

과제구분	경상기본	Code : ES0105	수행구분	전반기	연구기간	'03 ~ '04(완결)
연구과제명	친환경 농업기술 개발 연구			연구책임자	강안석	
세부과제명	미생물제제 투여에 의한 축산분뇨 액비화 연구					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	북부농업시험장	김시창	연구과제 설계 및 수행			
공동연구자	"	안문섭	공동연구수행			
	"	강안석	"			
색인용어	액상비료, 액비, 돈분뇨, 가축분뇨					

ABSTRACT

The main purpose of this research was the malodorous materials control technology for pig slurry. Three kinds of methods in Lab-scale reactors, were used in this experiment, no treatment, air injection(100ml ~ 200ml air/min.l), and inoculum of bacteria, respectively. The concentration of hydrogen sulfide(H₂S) and ammonia(NH₃) was analyzed during the treatment period respectively. The major results obtained as follows;

Air injection method into showed very high removal effect on malodorant such as hydrogen sulfide(H₂S). But ammonia(NH₃) was emitted too much at early.

1. 연구배경

우리나라의 양돈산업이 점차 전업화, 대규모화됨에 따라 환경친화적인 양돈경영이 요구되고 있으며, 분뇨 처리시스템은 돈사의 분뇨수거 방법에 따라 크게 달라지는데 최근에는 농촌 인력부족으로 슬러리식 시스템을 설치하는 농가가 늘어나는 추세이다.

특히 철원군은 강원도내 제1의 축산군으로서 전체 사육두수는 1,175천두, 분뇨 발생량은 579천M/T 정도 이며, 이중 양돈분뇨는 391천M/T으로 약 67.5%을 차지하고 있다 (2003, 철원군청). 따라서 이를 해소하기 위해 축산분뇨자원화(액비화)사업의 일환으로 수년전부터 액비저장탱크시설 (200톤/개)을 설치하여 활용중이나 특히 오염도가 비교적 심한 돈분 처리에 대하여 발효촉진제 시용등 오염저감을 위해 많은 노력을 기울여왔으나 이에 비해 활용실적이 극히 부진한 실정이며, 오히려 심한 악취를 발생시켜 민원발생의 소지와, 돈사내의 사육환경 및 작업환경을 악화시키는 문제점을 야기시키고 있다. 최근 양돈분뇨에 공기 및

광합성세균을 이용하여 악취를 제거하는 방안을 보고한 바(고현준 1997, 이명규 1998, 윤세영 1992) 있으며, 이와 함께 축산업과 경종농업을 연계한 가축분뇨 액비, 퇴비화 기술에 대한 다양한 연구(농진청 2002, 강원대 1993)가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 온도별, 미생물제제투여별, 폭기처리유무에 따른 양돈분뇨의 악취 발생 최소화 저감 방법을 검토하고자 본시험을 수행하게 되었다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에서 이용된 돈분뇨는 철원 관내 축산농가로부터 약 1톤 가량 직접 운반하여 사용하였으며, 처리별 시료는 시중에 판매되는 플라스틱물통 1말통(20ℓ)에 넣어 비가림 시설 큰 욕조에 설치하였다. 온도관리는 히팅봉을 이용하여 욕조내 온도를 유지시켰고, 미생물 제제는 국가가 인정하는 축산분뇨개선제 2제품을 선정하여 미생물사용법에 준하여 A제(200 ml/ton), B제(1kg/ton)을 월 1회 3회처리 하였다.

Aeration 조건은 Flowmeter(Blue-White, F-650)기기를 이용하여 100 ~ 200ml/min/L(1회 /12hr/일)으로 공기주입량을 임의 설정하였다.

나. 분석방법

돈분뇨의 기간경과별 pH, EC 조사는 METTLER TOLEDO(MX300) 으로 측정하였고, Gas(NH₃ 등 4종) 발생 가스량 조사는 Test tube (1.8×18cm) 시료 20ml 주입후 항온수조에 30 ~ 35℃에 약 2시간가량 침지 후 가스별로 시료 20ml 주입후 GASTEC (GV-100S)으로 가스검지관을 이용하여 가스농도를 측정하였다.

무기성분 분석은 농진청 성분분석방법에 준하였으며, 최종적으로 ICP에서 각성분의 표준 용액으로 검량선을 작성한 후 측정하였고, 미생물상의 세균밀도는 연속희석평판법(Serial Dillution Method)을 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장온도별 돈분슬러리의 화학적 성분

표 1-1은 저장온도에 따른 암모니아, 아민류, 이산화황, 유화수소가스 등 가시의 발생량을 나타낸 것이다. 암모니아와 아민가스는 모든 처리에서 3개월 경과하면 감소경향을 보였으나 온도별 차이는 거의 없었으며 아황산가스, 황화수소가스는 3개월이 경과하여도 감소경향이 나타나지 않았다.

