

제주지역 양돈장에서 생산된 액비의 비료성분 및 오염도 평가

김문철* · 송상택** · 황경준***.

제주대학교 동물자원과학과(아열대농업생명과학연구소)*, 제주도 보건환경연구원**,
남지농업연구소***

Evaluation of Slurry, Urine and Fermented Liquid Manure at Pig Farms in the Jeju Area Regarding Chemical Composition and Pollution Level

M. C. Kim*, S. T. Song**, K. J. Hwang***

Department of Animal Biotechnology, Cheju National University*, JeJu Province Institute of Public Health and Environment **, National Institute of Subtropical Agriculture***

ABSTRACT

Pig slurry, urine and fermented liquid manure were evaluated measuring electrical conductivity (EC), dry matter (DM) contents and other components. Samples were collected during a period from February to April, 2001: slurry samples from 70 storage tanks, urine samples from 19 and 20 fermented liquid manure samples from 109 pig farms in Jeju. Samples were analyzed for pH, EC, DM, NH₄-N, K, P, Ca, Mg, Na, BOD, S-S, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn and OM. Relationships between EC or DM and various mineral and NH₄-N contents were examined using linear regression. EC, DM, all mineral contents and NH₄-N were higher in slurry samples than in urine or fermented liquid manure. EC, NH₄-N, Ca, Mg and Na concentration was similar in urine and fermented liquid manure, but K and DM values in liquid manure were twice as much as in urine. P concentration was higher in urine than in liquid manure. NH₄-N and Na in slurry, NH₄-N in urine and NH₄-N, P and Ca in fermented liquid manure were highly correlated with EC, while NH₄-N, P, Ca and Mg in slurry, NH₄-N and Ca in urine, and K, P, Ca, Mg, and Na in fermented liquid manure with DM (P<0.05). BOD in slurry (22,520 mg/mL) was higher than that in urine (4,763) and fermented liquid manure (2,701). Results indicated that slurry is a better fertilizer source than urine or fermented liquid manure. However, slurry may pollute soil more than urine or fermented liquid manure when applied to land, although the levels are not above the permit.

(Key words : Slurry, Urine, Fermented liquid manure, Electrical conductivity, Dry matter content)

I 서 론

제주지역에서 매년 돼지가 374,455두 정도 생산되고 있으며 이에 따라 돈분도 약 3,220 m³ 정도 생산되고 있다고 제주도 (2003)는 발표하고 있다. 돈분은 잘못 활용하면 공해문제를 야기하지만 비료로 활용하게 되면 우리나라 총

화학비료 소요량의 1/3을 대체할 수 있고 지력을 증진시키며 작물의 생산성 증대 및 품질을 향상시킬 수 있다(송, 1994).

그러나 제주지역 양돈장에서 생산되는 돈분 액비의 비료 특성에 대해 발표된 보고가 많지 않아 제주에서 생산되는 돈분액비의 특성을 올바르게 제시하지 못하고 있다. 일반적으로 가

Corresponding author : Moon-chul Kim, Department of Animal Biotechnology, Cheju National University, Jeju, Korea, E-mail: kimmch@cheju.ac.kr

축분뇨의 비료성질은 매우 다양한 것으로 알려져 있고 그 이유는 가축품종, 나이, 가축 사육 두수, 깔짚의 형태와 양, 사육특성 및 사료형태 등의 영향을 받기 때문이다(Kirchmann과 Witter, 1922).

외국에서는 가축분뇨의 비료특성을 쉽게 제시하는 방법이 많이 연구되고 있다. Van Kessel과 Reeves(2000)는 낙농농가에서 생산되는 분뇨의 질소 함량을 빠르게 분석하는 방법으로 Hydrometer, Quantofix-N-volumeter, Agros N meter, Reflectometer, Conductivity meter, 및 Conductivity pen 등을 사용하여 연구를 수행한 결과, $\text{NH}_4\text{-N}$ 평가에 가장 높은 상관관계를 갖는 방법은 the Quantofix-N-Volumeter라고 하였다. 또한 정확하고 신속하게 퇴비의 품질을 평가할 수 있는 근적외선 분광분석법도 제시되고 있다(정 및 김, 2000; 고 등, 2001; 고, 2003). Sommer와 Husted (1995)는 다양한 slurry 속에서 buffer 성분을 이용하여 pH 조절에 중요한 조성분을 찾는 연구에서 slurry의 전기전도도가 the calculated ionic strength과 매우 높은 상관관계가 있음을 제시하였다. Stevens 등 (1995)는 전기전도도를 이용하여 우분과 돈분 slurry의 비료성분을 구명하기 위한 연구에서 각 가축 분뇨의 slurry 속에 비료성분은 전기전도도와 매우 밀접한 상관관계를 갖고 있으나 인 함량은 EC 보다 DM과 보다 높은 상관관계를 갖고 있다고 하였다. 그리고 EC(전기전도도)를 이용하는 것이 값싸고 확실한 측정방법이라고 하였다.

