

Research Article

# 논 토양에서 사일리지용 수수 × 수수 교잡종 재배시 화학비료와 발효 돈분 액비 혼용 시용이 생육특성 및 영양성분에 미치는 영향

황주환 · 이상무\*  
경북대학교 축산학과

## Effects of Mixed Application of Chemical Fertilizer with Liquid Swine Manure on Agronomic Characteristics, Yield and Feed Value of Sorghum × Sorghum Hybrid for Silage in Paddy Field Cultivation

Hwang Joo Hwan and Sang Moo Lee\*

Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju-Si 742-711, Korea

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the influence of the mixed application of chemical fertilizer (CF) with liquid swine manure (LSM) on the agronomic characteristics, dry matter yield, minerals, and free sugar in cultivating Sorghum × Sorghum Hybrid (SSH) on paddy soil. The field experiment was designed in a randomized block design with three replications and consisted of CF 100% (C), CF 70% + LSM 30% (T1), CF 50% + LSM 50% (T2), CF 30% + LSM 70% (T3), and LSM 100% treatment (T4). The application of LSM was based only on the nitrogen (150 kg/ha). Plant length, leaf length, leaf width and stem diameter were significantly the lower in T4 ( $p < 0.05$ ). Stem hardness increased significantly ( $p < 0.05$ ) as the LSM application rate decreased. Fresh yield was the highest in T2, whereas the lowest in T3 ( $p < 0.05$ ). However, dry matter yields and TDN yield did not show significant difference among treatments. Crude protein was the highest in T1 ( $p < 0.05$ ). Crude fat content did not show significant differences between the T1, T2, T3 and T4, but C showed a significantly different ( $p < 0.05$ ). NDF and crude fiber were the highest in T3 and C, respectively ( $p < 0.05$ ). However, ADF did not show significant difference among treatments. Total mineral contents were higher in the order of T1 > T2 > T3 > C ( $p < 0.05$ ). Free sugar contents were significantly higher at T1 and C as compared to other treatments. The analysis of all the above results suggests that the application of liquid swine manure is very effective, considering the yield performance and the content of mineral and free sugar. In addition, liquid swine manure may be possible to grow SSH without chemical fertilizer.

(Key words : Sorghum × Sorghum Hybrid, Manure, Yield, Mineral, Amino acid and Free sugar)

### I. 서 론

우리나라를 포함하여 세계 여러 나라에서 가축분뇨를 자원화, 비료화 하는 연구가 다방면으로 수행되고 있다. 가축분뇨의 활용은 화학비료의 절감 및 순환형 농업에 의한 유기 축산물 생산으로 지속적인 축산을 영위할 수 있는 대안으로 강조되면서 이에 대한 연구가 더욱 필요로 하고 있다 (Lim et al., 2006). 특히 최근에는 급속도로 변화하는 축산물 이용 측면에서도 소비자들이 친환경 축산물 및 유기 축산물에 대한 관심이 고조되고 있고, 정부에서도 향후 축산 발전 방향을 고품질 친환경 축산물 생산에 초점을 맞추고

있다 (Lee and Jeon, 2004). 따라서 향후 친환경 및 유기축산물 생산에 가장 큰 비중을 차지하는 것이 유기 사료작물 생산이며, 이로 인하여 가축의 분과 뇨의 활용성이 높아질 전망이다. 이러한 원인으로 국내에서는 가축분뇨를 이용한 사료작물재배에 관한 연구 (Lee et al., 1995; Ryoo and Jacob, 1997; Shin et al., 1998a; Seo et al., 2000; Lim et al., 2003; Yook and Choi, 2005; Na et al., 2006)와 가축분뇨가 토양환경에 미치는 영향에 관한 연구 (Shin et al., 1998b; Lee and Jeon, 2004; Lim et al., 2007; Kim et al., 2008; Yang et al., 2008) 들이 많이 이루어지고 있다. 그러나 이들 연구는 가축분의 시용이 사료작물의 생산력, 토양

\* Corresponding author : Sang Moo Lee, Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 742-711. Korea.  
Tel: +82-54-530-1224. E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