이 표에서 보면 암모니아와 아민류는 3개월이 경과하여도 모든 처리에서 불쾌감이 느껴질 정도의 가스가 발생하는 것이 특징이다.

<표 1-1> 저장온도별 돈분슬러리 액비의 발생가스(Gas) 성분 함량

처리내용 (°C)	처리후 (개월)	발생가스량 (mg/L)			
		NH ₃	R.NH ₂	SO ₂	H ₂ S
20	2	89	201	2.4	0.4
	3	52	285	2.7	
25	2	83	191	2.2	0.8
	3	38	117	2.1	
30	2	67	206	2.4	-
	3	59	157	2.3	
대조구	2	82	240	2.4	0.5
	3	62	206	2.6	

J NH₃(ppm) : 5~10(냄새느낌), 50(불쾌감), 100(자극느낌), 200~300(눈,목자극)

J H₂S(ppm) : 0.03(냄새느낌), 3(강한느낌), 10(눈에자극)

표 1-2는 저장 온도처리에 따른 pH변화를 나타낸 것으로 대부분 처리에서 저장기간이 길어질수록 pH는 상승하는 경향을 보였고 처리간에는 대차 없었다.

<표 1-2> 저장온도별 돈분슬러리 액비의 pH 변화

처리내용 (온도:°C)	시험전	시료 채취 시기		
		30일	60일	90일
20	8.6	8.7	8.8	9.0
25	8.6	8.6	8.9	8.7
30	8.6	8.8	8.9	8.9
대조구	8.5	8.7	8.9	8.9

표 1-3은 온도처리별 무기성분의 변화를 나타낸 것이다. 무기성분의 함량은 온도에 따라 대차 없었으며 중금속의 함량은 유해 최대허용치 기준 미만으로 안정성에 있어 문제점은 없었다.

<표 1-3> 저장온도별 돈분슬러리 액비의 무기성분(3개월후) 함량

처리내용 (℃)	pH	EC (ms/cm)	Pb	Cd	Cu	Zn
			←————(mg/L)————→			
20	8.9	12.7	0.011	-	0.407	1.7
25	8.7	12.0	-	-	0.407	1.8
30	8.9	10.9	0.010	-	0.532	2.1
대조구	8.9	12.9	-	-	0.328	1.4

※ 유해성분의 최대허용치(mg/kg) : Pb (15), Cd(0.5), Cu(50), Zn(130)

나. 미생물 처리별 돈분슬러리의 미생물상과 화학성분

<표 2-1> 처리온도 및 기간별 미생물상의 일반세균 밀도수

처리내용		세균수(log cfu/ml)			
처리온도 (℃)	처리일수 (일)	A	B	폭기	무처리
20	30	6.1	5.7	5.2	7.1
	60	5.8	7.4	6.5	7.1
	90	7.3	7.7	7.1	7.2
25	30	5.9	5.3	5.6	6.8
	60	6.0	6.2	7.5	7.6
	90	7.2	8.0	7.8	7.2
30	30	5.5	5.9	6.0	7.1
	60	6.1	6.9	5.2	6.6
	90	7.3	7.7	6.7	6.6
대조구	30	6.3	6.5	6.8	7.1
	60	6.8	6.3	6.9	7.5
	90	6.3	6.8	6.5	7.1

표 2-1은 미생물 종류별 (A, B), 폭기와 무처리간의 처리온도에 따른 처리일수 경과후 일반세균밀도를 조사한 결과이다. 미생물 종류로는 B처리가 처리온도, 일수에 관계없이 대체적으로 세균밀도가 높은 경향이나 전체적으로 볼 때는 처리간 대차 없었다.

처리온도에 관계없이 저장기간이 길어질수록 세균수는 증가하는 경향을 나타내었다.

<표 2-2> 돈분슬러리 액비 가스(Gas)성분의 변화(3개월후)

구 분	처리후 (개월)	발생가스량 (mg/L)			
		NH ₃	R.NH ₂	SO ₂	H ₂ S
A제	3	49	225	2.4	0.5
B제	3	47	188	2.1	0.4
폭 기	3	55	193	2.6	-
대조구	3	53	101	1.9	0.8

표 2-2는 미생물처 3개월 경과시 가스 발생량을 측정한 결과로 대조구에 비하여 아민류와 이산화황가스는 발생량이 많아지고 암모니아와 황화수소는 적어지는 경향인데 이는 미생물과 폭기처리는 암모니아와 황화수소의 휘산 효과가 적기 때문이며 돈분슬러리 액비의 지속적인 부숙 때문에 아민이나 이산화황은 발생량이 많은 것으로 생각된다.

