

가축분뇨시용이 옥수수과 수수×수수교잡종의 생산성 및 사료가치에 미치는 영향*

조 익 환**

Effects of Applying Livestock Manure on Productivity and Feed Value of Corn and Sorghum×Sorghum Hybrid

Jo, Ik-Hwan

This study was conducted to determine adequate forage crop choice and optimal level of livestock manure, when different types and levels of the livestock manure were applied in corns or sorghum×sorghum hybrids for the production of organic roughages by utilizing livestock manure. For the corn, yields of annual dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) were highest in N+P+K-applied treatments, showing 17.3 and 11.7 ton/ha, respectively. Treatments applied 100% composted cattle manure (8.9 and 6.1 ton/ha) and 100% cattle slurry (9.4 and 7.5 ton/ha) in contrast with chemical fertilizer-N had higher yields of DM and TDN than no fertilizer (4.8 and 2.7 ton/ha) and P+K-applied treatments (8.8 and 6.0 ton/ha). Particularly, treatments applied 150% composted cattle manure and 150% cattle slurry were markedly higher, which represented 11.4 and 7.6 ton/ha and 10.3 and 7.3 ton/ha, respectively. Crude protein (CP) contents for corns applied livestock manure ranged from 5.6 to 6.6%, which were significantly ($p<0.05$) higher than those of no fertilizer (3.9%) and P+K-applied treatments (5.5%). ADF (42.4%) and NDF (58.3%) contents for no fertilizer treatment were significantly ($p<0.05$) higher than those of other treatments. However, TDN contents were higher for livestock manure treatments than for no and/or chemical fertilizer treatments. In particular, TDN contents of treatments applied 150% composted cattle manure and 150% cattle slurry showed 72.3 and 70.8%, respectively and both treatments were significantly ($p<0.05$) higher than all of the other treatments. For the sorghum×sorghum hybrid, yields of annual DM and TDN for 100% (12.4 and 7.4 ton/ha) and 150% (13.1 and 7.6 ton/ha) cattle slurry-applied treatments, and N+P+K-applied treatments (12.6 and 7.7 ton/ha) were significantly ($p<0.05$) higher than those of the

* 이 논문은 2007학년도 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

** 대구대학교 동물자원학과(greunld@deagu.ac.kr)

others. In the others, 150% composted cattle manure (9.3 and 5.2 ton/ha) had higher annual DM and TDN yields than P+K-applied (8.4 and 4.8 ton/ha) and 100% composted cattle manure treatments (7.4 and 4.2 ton/ha), with no significant difference. Crude protein contents for sorghum×sorghum hybrid applied P+K and cattle slurry were 8.8 and 8.6%, respectively. CP contents for both treatments were significantly higher than those of composted manure (7.5~8.3%) and no fertilizer (4.0%) treatments, but 100% livestock manure treatments had higher CP contents than 150%-applied treatments. ADF and NDF contents for N+P+K and cattle slurry-applied treatments were significantly ($p<0.05$) lower than the others. However, TDN contents were highest in N+P+K and cattle slurry-applied treatments, showing 61.2 and 58.3 to 59.4%, respectively. These results indicated that application of livestock manure instead of chemical fertilizer to the soil of forage crops might not only improve yields of DM and TDN, but also reduce environmental pollution by producing organic roughages through recycling of livestock manure.

Key words : *corn, sorghum×sorghum hybrid, composted cattle manure, cattle slurry, dry matter yields, TDN yields, crude protein*

I . 서 론

전국적으로 초식가축의 사육두수가 많은 경북지역에서는 가축분뇨가 다량으로 발생하여 처리 등에 많은 문제점이 대두되고 있고 또한 조사료 생산포가 협소하며 사료포장의 이용률이 낮고 지역별 입지조건에 알맞는 작부조합 결여로 조사료 주년 생산체계가 미흡한 실정이며 벧짚이나 수입조사료 의존도가 높은 실정이다. 또한 이들 사료작물포 및 초지에서는 무절제한 화학비료의 과다 시용으로 토양의 산성화, 호질소 잠초발생의 증가, 용탈과 더불어 지하수 오염 또는 경제적 손실 등 많은 문제점이 발생하고 있다.

