

젖소액비 시용방법이 담근먹이 옥수수과 수수×수단그라스 잡종의 생산성 및 토양특성에 미치는 영향

신재순 · 이혁호* · 신동은 · 조영무 · 정의수 · 이종경 · 윤세형

Effects of Application Method of Dairy Liquid Manure on Productivity of Silage Corn and Sorghum×Sudangrass Hybrid and Soil Characteristics

J. S. Shin, H. H. Lee*, D. E. Shin, Y. M. Jo, E. S. Jung, J. K. Lee and S. H. Yoon

Abstract

The experiment was carried out to find the effects of the application method of dairy liquid manure on productivity of silage corn(P3352) and sorghum×sudangrass hybrid(P988) and physical and chemical properties of soil during 2 years at Suwon. Crude protein content of T1(Chemical fertilizer) was highest by 6.5%, 8.9% in both forage, respectively, but total digestible nutrient(TDN) percent of T3(dairy liquid manure, basal + chemical fertilizer, topdressing) was highest by 73.8%, 59.0% in both forage, respectively. In TND yield, it was little different between T1(9.5 MT/ha) and others(8.4~9.3 MT/ha) at silage corn, but T4(chemical fertilizer at basal + dairy liquid manure at topdressing) was highest as 13.3 MT/ha at sorghum×sudangrass hybrid(p < 0.05).

pH of the soil after experiment was lower than that of the soil before experiment in the both forages, but soil organic matter was high at after trial than before trial. Available phosphorous and exchangeable cation were not shown the regular trend in this experiment.

Based on the results of this experiment, it was not shown among different application method for silage corn (P3352), but application of chemical fertilizer at basal and liquid manure at topdressing was good for sorghum×sudangrass hybrid(P988).

(Key words : Dairy liquid manure, Silage corn, Sorghum×Sudangrass hybrid)

I. 서 론

대부분의 젖소농가에서 생산되는 가축분뇨를 적절히 이용한다면 화학비료의 구입량을 절감시킬 수 있다. 왜냐하면 젖소에게 급여된 사료영양분의 절반 이상은 분뇨로 배설되는데, 분뇨에는 작물생산에 필요한 질소 성분을 포함하여 인산, 가리, 기타 미네랄

성분 등을 함유하고 있기 때문이다. 예를 들면 착유우 한 마리에서 나오는 분뇨로 사일리지용 옥수수 1,800평을 재배하는데 필요한 질소를 공급할 수 있다고 한다(Gangwer, 1995). 또한 토양의 미생물 활성을 증가시키고, 토양구조와 화학적 조성을 개선시킨다(Schmitt와 Rehm, 1998; Wells, 1996). 그러나 가축분뇨의 부적절한 관리는 우리의 물, 토양 그리고 대

축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 종자관리소 시험재배과(Division of Variety Test, National Seed Management Office, Suwon 442-400, Korea)

기자원에 심각한 영향을 미칠 수 있는데, 작물이 필요한 양보다 과다하게 시용할 경우, 생산량은 증수되지 않고, 오히려 식물에게 해가 되는 용해성 염(soluble salts)의 수준을 높게 하며, 토양중의 질소와 인산을 증가시켜 지하로의 용탈과 유거에 의한 지하수 오염 및 호수 등의 부영양화를 야기시킨다. 한편 토양에 시용된 화학비료 N에 대한 식물의 질소 회수율은 식물의 종류, 시용량 및 시용시기에 따라 다르지만 50% 이하이고, 가축분의 질소회수율은 10~20% 내외였으며, 그 나머지는 휘산, 탈질 및 용탈되는 것으로 추정된 보고도 있지만(윤, 1994), 액상분뇨를 토양주입으로 시용후 경운처리를 할 경우 질소 손실량은 적어지고 단순히 토양표면에 시용한다면 표면유거되어 수질에 영향을 주게 된다. 만일 암모니아태 질소 형태로 분뇨질소가 다량 손실된다면,

식물에 대한 요구량을 충족시켜 주기 위해 화학비료 등으로 보충하여 줄 필요가 있다(Klausner 등 1992; Waskom 등, 1994).

