicolor* (L) Moench) at Seongju in Gyeongbuk from 2013 to 2014. The experiment was arranged in randomized complete block design with three replications. Sorghum hybrids were seeded 31st of July, 2013 and 2014. Sorghum hybrids were harvested on 3rd November, 2013 and 5th November, 2014. The observed average heading date was October 5, 8 and 9 for Sordan79, Sprint and SX17 respectively. The DM yield of 'SX17', 'Sordan79', and 'Sprint' was 24.2, 23.9 and 23.4 ton/ha, respectively and DM yield of those were significantly higher ($p < 0.05$) than other three cultivars in 2013. DM yield of 'SX17', 'Sprint' and 'Sordan79' was 20.8, 20.0 and 19.3 ton/ha, respectively and DM yield of those was significantly higher ($p < 0.05$) than other three cultivars in 2014. The DDM yield of SX17, 'Sordan79', and 'Sprint' was also higher ($p < 0.05$) than other three cultivars in 2013 and 2014. ADF content of sorghum hybrids was low, whereas DDM was high. The results of this study indicated that traditional sorghum-sudangrass hybrids ('SX17', 'Sordan79') and sudan grass-sudangrass hybrid ('Sprint') than late flowering sorghum-sudangrass hybrid ('PACF8350') and sorghum-sorghum hybrids ('SS405', 'Sugar grazer') would be recommended for DM and DDM yields in the southern Korea.

(Key words : Sorghum hybrids, Productivity, Feed value)

I. 서 론

우리나라는 축우사육두수에 비해 조사료생산포 면적이 좁고 재배이용기술이 미흡해 조사료가 양적으로나 질적으로 부족한 실정이다. 생산량을 높이기 위해서는 재배면적의 확대, 다양한 작부체계의 도입 및 재배이용 기술의 증진이 필요하다. 우리나라의 사료작물 작부체계에서 주요 여름작물인 사일리지용 옥수수(건물수량은 수수류 교잡종보다 2~18% 정도 낮지만 가소화양분총량(TDN) 수량은 7~17% 높았다(Shin et al., 2012). 다수확을 위한 작부체계를 중북부에서는 옥수수-호밀(조생종) 조합이 우수했으며(Lee, 1998) 남부지방에서는 옥수수-호밀, 이탈리아라이그라스, 청보리나 트리티케일 조합이 유리하다고 했다(Shin, et al., 2013).

그런데 옥수수 중심 작부체계에서 겨울작물을 재배할 경우 봄 수확작업으로 옥수수의 파종작기가 지연될 수 있고, 전작물의 종류에 따라 다르지만 남은 그루터기와 뿌리가 파종된 옥수수 종자와 토양과의 밀착을 방해하거나 전작물에 의한 과도한 수분탈취(Campbell et al., 1984), 봄 파종상 정리 작업으로 건조되어 수분 부족으로 출현율이 떨어지기도 한다. 그리고 작물에 따라 그루터기와 뿌리가 썩으면서 토양중의 질소와 산소부족을 일으키고 유해물질(Barnes and Putnam, 1986)을 내놓아 옥수수의 수량이 감소된다(Kim and Kim, 1993; Kim, 1994).

또한 축우사육농가의 선호도에 따라 옥수수를 연작하게 되는데 연작피해 예방책 중의 하나인 토양중의 유기물을 높이기 위해서는 다량의 퇴구비 사용이 필요하다. 그런데 퇴구비를 많이 사용하려면 작업의 편의상 겨울동안 포장에

* Corresponding author : Ki Hwan Ko, Golf course & Landscape Architecture, Keimyung College University Daegu 704-703, Korea.
Tel: +82-53-589-7636, Fax: +82-53-589-7580, E-mail: kkh1119@kmcu.ac.kr

작물이 없을 경우가 유리하다.

그러한 측면에서 옥수수 후작으로 가을재배작물을 수확하고 겨울동안 다량의 퇴구비를 사용하여 지력을 높이고 이듬해 옥수수를 적기에 파종하므로 단위 면적당 옥수수의 TDN 증수가 가능해진다. 또한 옥수수의 조기파종으로 조기 수확이 가능해 여름파종 수수류 교잡종의 파종기를 앞당길 수 있어 수량을 높일 수 있게 된다. 경북 성주에서 옥수수 후작 수단그라스 교잡종의 파종시기가 생육특성 및 수량에 미치는 영향을 평가한 시험에서 7월 31일에 파종했을 때 적기 파종하여 여름재배로 연간 2회 수확했을 경우와 유사한 수량을 보여주었다 (Shin et al., 2014).

