

돈분 처리 방법에 따른 암모니아 및 메탄 발생량 평가

노유진*, 최영선*, 구민정*, 남철환*, 김훈섭*, 정지영*, 정창대**

*전라남도농업기술원 축산연구소

** (주)LJ바이오

e-mail:nyj3545@korea.kr

Evaluation of Ammonia and Methane Generation Amount by Pig Manure Treatment Method

Yu-jin No*, Young-sun Choi*, Min-jung Ku*, Chul-hwan Nam*, Hun-seop Kim*, Ji-young Jung*,
Chang-dae Jeong**

*Livestock Research Institute, Jeonnam Agricultural Research & Extension Services

**LJ BIO CORPORATION

요약

돈분 처리 방법에 의한 온실가스 저감 및 분뇨 부숙 촉진 효율 분석을 위해 돈분(슬러리) 활용 교반·미생물·효소제 첨가 등을 통한 악취 및 온실가스 저감효과 분석을 하였다. 1t 용량의 플라스틱 용기에 돈분(슬러리)을 200kg을 넣고 교반, 미생물 첨가, 효소제 첨가를 통한 악취 및 온실가스 저감효과 분석을 하였다. 주요 악취물질인 암모니아 농도는 바실러스 첨가구와 교반 주 2회에서 가장 낮게 측정되었으며, 황화수소 농도는 유산균 첨가구에서 낮게 측정되었다. 여름철 암모니아 농도는 유산균 첨가구와 바실러스 첨가구에서 가장 낮게 측정되었으며, 황화수소 농도는 유산균 첨가구에서 낮게 측정되었다. 처리구간별 아산화질소는 주 2회 교반에서 가장 낮은 농도를 보였으며, 메탄 발생량은 주 1회 교반이 가장 낮았다. 돈분 내 *In vitro* 첨가 methanotrophs 균주의 메탄산화능력을 평가하였다. 본 연구에서는 분뇨의 처리과정 단계에서 생물학적(악취저감 미생물, 천연물질 등) 처리를 통한 온실가스 저감 및 악취저감 능력과 메탄저감 미생물인 메탄 산화균을 활용한 축산 온실가스 감축 효과를 평가하였다.

한 관심이 크게 증가하였다.

지구온난화에 의한 기후변화 저감을 위해 2050년까지 지구 온도 상승을 1.5℃ 이내로 억제하기 위한 탄소중립 사회적 인식 전환이 필요하다. 우리나라는 2015년 6월 파리협정 전 2030년 BAU(Business As Usual) 온실가스 저감 목표를 2018년 대비 37% 감축목표를 제출하였다. 2020년 축산분야 국가 온실가스 배출량은 총 9,734천톤 CO_{2e}로 농업 배출량이 국가 총 배출량인 656.2백만톤의 3.2%를 차지하고 있으며 그 중 장내발효가 농업 배출량의 22.5%, 분뇨처리가 23.7%를 차지하고 있다. 축산부문의 2030 온실가스 감축목표는 '18년 배출량인 9.4백만톤 대비 2.8백만톤 감축으로 약 30%로 기후위기에 대응하여 국가차원의 온실가스 감축목표 달성을 위한 기술개발 요구가 증대되고 있다.

본 연구에서는 돈분 처리 방법에 의한 온실가스 저감 및 분뇨 부숙 촉진 효율 분석을 위해 교반 처리, 미생물 첨가, 효소제 첨가 등을 통한 지정악취, 메탄 및 아산화질소 발생량을 평가하고자 한다.