에 미치는 영향에 관한 것이며, 시험 토양은 대부분 밭 토양에서 많이 이루어져 왔다. 따라서 본 연구에서는 사일리지용 수수×수수 교잡종을 논 토양에서 재배시 돈분의 활용성에 대한 기초적 자료를 제공하기 위해서 화학비료와 돈분액비 혼용 시용이 생육특성, 생산성, 일반성분, 무기물, 유리당에 미치는 영향을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 경북 서북쪽 내륙에 소재한 논토양에서 수행하였다. 공시 품종은 수입적응성시험 결과 우수 품종으로 인증된 수수×수수 교잡종인 SS405를 사용하였다. 실험설계는 화학비료 100% 처리구(C), 화학비료 70%+돈분액비 30% 처리구(T1), 화학비료 50%+돈분액비 50% 처리구(T2), 화학비료 30%+돈분액비 70% 처리구(T3) 그리고 돈분액비 100% 처리구(T4)로 한, 5처리 3반복 난괴법으로 배치하였다(Table 1, 참조). 이때 돈분액비는 질소량을 기준으로 시용하였다. 파종일은 5월 31일(지역 특성상 5월 20일까지 전작물 수확을 고려하여 파종), 수확은 8월 20일 실시하였다. 그리고 실험포장 조건은 Table 2에서 보는 바와 같이 일반적인 밭 토양에 비하여 유기물 및 질소 함량은 높고 인산 함량은 떨어지는 논토양이었다.

시용한 돈분 액비의 비료성분은 질소, 인산 및 가리 성분이 각각 0.42, 0.23 및 0.38% 함유된 묽은 액비 상태였다(Table 2, 참조). 돈분 액비 살포는 화학비료 질소 150 kg/ha 기준으로 35,700 kg/ha를 살포하였으며, 이때 액비 살포 비율에 따른 질소, 인산 및 가리의 함량을 화학 비료량으로 계산 한 것은 Table 3과 같다.

Table 1. Experimental design

Treatments	Mixing ratio of fertilizer types	
	Chemical fertilizer (%)	Swine Liquid Manure (%)
C	100	0
T1	70	30
T2	50	50
T3	30	70
T4	0	100

Table 2. Chemical characteristics of used swine liquid manure

pH	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O (%)
7.8	0.42	0.23	0.38

Table 3. Liquid swine manure is calculated as the amount of chemical fertilizers

Treatments	Application levels of N, P, K					
	Chemical fertilizer (kg/ha)			Swine Liquid Manure (kg/ha)		
	N	P	K	N	P	K
C (CF <sup>1)</sup> 100%)	150	90	90	0	0	0
T1 (CF 70%+SLM <sup>2)</sup> 30%)	105	63	63	45	25	41
T2 (CF 50%+SLM 50%)	75	45	45	75	41	68
T3 (CF 30%+SLM 70%)	45	27	27	105	57	95
T4 (SLM 100%)	0	0	0	150	82	136

CF<sup>1)</sup>: Chemical fertilizer, SLM<sup>2)</sup>: Swine Liquid Manure.

시비처리에 있어서는 1회 예취(사일리지용)를 기준으로 하였기 때문에 화학비료와 돈분 액비 전량 기비로 사용하였다. 파종시 재식거리는 50 cm×5 cm로 시험구당 면적은 3 m×5 m=15 m<sup>2</sup>으로 하고 2립 점파 하였다. 조사항목 및 조사방법에 있어서 생육특성은 예취 전 중앙 2열에서 가장 평균적인 주를 각 반복별 10주씩 선발하여 조사하였으며, 경 경도는 KM 스프링 경도계(Fujiwara JP/351, 일본)를 이용하여 예취 된 부위로부터 10 cm 지점을 측정하였다. 수량조사는 중앙 2열을 예취하여 생초수량을 조사한 후 각 구마다 3주씩 선발하여 55℃ 통풍건조기 속에서 5일간 건조 후 평량하여 건물물을 구하고 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 그리고 TDN 수량은 Pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식 TDN 건물수량=[88.9-(0.79×ADF)]×건물수량(Holland et al., 1990)을 이용하였다. 일반분석은 AOAC법(1995)에 의하여 분석하였으며 ADF와 NDF는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. 무기물 성분은 시료를 전처리한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma, IRis Intrepid, Thermo Elemental Co., UK)로 분석하였다. 유리당은 Wilson(1981) 방법에 따라 시료를 정확히 5 g씩 칭량하여 80% 에탄올 용액 100 mL를 가하여 환류냉각 추출장치에 넣어 부착된 heating mantle에서 80℃, 2시간 동안 당 성분을 반복 추출 후 Whatman No. 5로 여과한 후 전처리 한 후, 각각 HPLC(Waters 2414, Waters Co., USA) 분석기기로 분석하였다. 실험결과의 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics analytical System, USA) Program(2002)을 사용하여 구하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생육특성 및 건물수량