한편 양돈장에서 생산되는 액비의 오염정도 및 중금속 농도 역시 깔짚의 양, 사육특성 및 사육형태 등에 의해 영향 받게 된다. 이와 관련된 몇몇 보고를 살펴보면 우리나라에서 생산되는 돼지 요의 BOD, SS, T-N 및 T-P의 배출 원단위는 각각 4,543, 553, 4,606 및 148 mg/L이었다고 농수축산신문(2002)은 발표한 바 있다. 가축 분 발효퇴비 화학성분 평균분포로서 pH, 유기물(%), 카드뮴, 납, 철 및 구리는 각각 8.11, 39.5, 0.56, 2.14, 2,103.20 및 113.90 mg/kg 이라고 정(1996)이 보고하였다. 한편 제주지역 양돈장 Pit의 액비에 대한 BOD, COD,

SS, T-N 및 T-P 함량은 각각 3,278, 2,567, 5,850, 945 및 75 ppm이라고 고(2001)가 발표한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 제주도 양돈 농가에서 생산되는 액비(slurry, 요 및 돈 분 발효액비)의 비료성분을 EC나 DM 함량과의 상관관계를 이용하여 간단하게 평가하는 Stevens 등(1995)의 방법을 확인하고 여러 종류의 액비에 대한 특수성분 함량에 대해 오염한계수준과 비교해 보기 위하여 2001년에 제주도내 109개 양돈 농가를 방문하여 액비를 수집하여 분석하였다.

II 재료 및 방법

본 연구는 2001년에 제주도내 109개 양돈 농가를 방문하여 시료를 수집하고 1ℓ 리에치렌 무균 채수병에 넣어서 실험실에 옮긴 후 4 ℃ 냉장고에 보관해 두었다가 꺼내어 pH, $\text{NH}_4\text{-N}$, BOD, DM, SS, EC, T-N, OM, T-P, K, Ca, Mg, Na 및 Cu 등 유해중금속을 분석하였다. 조사농가의 돈분 액비 중 Slurry는 가축 분, 요, 및 청소수가 혼합된 것이고, 요(urea)는 돼지가 배설 후 분뇨의 고액분리 상태에서 고체인 물질과 분리되어 나온 액체를 뜻하며 slurry가 미생물 제제 등에 의한 발효, 폭기 등의 과정을 거친 액비는 발효액비라 하였다. 이런 내용은 시료 채취 시 농가에게 문의하여 기록한 자료를 토대로 분류하였다. 그래서 slurry 농가는 70개, 요 농가 19, 및 발효액비 농가 20개이다.

돈 분뇨의 액상은 수질 성분으로 일부 성분은 수질오염공정 시험법(환경부, 2000)에 따라 pH는 일정 시료를 취하여 액상 그 자체를 pH meter(Orion 520 A⁺, USA)로 측정하였으며 BOD는 윙클러지- L지드화 나트륨 변법을 이용하여 산소의 소모량을 측정한 후 환산, SS는 유리섬유 여지법으로 여과한 후 항량하여 전·후의 무게차로 환산, T-N는 알카리성 과황산 칼륨을 넣고 고압 증기 멸균시킨 후 자외선흡광도를 측정하여 분광광도계(HP Agilent 8453, USA)로 농도를 측정하였고 T-P는 시료에 과황산칼륨을 넣고 고압증기멸균 후 아스코르빈산 환원법으로 처리한 후 분광광도계(HP Agilent

8453, USA)로 측정하였다. DM은 시료일정량을 aluminum dish에 넣고 105 °C 서 건조시켜 얻었고 전기전도도(EC)는 액상을 원액 또는 희석하여 EC meter(CM-21 P, Japan)를 이용하여 25 °C 서 측정하였다. OM은 Wlakey-Black 법, NH₄-N은 Indophenol-blue법(농촌진흥청, 1989) 및 양이온(K, Ca, Mg Na)은 액상시료 10 ml를 삼각플러스크에 넣고 질산 20ml를 넣어 하루 방치 후 hot plate에서 분해, 냉각한 다음 ternary solution 20 ml를 가하여 완전히 분해하고 여기에 뜨거운 증류수로 세척하여 50 ml로 mess-up 시킨 후 AAS(GBC908, Australia)로 측정하였다.