본 시험은 젖소액비 시용형태가 사일리지용 옥수수과 수수×수단그라스의 생육, 수량 및 토양변화에 미치는 영향을 구명코자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1996년 3월부터 1997년 11월까지 2년 동안 축산기술연구소에서 수행되었다. 공시작물로는 옥수수(P3352)와 수수×수단그라스(P988)를 사용하였고, 공시축분은 젖소액비를 사용하였으며, 성분 함량은 표 1과 같다.

Table 1. Physical and chemical properties of dairy liquid manure

Specific Gravity (g/cm ³)	pH (1:5H ₂ O)	DM	T-N	P	K	Ca	Mg	Na
1.05	8.0	2.65	0.19	0.03	0.55	0.15	0.06	0.06

처리내용은 표 2와 같이 젖소액비중 질소 함량을 기준으로 화학비료 표준구(질소 200 kg/ha), 전량 액비 시용구(액비중 질소기준 200 kg/ha), 기비로 액비 시용구(추비는 화학비료 80 kg/ha) 그리고 추비로 액비시용구(기비는 화학비료 120 kg/ha)로 하였다. 액비 및 화학비료의 시용은 두 작목 모두 기비로 파종전에 60%, 추비로 7~8 엽기 때 40%를 시용하였

다.

시험구의 처리는 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 옥수수의 재식밀도는 ha당 6,600주(60cm×25cm)를, 수수×수단그라스는 ha당 30 kg을 휴폭 50cm 간격으로 4월 중순경에 각각 파종하였다.

옥수수와 수수×수단그라스 생육특성은 축산기술연구소의 관행 조사방법에 의해 조사하였으며, 생초

Table 2. Experimental design

Treatment	Fertilizing method
T1(CF)	N(basal : 120kg, topdressing : 80kg) P ₂ O ₅ (150kg, basal), K ₂ O(150kg, basal)/ha
T2(DLM)	Manure N(basal : 120kg/ha, topdressing : 80kg)
T3(DLM + CF)	Manure N(basal : 120) + Chemical fertilizer N(topdressing : 80)
T4 (CF + DLM)	Chemical fertilizer N(basal : 120) + Manure N(topdressing : 80)

* CF : chemical fertilizer, DLM : dairy liquid manure.

수량은 3줄을 수확하여 조사하였고, 건물수량을 얻기 위해 시험구당 각 반복별로 5주를 시료로 사용하여 65°C의 열풍건조기에서 5일간 건조하였다. ADF 함량은 Goering 및 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였고, 경영의 TDN은 미국초지협회의 TDN(%) = 88.9 - 0.779 × ADF(% of dry matter)에 의해 산출하였다.

토양시료는 시험 수행전 전체포장에서 0~10cm, 10~20cm 깊이로 채취하여 혼합 이용하였고, 시험 후에는 각 처리별로 지표면에서 0~10cm, 10~20cm, 20~30cm 3반복 채취하여 혼합해 분석용 시료로 이용하였으며, 토양유기물은 Walkley-Black(1934), 전질소는 Kjeldahl 증류법, 인산은 Bray No-1 법으로 정량하였으며, 치환성 양이온은 1M-Ammonium acetate 용액으로 침출하여 침출액중의 Ca, Mg, K, Na를 원자흡광 광도계로 정량하였다(Page 등, 1982).

III. 결과 및 고찰

Table 3. Agronomic characteristics of silage corn ('96~'97)

Treatment	Emergence*	Silking**	Height ¹⁾	Leaf length	Leaf width	Stem diameter ²⁾	
		 cm mm			
Silage corn	T1	May 5	July 14	260 ^{ab}	85	10.9	19.1 ^a
	T2	"	July 13	259 ^{ab}	70	9.4	18.7 ^a
	T3	"	July 13	254 ^{bc}	74	8.3	18.7 ^a
	T4	"	July 13	261 ^{ab}	82	10.7	18.7 ^a

*,** : it were day at 50% appearance, respectively.

