

가축분 시용조건에서 4종 수수×수단그라스 교잡종의 질산태질소 함량과 당도 및 채식률 비교 연구

서 성 · 김종근 · 정의수 · 신동은 · 임영철 · 윤세형

Studies on the Nitrate Concentration, Sugar Content and Intake of Four Sorghum×Sudangrass Hybrids Grown under Application of Animal Manure

S. Seo, J. G. Kim, E. S. Chung, D. E. Shin, Y. C. Lim and S. H. Yoon

ABSTRACT

A field experiment was carried out to compare the nitrate nitrogen concentration, sugar content, and animal intake of four sorghum×sudangrass hybrids (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) grown under application of animal manure in 1995. The application amount of animal manure were 40MT in cattle manure, and 30MT/ha in swine and poultry manure. The four NLCF's recommended hybrids used in this study were Pioneer 988, TE-Haygrazer and NC+ 855 (heading type), and Jumbo(headless type).

The nitrate nitrogen concentration of forage was 365mg/kg at 50~60cm of plant height, 501mg at 100~120cm, and 502mg at 200~220cm, regardless of animal manure type and cultivar. The nitrate nitrogen concentration of NC+ 855 and P 988 was 519 and 526mg, respectively, and were higher than that(317mg) of Jumbo(P<0.05). The nitrate nitrogen concentration of stems was 376mg, and significantly higher than that(135mg) of leaves(P<0.05) regardless of cultivar, and lower parts of stems and leaves were higher than those of upper parts of plants.

The sugar contents of four sorghum×sudangrass hybrids were ranged between 3.1 and 3.7° in cattle manure, 2.9 and 3.3° in swine manure, and 2.8 and 4.9° in poultry manure. The sugar content of NC+ 855 was the highest as 3.9°, P 988 was second as 3.4°, and then TE-Haygrazer and Jumbo were lower as 3.2° and 2.9°, respectively.

Animal intake of sorghum×sudangrass hybrids P 988 and NC+ 855 were slightly higher than those of Jumbo and TE-Haygrazer grown under application of cattle manure. Also the average intake of P 988 was a little higher than that of Jumbo. However, there were no significant differences of forage intake among four recommended sorghum×sudangrass hybrids.

(Key words : Sorghum×sudangrass hybrids, Animal manure, Cultivar, Nitrate nitrogen concentration, Sugar content, Animal intake)

I. 서 론

옥수수 다음으로 많이 재배되고 있는 청예용 사료작물로 그 중요성은 매우 높으며, 장려품 수수×수단그라스 교잡종은 우리 나라에서 좋은 15종에 달하고 있다. 근래 범세계적으로

환경에 대한 관심이 고조되면서 조사료 생산도 농업환경을 고려하여야만 하는데, 근년이후 양축농가에서 배출되고 있는 가축분뇨의 효율적인 농경지 환원이용이 적극 추진되고 있으며, 축산분뇨도 톱밥과 왕겨 및 목편 등의 부재료와 혼합하여 발효시키는 등의 다양한 형태로 생산 이용되고 있다(축산연, 1995).

이러한 가축분 퇴비는 유기질 비료화 이용에 적합하여 사료작물포에 사용시 금비절감, 토양 비옥도 개선 및 사료작물 생산성 증대 등의 효과가 인정되었다. 이중 수수×수단그라스 교잡종에 대한 가축분 시험연구는 톱밥 발효우분과 왕겨 발효우분의 사용 수준에 따른 토양특성의 변화와 작물 생산성 구명(김 등, 1997), 액상구비 사용에 따른 생산량과 토양변화 구명(전 등, 1995) 및 가축분 사용조건에서 생육한 주요 품종들의 생산량과 사료가치 구명에 대한 보고가 있다(서 등, 1999).

그런데 작물에 있어서 가축분 퇴비사용은 식물체내 질산 함량을 증가시켜 가축에게 유해할 수 있는데, 수수×수단그라스 교잡종에 있어서 질산태 질소 함량은 종류와 품종에 따라서(Burger 등, 1967; Harms와 Tucker, 1973), 질소 시비수준에 따라서(Harms와 Tucker, 1973; May 등, 1990; Schlegel, 1992), 생육시기에 따라서(Takamitsu, 1975; Derscheid, 1978; May 등, 1990) 그리고 식물체의 부위에 따라서(Harms와 Tucker, 1973; Takamitsu, 1975) 달라진다. 또 일반적인 수수×수단그라스의 당 함량은 2~7% 수준으로 출수형이 비출수형에 비해 높았으며(임 등, 1995; 1996; 1997), 당도는 가축의 기호도와 밀접한 관계가 있다(Gangstad, 1964).