이때 수단그라스 교잡종을 귀리 파종적기인 8월 20일 (Kim and Kim, 1993)까지 파종해도 가을재배 귀리보다 높은 수량을 거둘 수 있었다(Shin, et al., 2014).

우리나라의 경우 기후변화에 따른 기온상승은 지난 10년간 1.7°C 상승하여 전 지구기온 상승의 2배를 상회한다. KHCF (2012)에서는 옥수수 후작으로 고온작물인 수수류 교잡종이 단위 면적당 수량극대화, 작부체계 다양화 및 퇴구비 다량 사용 편의를 위하여 옥수수 후작으로 조기 파종이 가능한 경우 여름파종 수수-수단그라스 교잡종을 재배하고 8월 하순부터는 귀리를 파종하기도 한다.

수수류의 수수-수단그라스, 수단그라스-수단그라스 및 수수-수수교잡종 정부 장려품종 38종 (NACF, 2014)은 여름재배로 지역적응성시험을 거쳐 추천되었으나 여름파종 수수류 교잡종에 관한 연구결과는 부족한 실정이다.

따라서 본 시험에서는 옥수수 후작물로 여름에 파종되는 수수류 교잡종의 생육특성, 수량 및 사료가치를 평가하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

수수류 교잡종의 파종 시기는 2013년과 2014년 모두 7

월 31일에 파종하였으며 수확은 2013년 11월 2일과 2014년 11월 5일에 경북 성주 계명문화대학교 실험농장에서 실시하였다. 시험에 사용한 수수류의 품종은 전통형 (traditional)인, 출수형이라 불리는 수수-수단그라스 교잡종 Sx17, Sordan79, 늦은 개화형 (late flowering)인, 비출수형 PACF8350, 출수형 수단그라스-수단그라스 교잡종 Sprint, 수수-수수 교잡종 SS405, 단수수 교잡종 Sugar grazer를 이용하였다. 시험설계는 품종을 처리로 한 6처리 3반복 난괴법으로 배치하였으며, 시험구 크기는 6m² (4×1.5m)였다. 파종량은 50 kg/ha을 파종하였으며, 시비량은 기비로 질소 150 kg, 인산 100 kg/ha, 가리 100 kg/ha을 주었다.

시험기간 동안의 기온과 강수량은 Table 1과 같다. 생육특성은 내병성 (매문병), 내도복성 및 녹색도를 조사하였으며 평점은 1에서 9까지 점수를 부여하였고, 아주 좋은 경우 1로 아주 나쁜 경우 9로 점수를 평가했다.

당도 (Brix scale)는 수수류 교잡종 지상부 줄기 3위 절간의 즙액을 짜서 당도계 (Atago)로 측정하였다. 청초의 건물 (dry matter : DM) 함량은 각 처리구에서 반복당 생육이 중간인 3개체의 생초중을 조사하고 잘게 썰어 잘 혼합한 후 65°C로 조절된 송풍건조기 내에서 청초 100 g씩 3반복으로 건조용 접시에 담아 72시간 이상 향량이 될 때까지 건조 후 측정하였다.

분석용 시료는 건물측정 후 분쇄 (공경 1 mm)하여 사용하였다. 조단백질 함량은 AOAC법 (1995)에 따라 분석하였으며 NDF (neutral detergent fiber)와 ADF (acid detergent fiber)는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. 가소화건물 (digestible dry matter : DDM), 상대 사료가치 (relative feed value; RFV)의 계산은 미국초지협회 (Linn and Martin, 1989)의 기준으로 가소화건물 (DDM, %) = 88.9 - (0.779 × ADF, %)을 계산하였으며 이때 ADF %는 건물 기준이다. 상대 사료가치의 계산은 상대 사료가치 (RFV) = 가소화건물 (DDM) × 건물섭취량 (DMI) ÷ 1.29이며 이 때 체

Table 1. Mean air temperature and precipitation during experiment in Gyeongbuk, 2013 to 2014

Month	Temperature			Precipitation		
	30 years 1981-2010	2013	2014	30 years 1981-2010	2013	2014
 °C mm		
July	25.8	28.7	26.1	224.0	249.3	124.5
August	26.4	29.0	24.7	235.9	203.0	409.9
September	21.7	23.0	22.5	143.5	96.7	105.5
October	15.9	17.2	16.4	33.8	107.5	88.6
November	9.0	8.0	10.3	30.5	39.8	45.3
Mean temp. and total precipi.	19.76	24.5	20.00	667.7	656.5	773.8

