

Research Article

동계 사료작물 보리와 하계 사료작물 수수, 기장 및 피 작부방식에 따른 생육과 조사료 생산량 비교

김지혜¹, 박형수², 조진웅^{3*}

¹국립축산과학원 초지사료과, ²국립축산과학원 기획조정과, ³충남대학교 농업생명과학대학

Comparison of Forage Yields and Growth of Summer Forage Sorghum, Proso millet and Japanese millet according to Cropping System with Winter Forage Barley

Ji hye Kim¹, Hyung Soo Park² and Jin-Woong Cho^{3*}

¹Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea

²Planning and Coordination Division, National Institute of Animal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

³College of Agricultural & Life Sciences, Chungnam Univ. Daejeon 34135, Korea

ABSTRACT

This study was carried on comparison of forage yields and growth of cropping system as forage (winter & summer) in Cheonan 2015~2016. The species of forage crop used were Barley (cv. Youngyang), Sorghum (cv. SX17), Proso millet (domestic) and Japanese millet (cv. Jeju). Plant height is the lowest when harvested in lough stage than in the harvests of all summer crops. The dry matter yield of lough stage was 1,343 kg/10a in barley. Looking at the dry matter according to cropping systems, the sorghum was higher at 10,018 kg when harvested at the lough stage than at the harvest. Dry matter of Proso millet and Japanese millet also had higher at the lough stage than at other harvest times. ADF content of sorghum was lower than that of harvesting, but Proso millet and Japanese millet showed higher ADF content in lough stage. The NDF content of the three crops was higher than that of the harvests, and crude protein content was higher in harvest than that of at lough stage. Total production of crude protein against dry matter yield was about 761 kg when sorghum was harvested at lough stage. There was no difference in the content of TDN among three crops according to harvesting time.

(Key words : Barley, Summer forage, Cropping system, Proso millet, Japanese millet)

I. 서 론

우리나라는 육류소비량이 증가함에 따라 양질 조사료 확보를 위하여 조사료 생산기반 확충사업을 추진하여 조사료 재배면적을 확대하고자 생산량을 2배 확대 하는 정책 목표를 설정 하고 추진되고 있다. 조사료 자급률을 향상시키기 위하여 밭 보다는 논을 이용한 답리작 재배를 할 필요가 있는데 논을 활용하면 월동기에 청예작물을 재배할 수 있고 벼를 재배하지 않을 때는 잡곡을 이용하면 조사료 생산량 증대를 이룰 수 있을 것으로 보고되고 있다(Kwon and Kim, 1995). 우리나라 동계작물은 맥류, 이탈리안 라이그라스 및 배치류 등이 있고 여름에는 수수, 수단그라스, 옥수수 등을 주로 재배

하고 있다. 우리나라의 조사료 생산체계는 동계작물인 맥류와 이탈리안 라이그라스를 이용하여 하계작물인 수수와 옥수수가 일반적인 작부체계이나, 동계에는 헤어리베치와 보리를 혼파하는 방식을 이용하고 있다(Kim et al., 2009). Kang et al. (2009)은 겨울철 답리작으로 맥류를 재배할 경우 조사료 생산기반 확립을 위한 사료용 맥류의 생산기술 개발 및 지역별 작부체계 확립과 효율적인 조사료 생산과 유통체계가 구축되면 고품질 조사료의 국내 안정적인 자급이 가능하다고 하였다. 보리는 전통적으로 우리나라에서 쌀과 함께 대표적인 주식으로 이용되어 왔으나 사료가치가 높아 식용보다는 조사료로서 이용성이 크게 증대되고 있어 사료용 보리에 대해 연구가 많이 수행되었다(Kim et al., 1995; Kim et al., 2003). 하계사

* Corresponding author : Jin-Woong Cho, College of Agricultural & Life Sciences, Chungnam Univ. Daejeon 34135, Korea.
Tel: +82-42-821-5725, Fax: +82-42-822-2631, jwcho@cnu.ac.kr

료작물에 대한 연구는 대체로 옥수수, 수수 위주로 이루어 졌고, 간척지에서 옥수수와 수수에 사료용 피를 연구가 수행되었으며(Shin et al., 2004), 논에서 여름 및 겨울 사료작물의 최적 작부체계에 관한 연구에서 옥수수, 수수, 수단그라스, 사료용 피, 율무 및 밭벼에 대한 연구가 이루어졌으며(Kim et al., 2005), 최근 대표적 여름 작물인 옥수수와 수수류의 문제를 해결하기 위한 대책으로 사료용 피(Lee et al., 2013; Shin et al., 2006)와 새로운 하계 작물 도입을 위한 난지형 목초에 관련된 연구가 진행되고 있는 실정이다(Park et al., 2012; Park et al., 2014; Park et al., 2015).