<표 2-3> 폭기처리에 따른 돈분슬러리 액비의 무기성분 변화 (3개월후)

처리내용	pH	EC (ms/cm)	← ----- (mg/L) ----- →						
			K	Ca	Mg	Pb	Cd	Cu	Zn
A제	9.1	11.1	143	12.3	40.0	0.004	0.008	0.663	2.8
B제	8.9	11.9	113	39.8	22.1	0.010	0.006	0.718	1.1
폭기	9.1	11.7	180	23.7	9.4	0.007	0.007	0.339	1.1
대조구	8.5	13.8	150	41.5	25.1	-	0.013	0.406	1.5

※ 유해성분의 최대허용치(mg/kg) : Pb (15), Cd(0.5), Cu(50), Zn(130)

표 2-3은 미생물처리에 따른 무기성분의 함량차이를 나타낸 것이다. 모든 처리구에서 가장 높은 함량을 나타내는 것이加里성분이고 중금속 함량은 허용 기준치를 훨씬 밑돌아서 농경지 살포시 안정성을 나타내었으며 무기성분은 처리에 따라 일양적인 경향은 없었다.

다. 공기공급 유무에 따른 돈분뇨 슬러리의 화학성분

공기공급유무에 따른 Gas 성분함량을 경과시간별로 나타낸 것이 표 3-1이다. 폭기를 할 경우 처리 2개월후 암모니아, 아민류의 발생량은 무처리에 비하여 많은 경향이나 3개월이 경과하면 아민류 가스 발생량은 폭기처리에서 현저히 많은 반면 암모니아 농도는 폭기와 무처리 모두 비슷해지는 경향을 나타내었다.

이 표에서 볼 때 폭기처리하면 3개월 경과후 암모니아 가스 발생량이 감소되는 것을 알 수 있어 이전의 연구(고, 2004) 결과와 일치하였다.

<표 3-1> 공기공급 유무에 따른 돈분뇨 액비의 가스성분의 변화

구분	처리후 (개월)	발생가스량 (ppm)			
		NH ₃	R-NH ₂	SO ₂	H ₂ S
폭 기	2	97	239	2.4	0.4
	3	51	294	2.5	
무처리	2	27	178	2.0	0.8
	3	53	101	1.9	

표 3-2는 공기공급유무에 따른 돈분뇨 슬러리의 무기성분 함량차이를 나타낸 것이다. 각 성분별 함량은 폭기와 무처리간에 대차 없었다.

<표 3-2> 폭기처리에 따른 돈분슬러리 액비의 무기성분 변화 (3개월후)

처리내용	PH	EC (ms/cm)	K	Ca	Mg	Pb	Cd	Cu	Zn
			← ----- (mg/L) ----- →						
폭 기	9.0	11.5	145	25.2	23.8	0.007	0.007	0.573	1.7
대조구	8.5	13.8	150	41.5	25.1	-	0.013	0.406	1.5

※ 유해성분의 최대허용치(mg/kg) : Pb (15), Cd(0.5), Cu(50), Zn(130)

4. 적 요

- 가. 온도처리별 발생가스는 가스발생량은 3개월 처리 후 암모니아 38~89, 아민류 117~285, 이산화황 2.1~2.7 ppm 수준을 보였음..
- 나. 미생물제제 투여시 폭기처리보다는 가스경감효과가 적었음
- 다. 축산분뇨 발효시 폭기조건은 1회/12hr/일 100~200ml/min/L 처리방식으로 3개월 처리시 암모니아 가스를 휘산시키면서 황화수소등 악취물질 발생을 줄일 수 있는 방법이라 판단됨.
- 라. 폭기처리구에서 암모니아가스가 60일경까지 많이 발생되었으나, 90일 이후로는 점차 감소하였고, 한편 황화수소의 경우 가스발생량은 극히 미미하지만 폭기 처리구가 미폭기 처리구에 비해 상대적으로 낮은 농도를 보여줌.

5. 인용문헌

- 고문환, 최동윤. 2004. 가축분뇨(액비) 이용기술 개발(돈분뇨 저장 및 악취저감 연구). 농촌진흥청 : 21-71.
- 고현준, 김명중, 신경섭, 양진모, 이명규. 1997. 공기주입량에 따른 양돈분뇨의 악취제거와 그에 따른 이화학 및 생물학적 거동에 관한 연구. 축산시설환경 : 3(2) 115-123.
- 농촌진흥청. 2002. 가축분뇨 액비 사용기술. 기술지도지침.
- 농촌진흥청. 2001. 축산분뇨 처리기술. 표준영농교본-109.
- 이명규, 권오중, 정진영, 태민호, 허재숙. 1998. 광합성세균을 이용한 고농도 양돈슬러리의 무취화 관리방안에 관한 기초연구. 축산시설환경 : 4(2) 137-147.
- 이명규, 허재숙, 태민호, 정진영, 권오중. 1999. 고온 호기산화법으로 처리된 양돈분뇨 배출액의 무취화 관리방안에 관한 기초연구. 축산시설환경 : 5(2) 123-132.
- 윤세영, 이상규. 1992. 가축분뇨 발효시 악취가스 생성억제제 사용효과에 관한 연구. 한토비지: vol.25(10) : 62-69.