1. 서론

과투입 중심 축산업 생산구조로 인해 가축분퇴비 제조시설에 대한 암모니아 기준 적용(30ppm), 양돈농장 악취저감시설 설치 및 사육시설 밀폐 의무화 등 냄새·분뇨 처리와 관련된 환경 규제가 강화되고 있는 실정이다. 가축 질병 예방 및 축산 악취 저감을 위해 축산업 허가·등록 요건을 강화하도록 악취저감 장비·시설 설치 의무화 내용을 포함해 축산법 시행령·시행규칙을 개정 공포하였다(농식품부, 2022). 특히 돈사 내에서 외부로 방출되는 암모니아와 미세먼지 등은 2차 미세먼지를 초래해 지구 온난화의 원인이 될 뿐만 아니라 비를 통해 육지와 수계에 도달해 토양의 산성화 및 하천의 부영양화를 초래하는 물질이기도 하다(Kim et al., 2006). 냄새의 원인 물질인 암모니아(NH₃)가 초미세먼지(PM_{2.5})의 전구물질임이 규명되면서(Kim et al., 2022) 암모니아 배출에 대

2. 재료 및 방법

2.1. 시험장소 및 공시재료

순천대학교 부속농장에 있는 육성돈사에서 신선한 슬러리를 채집하여 실험에 사용하였다. 1t 용량의 플라스틱 용기에 돈분(슬러리) 200kg을 넣고 주 1회 교반, 주 2회 교반, 유산균 첨가(L.P, 1%), 바실러스 첨가(B.S, 1%), 프라테아제 첨가(Starzyme, 2000u/g) 처리 후 지정악취와 메탄·아산화질소 발생량을 분석하였다. Methanotrophs 첨가([표 1])에 따른 돈분 내 메탄발생량 측정을 위해 균주를 시험 전 6일간 배양하여 준비하고, 1L glass bottle에 500ml을 채운 뒤 30°C에서 48시간 동안 배양을 실시하였다.

[표 1] *In vitro* 첨가 Methanotrophs 균주 및 배양 특성

Scientific name	Strain	Media	Temperature(°C)
<i>Methylobacterium</i> sp.	MS-1	NMS medium	30°C
<i>Methylobacterium</i> sp.	MS-2		

2.2. 분석방법

악취 및 메탄 발생량 분석을 위해 시료에서 발생한 가스를 흡수포집용기와 정량펌프(LV-40BR, SIBATA, Japan) 감압식 장치가 장착된 채취장비(Kant)를 이용하여 테들러백(1L)에 채취하였다. 지정악취 분석은 Smeated Ion Flow Tube Mass Spectrometry(SIFT-MS), 메탄 및 아산화질소 분석은 Gas Chromatography with Mass Spectrometry(GC/MS)를 활용하여 분석하였다. 가스포집 시간은 0, 12, 24, 48시간으로 샘플당 3반복을 진행하였다.



[그림 1] 지정악취 분석용 SIFT-MS



[그림 2] 메탄 및 아산화질소 분석용 GC/MS

3. 결과 및 고찰

3.1. 교반·미생물·효소제 첨가에 따른 지정악취 측정

주요 악취물질인 암모니아 농도는 바실러스 첨가구와 교반 주 2회에서 가장 낮게 측정되었으며, 황화수소 농도는 유산균 첨가구에서 가장 낮게 측정되었다. Methyl Mercaptan 농도에서는 처리구간별 차이가 없었다. 여름철의 암모니아 농도는 유산균 첨가구와 바실러스 첨가구에서 가장 낮게 측정되었으며, 황화수소 농도는 유산균 첨가구에서 가장 낮게 측정되었다. Methyl Mercaptan 농도에서는 프라테아제 처리구에서 낮은 농도를 보였다.

[표 2] 돈분 처리별 악취 분석 및 농도 결과(1차) (단위:ppm)

Compound	돈분 (슬러리)		L.P / 1%		B.S / 1%		Starzyme / 2000u/g	
	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)
ammonia	3.840	0.247	0.743	0.124	0.968	0.126	7.710	0.231
hydrogen sulfide	1278.333	134.367	28.800	1.280	48.200	5.810	25.200	2.800
indole	0.009	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
methyl mercaptan	4.770	0.181	0.061	0.006	0.050	0.006	0.025	0.004

[표 3] 돈분 처리별 악취 분석 및 농도 결과(1차) (단위:ppm)

