

돈분액비 시용수준이 수수 × 수단그라스 교잡종의 생육특성, 수량 및 용탈수 중 NO₃-N 함량에 미치는 영향

임영철* · 윤세형 · 김종근 · 김원호 · 최기준 · 서 성 · 육완방**

축산연구소

Effect of Application Level of Swine Slurry on Growth Characteristics and Yield of Sorghum × Sudangrass Hybrid and NO₃-N Content in Infiltration Water

Lim, Young Chul*, Yoon, S. H., Kim, J. G., Kim, W. H., Choi, G. J., Seo, S. and Yook, W. B.**

Dept. National Livestock Research Institute, RDA

Summary

This experiment was conducted to investigate the effect of application level of swine slurry on the growth characteristics and yield of sorghum × sudangrass hybrid and NO₃-N content in infiltration water at experimental field of Grassland and Forage Crops Division, National Livestock Research Institute, RDA from 2000 to 2002. Treatments were consisted of non fertilizer(NF), chemical fertilizer(CF), 100% swine slurry(SS 100), 150% swine slurry(SS 150), 200% swine slurry(SS 200) and 100% swine slurry + CF 50%(SS100 + CF 50) with randomized complete block design and three replications. Growth of sorghum × sudangrass hybrid was not nearly different among the treatments, but early growth of swine slurry treatments was better than that of CF, and regrowth after 1st cutting was shown better in CF and SS 100 + CF 50 with adding application of chemical fertilizer. The sugar content(brix %) was tends to be increased with swine slurry application. Dry matter(DM) yields of SS 100 and SS 150 were lower 15 and 6% than that of CF, respectively, and SS 200 was similar to CF, but there was not found significant difference among all treatments. The content of crude protein(CP), acid detergent fiber(ADF), and neutral detergent fiber(NDF) did not show the difference. The content of NO₃-N in infiltration water was not more than CF by the SS 150 application, but more than by SS 200 and SS 100 + CF 50 treatment.

(Key words : Sorghum × Sudangrass Hybrid, Swine slurry, Dry matter yield, NO₃-N)

서 론

지금까지 사료작물에 대한 가축분뇨 이용

시험은 주로 가축분뇨 및 우분액비를 대상으로 이루어져 왔으며, 가축분뇨의 사용은 비료로서 효과 외에도 유기물 축적으로 토양을

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

** 건국대학교 축산대학 (College of Animal Husbandry, KonKuk Univ. Seoul 143-701, Korea)

Corresponding author : Young Chul Lim, 041-580-6747 ycliml@rda.go.kr

비옥하게 하는 효과가 있음이 밝혀져(Elliott 등, 1977) 다양한 형태의 가축분뇨 이용이 시도되어 왔다(Buchner 및 Sturm, 1985; 김 등, 1997; 서 등, 1999; 서 등, 2000). 특히 축산업이 전업화 및 단지화 되면서 양돈의 경우는 분뇨 처리가 경영에 걸림돌이 되어 여러 가지 분뇨 처리 형태가 시도되었으며, 가장 저비용 처리형태는 액비로 농경지에 환원하는 것이어서 이에 대한 연구의 필요성이 대두되고 여러 가지 작물을 대상으로 연구가 수행되기도 하였다(농촌진흥청, 2002). 따라서 수수×수단그라스 교잡종 재배시 우분액비 이용에 관한 연구가 많이 이루어져 있으나(高井康雄 등, 1976; 전 등, 1995). 돈분액비를 대상으로 한 연구는 미미한 상태이다. 여름철 사료작물 중 대표적인 것으로는 옥수수 와 수수×수단그라스 교잡종을 들 수 있으며 옥수수의 재배면적이 가장 많고 그 다음이 수수×수단그라스 교잡종으로 우리나라에서는 산간 고냉지대를 제외하고는 재배가 가능하다. 최근에는 원형곤포사일리지의 조제기술 발달로 재배면적이 확대되고 있는 추세이다. 본 시험에서는 수수×수단그라스 교잡종 재배시 환경을 고려한 돈분액비 적정 사용량 구명과 화학비료를 절감하고 수수×수단그라스 교잡종의 안전생산 재배기술 개발을 목적으로 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2000년~2002년까지 축산연구소 초지사료 시험포장에서 실시하였다. 공시품종은 수수×수단그라스 교잡종 파이오니아 “877 F”로 하였으며 처리내용은 무비구, 화학비료구(대조구), 질소기준 돈분액비 100%, 150%, 200%, 액비 100%+화학비료 50%를 사용하는 6처리 난괴법 3반복으로 실시하였다. 시험구 크기는 3m×5m(15m²)로 하여 4월 하순 경에 이랑 폭을 50cm 간격으로 조파하였으며 대조구의 시