논 토양에서 사일리지용 수수×수수 교잡종 재배시 화학비료와 발효 돈분 액비 혼용 시용이 생육특성 및 건물수량에 미치는 영향은 Table 4에서 보는 바와 같다. 수수×수수 교잡종의 초장 및 엽장은 화학비료만 시용한 C구가 발효 돈분 액비 만 시용한 T4구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 그러나 화학비료구(C)와 화학비료와 발효 돈분 액비를 혼용 시용한 구(T1, T2, T3) 들과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 Shin et al. (1998a)이 ha당 동일한 질소 시비량을 기준으로 화학비료, 우분액비, 돈분 액비를 시용한 결과 화학비료 구에서 초장, 엽장 및 엽폭이 높게 나타났다고 보고한 결과와 유사하였다. 그러나 Kim et al. (2000)은 화학비료와 우분 시용에 따른 옥수수 초장은 차이가 없었다고 보고하였다. 그리고 사료작물 재배시 초장, 엽장, 엽폭의 크기는 전량 화학비료를 사용하는 것에 비하여 전량 발효 돈분 액비를 사용한 것이 길어진다고 보고한 결과(Lim et al., 2003; Lee, 2012; Hwang and Lee, 2014)도 있다. 따라서 연구 결과 마다 차이를 보였던 원인은 사료작물 재배시 가축 분뇨와 관련된 토양 조건, 기상조건 및 재배조건에 의한 차이로 생각된다(Yook et al., 2004).

경의 굵기는 화학 비료량이 높은 구 일수록 낮은 구에 비하여 유의적으로 굵게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 그러나 화학 비료량이 높은 C, T1 및 T2 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 경 경도에 있어서는 화학비료 시비량이 높은 구(C, T1)가 경의 경화가 유의적으로 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ).

생초수량은 C, T1 그리고 T2 처리구들 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 화학 비료량을 줄이고 발효 돈분 액비 시용량을 증가 시킨 T3와 T4구와는 유의적인 차이를 보였다 ( $p<0.05$ ). 그러나 건물수량 및 TDN 수량에 있어서는 화학비료 전용 구(C), 화학 비료+ 발효 돈분 액비 혼용 구(T1, T2, T3), 발효 돈분 액비 전용 구(T4)구 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Lim et al. (2003)과 Jeon et al. (1995)은 화학비료 처리구는 액비처리구에 비하여 작물의 빠른 성장을 유도함으로써 건물함량이 높게 나타났는데, 이는 높은 건물 함량이 건물 수량을 높게 하는 원인이라고 보고하였다. 그러나 화학비료에 비하여 돈분 액비 시용의 효과로서 Jin et al. (1996)은 가축분뇨 시용은 토양의 화학적 개선으로 옥수수 생산량을 증대 시킨다고 하였으며, Pain et al. (1986) 및 Long and Gracey (1990)는 고온 가뭄 시기에 저농도 돈분액비를 살포하면 비료효과와 더불어 물을 다량 공급하기 때문에 수분 스트레스를 감소시켜 사료작물의 생산량이 증가하는 원인이라고 하였다. Yook et al. (2004)은 가축 분뇨의 N의 이용율은 살포 방법, 살포시기, 살포량, 작물의 생육시기, 기후 조건 등에 따라 많은 영향을 받는다고 보고하였다. 따라서 액비 시용에 대한 다양한 보고들이 발표되고 있지만, 본 연구 결과 돈분 액비 시용은 화학비료 구에 비하여 건물수량 및 TDN 수량에 유의적인 차이가 없다는 점을 감안한다면, 수수×수수 교잡종 재배시 돈분 액비의 시용만으로도 수량성을 기대 할 수 있다고 판단된다.