한편 유럽국가에서는 가축분뇨가 초지나 사료작물재배포장에서 적합한 비료로서 그 효과를 인정받아 대부분의 축산농가에서 시용되어 오고 있는데, Herriott 등(1965)과 Brockman 등(1971)은 토양중의 질소와 유기물함량이 높은 액상우분뇨의 무기화작용을 ‘Start mobilisierung’이라 하여 토양의 이화학적 성질을 개선시키는데 관여한다고 보고하였다. 또한 Mengel(1979)은 가축분뇨 중 액상우분뇨를 초지 또는 사료작물 재배에 활용하는 것이 구비나 노비의 형태로 시용하는 것 보다 약 30%가 증수되었다고 보고하였다.

특히 액상의 가축분뇨는 질소이외의 인산이나 칼륨 등의 비료양분을 함유하고 있어 식물체의 영양소원이면서 수용성이기 때문에 포장에 시용할 경우, 속효적인 비효를 기대할 수 있을 뿐만 아니라 토양 내에서는 분뇨 중에 포함된 유기물첨가로 물리성이 개선되므로 토양개량제로서의 경제적 가치를 인정받고 있다(Jo, 1985). 또한 이들 액상우분뇨는 각종 영양분을 담고 있는 보고인 동시에 미량요소의 주요공급원도 되고 있어 산지토양에서는

시용된 비료를 보존하는 보비력과 보수력을 높이고 토양침식의 저항력을 높여 주는 동시에 토양구조의 개선에 크게 기여한다고 하였다(Schechtner, 1978). 이런 장점들을 고려해 볼 때 우리나라와 같이 자원이 부족한 국가에서 기존의 화학비료보다는 자원 재활용측면에서 경제적이고 환경 친화적인 차원에서 액상우분뇨의 시용이 이루어져야 할 것 같다(조, 2003; 2006).

그러나 이러한 가축분뇨도 과다 시용으로 인해 토양에서 염기간의 불균형, 염해 및 토양으로부터의 양분유실을 초래할 수 있어 적정 시용 수준과 시용 시기를 규정하여야 한다(Bracker, 1982). 이와 관련하여 독일 등 유럽국가에서는 가축분뇨의 과다시용을 방지하기 위해서 축종별 환경친화적 사육두수를 규제하는데, 초지에서는 가축분뇨 중 총 질소함량이 연간 ha 당 180kg을 초과하지 않도록 하고 있다(유, 2002).

따라서 본 연구에서는 가축분뇨에 의한 유기 조사료를 생산하기 위하여 대표적인 여름 철사료작물인 옥수수과 수수교잡종 재배 시 가축분뇨의 종류와 수준을 달리하여 시용하였을 때 적절한 사료작물 선발과 가축분뇨의 적정 시용수준을 추정함으로써 농지의 보전효과를 물론 가축분뇨의 자원화를 통하여 환경오염을 감소시키며 안정된 유기 조사료의 생산기반 확대와 자원 순환형 친환경 농산물 생산에 기여하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 사일리지용 옥수수(32P72)와 수수×수수교잡종(SS405)를 공시하여 2007년 3월부터 10월까지 대구대학교 동물자원학과 실습포장에서 수행되었는데, 이들 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in experimental sites.

pH(1:5)	EC (dS/m)	Available P ₂ O ₅ 1) (mg/kg)	T-N (%)	OM ²⁾ (%)	CEC ³⁾	Ca	K	Mg	Na
					(cmol+/kg)				
5.10	0.09	815	0.16	2.38	17.51	7.34	0.94	1.49	0.31

1) Lancaster method, 2) OM : Organic matter, 3) CEC : cation exchange capacity

파종은 옥수수의 경우에는 75cm×15cm 간격으로 2립을 2007년 4월 31일에 점파하여 5엽기에 하나만을 남기고 모두 제거하였으며, 수수교잡종은 50cm 간격으로 40kg/ha를 옥수수와 동일한 날에 조파하였다.