1. 통계분석

EC 또는 DM 함량과 다른 성분과의 관계는 상관관계와 직선회귀 분석법(Statistix, 1996)을 이용하여 구하였다.

III 결과 및 고찰

1. 돈분 액비의 비료성분 비교

제주도의 돼지 사육농가는 대부분 냄새제거를 위해 미생물제를 사용하고 있었으며 그 중 slurry 상태로 저장한 70개 농가에 대한 액비의 평균 NH₄-N, K, P, Ca, Mg 및 Na 함량은 각각 2,640.6, 477.5, 646.4, 1767.9, 445.8, 470.0 mg/L 이었다(Table 1). 고액 분리과정에서 요만 수집한 19개 농가의 평균 NH₄-N, K, P, Ca, Mg 및 Na 함량은 각각 1279.1, 227.2, 161.5, 91.3, 28.8, 249.1 mg/L이었다. 한편 발효 액비를 저장한 20개 농가의 평균 NH₄-N, K, P, Ca, Mg 및 Na 함량은 각각 1004.9, 400.5, 97.4, 77.8, 24.5, 282.3 mg/L 이었다.

돈분 액비중 slurry로 저장한 액비가 요나 발효 액비보다 여러 가지 비료 성분 함량(NH₄-N, K, P, Ca, Mg 및 Na)이 높았고 전기전도도나 건물함량도 마찬가지로 slurry 상태로 저장한 액비가 다른 상태의 액비보다 높았다. 그 다음 수준인 요와 발효 액비 간에 비교 시 EC,

NH₄-N, Ca, Mg 및 Na의 함량은 두 가지 액비 간에는 비슷하였으나 발효 액비의 K 함량이나 건물함량은 요 보다 약 2배 정도 높았다. 한편 P 함량은 반대로 발효 액비보다 요에서 높았다.

비료효과가 높은 액비는 slurry 상태의 것이지만 암모니아 냄새를 제거하기 위해서는 발효 액비가 다소 유리한 것을 알 수 있다.

본 연구에서 슬러리, 요 및 발효 액비들에 대한 성분 함량들의 변이가 Stevens 등(1995)이나 Van Kessel과 Reeves (2000)의 결과보다 컸으며 이는 제주지역 양돈장에서의 사양형태가 다양한 때문으로 보인다. 가축분뇨의 영양소 함량은 매우 다양하며 그 이유는 품종, 나이, 영양 함량, 가축 사료 량, 깔 짚의 양이나 형태, 및 분뇨 저장과정 등에 의해서 영향을 받기 때문이다(Kirchmann과 Witter, 1992, Van Horn, 등, 1994, Westerman 등, 1990., Wilkerson 등, 1997).

또한 본 연구에서 slurry의 K, Mg 및 Na 함량은 이(2002)의 제주지역 돼지분뇨 발효액비 생산시스템 실태조사에서의 결과와 비슷했으나 P 및 Ca 함량은 크게 낮았다. 그리고 고액분리 저장액비(요)의 P, K, Ca, Mg 및 Na 함량은 이(2002)의 결과와 비슷하였다. 발효액비도 이(2002)의 결과와 대체로 비슷하였다. 그러나 강(2002)의 제주지역 돼지분뇨 발효액비의 화학적 특성을 조사한 연구에서는 P와 K 함량이 본 결과보다 상당히 높았으나 다른 성분 함량(Ca, Mg, Na)은 비슷하였다.

비료 성분 면에서 볼 때 본 연구에서 수집된 슬러리, 요 및 돈분 발효액이 강 등(2001), 강(2002), 이 등(2001), 이(2002) 및 Stevens 등(1995)의 결과 보다 낮았다. 아마도 이 시험에 이용된 돈분 액비들은 다른 연구자들의 액비에 비해 속성이 잘 되었던 것으로 생각된다.

2. 액비의 여러 가지 성분과 전기전도도 및 DM 간 상관관계

Slurry의 전기전도도와 여러 비료 성분 간에 상관관계를 통계분석한 결과(Table 2), NH₄-N

Table 1. Descriptive statistics for NH₄-N, cation and total phosphorus concentrations, electrical conductivity (EC), and dry matter(DM) content in pig slurry, urine and fermented liquid manure