본 시험은 이러한 관점에서 청예용 수수×수단그라스 교잡종 중 우리 나라에서 많이 재배

되고 있는 4가지 품종을 공시하여 가축분 사용 조건에서 생육시기별, 식물체 부위별 질산태 질소 함량과 당 함량 및 가축 채식량 등을 구명하여 수수×수단그라스의 재배와 이용에 대한 기초자료를 제공코자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 적황색 식양질 토양에서 수수×수단그라스(sorghum×sudangrass, *Sorghum bicolor* (L.) Moench) 장려품종 중 우리 나라에서 널리 재배되고 있는 출수형인 Pioneer 988, TE-Haygrazer, NC+ 855와 비출수형인 Jumbo 등 4 품종을 공시하여 수원 축산기술연구소 사료작물포에서 1995년도에 수행되었다.

시험지 토양은 작물재배에 적합한 편이었으나 토양성분은 인산과 칼슘 함량이 다소 높았다(표 1). 시험축분은 우분, 돈분, 계분퇴비로 축산기술연구소에서 생산된 각 가축분을 톱밥과 50:50으로 섞어 발효분을 조제하였으며, 축분의 화학성분은 표 2에서 보는 바와 같다. 사용 축분량은 ha당 우분 40톤, 돈분과 계분은 각각 30톤이었으며, 시험구당 면적은 20m²(2×10m)로 축분별 난괴법으로 3반복 배치하였다.

수수×수단그라스의 파종은 ha당 종자 30kg을 휴폭 50cm로 4월 21일에 조파 하였으며, 발효 가축분은 파종 보름전에 포장에 고르게 살포한 이후 가볍게 경운하였다. 질산태 질소 함량은 수수×수단그라스의 초장이 50~60cm, 100~120cm, 200~220cm일 때 각각 조사하였으며, 다시 잎과 줄기를 분리하여 측정하였고, 또 잎은 상부위와 하부위로, 줄기는 상부위, 중간부위, 하부위로 나누어 조사하였다. 측정방법은 시료채취 즉시 비닐봉투로 밀봉, 냉동보관

Table 1. Chemical soil properties of the experimental field before trial

Soil depth(cm)	pH (1:5 H ₂ O)	OM (g/kg)	Avail P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cation (cmol ⁺ /kg)				NO ₃ -N (mg/kg)
				K	Ca	Mg	Na	
0~10	7.1	26	217	1.07	7.40	1.53	0.06	19
10~20	7.2	27	197	0.95	7.29	1.45	0.07	13

후 즙을 내어 질산염 간이측정기(RQflex 16970, Germany)로 측정하였다.

당도 조사는 초장이 180~200cm 정도일 때 Brix 당도계를 이용하였으며, 가축 채식물은 짓소 건유우 4두를 공시하여 수수×수단그라스 교잡종을 3~5cm 정도 길이로 절단하여 품종별로 급여량을 측정하고 잔량을 구하였으며 계산에 의해 섭취율을 구하였다. 시험기간중 멸강나방이 1회 발생하여 전 시험구에 살충제를 처리해 주었으며, 기타 충해발생은 없었다.

III. 결과 및 고찰

1. 수수×수단그라스 교잡종의 질산태 질소 함량

발효가축분 시용에 따른 4품종 수수×수단그라스 교잡종의 생육시기별 질산태 질소 함량은 표 3에서 보는 바와 같다.

초장 50~60cm일 때 질산태 질소 함량은 평균 365mg/kg으로 다소 낮았으나 100~120cm일

때와 200~220cm일 때는 각각 501mg과 502mg으로 높은 것으로 나타났다. 이와 관련하여 Takamitsu(1975)는 수수×수단그라스는 어릴 때 질산태 질소 함량이 높으며 생육이 진행됨에 따라 감소한다고 하였는데(서 등, 1990), 본 시험에서는 50~60cm 초장에서 오히려 낮고 초장 1m 이상에서는 비슷한 수준으로 높게 조사되었는데, 이는 질산태 질소 함량이 식물체의 생육시기와 함께 생육당시 외부기온과 기상조건 등 환경의 영향을 크게 받는 것으로(May 등, 1990) 추후 정밀한 연구검토가 요망되었다.