처리는 공히 무 시비구를 대조구로 하고 화학비료는 인산(150kg/ha)과 칼리(150kg/ha)를

기비로 사용한 PK구와 인산(150kg/ha)과 칼리(150kg/ha) 및 질소(200kg/ha)를 사용한 NPK구 그리고 액상우분뇨 및 발효우분을 화학비료 질소 성분량 100%(200 N kg/ha)와 150%(300 N kg/ha) 수준으로 사용한 구 등 총 7처리 3반복의 난괴법으로 배치하고, 구당 면적은 10m² (2m×5m)로 하였다. 공시된 가축분뇨는 공히 대구대학교 실습목장에서 발생한 것을 6개월 이상 부숙발효 한 것으로 발효우분의 건물함량은 평균 44.5%, T-N 함량은 1.7%이고 액상우분뇨의 건물함량은 평균 10~12%, T-N 함량은 0.016~0.017% 이고 기타 중금속 함량은 비료 공정 규격에 제시한 오염기준의 1/2수준(유기조사료 재배 시 요구되는 시비조건)보다 낮은 것을 2회 분할 사용하였으며 화학비료는 인산과 칼리를 각각 ha 당 150kg 씩 파종당일에 기비로서 전량 시비하였고 질소는 요소를 2회 분할 사용하였다.

옥수수과 수수교잡종의 생초수량을 얻기 위해서는 전구를 파종 후 121일째에 지상에서 5cm 높이로 예취하여 측정하였고 건물함량은 각 구마다 2주를 선발하여 65°C 순환열풍건조기에서 48시간 건조시킨 다음 건물율을 계산하고 이를 기준으로 하여 단위면적당의 건물 수량을 산출하였다. 건조된 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 일반성분은 A.O.A.C. 법(1990)으로, ADF와 NDF 함량은 Georing과 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였다. 또한 ADF와 NDF 함량으로 부터 TDN(total digestible nutrients)과 RFV(relative feed value)는 Nahm(1992)과 Linn과 Martin(1989) 등의 계산식에 의하여 다음과 같이 구하였다.

$$\text{즉, TDN} = 88.9 - (0.79 \times \text{ADF}\%)$$

$$\text{RFV} = (\text{DMD} \times \text{DMI}) / 1.29$$

$$\text{DMD(dry matter digestibility)} = 88.9 - (0.779 \times \text{ADF}\%)$$

$$\text{DMI(dry matter intake)} = 120 / \text{NDF}\%$$

본 실험의 결과는 SAS package program(Version 8. 01, USA, 2005)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리 평균간의 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(Least significant difference test; LSD-test)으로 하였다.

한편 실험이 실시되었던 지역의 기상조건을 Table 2에 나타내었는데, 30년 평균 기온과 강수량과 비교해 볼 때 2007년도의 월 평균기온은 거의 30년 평균기온과 비슷하였고, 2007년 월 강수량(생육기간 전체 745.5mm)은 30년 평균의 강수량(생육기간 전체 747.7mm)과 거의 동일한 양을 기록하였지만 생육이 가장 왕성한 시기인 4월~7월에 평균보다 14.4~43.0 mm가 적었다.

Table 2. Meteorological data during the growth period in 2007 and the averages for 30 years.

	Year	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.
Temperature (°C)	2007	7.0	12.2	17.8	21.5	23.6	26.5
	1977~2006	5.7	12.3	17.2	21.2	24.7	25.1
Precipitation (mm)	2007	72.0	33.0	76.5	120.0	185.5	258.5
	1977~2006	48.9	76.0	78.5	140.5	199.9	203.9

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 가축분뇨와 화학비료 시용에 따른 옥수수 건물 및 영양수량의 변화

화학비료와 가축분뇨의 형태 및 시용수준이 옥수수의 건물수량과 영양수량에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다.