중의 %에 대한 건물섭취량 (DMI) = 120÷사초의 NDF%이며 NDF%는 건물기준이다. 통계분석방법은 SAS (1999) 프로그램 (ver. 6.12)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 간의 비교는 최소유의차 (LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 건물물

2013년과 2014년 여름에 파종하고 동년 가을에 수확한 수수류 교잡종의 생육특성, 당도 (Brix°) 및 건물물은 Table 2와 같다. 수확 시 조사한 내병성은 Sugar grazer와 PACF 8350의 2년 평균이 1이고 다른 4품종은 2로 비교적 양호한 편이었으며 녹색도 역시 내병성과 같은 경향을 보였다. 내도복성은 Sugar grazer와 PACF8350의 2년 평균이 1로 우수하고 다른 4품종은 3으로 다소 약한 경향을 보였으나 2013년 수확 시 긴 초장에도 수량에 지장을 초래할 만큼 도복피해가 심하지 않았던 것은 가을재배의 생육특성으로 여겨진다.

출수기는 2013년이 2014년 보다 PACF8350을 제외한 모든 품종 평균이 23일 빨랐으며 PACF8350의 지엽출현기 역시 18일 빨랐다. 이러한 결과는 Table 1에서 보여주는 바와 같이 2013년 재배기간 동안의 평균기온이 높았던 것이 그 원인으로 생각된다. 출수기는 2년 평균이 Sordan79 10월 5일, Sprint 10월 8일, SX17 10월 9일 순으로 빠른 편이었으며 SS405 10월 13일, Sugar grazer 10월 19일 순으로 다소 늦은 편이었고 PACF8350은 수확 시까지 출수되지 않고 10월 18일에 지엽이 출현 되었다. 초장은 2013년에 모든 품종 평균 282 cm로 2014년의 217 cm 보다 길었는데 이는 앞서 기술한 바와 같이 재배기간 중 2013년이 2014년보다 평균기온이 높는데 기인된 것으로 생각된다.

줄기직경은 시험연차별 동일 품종 간에는 유사하였으나 2년 평균 Sprint 6.1 mm로 다른 품종에 비해 가늘었고 Sordan79와 SX17이 7.9와 7.8 mm로 Sugar grazer와 SS405 8.6과 8.7 mm 보다 가늘었다. 이러한 결과는 여름재배 시 SS405는 SX17이나 Sordan79 보다 줄기직경이 굵고 (Ji et al., 2010, 2011), 수단그라스간 교잡종이 SX17 보다 가늘었다는 보고 (Choi et al., 2012)와 유사한 경향이었다. 당도

Table 2. Agronomic characteristics of sorghum hybrids, 2013 to 2014

Cultivars	Year	Disease resistance	Lodging resistance	Stay green	Heading dates	Plant length	Stem diameter	Brix scale	Dry matter
Sprint	2013	2	3	2	28 Sep.	275	6.2	12.3	28.3
	2014	2	2	2	18 Oct.	216	5.9	11.9	28.6
	Mean	2	3	2	8 Oct.	246	6.1	12.1	28.5
Sordan 79	2013	2	3	2	25 Sep.	295	8.1	12.4	27.8
	2014	2	3	2	15 Oct.	219	7.7	11.9	28.4
	Mean	2	3	2	5 Oct.	257	7.9	12.2	28.1
Sugar grazer	2013	1	1	1	11 Oct.	266	8.7	12.5	23.9
	2014	1	1	1	27 Oct.	206	8.5	12.0	24.0
	Mean	1	1	1	19 Oct.	236	8.6	12.3	24.0
SS405	2013	2	3	2	9 Oct.	285	8.8	12.4	24.0
	2014	2	3	2	26 Oct.	214	8.5	12.1	24.1
	Mean	2	3	2	13 Oct.	250	8.7	12.3	24.1
SX17	2013	2	3	2	29 Sep.	290	8.0	12.8	28.2
	2014	2	3	2	18 Oct.	229	7.6	12.3	28.5
	Mean	2	3	2	9 Oct.	260	7.8	12.6	28.4
PACF 8350	2013	1	1	1	9 Oct.	280	8.5	9.2	22.5
	2014	1	1	1	27 Oct.	217	8.2	8.8	22.9
	Mean	1	1	1	18 Oct.**	249	8.4	9.0	22.7

* Rating : 1=outstanding, 9=poor. ** Flag leaf emerged.