따라서 본 연구는 동계작물인 보리를 재배하고 하계작물인 수수, 기장 및 피를 이용하여 조사료 확보를 위한 최적 작물 조합을 구하고 이에 따른 조사료의 생산량 및 사료가치를 평가하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소 및 공시품종

본 시험은 2015년 9월부터 2016년 8월까지 충청남도 천안시 소재 초지사료과 조사료 시험포장에서 실시하였다. 실험에 사용된 동계작물인 보리는 영양 품종을 이용하였으며, 하계작물인 수수는 SX17 품종, 기장은 국내산 재래종 그리고 피는 Jeju 품종을 사용하였다.

2. 재배조건

보리의 파종은 2015년 10월 21일이며 ha 당 200 kg을 휴립 광산파의 파종방법으로 파종하였다. 시비량은 N-P-K를 각각 ha 당 118-90-70 kg을 기준으로 P와 K는 전량 기비로 시비하였으며, N는 기비 50% 추비 50%로 시비하였다.

하계작물은 각 초종별 6 m² (32 m) 크기로 보리를 수확 후에 난괴법 3반복으로 배치하여 출수기 수확과 재생, 개화 후 기 수확 두 처리를 두고 수수, 기장, 피를 2016년 6월 14일 파종하였다. 수수 파종량은 ha 당 40 kg이며, 시비량은 N-P-K를 각각 ha 당 250-150-150 kg기준으로 기비량은 3요소 모두 50%로 하였고, 추비는 수수의 초장이 약 50 cm 정도 되었을 때 나머지 50%를 시비하였다. 기장은 ha당 20 kg 파종하였으며, N-K를 각각 150-80 kg로 전량 기비로 시비하고 P는 시비하지 않았다. 피는 ha당 15 kg을 파종하고 N-P-K를 각각 100-200-70 kg을 전량 기비로 시비하였다.

3. 수량조사

동계작물 보리의 수확은 2016년 6월 2일 실시하였다. 하계작물은 2016년 8월 5일 수수, 기장, 피를 1차 수확하였고, 8월 29일에 수수와 피를 2차 수확하였다. 다른 처리는 파종 후 1차 수확없이 2016년 8월 29일 수수, 기장, 피를 수확하였다. 수확 구별로 초장을 조사하고 시험 구 전체를 수확하여 생초 수량을 조사하여 ha당 수량으로 환산하였다. 수확한 처리구별로 약 400 g정도의 시료를 채취하여 68°C의 순환식 열풍 건조기에서 72시간이상 건조하여 무게를 측정하고 건물률을 계산하여 ha당 건물수량으로 환산하였다.

4. 사료가치분석

분석을 위한 시료는 시료분쇄기로 분쇄하고 2.0 mm 표준체에 걸러 이중 마개가 있는 플라스틱 통에 보관하여 실험실에서 채취하고 분석하였다. 조단백질 (CP) 함량은 켈달장치 (KjeltecTM 2400 Auto-sampler System)을 이용하여 AOAC (1990)법을 기준으로 분석하였다. 산성세제불용성섬유소(ADF) 및 중성세제불용성섬유소(NDF) 함량은 Ankom fiber analyzer (Ankom technology, 2005a; 2005b)로 분석하였는데 Goering and Van soest (1970)법에서 사용하는 시약을 이용하였다. 가소화영양소총량 (TDN)은 계산식 88.9 - (0.79ADF%)를 이용하여 분석하였다.