품종별로는 Jumbo가 평균 317mg/l로 988(526mg)이나 NC+ 855(519mg)에 비해 낮았고(P<0.05) TE-Haygrazer는 461mg으로 중간수준이었다. 이와 관련하여 Burger와 Hittle(1967) 및 Harms와 Tucker(1973) 등도 질산태 질소 함량은 수수×수단그라스의 종류별로, 또 품종별로 차이가 있음을 보고한 바 있다.

한편 식물체 부위별 질산태 질소 함량은(표 4), 품종에 관계없이 잎에 비해 줄기에서 크게 높은 것으로 나타났다. 즉 줄기에서는 평균

Table 2. Dry matter (DM) content and chemical characteristics of animal manure

Item	DM	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
 %						
Cattle manure	31.9	1.64	1.70	1.78	1.08	0.61	0.19
Swine manure	34.9	1.86	5.02	1.68	2.61	1.07	0.19
Poultry manure	38.2	2.07	4.37	1.86	10.43	1.93	0.34

Table 3. Nitrate nitrogen (NO₃-N) concentration of four forage sorghum×sudangrass hybrids grown under application of animal manure as affected by plant height (Averaged of cattle, swine and poultry manure)

Cultivar	NO ₃ - N (mg/kg)			
	50~60cm*	100~120cm	200~220cm	Average
P 988	412	248	618	526
Jumbo	276	334	342	317
TE-Haygrazer	421	463	497	461
NC+ 855	349	658	552	519
Average	365	501	502	456
LSD (0.05)				168

* Plant height.

Table 4. Nitrate nitrogen (NO₃-N) concentration of four forage sorghum×sudangrass hybrids grown under application of animal manure as affected by leaf and stem (Averaged of cattle, swine and poultry manure)

Cultivar	NO ₃ - N (mg/kg)		
	Leaf	Stem	Average
P 988	164	388	276
Jumbo	106	309	208
TE-Haygrazer	134	321	228
NC+ 855	136	485	310
Average	135	376	256
LSD (0.05)	NS	NS	NS

NS : not significant.

376mg으로 잎의 135mg에 비해 2.8배나 높았다. 품종별로는 초장에서 결과(표 3)와 마찬가지로 Jumbo에서 208mg으로 가장 낮았으며, P 988(276mg)과 NC+ 855(310mg)에서 높은 편이었으나 유의적인 질산태 질소 함량 차이는 인정되지 않았다.

또한 잎과 줄기의 부위에 따른 질산태 질소 함량을 조사한 결과(표 5), 잎에서는 하부에 있는 잎이 151mg으로 상부 잎(58mg)에 비해 질산태 질소 함량이 높았으며(P<0.05), 줄기도 대체로 하부에 위치한 것이 상부위나 중간부위 줄기에 비해 질산 함량이 높았다. 이러한 결과는 수수×수단그라스에서 질산태 질소 함량은 줄기가 잎보다 높고(Harms와 Tucker, 1973; Takamitsu, 1975; 서 등, 2001), 같은 줄기와 잎에서도 아래 부위로 갈수록 높아진다는 보고(Takamitsu, 1975; 서 등, 2001)와 같은 경향이 있었다.

본 시험에서 질산태 질소 함량은 전 시험구에서 700ppm을 넘지 않았는데 이는 Wright와 Davison(1964)이 보고한 치사수준 2,100ppm에

크게 못 미치는 수준이며, 건조시 수잉기때 질산 함량이 위험수준을 넘었다는 보고(May 등, 1990)와 비교할 때도 안정된 질산 함량을 보였는데, 이는 본 시험에서 우분 40톤, 돈분 30톤, 계분 30톤/ha 시용으로 시용량은 충분하였으나 가축분이 토양중에서 충분히 분해되지 못한 상태에서 작물이 대부분의 질소량을 흡수·이용하지 못하였기 때문으로 풀이된다.