1). 2) Different letters were significant at the p = 0.05 level of probability.

한편 수수×수단그라스의 출현일과 출수일은 액비시용 방법에 상관없이 각각 5월 7일과 7월 17일경이었다. 간장과 경직경은 기비로 화학비료, 추비로 액비 시용구(T4)가 각각 246cm, 8.8cm로 가장 높았으며, 엽장은 화학비료 표준구(T1)가, 엽폭은 액비표준구(T2)가 넓었다.

2. 영양성분 및 수량

표 5와 6은 사일리지용 옥수수과 수수×수단그라

1. 생육상황

사일리지용 옥수수의 출현일은 액비시용 방법에 상관없이 5월 5일이었으며, 출수일은 화학비료 표준구(T1)가 다른 처리구에 비해 하루 늦은 7월 14일로 나타났다.

간장에서는 T4구(기비로 화학비료, 추비로 액비)가 261cm로 가장 높았으며, T1구(화학비료표준), T2구(액비표준) 그리고 T3구(기비로 액비, 추비로 화학비료) 순으로 나타났다. 엽장, 엽폭 그리고 경직경은 T1구에서 각각 85cm, 10.9cm 및 19.1mm로 가장 좋았으며 그 다음으로 T4, T2, T3구 순으로 나타났는데, 이와 같은 이유는 옥 등(1997)의 보고와 같이 속효성인 요소 N의 흡수율이 분뇨 N의 그것보다 높는데 기인한 것으로 사료되며, 아울러 액비중에 함유하고 있는 질소성분 중에 첫째에 이용될 수 있는 질소량은 44%(표면시용)~68%(토양주입)이라는 결과로 해석할 수 있다(Schmitt와 Rehm, 1998).

스에 대한 조단백질 함량, 소화율과 관련이 있는 ADF 함량과 TDN 함량 그리고 생초, 건물 및 영양수량을 나타내었다. 사일리지용 옥수수의 경우, 조단백질 함량은 화학비료표준구(T1)가 6.5%로 가장 높았고, ADF 함량은 기비로 화학비료, 추비로 액비를 시용한 구(T4)가 22.2%로 가장 높았으며, TDN 함량은 기비로 액비, 추비로 화학비료를 시용한 구(T3)에서 73.8%로 가장 높게 나타났다. 수수×수단그라스의 경우, T1구에서 조단백질 함량과 ADF 함량이 각각 8.9%, 39.5%로 가장 높았으며 TDN 함량은 58.2%

로 가장 낮았다. 한편 사일리지용 옥수수의 생초, 건물 및 TDN 수량에 있어서 (T1)에서 각각 35.3톤/ha, 14.5톤/ha 그리고 9.5톤/ha로 가장 높았지만 처리간에는 유의성이 없었다(p<0.05). 수수×수단그라스

의 경우, 기비로 화학비료, 추비는 액비로 사용한 구 (T4)에서 생초, 건물 및 TDN 수량이 각각 92.9톤/ha, 22.5톤/ha 그리고 13.3톤/ha으로 가장 높아 유의성이 인정되었다(p<0.05).

Table 4. Agronomic characteristics of sorghum x sudangrass ('96~'97)

Treatment	Emer- gence*	Silking**	Height	Leaf	Leaf	Stem	
				length	width	diameter	
			 cm mm	
Sorghum × sudangrass	T1	May 7	July 17	239 ^{ab}	76	3.4	8.3 ^b
	T2	"	July 18	238 ^{ab}	63	4.4	8.2 ^b
	T3	"	July 17	235 ^b	74	2.9	8.2 ^b
	T4	"	July 17	246 ^a	71	3.1	8.8 ^{ab}

*,** : it were day at 50% appearance, respectively.

1), 2) Different letters were significant at the p = 0.05 level of probability.