5. 통계분석

통계처리는 SAS Enterprise Guide (ver. 9.1)을 이용하였으며 처리간 평균비교는 5% 수준에서 최소유의차 (LSD)로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 초장 및 수분함량

호숙기의 보리 초장은 100.9 cm였으며, 보리 재배 후 여름 작물인 수수, 기장 및 피의 초장을 살펴보면 수수는 1차 수확 할 때 188.3 cm, 재생 후 2차 수확할 때 217.3 cm를 보였으며 호숙기의 초장은 291.1 cm를 보였는데 이는 출수기에 1차 수확한 후 일정기간 재생한 후의 초장이 더 길다는 Kim et al. (1989)의 결과 유사하였다. 기장은 예취 후 재생이 어렵기 때문에 출수기에 1차 수확을 하였고, 호숙기에 실시한 2차 수확 출수기의 초장은 128.8 cm였고, 호숙기는 163.9 cm를 보였다. 피의 경우 1차 수확할 때의 초장은 135.3 cm였고 재생 후 2차

수확 때는 135.9 cm였으며 호숙기는 153.1 cm를 보였다. 보리 후작물인 여름작물 모두 호숙기에 초장이 가장 길었다 (Fig. 1).

수확시기에 따른 보리와 여름 작물의 수분함량 (%)을 살펴 보면 보리는 44.9%였으며 여름작물인 수수는 1차 수확할 때 90.4%, 재생 후 2차 수확할 때는 82.1%로 출수기에 1차로 수확할 때가 재생 후 수확할 때보다 수분 함량이 많았으며 호숙기에 수확할 때는 68.5%로 가장 낮은 수분함량을 보였다 (Fig. 2). 기장의 경우 출수기인 1차 수확할 때 85.6%였으며 호숙기는 77.4%를 보였다. 피는 출수기의 1차 수확 할 때 88.2%, 재생 후 2차 수확할 때 73.8% 그리고 호숙기에 수확 할 때 71.3%로 숙기가 지날수록 수분함량이 감소하였는데 이는 목질화가 그 원인으로 생각되며 또한 1차 수확한 후 재생한 다음 2차 수확할 때도 수분함량은 감소하는 것을 보였다. 일반적으로 사일리지 제조를 목적으로 할 때는 수분함량이 65~70%정도가 가장 좋다고 하는데(Lee et. al., 1991) 여름작 물 모두 출수기나 재생 후의 수분함량이 높아 사일리지로 조제 하기 위해서는 예건이 필요한 것으로 보인다. 수분함량은 출수 후 등숙이 어느 정도 이루어진 다음 즉 호숙기에 수확하는 것이 적당한 것으로 보인다.

2. 건물수량

동계작물인 보리를 재배한 후 하계작물 3작물을 각각 달리 한 작부조합으로 건물수량을 살펴보면, 보리 10 a당 1,343 kg에 수수 1차 및 2차 수확한 건물중을 합하면 3,711 kg였으며, 보리와 기장의 건물중은 2,001 kg이었고, 보리와 피 1차 및 2차 수확 시의 건물중은 3,291 kg을 보였다. 또한 호숙기에 수확한 수수와 보리 건물중은 10,018 kg으로 가장 많은 건물 생산량을 보였으며, 보리와 기장은 3,321 kg, 보리와 피 3,696 kg였다. 보리와 조합한 피를 1차와 2차 건물중과 호숙기의 건물중은 3,696 kg으로 비슷한 수량을 보였다. 이는 Kim et al. (2005)의 작목 별 수량이 수수수단그라스 교접종이 가장 많았고, 두번째 많은 것은 사료용 피라는 결과와 유사하였다.

3. 사료가치 비교

보리와 조합한 하계작물의 사료가치는 Table 1과 같다. ADF는 수수 1차 수확 시 39.8%, 2차 수확 시 31.8%였고, 기장은 1차 수확 시 30.5%, 피 1차 수확 시 37%, 2차 수확 시 37.6%로 1차 및 재생에는 유의적 차이가 없었다. 호숙기 수수 ADF 함량은 33.2%, 기장 34.7%, 피 39.1%로 기장과 피는 1차 및 2차 수확보다 다소 높았다. NDF함량은 수수 1차 수확 시 53.5%, 2차 수확 시 56.0%였으나 호숙기 수확 시 63%로 높아졌다. 기장은