2. 수수×수단그라스 교잡종의 당도

발효가축분 시용에 따른 4품종 수수×수단그라스 잡종의 당도는 표 6에서 보는바와 같다. 우분 시용구는 평균 3.3°, 돈분구 3.1°, 계분구 3.7°였으며, 품종별로 우분 시용구 3.1~3.7°, 돈분구 2.9~3.3°, 계분구 2.8~4.9° 범위였다. 품종별 평균당도는 NC+ 855가 3.9°로 가장 높았으며 Jumbo가 2.9°로 가장 낮았고(P<0.05), 988(3.4°)과 TE-Haygrazer(3.2°)는 중간수준이었다. 이는 출수형이 비출수형(Jumbo)에 비해 당도가 높고, 출수형 중에서는 생육이 빠른

Table 5. Nitrate nitrogen (NO₃-N) concentration of P 988 forage sorghum×sudangrass hybrid grown under application of animal manure as affected by part of leaf and stem (Averaged of cattle, swine and poultry manure)

	Leaf			Stem			
	Upper	Lower	LSD(0.05)	Upper	Middle	Lower	LSD(0.05)
NO ₃ -N(mg/kg)	58	151	34	357	511	610	132

Table 6. Sugar content of four forage sorghum×sudangrass hybrids grown under application of animal manure

Cultivar	Sugar content (brix, °)			
	Cattle manure	Swine manure	Poultry manure	Average
P 988	3.3	3.3	3.5	3.4
Jumbo	3.1	2.9	2.8	2.9
TE-Haygrazer	3.1	3.0	3.4	3.2
NC+ 855	3.7	3.0	4.9	3.9
Average	3.3	3.1	3.7	3.4
LSD (0.05)				0.9

* Investigated at 180~200cm of plant height.

NC+ 855 품종에서 당도가 높았다.

이러한 성적은 수수×수단그라스 교잡종의 당도는 P 988 4.2° Jumbo 2.0° (임 등, 1995), 988 4.0° Jumbo 2.6° (임 등, 1996), P 988 4.4° Jumbo 3.4° (임 등, 1997) 보고와 같은 경향이 있으며, 또 이들은 공시된 수수×수단그라스 교잡종 14~20종의 당도범위는 2~7° 였고 옥수수에 비해서 당도는 낮다고 발표하였는데, 당 함량은 가축의 기호성과 깊은 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Gangstad, 1964).

3. 수수×수단그라스 교잡종의 채식률

발효 우분사용에 따른 4종 수수×수단그라스 교잡종의 채식률을 젖소에 의한 섭취율로 비교해 본 결과는 표 7에서 보는바와 같다. P 988 이 72.6%, NC+ 855가 71.9%로 높은 편이었으며, Jumbo(63.5%)와 TE-Haygrazer(60.0%)가 다소 낮은 수치를 보였으나 유의적인 섭취율 차이는 없었다. 또한 우분, 돈분, 계분의 가축분

Table 7. Intake of four forage sorghum×sudangrass hybrids grown under application of cattle manure

Cultivar	Intake (%)
P 988	72.6
Jumbo	63.5
TE-Haygrazer	60.0
NC+ 855	71.9
Average	67.0
LSD (0.05)	NS

NS : not significant.

퇴비 종류별 P 988과 Jumbo 품종의 채식율을 살펴보면(표 8), P 988이 평균 섭취율 64.9%로 Jumbo(59.3%)에 비해 다소 높았으나 역시 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 축분별로는 P 988과 Jumbo에서 우분 사용시 각각 66.8과 60.3%, 돈분 사용시 63.0과 62.7%, 계분사용시 64.8%와 55.0%였다.

Table 8. Intake of P 988 and Jumbo sorghum×sudangrass hybrids grown under application of animal manure

Cultivar	Intake (%)			
	Cattle manure	Swine manure	Poultry manure	Average
P 988	66.8	63.0	64.8	64.9
Jumbo	60.3	62.7	55.0	59.3
LSD (0.05)				NS

NS : not significant.

채식률에서 유의적인 차이는 없었으나 P 988 품종이 Jumbo에 비해 다소 기호성이 높았던 것은 식물체내 당 함량이 높았기 때문으로 풀이되는데(표 6), Gangstad(1964)는 수수×수단그라스 교잡종에서 다엽성, 즙액정도, 부드러운 정도, 당함량 등은 방목우의 기호성과 밀접한 상관관계가 있다고 지적한 바 있다.

IV. 요 약

본 시험은 기축분 시용 조건에서 수수×수단그라스 교잡종중 우리나라에서 많이 재배하고 있는 장려품종 4종(P 988, Jumbo, TE-Haygrazer, NC+ 855)을 공시하여 생육시기별, 잎과 줄기의 부위별 질산태 질소 함량과 당도 및 가축 기호도 등을 구명하였다. 기축분은 톱밥과 50:50으로 섞은 발효분으로 ha당 우분 40톤, 돈분 및 계분은 30톤을 파종 보름전 시용하였으며, 파종은 ha당 30kg의 종자를 휴폭 50cm로 1995년 4월 21일에 실시하였다.