VARIABLE	MEAN	SE. MEAN	C.V.	MINIMUM	MAXIMUM
Slurry (n=70)					
NH ₄ -N (mg/L)	3,640.6	176.72	55.993	651.84	6,880.2
K (mg/L)	477.52	24.518	42.958	37.858	1,492.0
P (mg/L)	646.40	104.01	134.63	62.176	5,373.7
Ca (mg/L)	1,767.9	462.02	218.65	47.541	1,6768
Mg (mg/L)	445.82	175.79	329.90	7.411	1,2236
Na (mg/L)	469.99	18.079	32.183	175.92	891.73
EC (m/cm)	34.544	1.2922	21.297	5.31	67.52
DM (%)	2.9617	0.2843	80.302	0.7	11.89
Urine (n=19)					
NH ₄ -N (mg/L)	1,279.1	160.75	54.779	87.425	3,207.1
K (mg/L)	227.2	29.803	57.178	48.502	517.26
P (mg/L)	161.54	62.129	167.65	4.1946	995.79
Ca (mg/L)	91.315	18.59	88.739	10.791	297.59
Mg (mg/L)	28.782	5.6905	86.179	2.711	88.311
Na (mg/L)	249.07	34.665	60.666	43.135	549.78
EC (m/cm)	17.181	2.0044	50.854	2.42	39.48
DM (%)	0.5921	0.069	50.775	0.13	1.45
Fermented liquid manure (n=20)					
NH ₄ -N (mg/L)	1,004.9	193.85	86.272	196.01	3,800.2
K (mg/L)	400.54	41.449	46.279	123.47	986.49
P (mg/L)	97.422	25.747	118.19	12.476	489.74
Ca (mg/L)	77.826	15.538	89.284	13.416	289.44
Mg (mg/L)	24.518	7.947	144.95	2.861	110.61
Na (mg/L)	282.25	37.816	59.918	36.465	724.98
EC (m/cm)	19.419	1.6704	38.469	9.44	32.67
DM (%)	0.936	0.1305	62.352	0.38	3.1

와 Na 함량 만이 유의적인 상관관계가 인정되었고 slurry의 DM 함량은 NH₄-N, P, Ca 및 Mg 함량간에 유의성이 인정되었다 (P<0.05). 고액 분리 요의 전기전도도와 비료성분간에 상관관계 분석에서 NH₄-N만 유의적 상관관계가 있었고 DM 함량에서는 NH₄-N와 Ca 간에 만 유의적 상관관계가 인정되었다(P<0.05). 발효 액비

는 전기전도도와 NH₄-N, P 및 Ca 간에만 유의적 상관관계가 있었으며 DM 함량은 K, P, Ca, Mg 및 Na 간 통계적으로 유의적 상관관계가 있었다(P<0.05).

Stevens 등(1995)은 우분과 돈분 slurry에서 양이온의 농도가 EC와 유의적 상관관계를 갖는다고 하였다. 본 연구에서 3종류의 액비에

Table 2. Correlation coefficients between variables for pig slurry, urine and fermented liquid manure

	NH ₄ -N	K	P	Ca	Mg	Na	EC
Slurry (n=70)							
K	-0.0589						
P	0.0925	0.1175					
Ca	-0.0733	0.1032	0.3834**				
Mg	-0.0612	-0.0202	0.1145	0.4002**			
Na	-0.0159	0.2994*	0.0488	0.0951	0.0831		
EC	0.4597**	0.1587	0.1292	0.1035	0.0834	0.2345*	
DM	0.2425*	-0.0700	0.5758**	0.2794*	0.4654**	0.1669	0.4443**
Urine (n=19)							
K	0.2850						
P	0.0966	0.5154*					
Ca	-0.0156	0.0805	0.3740				
Mg	-0.1343	-0.3138	0.1201	0.6664**			
Na	0.2045	0.3585	0.3258	0.2546	0.2360		
EC	0.8087**	0.1998	-0.0579	-0.0849	-0.0431	0.2183	
DM	0.7248**	0.0705	0.1607	0.4344*	0.2762	0.1951	0.7938**
Fermented liquid manure (n=20)							
K	0.1790						
P	0.3671	0.7543**					
Ca	0.3974	0.7083**	0.8395**				
Mg	0.4674*	0.4205	0.8105**	0.6401**			
Na	0.2868	0.8957**	0.7022**	0.6602**	0.5397*		
EC	0.7592**	0.3461	0.5176*	0.5074*	0.2968	0.2850	
DM	0.2831	0.9364**	0.8832**	0.8338**	0.5285*	0.8336**	0.5242*

대하여 EC와 유의적 상관관계를 보이는 성분은 NH₄-N뿐이었다. 다만 발효액비는 EC와 P 또는 Ca 간에 유의적 상관관계를 보여 Stevens 등(1995)의 결과와는 차이가 있었다(P<0.05).