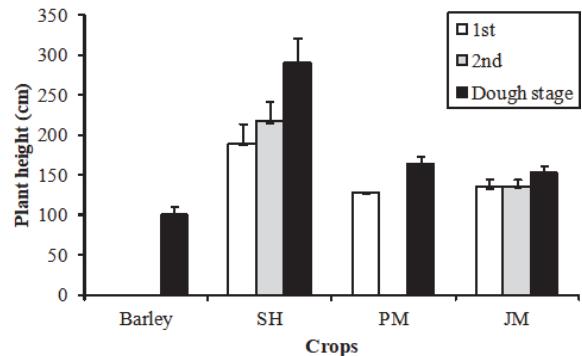


Fig. 1. Plant height of four forage crops. Barley was investigated at the dough stage, Sorghum (SH) and Japanese millet (JM) was investigated at the 1st cutting time (5d August), the 2nd cutting time (29d August) and the dough stage, respectively, and Proso millet (PM) was investigated at 1st cutting time (29d August) and dough stage.

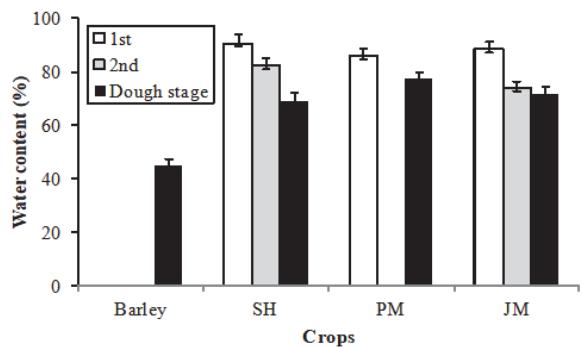


Fig. 2. Water content of four forage crops. Barley was investigated at the dough stage, Sorghum (SH) and Japanese millet (JM) was investigated at the 1st cutting time (5d August), the 2nd cutting time (29d August) and the dough stage, respectively, and Proso millet (PM) was investigated at 1st cutting time (29d August) and dough stage.

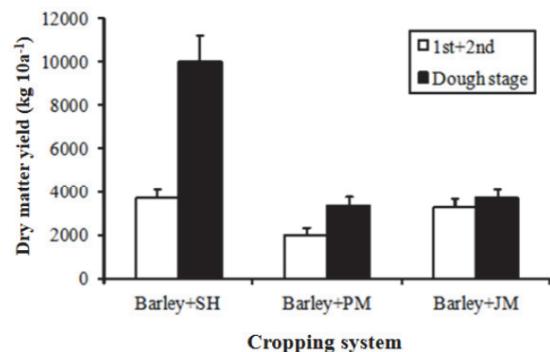


Fig. 3. Dry matter yield of crops according to three cropping systems. SH; Sorghum, PM; proso millet, JM; Japanese millet.

Table 1. Feed values of crops according to three cropping systems.

Cropping system		ADF (%)			NDF (%)			CP (%)		
Winter	Summer	1 st	2 nd	DS	1 st	2 nd	DS	1 st	2 nd	DS
Barley		-	-	37.0	-	-	57.8	-	-	6.8
	SH	39.8	31.8	33.2	53.5	56.0	63.0	13.8	9.4	6.7
	PM	30.5	-	34.7	57.1	-	60.5	19.4	-	11.2
	JM	37.0	37.6	39.1	59.0	61.4	62.4	16.7	13.0	11.4

* SH; Sorghum, PM; Proso millet, JM; Japanese millet , DS: Dough stage.

** ADF(acid detergent fiber), NDF(acid detergent fiber), CP(crude protein)

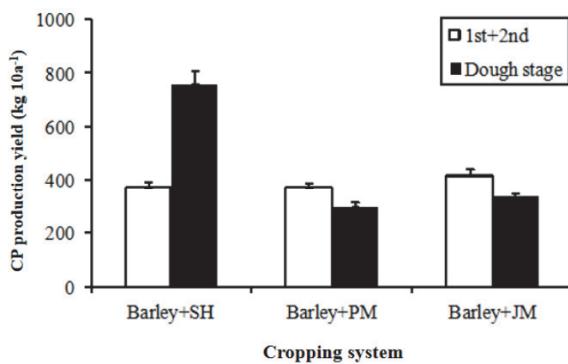


Fig. 4. Crude protein (CP) production of crops according to three cropping systems. SH; Sorghum, PM; Proso millet, JM; Japanese millet.