비량은 질소 인산 칼리를 각각 200 kg/ha, 150 kg/ha, 150 kg/ha로 하였다. 시비방법은 인산과 칼리는 전량 기비로 하였으며 질소는 기비 50% 1차 예취 후 50%를 사용하였다. 예취회수는 연간 2회로 1차는 출수기에 예취하였으며(7월 하순경), 2차는 일률적으로 9월 중순에 예취하였다. 생육조사는 예취 후 각 반복별로 10주를 선발하여 조사하였으며, 생초수량은 전구를 10cm 높이로 예취하여 측정하였다. 건물 함량은 각 구마다 3주를 선발하여 80℃ 순환열풍건조기에서 72시간 건조 후 건물 함량 및 건물수량을 구하였다. 건조된 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 조단백질은 AOAC(1990) 방법에 의거한 Kjeltec auto system(Buchi 322), NDF와 ADF 함량은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로 분석하였다. *In vitro* 소화율 (IVDMD)은 Tilley 및 Terry (1963)의 방법으로, 가소화양분(TDN) 수량은 Menke 및 Huss (1980)의 방법을 이용하여 계산하였으며, 시험의 통계처리는 5% 수준 범위내에서 유의성을 검정하였다(김 등, 1995). N의 용탈을 조사하기 위하여 침투수 채취는 지하 60cm에 suction cup을 설치하여 용탈수를 채취 NO₃-N 함량을 분석하였다(Czertski, 1971). 시험 전 토양은 표 1에서 보는 바와 같이 pH가 5.4로 다소 낮고 유기물, 인산은 보통으로 일반적인 밭 토양의 비옥도를 나타내고 있어 본 시험을 수행하는데 있어 특이사항은 없었다.

본 시험에 사용된 돈분액비는 축산연구소 돈사에서 충분한 부숙 기간을 거친 것을 이용하였다. 돈분액비의 질소성분은 표 2와 같이 0.35

Table 1. Chemical characteristics of the soil before experiment (0-30 cm)

pH (1:5H ₂ O)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol ⁺ /kg)		
			Ca	Mg	K
5.4	24.8	193	5.50	1.54	0.84

Table 2. Chemical characteristics of swine slurry applied for this experiment.

T-N (%)	pH (1:5)	NH ₄ ⁺ -N (ppm)	DM* (%)	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	NaO
				ppm				
0.35	8.0	1,307	1.0	3,440	1,260	165	1,556	451

* DM : Dry matter

이었고, 인산과 칼슘, 칼륨 성분은 보통의 돈분액비 수준을 나타내고 있었다.