#### 2. 일반성분

논 토양에서 사일리지용 수수×수수 교잡종 재배시 화학

Table 4. Effects of liquid swine manure application ratio on agronomic characteristics and yield of SSH hybrid for silage in the paddy field cultivation

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Plant length (cm)	324.3±5.5 <sup>a</sup>	323.9±2.0 <sup>a</sup>	314.8±2.5 <sup>a</sup>	322.6±15.5 <sup>a</sup>	298.0±10.4 <sup>b</sup>
Leaf length (cm)	98.7±1.4 <sup>a</sup>	96.7±0.8 <sup>a</sup>	96.9±2.3 <sup>a</sup>	98.4±1.5 <sup>a</sup>	92.5±0.3 <sup>b</sup>
Stem diameter (mm)	11.6±0.9 <sup>a</sup>	11.0±0.5 <sup>ab</sup>	10.8±0.3 <sup>ab</sup>	10.1±0.2 <sup>b</sup>	8.8±0.3 <sup>c</sup>
Stem hardness (kg/cm <sup>2</sup> )	2.5±0.5 <sup>a</sup>	2.4±0.4 <sup>a</sup>	1.6±0.1 <sup>b</sup>	1.4±0.1 <sup>b</sup>	1.3±0.3 <sup>b</sup>
Fresh yield (kg/ha)	66,500.0±2,783.9 <sup>abc</sup>	67,400.0±1,833.0 <sup>ab</sup>	71,400.0±2,851.3 <sup>a</sup>	61,633.3±3,701.8 <sup>c</sup>	64,333.3±3,253.0 <sup>bc</sup>
Dry matter yield (kg/ha)	15,268.0±649.0	14,531.3±395.2	14,908.3±595.3	14,744.3±887.5	13,754.3±696.2
TDN yield (kg/ha)	7,008.0±293.5	6,980.9±221.4	6,872.8±274.4	6,797.1±409.1	6,547.0±331.4

<sup>a, b, c</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ ). Values are mean ± SE.

비료와 발효돈분 액비 혼용 시용이 일반성분에 미치는 영향은 Table 5에서 보는 바와 같다. 조단백질함량은 T1구가 5.6%로서 가장 높았던 반면 C구가 4.2%로 가장 낮은 함량을 나타냈지만, C, T2, T3 및 T4구 사이에는 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 Lee (2012)가 보고한 옥수수 재배시 화학비료 70% + 발효돈분액비 30%를 혼용 구에서 조단백질 함량이 높았다는 보고와 동일하였다. 그리고 Park et al. (2006)은 호밀 재배시, Na et al. (2006)과 Lim et al. (2003)은 옥수수 재배시, 돈분액비를 사용한 결과 화학비료구에 비하여 조단백질 함량이 낮게 나타났다고 보고하였다. 조지방 함량에 있어서는 화학비료에 비하여 발효 돈분액비 구 (T1, T2, T3, T4) 들이 유의적으로 높은 경향치를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 수수 × 수단그라스 교잡종 재배시 화학비료구에 비하여 발효돈분 + 화학비료 혼용 시용구와 발효 돈분 구에서 지방함량이 높게 나타났다는 Hwang and Lee (2014)의 보고와 일치하였다. 조회분 함량은 T2구가 다른 구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). NDF 함량과 조섬유 함량은 화학비료 처리구인 C구가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 그리고 ADF 함량은  $C > T3 > T2 > T4 > T1$  구 순으로 나타났지만, 처리구들 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lim et al. (2003)과 Hwang and Lee (2014)는 ADF, NDF 및 조섬유 함량에 있어 큰 차이는 없었으나 액비를 사용함으로써 다소 낮아지는 경향이 있다는 보고와는 일치 하였다. 그러나 Shin 등 (1999)은 액상분뇨 사용량이 증가하면 NDF 및 ADF가 증가한다는 보고와는 상이한 결과를 나타냈다.

### 3. 무기물성분

논 토양에서 사일리지용 수수 × 수수 교잡종 재배시 화학비료와 발효돈분 액비 혼용 시용이 무기물 성분에 미치는 영향은 Table 6에서 보는 바와 같다. 모든 처리구에서  $K > Ca > Mg$  순으로 높게 나타났으며, 이는 Kim et al. (2012b), Lee (2012)가 옥수수, 수수 × 수단그라스 교잡종 재배에 따른 무기물 함량에 관한 연구 결과와 일치하였다. 그리고 3 가지 성분의 함량이 무기물 함량의 97% 이상을 차지한다는 보고와도 일치하였다. Ca 함량은 C T1구가 다른 구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 그리고 Cu 함량은 T1구가 다른 구에 비하여 유의적으로 높게 나타났지만, C, T2, T3 및 T4구 간에는 유의적인 차이가 없었다 ( $p < 0.05$ ). Fe 함량은  $T4 > T3 > T1 > C > T2$  구 순으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). K 함량은 T1구가 8,998.1 mg/kg으로서 가장 높게 나타났지만 C구가 5,527.1 mg/kg으로 가장 낮게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Mg 함량은 T1과 T2구가 T3구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Mn 함량은  $T1 > T3 > T4 > C > T2$  구 순으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Na와 Zn 함량은 처리구들 사이에 유의적인 차이가 없었다.