1차 수확 시 57.1% 호숙기 수확 시 60.5%로 다소 높아졌다. 피는 1차 수확 시 59.0% 2차 수확 시 61.4%, 호숙기 수확 시 62.4%로 다소 높아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 조단백질 함량은 1차 수확 시 수수, 기장, 피 13.8~19.4%를 보였고, 2차 수확 시 수수 9.4% 피 13%로 다소 낮아졌는데 이는 파종방법에 따른 수수의 조단백질 함량은 1차 수확하고 재생 후 수확할 때 조단백질 함량이 다소 감소한다는 Kim et. al. (1989)의 결과와 비슷하였다. 또한 호숙기 수수의 조단백질 함량이 6.7%, 기장 11.2%, 피 11.4%로 1차 2차에 비해 낮아지는 경향을 보였다. 한편 작부방식에 따른 조단백질 생산량을 살펴보면 출수기와 재생 후에는 보리와 피의 조합이 가장 많았으며 (Fig. 4)는 보리와 수수 조합이 약 761 kg을 생산하여 가장 많았다. 기장이나 피의 경우 299 kg과 336 kg을 보여 상대적으로 적었다. 또한 작부조합에 따른 TDN 함량은 수확시기에 따라 큰 차이를 보이지 않았으며 작부조합에도 차이를 보이지 않았다 (Fig. 5). 따라서 동계 사료작물인 보리 와 하계작물 조합의 경우 보리와 수수의 조합이 수량이 우수하였지만 수수를 재배할 수 없을 때, 피를 수수와 대체하여 재배하면 양질의 사료 생산을 위한 조합으로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

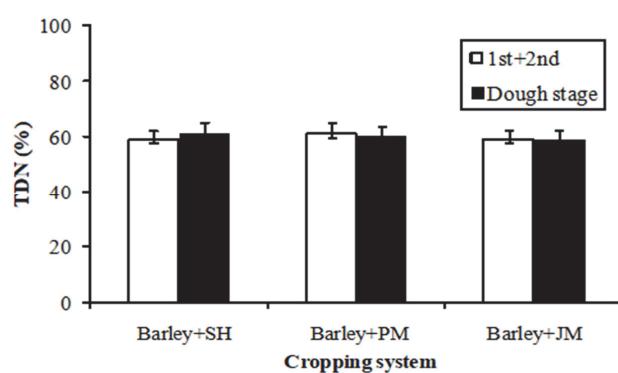


Fig. 5. Total digestible nutrients (TDN) of crops according to three cropping systems. SH; Sorghum, PM; Proso millet, JM; Japanese millet.

IV. 요 약

동계작물인 보리를 재배한 후 하계작물인 수수, 기장 및 피를 대상으로 하여 조사료 생산량과 그에 따른 사료가치를 분석하여 보리와 적합한 하계작물의 최적의 작물조합을 선정하기 위하여 실시한 결과 다음과 같다.

1. 초장은 하계작물 모두 1차 및 2차 수확할 때보다 호숙기가 가장 컸으며, 수확시기에 따른 수분 함량은 1차 수확할 때 가장 높았고 호숙기에 수확할 때 가장 낮은 함량을 보였다.
2. 보리의 건물수량은 10 a 당 1,343 kg였으며 보리와 하계작물을 작부체계에 따른 건물수량은 수수의 경우 1차 및 2차 수확보다 호숙기에 수확할 때 10,018 kg으로 가장 많았으며, 기장과 피 역시 출수기와 재생 후 수확 시보다 호숙기에 수확할 때 건물수량이 더 많았다.
3. ADF 함량은 수수는 1차 및 2차 수확 시 보다 호숙기 때가 낮았지만 기장과 피는 호숙기가 더 높은 ADF 함량을 보였다. NDF 함량은 3작물 모두 1차 및 2차 수확 시 보다 호숙기에 더 많은 함량을 보였으며, 조단백질 함량은 1차 및 2차 수확할 때가 호숙기에 수확할 때보다 함량이

더 높았다.