Bril과 Salomons (1990)은 P가 struvite와 같은 고체 속에 많이 존재하므로 EC와 P 간에 상관관계가 존재하지 않는다고 하여 slurry와 요에 대해서는 같은 결과였지만 발효액비에서는 다

르게 나타났다.

Slurry의 P 함량이 EC 보다 DM 간에 더 상관관계가 높다고 Stevens 등 (1995)의 보고와 본 시험의 결과 간에도 비슷하였다.

대체적으로 본 시험에서 EC 보다 DM이 여러 가지 영양성분과 상관관계가 높은 추세였다. 특히 요 보다는 발효액비에서 상관관계가 높았다.

3. 전기전도도 및 DM 함량으로부터 NH₄-N 와 K 함량 추정

전기전도도로부터 여러 가지 돈분 액비의 NH₄-N 이나 K 함량에 대하여 회귀방정식을 구했으며 아래와 같은 결과를 얻었고 이에 대해 Fig. 1, 2, 3 및 4로 나타내었다. 전기전도도와 NH₄-N 함량 간에 모든 돈분 액비(슬러리, 요 및 발효액비)가 고도의 유의적 상관관계가 인정되었다(P<0.01). 그래서 전기전도도를 이용하여 슬러리, 요 및 발효 액비의 NH₄-N 함량을 추정할 수 있겠다. 그러나 전기전도도와 K 함량 간, 건물 함량과 NH₄-N 간 또는 건물 함량과 K 함량 간에 대체로 유의적 상관관계를 보이지 않았다.

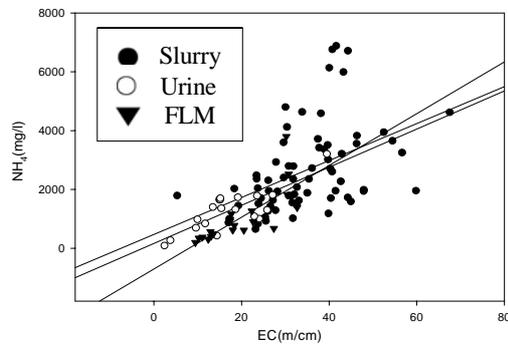


Fig. 1. The Linear regression between NH₄-N and electrical conductivity (EC) for slurry, urine and fermented liquid manure.

FLM* = Fermented Liquid Manure

인 함량은 발효 액비에서만 전기전도도와 유의적 상관관계가 있었다. 한편 건물 함량과 인 함량간 유의적 상관관계가 요(尿 간을 제외하고는 모든 액비에서 고도의 유의적 상관관계가 있었다(P<0.01).

NH₄-N = 469.04 + 62.86 EC, R²=0.21** (Slurry)

NH₄-N = 164.84 + 64.86 EC, R²=0.65** (Urine)

NH₄-N = -705.96 + 88.10 EC, R²=0.58** (FLM)

K = 373.47 + 3.01 EC, R² = 0.025 NS (Slurry)

K = 176.17+2.97 EC, R² = 0.040 NS (Urine)

K = 233.75 + 8.59 EC, R² = 0.11 NS (FLM)

NH₄-N = 2194.13 + 150.75 DM R² = 0.058* (Slurry)

NH₄-N = 278.94 + 1689.23 DM R² = 0.53** (Urine)

NH₄-N = 611.22 + 420.60 DM R²=0.08 NS (FLM)

K= 495.39 - 6.04 DM R² = 0.0049 NS (Slurry)

K = 209.16 + 30.48 DM R² = 0.005 NS (Urine)

K= 122.16 + 297.42 DM R² = 0.88 ** (FLM)

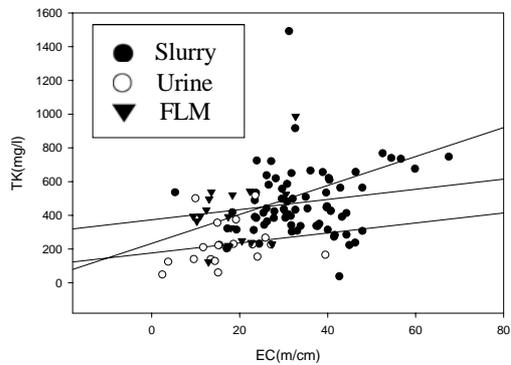


Fig. 2. The Linear regression between TK and electrical conductivity (EC) for slurry, urine and fermented liquid manure.