총무기물 함량은 화학비료구가 낮고 발효 화학비료와 발효돈분 액비 시용 비율이 7:3과 5:5 인 T1과 T2에서 유의적으로 높은 경향을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 화학비료구 (C)를 기준으로 상대지수를 비교해 보면 T1, T2, T3, T4구가 각각 41, 30, 17 및 22% 더 높은 함량을 나타냈다. Hwang and Lee (2014)가 보고 하였던 돈분액비 시용 실험에서 화학비료와 돈분액비 비율을 7:3과 5:5 비율로 사용한 구가 다른 처리구에 비하여 무기물 함량이 높았다고 보고 한 결과와 동일하였다. 그러나 Shin et al. (1999a)은 옥수수 재배시 N 기준 (120 kg/ha)으로 기비를 화학비료와 돈분 액비를 사용한 결과, 화학비료구가 K, Ca 및 Mg 함량이 높게 나타났다고 보고한 결과와는 차이를 보였다.

Table 5. Effects of liquid swine manure application ratio on chemical compositions of SSH hybrid for silage in the paddy field cultivation (DM.%)

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Crude protein	4.3±0.2 <sup>b</sup>	5.6±0.1 <sup>a</sup>	4.5±0.3 <sup>b</sup>	4.3±0.3 <sup>b</sup>	4.4±0.1 <sup>b</sup>
Crude fat	1.3±0.1 <sup>b</sup>	1.6±0.0 <sup>a</sup>	1.6±0.1 <sup>a</sup>	1.5±0.1 <sup>a</sup>	1.6±0.1 <sup>a</sup>
Crude ash	5.5±0.1 <sup>c</sup>	6.1±0.1 <sup>b</sup>	6.6±0.5 <sup>a</sup>	5.6±0.5 <sup>c</sup>	6.1±0.1 <sup>b</sup>
NDF	78.2±1.3 <sup>a</sup>	76.1±0.2 <sup>bc</sup>	77.2±1.3 <sup>ab</sup>	78.0±1.9 <sup>ab</sup>	74.9±0.1 <sup>c</sup>
ADF	56.5±0.6	54.2±1.8	56.1±0.2	56.2±0.2	54.3±1.3
Crude fiber	49.9±0.6 <sup>a</sup>	47.3±0.1 <sup>b</sup>	48.8±0.9 <sup>a</sup>	48.3±0.9 <sup>a</sup>	45.9±0.3 <sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Values are mean ± SE.

Table 6. Effects of liquid swine manure application ratio on mineral contents of SSH hybrid for silage in the paddy field cultivation (DM. mg/kg)

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Ca	2,717.1±38.8 <sup>b</sup>	3,035.1±49.5 <sup>a</sup>	2,719.6±139.6 <sup>b</sup>	2,327.1±134.6 <sup>c</sup>	2,572.1±119.6 <sup>c</sup>
Cu	3.1±0.1 <sup>b</sup>	4.4±0.1 <sup>a</sup>	3.2±0.3 <sup>b</sup>	3.6±0.1 <sup>b</sup>	3.3±0.3 <sup>b</sup>
Fe	81.5±3.8 <sup>b</sup>	83.1±2.6 <sup>b</sup>	65.4±4.0 <sup>c</sup>	83.8±1.8 <sup>b</sup>	97.3±5.4 <sup>a</sup>
K	5,527.1±51.5 <sup>c</sup>	8,998.1±325.8 <sup>a</sup>	8,270.0±77.2 <sup>b</sup>	7,321.9±230.0 <sup>c</sup>	7,849.6±292.3 <sup>b</sup>
Mg	1,207.9±27.5 <sup>b</sup>	1,364.3±56.4 <sup>a</sup>	1,379.1±35.3 <sup>a</sup>	1,007.0±39.9 <sup>c</sup>	1,163.8±71.9 <sup>b</sup>
Mn	81.4±5.5 <sup>bc</sup>	104.2±5.0 <sup>a</sup>	80.3±4.0 <sup>c</sup>	93.9±5.0 <sup>b</sup>	85.2±4.0 <sup>bc</sup>
Na	26.7±2.5	23.6±2.1	21.2±1.9	22.8±1.0	23.1±2.6
Zn	15.6±0.9	20.0±1.6	16.4±1.4	19.1±1.0	19.3±1.9
Total	9,660.2±101.3 <sup>d</sup>	13,632.7±335.6 <sup>a</sup>	12,555.2±187.0 <sup>b</sup>	11,279.3±46.7 <sup>c</sup>	11,813.4±492.2 <sup>bc</sup>
RI <sup>1)</sup> (%)	100	141	130	117	122

RI : relative index, ns : not significant.