Table 5. Quality and yield of silage corn('96~'97)

Treatment	Crude protein (%)	ADF (%)	TDN (%)	Yield (Ton/ha)			
				Fresh	Dry matter	TDN	
Silage corn	T1	6.5	20.5	72.9	35.3(100)	14.5(100)	9.5(100)
	T2	6.0	22.0	71.8	39.2(111)	14.0(96)	9.1 (97)
	T3	5.7	19.4	73.8	34.0 (96)	14.0(96)	9.3 (98)
	T4	5.3	22.2	71.6	32.9 (93)	12.7(87)	8.4 (89)
LSD (0.05)	-	-	-	NS	NS	NS	

Table 6. Quality and Yields of sorghum × sudangrass('96~'97)

Treatment	Crude protein (%)	ADF (%)	TDN (%)	Yield (Ton/ha)			
				Fresh	Dry matter	TDN	
Sorghum × sudangrass	T1	8.9	39.5	58.2	93.1 ^a (100)	21.7 ^a (100)	12.6(100)
	T2	6.3	38.4	59.0	82.2 ^a (88)	19.0 ^{ab} (88)	11.2(89)
	T3	7.7	38.4	59.0	83.9 ^a (90)	19.8 ^{ab} (91)	11.7(93)
	T4	8.1	38.4	59.0	92.9 ^a (104)	22.5 ^a (104)	13.3(105)
LSD (0.05)	-	-	-	NS	1.0	1.1	

3. 토양변화

표 7과 표 8은 작토 0~30cm의 시험전후 옥수수포

장과 수수×수단그라스포장에 대한 화학성분을 나타내었다. 시험전 토양의 pH가 각각 5.97, 5.85인데 반해 시험 후에는 액비시용구에서 각각 5.29~5.50와

5.26~5.46의 범위로 나타나 토양산도의 개선효과가 없었는데 신 등(1999)도 연맥에 대한 우분뇨와 돈분

뇨 시용효과는 없었다는 결과로 미루어 보아 토양산도는 단기간에 변화되지 않나 사료된다.

Table 7. Soil chemical characteristics of silage corn field before and after trial ('96~'97)

	Treatment	pH (1:5H ₂ O)	OM (g/kg)	Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cation (cmol ⁺ /kg)			
					K	Ca	Mg	Na
Before expt.	All plot	5.97	47.6	252.9	0.41	3.72	1.28	0.04
After expt.	T1	5.14	49.8	309.2	0.36	2.28	1.77	0.02
	T2	5.40	48.6	345.6	0.28	2.29	1.83	0.02
	T3	5.50	51.3	288.8	0.46	2.89	0.74	0.05
	T4	5.29	50.7	210.5	0.46	2.27	0.95	0.04

Table 8. Soil chemical characteristics of sorghum×sudangrass field before and after trial('96~'97)

	Treatment	pH (1:5H ₂ O)	OM (g/kg)	Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cation (cmol ⁺ /kg)			
					K	Ca	Mg	Na
Before expt.	All plot	5.85	46.1	306.8	0.52	3.58	0.70	0.02
After expt.	T1	5.20	51.0	425.0	0.58	3.19	1.42	0.04
	T2	5.46	52.2	380.0	0.49	2.77	0.87	0.03
	T3	5.30	54.2	414.2	0.40	3.55	0.65	0.05
	T4	5.26	56.9	299.9	0.42	2.65	1.08	0.03

유기물 함량은 두 포장 모두에서 시험전 토양보다 시험후가 높은 수준이었다.

정 등(1995)은 액비시용 처리 후 토양화학성의 변화가 큰 성분은 인산과 가리 함량이라 하였는데, 본 시험에서는 각각의 시험 후 토양에서 유효인산 함량과 치환성 양이온 함량은 시용방법에 따라 많은 차이를 나타내어 일정한 경향을 볼 수 없었는데 이와 같은 근본적인 원인에 대해서는 더 많은 고찰이 필요한 것으로 판단된다.