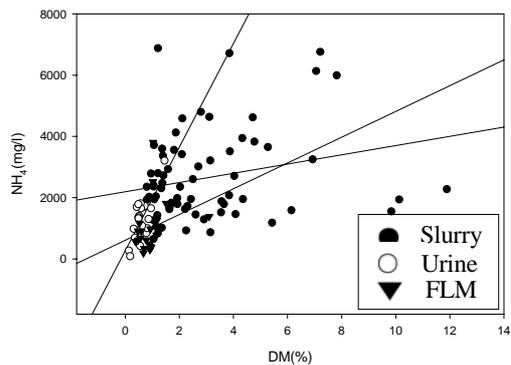


Fig. 3. The Linear regression between NH₄-N and DM for slurry, urine and fermented liquid manure.

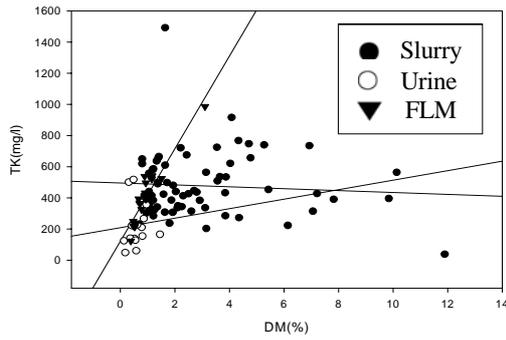


Fig. 4. The Linear regression between TK and DM for slurry, urine and fermented liquid manure.

4. 돈분 액비의 미량성분 및 유해성분 함량의 비교

돈 분 액비의 종류별로 유해 또는 오염물질

농도를 살펴보면 슬러리의 BOD 농도는 22,520 mg/L로 요 및 발효 액비 4,763, 2,701 mg/L보다 크게 높았다(Table 3). 본 시험에서 슬러리의 BOD 함량이 돈 분 기준 68,187 ppm(농수축산신문, 2002) 보다 낮은 것은 사료나 여러 가지 세척수 등이 함유된 때문으로 보인다. 농수축산신문(2002)에 따르면 요 수준 4,543 mg/L는 본 시험에서 고액분리 요 4,763 mg/L와 비슷하였으나 발효액비 2,701 mg/L 보다는 높았다. 이런 결과는 발효, 폭기 등의 과정에서 발효액비가 분해 되었기 때문으로 사료된다. 또한 돈 분 slurry, 요 및 발효 액비 간 Cd나 Pb 함량은 비슷하였으나 총 질소, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, 및 Zn 함량은 역시 요나 발효 액비보다 슬러리에서 월등히 높았다(Table 4).

본 시험에서 돈분 고액분리 요 및 폭기 발효액비의 Cu, Fe Mn 및 Zn 함량이 강 등(2001)

Table 3. Descriptive statistics of BOD, SS, T-N, pH and OM for slurry, urine and fermented liquid manure

VARIABLE	MEAN	SE MEAN	C.V.	MINIMUM	MAXIMUM
Slurry (n=70)					
BOD (mg/L)	22,520	2,025.7	75.260	1,660.7	89,579
SS (mg/L)	23,025	2,655.4	96.488	533.33	101,400
T-N (mg/L)	5,160.8	248.45	40.278	928.98	10,545
OM (mg/L)	9.66	1.61	139.39	0.23	52.88
pH	7.97	0.08	8.10	6.90	9.46
Urine (n=19)					
BOD (mg/L)	4,763.3	479.15	44.986	2,516.3	10,669
SS (mg/L)	3,013.9	504.27	74.826	157.5	7,300
T-N (mg/L)	2,099.7	262.47	55.903	384.36	5,139.1
OM (mg/L)	0.86	0.1652	85.717	0.141	3.5546
pH	8.63	0.1562	8.0986	7.398	9.424
Fermented liquid manure (n=20)					
BOD (mg/L)	2,701.5	668.89	110.73	176.14	9,561.8
SS (mg/L)	3,409.8	1,021.1	133.92	360.0	21,200
T-N (mg/L)	2,282.7	377.87	74.028	587.15	6,059.3
OM (mg/L)	0.9127	0.2939	144.0	0.1151	5.6302
pH	8.8346	0.0712	3.6030	8.2600	9.5140

Table 4. Descriptive statistics of mineral contents for slurry, urine and fermented liquid manure