<sup>a, b, c, d</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

Values are mean±SE.

#### 4. 유리당 함량

논 토양에서 사일리지용 수수×수수 교잡종 재배시 화학비료와 발효돈분 액비 혼용 시용이 유리당 함량에 미치는 영향은 Table 7에서 보는 바와 같다. Fructose 함량은 T1, T2, T3, T4 구 보다 화학비료를 사용한 C구가 높게 나타났다(p<0.05). Glucose 함량은 화학비료, 화학비료 발효돈분액비 혼용구 및 발효돈분 액비 처리구들 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 Sucrose 함량은 T1>T4>T2>T3>C 구 순으로 높게 나타났다(p<0.05). 총 유리당 함량은 화학비료 70%+발효 돈분 액비 30%를 사용한 T1구가 가장 높은 함량을 보였던 반면 화학비료 30%+발효 돈분 액비 70%를 사용한 T3구가 가장 낮은 함량치를 보였다(p<0.05). Lee (2012) 는 사일리지 옥수수 발효 돈분 액비 실험에서 화학비료 70%+발효 돈분 액비 30% 혼합

하여 사용한 구에서 유리당 함량이 높았다는 보고와 일치하였다. 그러나 Hwang and Lee (2014)는 옥수수에 있어서 유리당 함량은 화학비료와 돈분 액비 혼합 시용시 액비 비율이 높을수록 유리당이 높게 나타났다는 보고와는 대조적인 결과를 보였다. 또한 Seo et al. (2002)은 가축분 퇴비 사용수준이 높아짐에 따라 평균 당도는 유의적으로 감소한다고 보고하였다. 유리당 함량은 사일리지 발효 품질에 영향을 미치기 때문에 매우 중요한 성분이다(Lee and Lee, 2010). 특히 유리당 함량은 발효시 맛(기호성)을 좋게 하는 인자로 작용한다(Son et al., 2002)고 하였다. 그리고 Jin et al. (1996)은 옥수수 재배시 화학비료 표준구와 부숙된 우분(20톤/ha)구와 비교시 Lactic acid가 증가 되었으며, 우분 시용방법 및 시용량에 따라 silage 품질이 개선될 가능성이 있다고 하였다.

Table 7. Effects of liquid swine manure application ratio on free sugar contents of SSH hybrid for silage in the paddy field cultivation (DM. g/100g)

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Fructose	3.02±0.15 <sup>a</sup>	2.01±0.28 <sup>b</sup>	1.57±0.42 <sup>b</sup>	2.13±0.33 <sup>b</sup>	1.94±0.42 <sup>b</sup>
Glucose	3.57±0.42	2.42±0.43	1.96±0.29	2.71±0.56	2.52±0.28
Sucrose	1.47±0.13 <sup>c</sup>	3.71±0.29 <sup>a</sup>	2.59±0.42 <sup>b</sup>	2.09±0.29 <sup>bc</sup>	2.68±0.41 <sup>b</sup>
Total	8.05±0.43 <sup>ab</sup>	8.13±0.14 <sup>a</sup>	6.12±0.56 <sup>c</sup>	6.99±0.57 <sup>bc</sup>	7.14±0.17 <sup>ab</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

Values are mean±SE.