결과 및 고찰

1. 수수×수단그라스 교잡종의 생육특성

돈분액비를 활용하여 수수×수단그라스 교잡종 재배시 생육특성은 표 3에서 보는 바와 같이 화학비료구와 돈분액비 100% 사용구간에는 큰 차이가 없었으며 그 이상 사용시는 초기생육, 줄기직경은 유리하나 초장, 엽장, 엽폭은 차이가 없었다. 당도는 화학비료구에 비하여 돈분액비 사용시 증가하는 경향이었으나 돈분액비 100% 사용구가 6.2%로 가장 높았다. 재생력은 추비사용 효과가 뚜렷하게 나타났는데 화학비료구가 1.4, 돈분액비와 화학비료 병행구가 1.7로 양호 하였으나 돈분액비 100% 사용구는 3.0 이었다. 따라서 수수×수단그라스 교잡종은 생육기간이 길어 2차 예취를 하므로 1차 예취 후 화학비료를 추비로 사용하는 것이 재생이 좋아 바람직하였다.

2. 건물수량

돈분액비를 이용하여 수수×수단그라스 교잡종 재배시 건물수량은 표 4에서와 같이 돈분액비 100% 사용시 15% 감소하였으나 돈분액비 사용량이 증가할수록 수량이 증가하는 경향으로 돈분액비 200%를 주었을 때 화학비료구와 대등한 수량을 얻었다. 따라서 단순한 수량 증가만을 생각한다면 돈분액비를 200%까지 주는 것이 유리하나 유의성은 없었다. 신 등(1999)의 시험에 의하면 수수×수단그라스 교잡종은 화학비료 사용시 12.6톤/ha, 화학비료를 기비로 사용하고 추비로 돈분액비를 사용 할 경우 13.3 톤ha으로 유의성 있게 증수되었다고 하였으며, 수수×수단그라스 교잡종은 기비로 화학비료를 사용하고 추비로 액비를 사용하는 것이 우수하였고 보고하였다. 高井康雄 등(1976)도 화학비료와 액비를 동일한 수준에서 처리 할 때 화학비료구가 증수되었는데 이는 화학비료 사용이 빠른 성장을 유도함으로써 건물 함량이 액상 사용구보다 높게 나타났기 때문이라 하

Table 3. Growth characteristics of sorghum × sudangrass hybrid at Suwon

Treatment	Early growth (1-9)***	Re-growth (1-9)	Plant length(cm)		Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Sugar content (Brix %)	Res. of Lodging (1~9)
			1st cutting	2nd cutting					
Non fertilizer	3.9	3.5	218	185	88.5	5.7	11.2	5.2	1
CF(200-150-150)*	2.9	1.4	260	200	85.8	5.7	10.6	5.0	2
SS** 100%	1.9	3.0	252	193	85.7	5.6	9.9	6.2	1
SS 150%	1.4	2.2	249	195	84.1	5.5	10.8	5.7	2
SS 200%	1.9	2.2	258	195	84.5	5.9	10.4	5.4	2
SS 100%+CF 50%	2.2	1.7	247	193	84.5	5.5	10.5	5.5	2

* CF(200-150-150): Chemical Fertilizer, ** SS : Swine Slurry,

*** 1~9 : 1 Excellent, 9 Worst.

Table 4. Effect of application level of swine slurry on Yield of sorghum × sudangrass hybrid at Suwon

Treatment	Dry matter Yield (kg/ha)	Index of dry matter (%)	TDN Yield (kg/ha)
Non fertilizer	16,742	76	6,433
CF(200-150-150)*	22,008	100	9,909
SS** 100%	18,703	85	7,819
SS 150%	20,642	94	8,772
SS 200%	22,304	101	9,850
SS 100%+CF 50%	21,797	99	9,664
LSD(0.01)	NS		

*CF(200-150-150): Chemical Fertilizer,
** SS : Swine Slurry.

였다. 전 등(1995)도 액상구비 사용은 화학비료 사용시 보다는 다소 건물수량은 떨어지지만 토양의 이화학적 성분은 유지하거나 개선 효과가 높았다고 하여, 본 시험의 결과에서처럼 액비 사용으로 인한 수량의 감소는 같은 경향을 보였고, 1차 예취 후 추비를 주는 것이 양호한 생육을 나타내고 있음을 보여주고 있다.