VARIABLE	MEAN	SE MEAN	C.V.	MINIMUM	MAXIMUM
Slurry (n=70)					
Cd (mg/L)	0.1645	0.0097	49.4	0.02	0.4
Cr (mg/L)	0.4840	0.0524	90.652	ND	2.368
Cu (mg/L)	21.103	2.5416	100.77	0.214	105.48
Fe (mg/L)	26.831	5.5752	173.85	ND	272.67
Mn (mg/L)	9.7744	1.5786	135.13	ND	67.28
Ni (mg/L)	1.338	0.1187	74.247	ND	5.175
Pb (mg/L)	2.4787	0.3548	119.76	ND	23.133
Zn (mg/L)	31.521	4.3311	114.96	0.96	215.12
Urine (n=19)					
Cd (mg/L)	0.13	0.0156	53.759	ND	0.22
Cr (mg/L)	0.2328	0.0794	152.61	ND	1.193
Cu (mg/L)	1.6877	0.3417	90.544	ND	4.724
Fe (mg/L)	4.456	0.7596	76.231	1.045	16.02
Mn (mg/L)	1.0173	0.2286	100.48	ND	2.8
Ni (mg/L)	0.5665	0.1186	93.651	ND	1.93
Pb (mg/L)	2.3392	0.562	107.45	ND	9.113
Zn (mg/L)	3.2312	0.6289	87.046	0.27	9.87
Fermented liquid manure (n=20)					
Cd (mg/L)	0.1635	0.0195	53.413	ND	0.285
Cr (mg/L)	0.1529	0.0651	190.44	ND	0.973
Cu (mg/L)	6.5038	1.9648	135.10	0.754	38.329
Fe (mg/L)	12.766	3.1803	111.41	0.775	57.77
Mn (mg/L)	3.625	1.7068	210.57	ND	32.73
Ni (mg/L)	0.6905	0.1203	77.906	ND	2.1
Pb (mg/L)	3.2434	0.64	88.247	ND	7.888
Zn (mg/L)	8.8443	2.4167	122.2	0.775	45.87

* ND : not detected

또는 강(2002)의 보고와 비슷하였다. 또한 돈분고액분리 요 및 폭기발효 액비의 BOD, SS 및 T-N 함량이 고(2001)의 Pit 내 함량과 비슷하였고 약 20일간 발효, 폭기 및 살수 등의 과정을 거치므로 이들 함량이 약 1/10 정도로 감소하고 있었다.

본 시험에서 수집된 액비들의 유해 또는 오

염물질 농도는 다른 보고 결과와 비슷하여 큰 문제가 되지 않는다고 사료된다.

IV 요약

본 연구는 양돈액비의 비료성분 및 유해정도를 분석하고 아울러 전기전도도나 건물 함량

을 이용하여 중요 비료성분 함량을 쉽게 추정하는 방법을 구명하기 위해 2001년 제주도내 109개 양돈 농가를 방문하여 액비를 수집, 4℃ 냉장고에 보관해 두었다가 꺼내어 pH, BOD, DM, SS, OM, EC, T-N, T-P, K, Ca, NH₄-N, Mg 및 Na 등을 분석하였다. 조사대상 농가의 돈분 액비 중 슬러리(70 농가)는 가축분뇨, 사료 및 청소수가 혼합된 것이고 요(19 농가)는 분뇨를 고액분리 시킨 후에 저장해둔 요(20 농가)를 말하며 돈분 발효액은 slurry를 발효, 폭기 및 살수 등의 과정을 거친 액비를 뜻한다.

돈분 액비 중 slurry로 저장한 액비가 요나 돈분 발효액 보다 여러 가지 비료 성분함량(NH₄-N, K, P, Ca, Mg 및 Na)이 높았고 전기전도도나 건물함량도 마찬가지로 slurry 상태로 저장한 액비가 다른 상태의 액비 보다 높았다. EC, NH₄-N, Ca, Mg 및 Na의 함량은 요와 발효액 간에 비슷하였으나 발효액의 K 함량이나 건물함량은 요 보다 약 2배 정도 높았다. 한편 P 함량은 반대로 발효액비보다 요에서 높았다.

Slurry의 전기전도도(EC)와 여러 비료 성분 간에 상관관계를 통계 분석한 결과, NH₄-N와 Na 함량만이 유의적인 상관관계가 인정되었고 slurry의 DM 함량은 NH₄-N, P, Ca 및 Mg 함량 간에 유의성이 인정되었다(P<0.05). 고액분리 요의 전기전도도와 비료성분간에 상관관계 분석에서 NH₄-N만 유의적 상관관계가 있었고 DM 함량에서는 HN₄-N와 Ca 간에만 유의적 상관관계가 인정되었다(P<0.05). 발효액비는 전기전도도와 NH₄-N, P 및 Ca 간에만 유의적 상관관계가 있었으며 DM 함량은 K, P, Ca, Mg 및 Na 간 통계적으로 유의적 상관관계가 있었다(P<0.05).