## IV. 요 약

본 실험은 논 토양에서 사일리지용 수수×수수 교잡종 재배시 화학비료와 발효 돈분 액비 혼용 시용이 생육특성 및 영양성분에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. 실험설계는 화학비료 100% 처리구 (C), 화학비료 70%+돈분액비 30% 처리구 (T1), 화학비료 50%+돈분액비 50% 처리구 (T2), 화학비료 30%+돈분액비 70% 처리구 (T3) 그리고 돈분액비 100% 처리구 (T4)로 한, 5처리 3반복 난괴법으로 배치하였다. 이때 돈분 액비 시용은 질소량만을 기준으로 하였다 (150 kg/ha). 초장, 엽장, 엽폭 그리고 경의 굵기는 T4구가 유의적으로 작게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 경의 경도는 돈분액비 시용 비율 낮고 화학비료 시용 비율이 높을수록 유의적으로 증가하였다 ( $p<0.05$ ). 생초수량은 T2구가 높았던 반면 T3구가 낮게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 그러나 건물수량 및 TDN 수량은 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조단백질 함량은 T1구가 다른 구에 비하여 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 조지방 함량은 T1, T2, T3 그리고 T4 처리구들 간에는 유의적인 차이가 없었지만, C구와는 유의적인 차이를 보였다 ( $p<0.05$ ). NDF와 조섬유 함량은 각각 T3구와 C구에서 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 그러나 ADF 함량은 처리구들 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총무기물 함량은 T1 > T2 > T4 > T3 > C 구 순으로 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 유리당 함량은 T1과 C구가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ). 이상의 결과를 종합해 볼 때, 돈분액비 시용은 화학비료에 비하여 수량성, 영양성분에 크게 떨어지지 않기 때문에 사일리지용 수수×수수 교잡종 재배시 돈분액비와 화학비료를 혼용 시용하거나 돈분액비 만 시용하여도 큰 무리가 없는 것으로 판단된다.

## V. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official Methods of analysis. 16th ed. Association of analytical chemist, Washington, DC., USA.
- Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agric. handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual; A nutritional guide. pioneer Hi-Bred., Des Moines, IA.
- Hwang, J.H. and Lee, S.M. 2014. Effects of mixed application of chemical fertilizer and liquid swine manure on agronomic characteristics, yield and feed value of Sorghum×Sudangrass hybrid for silage in paddy field cultivation. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34(3):155-162.
- Jeon, B.T., Lee, S.M. and Oh, I.H. 1995. Effect of cattle slurry on the soil characters and production of forage crop. Journal of the Korean Grassland Science. 15(1):52-60.
- Jin, H.J., Yang, J.S., Kim, J.G. and Jeong, E.S. 1996. Effects of cattle manure application on the soil properties, yield performance and quality of silage corn cultivated on paddy land. Journal of the Korean Grassland Science. 16(1):81-86.
- Kim, J.G., Lee, S.H., Lee, C.H., Yoon, Y.M., Son, Y.S. and Lim, S.K. 2000. Effect of cow manure originated from the clay mineral feeding on the growth of *Zea mays* GK729. Korean Journal of environmental agriculture. 19(1):38-43.
- Kim, M.C., Song, J.Y., Hwang, K.J. and Song, S.T. 2008. The effects of application of liquid swine manure on productivity of rye and subsequent soil quality. Journal of the Korean Grassland Science. 28(2):81-88.
- Lee, J.S., Jo, I. K., Ahn, J. H. and Kim, S. K. 1995. Application of animal excreta for forage production on uncultivated rice paddy. Journal of the Korean Grassland Science. 15(3):175-185.
- Lee, S.M. 2012. Effects of mixed application of chemical fertilizer and liquid swine manure on agronomic characteristics, Yield and feed value of corn hybrid for silage in paddy field cultivation. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 32(4):1-10.
- Lee, S.M. and Jeon, B.T. 2004. Effect of chemical fertilizer and liquid manure application on the growth characteristics and feed value of corn for silage and NO<sub>3</sub> of soil. Journal of the Korean Grassland Science. 24(3):237-244.
- Lee, S.M. and Lee, J.H. 2010. Effects of seeding dates and growth periods on the growth characteristics, dry matter yield and feed value of corn for silage in paddy field. Journal of Animal Science and Technology. 52(5):441-448.
- Lim, Y.C., Yoon, S.H., Kim, J.G., Kim, W.H., Kim, M.G., Shin, J.S., Chung, E.S., Lee, J.K., Shin, D.E., Cho, J. H., Yook, W.B. and Park, G.J. 2003. Effect of application level of swine slurry on production and nutritive value rye. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 23(4):293-298.
- Lim, Y.C., Yoon, S.H., Kim, W.H., Kim, J.G., Shin, J.S., Jung, M.W., Seo, S. and Yook, W.B. 2006. Effects of livestock manure application on growth characteristics, yield and feed value of sorghum-sudangrass hybrid and NO<sub>3</sub>-N leaching in paddy field. Journal of the Korean Grassland Science. 26(4): 233-238.
- Lim, Y.C., Yoon, S.H., Jung, M.W., Kim, W.H., Kim, J.G., Lim, J.K., Seo, S., Park, N.G. and Yook, W.B. 2007. Effect of livestock manure application on the productivity of whole crop