3. 사료가치의 변화

돈분액비 사용에 의한 사료가치는 표 5에서와 같이 화학비료구와 돈분액비 사용구간에 차이가 없었으며, 돈분액비 사용수준 간에도 일정한 경향이 없어 돈분액비 사용에 의한 수수×수단그라스 교잡종의 사료가치의 저하는 없었다.

4. 돈분액비 사용시 토양중 NO₃-N의 변화

그림 1은 돈분액비를 사용하고 작물의 생육기간인 4월 초순부터 작물별 수확시기까지 10회에 걸쳐 토양 속(60 cm)으로 스며든 물을 채취하여 질산태 질소의 농도를 측정된 결과로 조사 시기 간에는 일정한 경향이 없었다. MacGregor 등(1974)은 토양 중 NO₃⁻-N 함량이 높을수록 용탈

Table 5. Effect of application rate of swine slurry on the content of crude protein (CP), neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF) and *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD) of sorghum × sudangrass hybrid

Treatment	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	CP (%)
Non fertilizer	33.8	64.6	67.9	12.3
CF(200-150-150)*	36.3	65.5	65.3	13.5
SS** 100%	35.7	65.1	64.3	12.1
SS 150%	36.2	64.3	64.9	13.5
SS 200%	33.2	60.8	63.6	13.1
SS 100%+CF 50%	34.0	66.6	67.3	13.4

* CF(200-150-150): Chemical Fertilizer,
** SS : Swine Slurry.

되는 질소량이 많아지며 지표수와 지하수에 NO₃⁻-N의 증가 원인이 된다 하였으며, Macduff 등(1990)은 질산태 질소 함량 변화는 기상요인에 큰 영향을 받아 연중 매우 큰 변화를 나타내었다고 하여 본 결과와 같은 경향이였다.

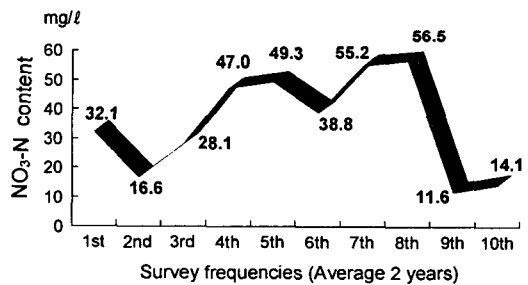


Fig. 1. Change to NO₃-N content in infiltration water

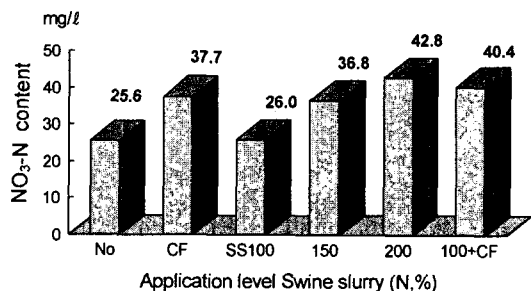


Fig. 2. The content of NO₃-N in infiltration water according to application rate of swine slurry.