IV. 적 요

본 시험은 사일리지용 옥수수와 수수×수단그라스에 대해서 젓소액비 시용방법에 따른 작물생산성과 토양변화에 미치는 영향을 구명코자, 1996년 3월부터 1997년 11월까지 2년동안 축산기술연구소 사료작물 포장에서 수행되었다. 간장에 있어서 두 작

목 모두 기비로 화학비료, 추비로 액비를 시용한 구(T4)가 각각 260cm와 246cm로 가장 길었다. 반면 엽장과 엽폭은 사일리지용 옥수수의 화학비료 표준구(T1)가 각각 85cm와 10.9cm로 가장 높았고, 수수×수단그라스에서의 엽폭에서는 T1, 엽장에서는 전량액비시용구(T2)에서 높았다. 조단백질 함량은 두 작목 모두 화학비료표준구(T1)가 각각 6.5%와 8.9%로 높았지만, 가소화양분비율에서는 두 작목 모두 T3구에서 각각 73.8%와 59.0%로 높게 나타났다. TDN 수량에서 사일리지 옥수수의 경우, 화학비료구(9.5톤/ha)와 액비시용구(8.4~9.3톤/ha) 사이에서는 유의적인 수량차이는 인정되지 않았지만, 수수×수단그라스 교잡종구에서는 화학비료구(T1)의 12.6톤/ha 보다 기비로 화학비료, 추비로 액비를 시용한 구(T4)가 13.3톤/ha로 유의성이 인정되었다(p<0.05).

한편 토양중 pH는 두 작목 모두 시험전이 시험 후보다 높았으며 유기물 함량은 시험 후에서 높은 경

향을 나타내었다. 유효인산 함량과 다른 양이온 함량은 액비 시용방법에 따라 일정한 경향이 나타나지 않았다.

결론적으로 토양적인 면과 영양수량적인 면을 고려할 때 사일리지 옥수수에서는 화학비료구와 액비 시용형태별로는 차이가 없었으며, 수수×수단그라스 교잡종에서는 기비로 화학비료, 추비로 액비를 사용한 구가 우수하였다.

V. 인용 문헌

- Gangwer, M. 1995. Dairy manure as a fertilizer source. Oregon State Univ. Extension Service. http://www.forages.css.orst.edu/projects/regional/NE132-old/NE_132-Proposal.html.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Gov. print. Office, Washington, D.C.
- Klausner, S.D., A.C. Mathers and A.L. Sutton. 1992. MANAGING ANIMAL MANURE AS A SOURCES OF PLANT NUTRIENTS. http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/nd..._NUTRIENTS.html.
- Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Am. Soc. of Agron., Soil Sci. Soc. of Am., Madison. USA.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. *Soil Sci.* 37:29-38.
- Waskom, R.M., G.E. Cardon and M.A. Crookston. 1994. Utilization of Animal Manure as Fertilizer. Colorado State University Cooperative Extension Bulletin 552A.
- Wells, K.L. 1996. The Agronomics of manure use for crop production. Univ. Kentucky, college of Agriculture, Cooperative extension service. AGR-165.
- 신동은, 김동암, 서 성, 이종경, 정의수, 신재순, 김원호. 1999. 액상분뇨의 종류 및 N 시용량이 연맥의 무기물 함량, 질산태질소 및 토양특성에 미치는 영향. 한초지 19(3):203-210.
- 육완방, 차용복, 금종성, 이종민, 한영근. 1997. 액상구비의 이용시기와 시용수준이 호밀의 생산성에 미치는 영향. 한초지 17(1):75-81.
- 윤순강. 1994. 요소와 가축분에서 유래한 NO₃-N 및 동반양이온의 토양중 행동. 서울대학교 학위논문.
- 정이근, 박경배, 정광용, 박우균, 박홍재, 허 준. 1995. 가축분뇨 시용시 토양환경에 미치는 영향에 관한 연구. 농과원보고서. 별권 : 401-431.