옥수수의 연간 건물수량과 가소화양분(Total digestible nutrient; TDN) 수량은 무비구가 ha 당 각각 4.8과 2.7톤으로 모든 처리구 보다 유의하게 낮은 건물수량을 나타내었고(p<0.05),

Table 3. Effect of application of chemical fertilizer and cattle manure on dry matter and total digestible nutrient yields (tons/ha) of corn

Treatment	Dry matter yield (ton/ha)	Relative yield(%)	TDN yield(ton/ha)
No fertilizer	4.81	100	2.67
Chemical fertilizer (150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	8.77	182	6.03
Chemical fertilizer (200kg N-150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	17.31	360	11.71
Composted cattle manure 100%	8.94	186	6.08
Composted cattle manure 150%	11.41	218	7.57
Cattle slurry 100%	9.44	196	6.47
Cattle slurry 150%	10.25	213	7.26
L.S.D(p<0.05)	4.85		3.29

질소, 인산 및 칼리를 시용한 처리구가 ha 당 17.3과 11.7톤으로 가장 높았다. 한편 발효우분과 액상 우분뇨를 100% 시용한 구는 연간 건물수량과 TDN 수량이 ha 당 각각 8.9와 6.1톤 및 9.4와 7.5톤으로 무비구 및 인산과 칼리를 시용한 구(8.8과 6.0톤/ha) 보다 높았고 특히 발효우분 150%와 액상 우분뇨 150% 수준을 시용한 구는 각각 11.4와 7.6톤 및 10.3과 7.3톤/ha으로 월등하게 높았다. 일반적으로 옥수수는 다비작물로써 화학비료에 대한 적응성이 뛰어나(박 등, 2005) 본 실험에서도 높은 생산성을 나타내었지만 나 등(2006)은 우분액비와 톱밥발효돈분의 시용으로 사일리지 옥수수 수량이 화학비료 대비 50~66%의 수준을 기록한다고 하였는데 본 실험에서도 가축분뇨 시용으로 질소, 인산 및 칼리를 전부 시용한 화학비료구의 51~65% 수준에 도달하여 가축분뇨만으로도 옥수수 건물이나 영양수량에 크게 기여할 수 있음을 알 수 있었다.

2. 가축분뇨와 화학비료 시용에 따른 옥수수 사료가치의 변화

화학비료와 가축분뇨의 형태 및 시용수준에 따른 옥수수의 사료가치를 나타낸 것은 Table 4이다.

Table 4. Effect of application of chemical fertilizer and cattle manure on contents of crude protein(CP, %), neutral detergent fiber(NDF, %), acid detergent fiber(ADF, %) and total digestible nutrient(TDN, %) of corn

Treatment	CP(%)	ADF(%)	NDF(%)	CA(%)	TDN(%)
No fertilizer	3.91	42.35	58.25	4.67	55.44
Chemical fertilizer (150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	5.49	25.40	56.90	3.74	68.83
Chemical fertilizer (200kg N-150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	5.68	26.85	66.90	3.70	67.69
Composted cattle manure 100%	5.86	26.55	52.15	4.99	67.93
Composted cattle manure 150%	6.65	21.05	46.15	4.30	72.27
Cattle slurry 100%	5.57	25.85	57.70	5.05	68.48
Cattle slurry 150%	5.71	22.95	49.40	4.18	70.77
L.S.D(p<0.05)	0.29	0.43	0.42	0.26	0.33

조사료의 대표적인 사료가치 중 하나인 옥수수의 조단백질(CP) 함량은 가축분뇨를 시용한 구에서 5.6~6.6%를 나타내어 다른 처리구 보다 높았고 특히 무비구(3.9%)와 인산과 칼

리만을 시용한 구(5.5%) 보다는 유의하게 높았다. 이들의 결과는 나 등(2006)이 액상구비의 시용으로 조단백질 함량이 3.9~4.3%을 나타내었다고 보고한 연구결과보다는 높았지만 적기에 수확된 옥수수의 조단백질 함량이 9.4%라고 보고한 결과(Jorgensen 등, 1972) 보다는 낮았는데, 이는 본 실험이 수행되었던 기간 중 특히 생육이 왕성하였던 시기에 예년보다 강수량이 부족하여(Table 2) 옥수수 재배토양으로 수분공급이 차단되어 생장발육 등이 부진하였기 때문이라 사료된다. 한편 ADF와 NDF 함량은 무비구가 각각 42.4와 58.3%로 다른 처리구 보다 유의하게 높았다. 그러나 TDN 함량은 발효우분 100%와 액상우분뇨를 100% 수준으로 시용한 구에서 각각 68.0과 68.5%로 무비구과 화학비료구보다 높았으며 특히 발효우분 및 액상우분뇨를 150% 시용한 구에서는 각각 72.3과 70.8%를 나타내어 모든 처리구 보다 유의하게 높아($p<0.05$), 유기가축 사양 시 가축분뇨 시용으로 재배된 옥수수를 사료 이용하게 되면 높은 TDN 함량의 사료로 인해 유기 곡류 및 에너지를 대체하는 효과도 기대된다.