는 동일 품종 내에서 시험년차 간에는 유사했으나 6품종 중 PACF8350은 낮은 경향을 보였는데 이러한 결과는 비출수형이 출수형 품종보다 당도가 낮다는 보고와 유사한 경향이었으며 (Shin et al., 2012) 여름재배 시의 당도보다 (Ji et al., 2010; Kim et al., 2012) 높은 경향을 보였는데 이는 수확 시 생육단계와 생육후반기의 낮은 기온 등이 영향을 준 것으로 보이는데 높은 온도는 수용성 탄수화물을 감소시킨다는 보고가 있다 (Shin, 2004). 건물물은 동일 품종에서 년차 간에는 차이가 없었으며 2년 평균치는 Sprint, SX17 및 Sordan79이 28.5, 28.4 및 28.1%로 SS405와 Sugar grazer 24.1과 24.0% 보다 높았으며 PACF8350이 22.7%로 가장 낮았다. 수확 시 Sprint, SX17 및 Sordan79의 비교적 높은 건물물은 예취 직후 사일리지 제조에 유리하며 특히 수단그라스간 교잡종 Sprint는 줄기가 가늘어 원형곤포 사일리지 제조에 알맞을 것으로 생각된다.

2. 수량 및 사료가치

수수류 교잡종의 품종별 DM 및 DDM 수량은 Table 3과 같다.

2013년 DM 수량은 SX17, Sordan79 및 Sprint가 24.2,

23.9 및 23.4톤/ha으로 3품종 간에 차이가 없었으나 SS405, PACF8350 및 Sugar grazer의 21.5, 20.6 및 20.5톤/ha 보다 유의하게 높았다 (p<0.05). 2014년 DM수량 역시 SX17, Sprint 및 Sordan79가 20.8, 20.0 및 19.3톤/ha으로 1년차와 마찬가지로 SS405, PACF8350 및 Sugar grazer 보다 높았다 (p<0.05). 이와 같은 건물수량은 국내에서 수년에 걸쳐 여름재배 수수-수단그라스 교잡종 시험 26회 공시품종 27종으로 시험했던 연구분석 결과와는 유사했으나 (Shin et al., 2012) 수수-수수 교잡종인 SS405는 다른 연구결과보다는 낮았다 (Kim, et al., 2002).

DM수량에 있어 수수-수수 교잡종인 SS405나 단수수 교잡종 Sugar grazer가 수수-수단그라스나, 수단그라스-수단그라스 교잡종보다 낮았는데 그 이유로 수수교잡종들이 저온에 더 민감 (Kim, 1987; Shin, 2004)한 특성 때문인 것으로 생각된다. 그리고 2013년 전 품종 평균수량이 2014년 수량보다 높은 이유는 Table 1에서 보여주는 바와 같이 재배기간 동안 평균기온이 1년차 시험기간 동안 4.5℃가 높았던 것이 고온작물인 수수류 교잡종에 유리했던 것으로 여겨진다 (Kim, 1987; Shin, 2004). DDM 수량은 2013년 Sordan79, SX17 및 Sprint가 16.2, 16.2 및 15.7 톤/ha으로 SS405, Sugar grazer 및 PACF 보다 높았다 (p<0.05). 2년차

Table 3. Dry matter (DM) and digestible dry matter (DDM) yield of Sorghum hybrids, 2013 to 2014

Year	DM and DDM yield (MT/ha)					
	Sprint	Sordan79	Sugar grazer	SS405	SX17	PACF8350
2013	23.4 ^a (15.7 ^a)	23.9 ^a (16.2 ^a)	20.5 ^b (14.0 ^b)	21.5 ^b (14.4 ^b)	24.2 ^a (16.2 ^a)	20.6 ^b (14.2 ^b)
2014	20.0 ^a (13.4 ^a)	19.3 ^a (13.1 ^a)	17.4 ^b (11.9 ^b)	17.9 ^b (12.0 ^b)	20.8 ^a (13.9 ^a)	17.3 ^b (11.9 ^b)
Mean	21.7 ^a (14.6 ^a)	21.6 ^a (14.7 ^a)	19.0 ^b (13.0 ^b)	19.7 ^b (13.2 ^b)	22.5 ^a (14.8 ^a)	19.0 ^b (13.1 ^b)

^{abcd} Means in the same row with different letters were significantly different (p<0.05).
() : DDM yield.