- rice, feed value and soil fertility. *Journal of the Korean Grassland Science*. 27(4):287-296.
- Long, F.N.J. and Gracey, H.I. 1990. Effect of fertilizer nitrogen source and cattle slurry on herbage production and nitrogen utilization. *Grass and Forage Science*. 45:431-442.
- Na, H.C., Jung, M.W., Choi, Y.S., Choi, K.C. and Yook, W.B. 2006. Studies on the types and rates of application of cattle slurry and swine manure fermented with sawdust on productivity of silage corn and leaching of nutrients. *Journal of the Korean Grassland Science*. 26(4):177-186.
- Park, J.G., Kim, J.D. and Kwon, C.H. 2006. Effect of liquid manure source, application rate and time on agronomic characteristics and forage yield of winter rye. *Journal of the Korean Grassland Science*. 26(4):227-232.
- Pain, B.F., Smith, K.A. and Dyer, C.J. 1986. Factors affecting the response of cut grass to the nitrogen content of dairy cow slurry. *agricultural wastes*. 17:189-202.
- Ryoo, J.W. and Jacob, H. 1997. The effect of cattle slurry on the forage yield and grassland ecosystem. *Journal of the Korean Grassland Science*. 17(1):35-42.
- SAS. 2002. SAS user's guide; Statistics. SAS Inst. Inc. NC.
- Seo, S., Kim, J.G., Chung, E.S., Kim, W.H. and Kang, W. S. 2000. Effect of methods and rates of seeding on the forage production and nutritive value of sorghum × sudangrass hybrid grown under application of animal manure. *Journal of the Korean Grassland Science*. 20(1):49-54.
- Seo, S., Kim, J.G., Chung, E.S., Kim, W.H., Choi, G.J. and Lee J. K. 2002. Effect of application level of animal manure on the nitrate concentration, sugar content and intake of forage Sorghum × Sudangrass hybrid. *Journal of the Korean Grassland Science*. 22(2):123-130.
- Shin, D. E., Kim, D. A., Choi, H. L. and Song, K. C. 1999a. Studies on the liquid manure application for silage corn. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 1999. 32(1):22-26.
- Shin, D.E., Kim, D.A., Shin, J.S., Seo, S., Kim, W.H., Kim, J.G., Yook, W.B. and Chung, J. 1998a. Studies on the slurry application of winter rye. I. Agronomic characteristics, yield and nutritive value of winter rye. *Journal of the Korean Grassland Science*. 18(3):235-242.
- Shin, D.E., Kim, D.A., Shin, J.S., Song, K.C., Lee, J.K., Yun, S.H., Kim, W.H. and Kim, J.G. 1998b. Studies on the slurry application of winter rye. II. Effect of mineral content, nitrogen balance and environmental soil. *Journal of the Korean Grassland Science*. 18(3):233-250.
- Shin, J.S., Lee, H.H., Shin, D.E., Kim, J.G., Cho, Y.M., Yook, W.B. and Ryoo, J.W. 1999b. Effects of daily liquid manure amount on silage corn productivity and soil chemical characteristics. *Journal of the Korean Grassland Science*. 19(1):17-22.
- Son, D.H., Kwon, O.J., Choi, U.K., Kwon, O.J., Lee, S. I., Im, M.H., Kwon, K.I., Kim, S.H. and Chung, Y.G. 2002. Taste characteristics of Kanjang made with barley bran. *Journal of Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 45(1):18-24.
- Wilson, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A. and Bushway, R.J. 1981. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. *Journal of Food Science*. 46:300-306.
- Yang, C.H., Lee, S.B., Kim, T.K., Ryu, J.H., Yoo, C.H., Lee, J.J., Kim, J.D. and Jung, K.Y. 2008. The effect of tillage methods after application of liquid pig manure on silage barley growth and soil environment in paddy field. *Korean Journal of Soil and Fertilizer*. 41(5):285-292.
- Yook, W.B. and Choi, K.C. 2005. Effect of the degrees of slope and the types of animal manures on corn productivity and nutrient runoff in corn cultivation soil. *Journal of the Korean Grassland Science*. 25(2):89-96.
- Yook, W.B., Choi, K.C. and Ryu, G.C. 2004. Effects of the type and application season of animal manure on herbage productivity and utilization efficiency of animal manure in mixed grassland. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 24(1):71-80.

(Received September 30, 2015 / Revised October 20, 2015 / Accepted November 6, 2015)