3. 가축분뇨와 화학비료 시용에 따른 수수×수수 교잡종 건물 및 영양수량의 변화

화학비료와 가축분뇨 형태 및 시용수준이 수수교잡종의 건물수량과 영양수량에 미치는 영향을 나타낸 것은 Table 5이다.

Table 5. Effect of application of chemical fertilizer and cattle manure on dry matter and total digestible nutrient yields (tons/ha) of sorghum×sorghum hybrid

Treatment	Dry matter yield (ton/ha)	Relative yield(%)	TDN yield(ton/ha)
No fertilizer	6.26	100	3.54
Chemical fertilizer (150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	8.37	134	4.78
Chemical fertilizer (200kg N-150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	12.62	202	7.73
Composted cattle manure 100%	7.40	118	4.20
Composted cattle manure 150%	9.26	148	5.17
Cattle slurry 100%	12.42	198	7.37
Cattle slurry 150%	13.07	209	7.62
L.S.D($p<0.05$)	4.01		2.29

수수교잡종의 연간 건물수량과 TDN 수량은 무비구(각각 6.3과 3.5 톤/ha)에 비하여 모든 처리구에서 높은 건물수량을 나타내었는데, 액상우분뇨 100과 150% 시용구 그리고 질소, 인산 및 칼리를 시용한 처리구가 ha 당 각각 12.4와 7.4톤, 13.1과 7.6톤 그리고 12.6과 7.7톤으로 다른 처리구 보다 유의하게 높았으며($p<0.05$) 다음으로 발효우분 150% 시용수준에서 ha 당 각각 9.3과 5.2톤을 나타내었고 인산과 칼리를 시용한 구(8.4와 4.8톤/ha)와 발효우분 100% 시용구(7.4와 4.2톤/ha) 순으로 낮아졌지만 두 처리 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 이에 대해 임 등(2006)은 수수×수단그라스 교잡종 재배 시 가축분뇨의 시용으로 화학비료 시용 시 보다 건물수량이 오히려 증가되었고 액비 상태의 경우가 발효 가축분뇨보다도 높은 건물수량을 나타내었다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보여 줌으로써 가축분뇨 특히 액상우분뇨 시용만으로도 수수×수수교잡종의 건물이나 영양수량에 크게 기여할 수 있음을 알 수 있었다.

4. 가축분뇨와 화학비료 시용에 따른 수수교잡종 사료가치의 변화

화학비료와 가축분뇨의 형태 및 시용수준에 따른 수수 교잡종의 사료가치를 나타낸 것은 Table 6이다.

수수교잡종의 조단백질(CP) 함량은 인산과 칼리만을 시비한 구와 액상우분뇨 시용구에서 각각 8.8과 8.6%로 발효우분 시용구(7.5~8.3%)와 무비구(4.0%) 보다 유의하게 높았지만 가축분뇨를 100% 시용한 구가 150% 시용 구 보다도 높은 조단백질 함량을 나타내었다. 이에 대해 황 등(2006)은 비료의 종류에 관계없이 수수교잡종의 조단백질 함량이 옥수수의 경우보다 월등하게 높고 가축분뇨의 시용으로 화학비료 시비구와 거의 유사한 조단백질 함량을 나타낸다고 하여 본 실험의 결과 일치하였다. 한편 나 등(2006)은 질소질 시비수준이 증가할수록 조단백질 함량이 비례하여 증가한다고 하였지만 본 실험에서는 150% 가축분뇨의 시용수준이 100%의 경우보다 오히려 낮은 조단백질 함량을 나타내어 반대의 경향을 나타내고 있는데, 이에 대해 김 등(2006)과 이 등(1994) 및 Bracker(1982) 등은 고농도의 가축분뇨나 시용수준이 높게 되면 작물의 흡수량은 일정하기에 오히려 토양에서 염기간의 불균형, 염해 및 토양으로부터의 용탈수로 양분유실을 초래할 수 있어 양분공급이 부족할 수도 있다고 보고하고 있어 과다한 가축분뇨의 시용으로도 토양오염을 유발할 수 있는 가능성이 있으므로 무엇보다도 적정시용수준과 시용시기가 중요하다고 사료된다.