그림 2는 돈분액비 시용량을 달리하고 토양 침투수를 채취 질산태 질소를 측정된 결과로 화학비료에 비교하여 질소기준 돈분액비 150% 까지는 비슷한 용탈량을 나타냈으며 그 이상에서는 용탈량도 급격한 증가를 보였다. 유(1997)는 독일 알고히 지방의 토양 중 NH₄-N 무기태질소 함량은 액비 시용량 간에 차이가 나타나지 않았는데 NH₃-N은 액비 시용량이 높을수록 하층으로 이동하여 집적하였다고 보고 하였으며, 액비 시용량 240 N kg/ha는 질산태 질소 용탈량이 높아 환경에 과다한 부하를 주었다 하였다. 신 등(1998)은 액상분뇨 시용량의 증가에 따라 과잉의 질소가 투입되는 경향을 보였고, 토양 중 인산 및 침투수중 NO₃⁻-N 함량이 높아졌다고 하여 본 시험의 결과와 같은 경향이였다. 유럽의 경우도 European Economic Community(1980)의 보고에 의하면 1980년부터 식수중의 NO₃⁻-N 함량을 90mg l⁻¹, 50 mg l⁻¹, 11.3 mg l⁻¹ 으로 조정되면서 강력히 규제하고 있다. 액비시용에 대하여 연관되는 몇 가지 결과를 고찰하면 Buchner 및 Sturm(1985)은 액비의 시용한계는 액비내의 총 양분 함량에 의하는데 ha당 N 240, P₂O₅ 200, K₂O 270 kg 이상 사용하지 않아야 한다 하였다. Vetter 및 Steffens(1986)은 액비의 질소 이용율을 개선하려면 무기질 질소와 함께 사용하는 것이 좋으며 액비의 효과를 높이려면 물을 타서 농도를 약하게 사용하는 것이 유리하다고 보고한 바 있으며, Pains 및 Thompson(1989)는 고온 건조한 생육조건에서 다량의 액상구비 시용은 암모니아태 질소의 휘산으로 질소 성분량의 감소가 일어난다고 보고한 바 있어 본 시험의 액비 시용기준이나 시용방법 설정에 도움을 주었고, 질산태 질소의 용탈량을 조사한 배경을 뒷받침하고 있다.

적 요

본 시험은 2000년부터 2002년까지 3년간 수행한 결과로 돈분액비 연용시 수수×수단

그라스의 생육, 수량 및 사료가치와 토양환경에 미치는 영향을 구명하기 위하여 축산연구소 조사료자원과 포장에서 무비구, 화학비료(대조구), 돈분액비 100%, 150%, 200%, 돈분액비 100%+화학비료 50%로 처리하여 난괴법 3반복으로 실시하였다. 돈분액비는 전량 기비로 시용하였으며 시험 결과를 요약하면 다음과 같다. 생육특성은 화학비료구와 액비시용구간에 거의 차이가 없었으나, 초기생육은 돈분액비 시용구에서 다소 좋았고, 특히 재생력에서는 추비를 시용한 화학비료구(대조구)와 돈분액비 100%+화학비료 50% 추비구가 우수하였다. 당도는 액비를 시용하므로 다소 높아지는 경향이였다. 건물수량은 화학비료구에 비하여 돈분액비 100, 150% 시용구에서 각각 15, 6% 감소한 반면 돈분액비 200% 시용구에서는 대등하여 다비 조건에서 증수되는 경향이였다. 또한 조단백질 및 ADF, NDF, 건물소화율은 큰 차이가 없어 돈분액비를 시용하여도 사료가치의 질적인 저하는 없었다. 돈분액비를 시용하고 침투수중 NO₃-N 함량의 변화를 조사한 결과 화학비료에 비하여 돈분액비 150% 수준까지는 대등하였으나 그 이상 시용에서는 용탈수에 NO₃-N 함량이 높게 나타났으며 조사 시기 간에는 일정한 경향이 없었다.

인 용 문 헌

1. 高井康雄, 早 達郎, 熊澤善久雄. 1976. 植物營養土壤大載典. 養賢堂. p. 956-964.
2. 김내수, 김정우, 박홍양, 상병찬, 여정수, 전광주, 최광수, 홍기창. 1995. 응용통계학. 유한문화사. 서울.
3. 김상덕, 장기운, 임재신, 김영한. 1997. 사료용 수수(*Sorghum bicolor*×*S. bicolor*) 생육에 대한 정수 슬러지(alum sludge)의 시용효과. 한초지 17(1):51-58.
4. 농촌진흥청. 2002. 가축분뇨 액비 사용기술.
5. 서 성, 김종근, 정의수, 강우성, 신재순, 김정갑. 1999. 가축분 시용조건에서 주요