수수×수단그라스 교잡종의 질산태 질소 함량은 초장 50~60cm일 때 365mg/kg, 초장 100~120cm일 때 501mg, 초장 200~220cm일 때 502mg이었으며, 품종별로는 Jumbo에서 평균 317mg으로 낮았고 P 988(526mg)과 NC+ 855(519mg)에서 높았다(P<0.05). 또 품종에 관계없이 줄기(376mg)가 잎(135mg)에 비해 질산태 질소함량이 크게 높았으며(P<0.05), 같은 잎과 줄기에서는 아래부위로 갈수록 질산태 질소 함량은 유의적으로 증가하였다(P<0.05).

품종별 당도는 NC+ 855가 평균 3.9° 로 가장 높았으며, 다음이 P 988(3.4°), TE-Hay grazer(3.2°), Jumbo(2.9°) 순이었다. 채식률은 P 988과 NC+ 855에서 Jumbo와 TE-Haygrazer에 비해 다소 높은 경향이었으나 장려품종 4종간 유의적인 채식률 차이는 없었다.

V. 인 용 문 헌

1. 김정갑, 이혁호, 서 성, 박정훈, 진현주. 1997. 수수×수단그라스(Sorghum×Sudangrass Hybrid) 재배지에서 발효우분 퇴비시용에 따른 토양특성의

변화와 작물 생산성. 농업환경논문집 39(1):50-55.
 2. 서 성, 김종근, 정의수, 강우성, 신재순, 김정갑. 1999. 기축분 시용조건에서 주요 수수×수단그라스 교잡종의 생산량과 사료가치 비교 연구. 한초지 19(1):57-62.
 3. 서 성, 이종경, 이성철, 박문수. 1990. 초지의 관개효과에 관한 연구. VI. 관개와 질소시비 수준이 계절별, 생육시기별 목초의 건물생산과 질산태 질소 함량 및 관개효율에 미치는 영향. 한초지 32(3):179-183.
 4. 임영철, 최기준, 임용우, 양종성. 1995. 사료작물 능력검정. 축산시험연구보고서 제 1권 pp. 532.
 5. 임영철, 최기준, 임용우, 양종성. 1996. 사료작물 능력검정. 축산시험연구보고서 제 1권 pp. 745.
 6. 임영철, 임근발, 임용우, 최기준, 박병훈. 1997. 사료작물 능력검정. 축산시험연구보고서 제 1권 pp. 594.
 7. 전병태, 이상무, 김재영, 오인환. 1995. 액상구비 시용이 사료작물의 생산성과 토양성분에 미치는 영향. 한초지 15(1):52-60.
 8. 축산기술연구소. 1995. 기축분뇨 자원화를 위한 기술지침서. pp. 4-97.
 9. Burger, A.W. and C.N. Hittle. 1967. Yield, protein, nitrate, and prussic acid content of sudangrass, sudangrass hybrids, and pearl millets harvested at two cutting frequencies and two stubble heights. Agron. J. 59:259-262.
 10. Derscheid, L.A. 1978. Forage sorghums in South Dakota. Cooperative Extension Service. USDA. South Dakota State Univ.
 11. Gangstad, E.O. 1964. Physical and chemical composition of grass sorghum as related to palatability. Crop Sci. 4:269-270.
 12. Harms, C.L. and B.B. Tucker. 1973. Influence of nitrogen fertilization and other factors on yield, prussic acid, nitrate, and total nitrogen concentrations of sudangrass cultivars. Agron. J. 65: 21-26.
 13. May, M.L., J.M. Phillips and G.L. Cloud. 1990. Drought-induced accumulation of nitrate in grain sorghum. J. Prod. Agric., 3(2):238-241.
 14. Schlegel, A.G. 1992. Effect of composted manure on the soil chemical properties and nitrogen use by grain sorghum. J. Prod. Agric. 5:153-157.
 15. Takamitsu, A. 1975. The use of forage sorghum. V. NO₃-N content in the green-chopped forage sorghum, feeding the sorghum to the dairy cows and nitrate poisoning. J. Japan. Grassl. Sci. 21 (2):109-115.
 16. Wright, M.J. and K.L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Advance. Agron. 16:197-247.