수수교잡종의 ADF와 NDF 함량은 질소, 인산 및 칼리를 시비한 구와 액상우분뇨 시용구가 각각 30.5와 37.4%로 다른 처리구 보다 유의하게 낮았다. 그러나 반대로 TDN 함량에서는 질소, 인산 및 칼리를 시비한 구와 액상우분뇨 시용구가 각각 61.2와 58.3~59.4%로 가장 높게 나타나 옥수수의 경우와 마찬가지로 액상우분뇨 시용으로도 사료가치 중 가장 중요한 영양소 중 조단백질과 TDN 함량이 향상 될 수 있음을 시사하였다.

Table 6. Effect of application of chemical fertilizer and cattle manure on contents of crude protein(CP, %), neutral detergent fiber(NDF, %), acid detergent fiber(ADF, %) and total digestible nutrient(TDN, %) of sorghum×sorghum hybrid

Treatment	CP(%)	ADF(%)	NDF(%)	CA(%)	TDN(%)
No fertilizer	3.99	40.90	69.90	9.25	56.59
Chemical fertilizer (150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	8.84	40.30	65.80	6.81	57.06
Chemical fertilizer (200kg N-150kg P ₂ O ₅ - 150kg K ₂ O/ha)	8.56	30.05	61.05	5.09	61.21
Composted cattle manure 100%	8.26	41.90	70.60	6.92	55.75
Composted cattle manure 150%	7.47	41.85	68.35	6.09	55.84
Cattle slurry 100%	8.62	37.40	64.50	7.36	59.35
Cattle slurry 150%	8.38	38.80	64.65	6.03	58.25
L.S.D(p<0.05)	0.27	0.53	0.82	0.34	0.43

IV. 적 요

본 실험은 가축분뇨에 의한 유기 조사료를 생산하기 위하여 옥수수와 수수교잡종을 재배 시 가축분뇨의 종류와 시용수준을 달리하여 적절한 사료작물의 선발과 가축분뇨의 적정 시용 수준을 추정하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 옥수수의 연간 건물수량과 가소화양분(TDN) 수량은 질소, 인산 및 칼리를 시용한 처리구가 ha 당 17.3과 11.7톤으로 가장 높았고 발효우분과 액상우분뇨를 100% 시용한 구는 ha 당 각각 8.9와 6.1톤 및 9.4와 7.5톤으로 무비구(4.8과 2.7 톤/ha)와 인산과 칼리를 시용한 구(8.8과 6.0톤/ha) 보다 높았으며 특히 발효우분 150%와 액상우분뇨 150% 수준을 시용한 구는 각각 11.4와 7.6톤 및 10.3과 7.3톤/ha으로 월등하게 높았다
2. 옥수수의 조단백질함량은 가축분뇨를 시용한 구에서 5.6~6.6%를 나타내어 무비구(3.9%)와 인산과 칼리만을 시용한 구(5.5%) 보다는 유의하게 높았고 ADF와 NDF 함량은 무비구가 각각 42.4와 58.3%로 다른 처리구 보다 유의하게 높았다. 그러나 TDN 함량은 가축분뇨 시용구에서 무비구과 화학비료구보다 높았으며 특히 발효우분 및 액상우분뇨를 150% 시용한 구에서는 각각 72.3과 70.8%를 나타내어 모든 처리구 보다 유의하게 높았다(p<0.05).