Compound	교반 주 1회		교반 주 2회	
	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)
ammonia	11.400	0.588	8.410	0.486
hydrogen sulfide	592.000	30.700	759.000	45.400
indole	0.022	0.002	0.014	0.002
methyl mercaptan	15.600	0.385	4.920	0.114

[표 4] 돈분 처리별 악취 분석 및 농도 결과(2차) (단위:ppm)

Compound	돈분 (슬러리)		L.P / 1%		B.S / 1%		Starzyme / 2000u/g	
	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)
ammonia	0.958	0.020	0.296	0.020	0.443	0.027	0.305	0.021
hydrogen sulfide	27.833	1.820	5.670	1.650	9.450	4.270	9.540	2.840
indole	0.004	0.001	0.010	0.001	0.010	0.002	0.016	0.003
methyl mercaptan	0.042	0.005	0.031	0.004	0.020	0.004	0.081	0.008

참고문헌

- [1] 김한규, 이가희, 박유나, 류현주, 박종관, “축산농가 인근 미세먼지 특성규명을 위한 악취물질 및 입자구 성 성분 분석”, 한국환경분석학회지, 제25권 제1호, pp. 1-17, 2022년.
- [2] 이채영, “혐기성 소화를 통한 돈분의 메탄 생성 특성”, 유기성자원학회지, 제15권 제3호, pp. 113-120, 2007년.
- [3] 최동윤, 박규현, 조성백, 양승학, 황옥화, 곽정훈, 안희권, 유용희, “돈분뇨 액비의 폭기수준에 따른 여름철 온실가스 배출량 비교”, 한국축산시설환경학회지, 제17권 제3호, pp. 163-170, 2011년.
- [4] 김기연, 박재범, 김치년, 이경중, “돈사 작업장 유형에 따른 암모니아와 황화수소의 실내농도 및 발생량에 관한 현장조사”, 한국산업위생학회지, 제16권 제1호, pp. 36-43, 2006년.
- [5] 정광화, Modabber Ahmed Khan, 이명규, 김중곤 한덕우, 곽정훈, “폐지분뇨 슬러리 액비화시 폭기가 액비특성 및 슬러지 형성에 미치는 영향”, 축산시설환경학회지, 제19권 제1호, pp. 47-54, 2013년

[표 5] 돈분 처리별 악취 분석 및 농도 결과(2차) (단위:ppm)

Compound	교반 주 1회		교반 주 2회	
	mean(y)	sd(y)	mean(y)	sd(y)
ammonia	0.606	0.028	0.244	0.021
hydrogen sulfide	78.300	3.150	61.700	5.590
indole	0.007	0.002	0.012	0.002
methyl mercaptan	0.023	0.003	0.021	0.003

3.2. 메탄산화균 첨가에 따른 메탄발생량 측정

돈분 처리구간별 아산화질소의 농도변화는 주 2회 교반에서 가장 낮은 농도를 보였으며, 메탄 발생량에서는 주 1회 교반이 가장 낮았다(표 6). 기 확보된 Methanotrophs 첨가에 따른 돈분 내 메탄발생량 측정을 위해 처리구 1에 메탄산화균 2종 0.5% 첨가, 처리구 2에 메탄산화균 2종 1% 첨가하여 균주의 메탄산화능력을 평가하였다.

[표 6] 돈분 처리별 메탄 발생량

Methane	Con	T1	T2	T3	T4	T5
농도(ppm)	12.433	6.967	6.894	6.057	5.699	6.384
SEM	1.866	1.751	2.169	0.692	0.480	2.168

[표 7] 돈분 내 *In vitro* 첨가 Methanotrophs 균주의 메탄산화능력평가

Methanotrophs	Incubation time					
	12h		24h		48h	
	Mean	SEM	Mean	SEM	Mean	SEM
0.00%	5.31	0.215	6.11	0.083	6.48	0.201
0.50%	5.02	0.182	5.82	0.151	5.15	0.223
1.00%	4.43	0.131	5.24	0.584	5.4	0.184
<i>p</i> value	<0.05		0.22		<0.05	