Table 4. The content of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), digestible dry matter (DDM) and relative feed value (RFV) of Sorghum hybrids, 2014

Cultivars	CP	ADF	NDF	DDM*	RFV**
 % , DM basis				
Sprint	6.4 ^a	27.8 ^b	48.4 ^b	67.2 ^{bc}	129
Sordan79	5.6 ^b	27.2 ^b	48.7 ^b	67.7 ^b	129
Sugar grazer	5.6 ^b	26.2 ^{bc}	46.3 ^{bc}	68.5 ^a	138
SS405	4.4 ^c	28.3 ^a	51.4 ^a	66.9 ^c	121
SX17	5.1 ^{bc}	28.3 ^a	50.8 ^a	66.9 ^c	124
PACF8350	6.2 ^a	25.8 ^c	45.3 ^c	68.8 ^a	141

^{abc} Means in the same column with different letters were significantly different (p<0.05).

* DDM, % : calculated.

** RFV : calculated.

DDM 수량이 1년차에 비해 다소 떨어졌으나 품종간의 수량은 1년차 시험결과와 역시 유사하였다.

수수류 교잡종의 사료가치는 Table 4와 같다. CP함량은 Sprint와 PACF8350이 6.4%와 6.2%로 다른 4품종 보다 높았으며 ($p<0.05$), SS405는 4.4%로 가장 낮았는데 ($p<0.05$), 이는 Ji et al. (2010)의 보고와 유사하였다. ADF의 함량 범위는 25.8~28.3%로 SS405와 SX17이 28.3%로 가장 높았고 ($p<0.05$) PACF8350이 25.8%로 가장 낮았는데 ($p<0.05$), 다른 3품종 간에는 유사한 경향을 보였다. NDF 함량의 범위는 PACF8350의 45.3%에서 SS405의 51.4%로 그 변화의 추이는 ADF의 것과 유사했다.

이와 같은 분석치는 일반적으로 낮았으나, 수수-수단그라스 교잡종 연구종합분석 결과의 ADF와 NDF 함량이 40.8과 64.0%로 높았던 것과는 상이하다 (Shin, et al., 2012). 그 원인은 여름재배 기간의 평균 기온이 가을보다 높은 것이 그 요인일 것으로 생각되는데 높은 온도 조건 하에서 재배된 사초는 식물세포벽의 리그닌화가 촉진되고 동화물질이 빨리 구조탄수화물로 변한다고 하였다 (Shin, 2004).

ADF 함량을 근거로 계산된 DDM은 PACF8350이 68.8%로 높았고 SS405와 SX17이 66.9%로 다소 낮은 경향이였다. RFV는 SS405와 SX17이 2등급이었고 다른 4품종은 1등급으로 우수하였으며 이러한 결과는 여름재배 수수류 교잡종에 관해 보고된 (Kim, et al., 1998; Kim et al., 2012; Ji, et al., 2010) 섬유소 함량을 근거로 필자가 추산한 것보다 품질이 좋았다.

IV. 요약

본 시험은 2013년부터 2014년까지 경북 성주에서 여름 파종 수수류 교잡종의 생육특성, 품질 및 수량성을 평가하기 위하여 실시하였다. 시험설계로 품종을 처리로 한 6처리 3반복으로 배치하였다. 파종기는 2013년과 2014년 7월 31일에 조파하였고 수확은 2013년 11월 3일과 2014년 11월 5일에 하였다. 출수기는 2년 평균이 sordan79 10월 5일 sprint 10월 8일 SX17 10월 9일 순으로 조사되었고, 2013년 수수류 교잡종의 DM수량은 SX17, Sordan79 및 Sprint가 각각 24.2, 23.9 및 23.4톤/ha으로 SS405, PACF8350 및 Sugar grazer 21.5, 20.6 및 20.5톤/ha 보다 높았으며 ($p<0.05$), DDM수량 역시 비슷한 경향을 보였다. 2014년 DM수량은 SX17, Sordan79 및 Sprint가 20.8, 19.3 및 20.0톤/ha로 다른 3품종 보다 높았으며 ($p<0.05$), DDM수량 역시 비슷한 경향을 보였다. ADF와 NDF의 함량은 비교적

낮았으며 반면에 DDM 함량은 높아 사료가치가 우수하였다. 본 시험의 결과에 의하면 여름 파종 시 전통형 (출수형) 수수-수단그라스 교잡종 SX17, Sordan79와 수단그라스-수단그라스 교잡종 Sprint가 낮은 개화형 (비출수형) 수수-수단그라스 교잡종 PACF8350이나 수수-수수교잡종 SS405와 Sugar grazer 보다 수량측면에서 남부지방에서 유리할 것으로 생각된다.

V. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official method of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical chemists, Washington DC.
- Barnes, J.P. and Putnam, A.R. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). Weed science. 34:384-390.
- Campbell, R.B., Karlen, D.L. and Sojka, R.E. 1984. Conservation tillage for maize production in the U.S. Southeasten Coastal Plain, Soil and Tillage Research. 4:511-529.
- Choi, G.J., Yoon, S.H., Kim, K.Y., Ji, H.J., Lee, S.H., Lee, K.W. and Lim, Y.C. 2012. Growth characteristics and productivity of sudangrass-sudangrass hybrid, Choice. Proceedings of 2012 Annual Congress of the Korean Society of Grassland and Forage Science. pp.152-153.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture Handbook No.397. ARS. USDA. Beltsville.
- Ji, H.C., Cho, J.H. and Ju, J.I. 2011. Effect of different drained conditions on growth, forage production and quality of sorghum, sorghum-sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31(2):119-126.
- Ji, H.C., Lee, S.H., Yoon, S.H., Kim, W.H. and Lim, Y.C. 2010. Growth, forage production and quality of sorghum, sorghum-sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field in middle region of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 30(1):9-14.
- Kim, D.A. 1987. Forage crops. Seonjin Publish Company. Seoul. pp. 200.
- Kim, D.A. and Kim, W.H. 1993. Effect of winter annual forage crops on growth, yield and quality of silage corn. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 13:122-131.
- Kim, D.A., Chun, U.B., Shin, C.N., Kim, J.G., Shin, D.E., Kim, W.H. and Kim, J.K. 1998. Evaluation of the Government Recommended Forage Cultivars in Korea. IV. Forage performance and quality of sorghum-sudangrass hybrids. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science.

- 18(1):1-10.
- Kim, J.D., Youn, Y.Y., Ko, K.H. and Kwon, C.H. 2012. Effect of heading and BMR types on the agronomic characteristics, forage yield and quality of sorghum-sudangrass hybrid. Proceedings of 2012 Annual Congress of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 196-197.
- Kim, J.D., Kwon, C.H., Kim, S.G., Park, H.S., Ko, H.J. and Kim, D.A. 2002. Evaluation of forage production of sorghum for high-yielding hybrid. Journal of Animal Science and Technology. 44(5):625-632.
- Kim, J.K. and Kim, D.A. 1993. Effect of different seeding dates on the agronomic characteristics, forage yield and quality of fall sown oats. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 13:195-202.
- Kim, W.H. 1994. Effects of crop residues and their management on the growth, yield and nutritive value of silage corn. Ph.D. thesis, Seoul National Univ. Seoul, Korea.
- KHCF. 2012. Forage productivity of sudangrass hybrids in cropping after corn for silage. Kyonsan Hanwoo Cooperative Federation (KHCF).
- Lee, M.Y. 1998. Effects of cropping systems on dry matter yield and nutritive value of forages in Kyonggi area. Ph.D. thesis, Seoul National Univ. Seoul, Korea.
- Linn, J.G. and Martin, N.P. 1989. Forage quality tests and interpretation. AG-FO-2637, Minnesota Extension, USA.
- NACF, 2014, Report on adaptation of foreign grass and forage cultivars imported. National Agriculture Cooperative Federation (NACF).
- SAS. 1999. SAS user's guide statistics. SAS Inst, In, Cary. NC.
- Shin, C.N. 2004. Forage crops production and utilization. Imun Publish Company. Daegu. pp.110-115, 150-152.
- Shin, C.N., Ko, K.H., and Kim, J.D. 2014. Effect of different seeding dates on agronomic characteristics and productivity of sudangrass hybrid and oat in cropping after corn for silage in Gyeongbuk. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34(2):81-86.
- Shin, C.N., Park, M.W., Shin, J.S., Lim, K.B., Ko, K.H., Kim, J.D., Ko, B.R. and Lee, J.J. 2013. Establishment of compatible cropping system for forage production in different agroclimatic region. Proceedings of 2013 Annual Congress of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 172-175.
- Shin, C.N., Shin, J.S., Lim, K.B., Ko, K.H., Kim, J.D. and Kim, J.G. 2012. Dry matter yields and feed value of corn for silage and sorghum hybrids for forage cropping systems. Proceedings of 2012 Annual Congress of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 194-195.

(Received April 2, 2015 / Revised May 29, 2015 / Accepted June 1, 2015)