- 수수×수단그라스 교잡종의 생산량과 사료가치 비교연구. 한초지 19(1):57-62.
6. 서 성, 김종근, 정의수, 김원호, 강우성. 2000. 가축분 시용 조건에서 파종방법과 파종량이 청예용 수수×수단그라스 교잡종의 생산량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 20(1):49-54.
 7. 신동은, 김동암, 신재순, 서 성, 김원호, 김정갑, 육완방, 정재록. 1998. 추파용 호밀에 대한 액상분뇨 시비연구. I. 생육특성 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지 18(3):235-242.
 8. 신동은, 김동암, 신재순, 송관철, 이종경, 윤세형, 김원호, 김정갑. 1998. 추파용 호밀에 대한 액상분뇨 시비연구. II. 무기물함량, N 생산성 및 토양환경에 미치는 영향. 한초지 18(3):243-250.
 9. 신재순, 이혁호, 신동은, 김정갑, 조영무, 육완방, 류종원. 1999. 젖소 액비 시용량에 따른 담근먹이 옥수수의 생산성과 토양화학적 특성의 변화. 한초지 19(1):17-22.
 10. 신재순, 이혁호, 신동은, 조영무, 정의수, 이종경, 윤세형. 1999. 젖소액비 시용방법이 담근먹이 옥수수와 수수×수단그라스 잡종의 생산성 및 토양화학적 특성에 미치는 영향. 한초지 19(4):333-338.
 11. 유종원. 1997. 초지에서 액상분뇨 시용이 토양의 질소 동태와 NO₃ 용탈에 미치는 영향. 한초지 17(1):43-50.
 12. 전병태, 이상무, 김재영, 오인환. 1995. 액상구비 시용이 사료작물의 생산성과 토양성분에 미치는 영향. 한초지 15(1):52-60.
 13. A. O. A. C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, D. C.
 14. Buchner, A. und H. Sturm. 1985. Gezielte Züchtungen. DLG-Verlag, Frankfurt(Main), pp. 56-71.
 15. Czeratzki, W. 1971. Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Volkenrode 21:13-14.
 16. Buchner, A. und Sturm, H. 1985. Gezielte Züchtungen. DLG-Verlag, Frankfurt(Main), 56-71.
 17. Elliott, L. F. and Stevenson, F. J. 1977. Soils for management of organic waste. p.672. Am. soc. of Agron., Madison, Wis.
 18. European Economic Community. 1980. Council directive on the quality over water for human consumption, Official journal 23. No. 80/778/EEC 229: 11-29.
 19. Goering, H. L. and Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook No. 379. USDA.
 20. MacGregor, J. M., Blake, G. R. and Evans, S. D. 1974. mineral nitrogen movement into subsoils following continued annual fertilization for corn. Soil Sci. Soc. Am. Pro. 38:110-112.
 21. Macduff, J. H., S. C. Jarvis and D. H. Roberts. 1990. Nitrate leaching from grazed grassland systems. Symposium proceedings of symposium "nitrates, agriculture, water" Paris, Nov. 1990.
 22. Menke, K. H. und Huss, W. 1980. Tierernaehrung und futtermittelkunde. UTB Ulmer. pp. 38-41.
 23. Pains, B. F. and Thompson, R. b. 1989. Ammonia volatilization from livestock slurries applied to land. Proc. Intl. seminar on nitrogen in organic wastes applied to soils. In: J. A. Hansen and K. Henrikson(eds). Nitrogen in organic wastes applied to soils. Academic Press. London.
 24. Tilley, J. A. M. and Terry, R. A. 1963. A two stage technique for *in Vitro* digestibility of forage crops. J. Birt. Grassl. Sci. 18:104-111.
 25. Vetter, H. und G. Steffens. 1986. Wirtschaftseigene Dungung. DLG-Verlag, Frankfurt(Main). pp. 104-119.