돈분 액비의 종류별로 유해 또는 오염물질 농도를 살펴보면 슬러리의 BOD 농도는 22,520 mg/L로 요 및 발효액비 4,763, 2,701 mg/L보다 크게 높았다.

결론적으로 비료효과는 slurry가 요 및 돈분 발효액 보다 좋았지만 유해 또는 오염물질농도는 반대로 slurry에서 높았다. 그러나 일반기준

치와 비슷한 수준으로 유해위험은 없다고 생각된다.

V 사 사

본 논문은 2000년 제주대학교 발전기금 학술연구비 지원계획에 의해 수행된 연구결과입니다.

VI 인용 문헌

1. Bril, J. and Salomons, W. 1990. Chemical composition of animal manure: a modelling approach. *Netherlands J. of Agric. Sci.* 38:333-351.
2. Kirchmann, H. and Witter, E. 1992. Composition of fresh, aerobic and anaerobic farm animal dung. *Biores. Technol.* 40:137-142.
3. Sommer, S. G. and Husted, S. 1995. The chemical buffer system in raw and digested animal slurry. *J. of Agricultural Sci., Cambridge.* 124:45-53.
4. Statistix, 1996. Statistix for windows. Analytical Software. P.O. Box 1285.
5. Stevens, R. J., O'Bric, C. J. and Carton, O. T. 1995. Estimating nutrient of animal slurries using electrical conductivity. *J. of Agricultural Sci. Cambridge.* 125:233-238.
6. Van Horn, H. H., Wilkie, A. C., Powers, W. J. and Nordstedt, R. A. 1994. Components of dairy manure management systems. *J. Dairy Sci.* 77: 2008-2030.
7. Van Kessel, J. S. and Reeves III, J. B. 2000. On-Farm Quick Tests for estimating nitrogen in dairy manure. *J. Dairy Sci.* 83:1837-1844.
8. Westerman, P. W., Safley, L. M. Jr. and Barker, J. C. 1990. Lagoon liquid nutrient variation over four years. Pages 41-49 in *Agricultural and Food Processing Wastes. Proc. 6th Inter. Symp. Agric. and Food processing Wastes. American Society of Agricultural Engineers Publication 05-90, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.*
9. Wilkerson, V. A., Mertens, D. R. and Casper, D. P. 1997. Prediction of excretion of manure and nitrogen by Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80:

- 3193-3204.
10. 강호준. 2002. 돼지분뇨 발효액비 안전사용량 구명. 제주농업시험연구보고서. 제주도 농업기술원: 399-400.
 11. 강호준, 이신찬, 김유경, 신양수, 한원탁. 2001. 돼지분뇨 발효액비 시용효과 농가실증시험. 제주 농업시험연구보고서. 제주도 농업기술원: 503-516.
 12. 고문석. 2001. 미생물제제 이용 돼지분뇨처리 시스템 운영방법 개선에 관한 연구. 제주농업시험 연구보고서. 제주농업시험장. 54-60.
 13. 고한중. 2003. 축분 퇴비 품질평가를 위한 NIRS 분석법 적용 및 액비유래 악취, 질산태 질소의 오염원 구명에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
 14. 고한중, 최홍림, 이효원. 2001. 근적외선 분광분석법을 이용한 비과과적인 퇴비의 성분 측정. 한국동물자원과학회지. 43(6):989-996.
 15. 농수축산신문. 2002. 2002 한국축산연감. 농수축산신문.
 16. 농촌진흥청. 1989. 토양화학분석법.
 17. 송정섭. 1994. 가축분뇨의 자원화와 환경보전. 가축분뇨의 비료적 가치와 농경지 활용방안. 연구와 지도. 농촌진흥청: 105-108.
 18. 이신찬. 2002. 돼지분뇨 발효액비 생산시스템 실태 및 시기별 성분변화 조사. 제주농업시험연구보고서. 제주도 농업기술원. 397-398.
 19. 이신찬, 강호준, 김유경, 한원탁, 유장걸. 2001. 마늘재배지 돼지분뇨 발효액비 시용효과 시험. 제주농업시험연구보고서. 제주농업기술원. 523-528.
 20. 정광용. 1996. 가축분뇨의 이용과 문제점. 월간종합축산. 4:85-97.
 21. 정희일, 김효진. 2000. 근적외선 분광법의 원리. Analytical Science & Technology. 13(1):1-14.
 22. 제주도. 2003. 환경백서
 23. 환경부. 2000. 수질오염공정시험법. (접수일자 : 2004. 3. 19. / 채택일자 : 2004. 6. 3.)