3. 수수×수수교잡종의 연간 건물수량과 TDN 수량은 액상우분뇨 100과 150% 시용구 그리고 질소, 인산 및 칼리를 시용한 처리구가 ha 당 각각 12.4와 7.4톤, 13.1과 7.6톤 그리고 12.6과 7.7톤으로 다른 처리구 보다 유의하게 높았으며($p<0.05$), 다음으로 발효우분 150% 시용수준에서 ha 당 각각 9.3과 5.2톤을 나타내었고 인산과 칼리를 시용한 구 (8.4와 4.8톤/ha)와 발효우분 100% 시용구(7.4와 4.2톤/ha) 순으로 낮아졌지만 두 처리 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.
4. 수수교잡종의 조단백질(CP) 함량은 인산과 칼리만을 시비한 구와 액상우분뇨 시용구에서 각각 8.8과 8.6%로 발효우분 시용구(7.5~8.3%)와 무비구(4.0%) 보다 유의하게 높았지만 가축분뇨를 100% 시용한 구가 150% 시용 구 보다도 높은 조단백질 함량을 나타내었다. ADF와 NDF 함량은 질소, 인산 및 칼리를 시비한 구와 액상우분뇨 시용구가 각각 30.5와 37.4%로 다른 처리구 보다 유의하게 낮았다. 그러나 TDN 함량은 질소, 인산 및 칼리를 시비한 구와 액상우분뇨 시용구가 각각 61.2와 58.3~59.4%로 가장 높았다.

이상의 결과로부터, 사료작물 재배토양에 화학비료 대신 가축분뇨의 시용은 사초의 건물 및 가소화양분수량을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 가축분뇨재활용을 통한 유기조사료의 생산은 환경오염 감소와 자원순환형 친환경 농산물 생산에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

[논문접수일 : 2008. 2. 15. 최종논문접수일 : 2008. 3. 19.]

참 고 문 헌

1. 김문철·송상택·황경준·임한철, 2006. 돈분 액비 시용이 피의 생산성, 토양 특성 및 용탈수의 화학적 조성에 미치는 영향. 한초지. 26(4): 257-266.
2. 나훈찬·정민용·최연식·최기춘·육완방, 2006. 우분액비 및 톱밥발효돈분 시용이 사일리지 옥수수 생산성 및 양분용탈에 미치는 영향. 한초지. 26(4): 177-186.
3. 박병훈·김상덕·김태환·성경일·이병현·이주삼·전병태·조익환, 2005. 초사료자원학. pp. 201-233.
4. 유덕기, 2002. 가축분뇨의 배출규제 문제와 처리개선 방안. 2002년 한국유기농업학회 학술발표 대회 pp. 3-27.
5. 이주삼·조익환·김성규·안중호, 1994. 유희 논토양에서 조사료 생산을 위한 적정 액상

- 구비 시용수준의 추정 I. 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 연 건물수량에 미치는 영향. 한초지. 14(1): 50-56.
6. 임영철·윤세형·김원호·김종근·신재순·정민웅·서성·육완방. 2006. 논에서 수수×수단 그라스 교잡종 재배시 가축분뇨의 이용이 생육특성, 수량, 사료가치 및 NO₃-N의 용탈에 미치는 영향. 26(4): 233-238.
 7. 조익환. 2003. 지역별 순환농업의 유형에 관한 연구. 한국유기농업학회지 11(3): 91-108.
 8. 조익환, 2006. 유희 논토양에서 가축분뇨의 시용이 Tall fescue의 잠재생산성에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 14(1): 69-83.
 9. 황경준·박형수·박남건·고문석·김문철·송상택. 2006. 미생물 발효제 처리 돈분액비 시용이 사료작물 생산성 및 토양의 이화학적 성상에 미치는 영향. 한초지. 26(4): 293-300.
 10. A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
 11. Bischoff, H. M. und G. Adolf. 1992. Einfluß der Stickstoffdüngermenge, -form und Beregnung auf die floristische Entwicklung, Futterqualität und Ertragsleistung einer artenarmen Grasermischung (*Lolium perenne* L. und *Poa pratensis* L.) in Deichvorland der Elbe. Wirtschafteig. Futter 38(3) : 188-201.
 12. Bracker, H.H. 1982. Gülle - Streßfaktor für die Grünlandpflanzengesellschaft - Betriebswirtschaftl. Mitteilg. der Landwirtschaftskammer Schlesweig-holstein, S. 21-28.
 13. Goering, H. K., and P. J. Van Soest., 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, Washington, D. C.
 14. Jo, I. H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur. Wien.
 16. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
 18. SAS. 2005. Statistical Analysis System ver., 8. 01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
 19. Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur, 29, 351-371.