4. 건물 수량에 대한 조단백질 총생산량은 수수의 경우 1차 및 2차 수확할 때보다 호숙기에 수확할 때 약 761 kg으로 가장 많았으며, 기장과 피는 출수기와 재생 후 수확할 때가 호숙기 보다 상대적으로 높은 함량을 보였다.
5. 가소화양분총량은 3작물 모두 수확시기에 따른 함량 차이는 보이지 않았다.

V. 사사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호 PJ01091602)의 지원에 의해 이루어진 것임

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
- ANKOM Technology. 2005a. Method for determining neutral detergent fiber. ANKOM Technology, airport, NY 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. Accessed May 8, 2005.
- Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Kang, D.S., Kim, D.H., Shin, H.Y., Son, G.M., Rho, C.W. and Kim, J.G. 2009. Studies on cropping system for year-round cultivation of forage crops in Gyeongnam province. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 29:137-152.
- Kim, D.H., Kang, D.S., Moon, J.Y., Shin, H.Y., Shon, G.M., Rho, C.W. and Kim, J.G. 2009. Study on cropping system and nitrogen fertilizers of whole crop barley and leguminous crop for production of good quality forage. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 29:197-210.
- Kim, J.G., Han, J.D., Kang, W.S., Han, M.S., Kim, G.Y. and Shin, C. N. 1995. Study on baled silage making of selected forage crops and pasture grasses-(2)-Yield performance and nutritive evaluation of bale silages as affected by stage of growth. Journal of The Korean Society of Grassland Science (Korea Republic).
- Kim, W.H., Seo, S., Yoon, S.H., Kim, K.Y., Cho, Y.M., Park, T.I., Koh, J.M. and Park, G.J. 2003. Selection of Promising Barley Cultivar for Silage 2. Nutrient value and total digestible nutrient yield. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 23:283-288.
- Kim, W.H., Shin, J.S., Lim, Y.C., Seo, S., Kim, K.Y. and Lee, J.K. 2005. Study on the promising double cropping system of summer and winter forage crop in paddy field. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 25:233-238.
- Kim, Y.D., Park, H.K., Suh, S.K., Chae, J.S. and Shin, M.G. 1989. Studies on the productivity of forage sorghum under different cultural environment, 4; effects of seeding method on growth, productive structure and yield of sorghum-sudangrass hybrid. The Research Reports of the Rural Development Administration (Korea R.).
- Kwon, C.H. and Kim, D.A. 1995. Studies on the seeding and harvesting dates of early and late maturing varieties of forage rye-(3)-Analysis of growth influenced by seeding and harvesting dates. Journal of The Korean Society of Grassland Science (Korea Republic).
- Lee, J.J., Kim, J.G., Sung, B.R., Song, T.H. and Park, T.S. 2013. Studies on Growth, Forage Yield, and Nutritive Value according to Different Seeding Dates of Barnyard Millet. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:245-251.
- Lee, S.S., Choi, S.J. and Kim, T.J. 1991. Forage productivity of two sorghum and sorghum-sudangrass hybrids harvested at different growth stages. Journal of the Korean Society of Grassland Science (Korea Republic).
- 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.
- Park, H.S., Jung, M.W., Jung, Y.B., Lim, Y.C., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, K.W. and Choi, G.J. 2014. Evaluation of Characteristics, winter survival and forage production for warm season grass in the mid-southern regions of Korea. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:1-8.
- Park, H.S., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, S.H. and Jung, J.S. 2015. Comparison of growth characteristics, forage production and feed values of bermudagrass, teffgrass and kleingrass as annual forage crop in summer. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 35:36-42.
- SAS. 2008. SAS/STAT Software for PC. Release 9.2, SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
- Shin, J.S., Kim, W.H., Lee, S.H., Yoon, S.H., Chung, E.S. and Lim, Y.C. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tidal land. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 24:335-340.
- Shin, J.S., Kim, W.H., Lee, S.H. and Shin, H.Y. (2006). Comparison of forage yield and feed value of millet varieties in the reclaimed tidalands. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:215-220.

(Received : October 20, 2018 | Revised : November 21, 2018 | Accepted : November 21, 2018)