

가축분뇨 건조에 따른 삼성분 및 질소 함량 변화 평가

노유진*, 최영선*, 구민정*, 남철환*, 최재은*, 변석중**

*전라남도농업기술원 축산연구소

**전라남도환경산업진흥원

e-mail:nyj3545@korea.kr

Evaluation of Changes in Proximate Composition and Nitrogen Content of Livestock Manure Following Drying

Yu-jin No*, Young-sun Choi*, Min-jung Ku*, Chul-hwan Nam*, Jae-eun Choi*,
Seok-jong Byun**

*Livestock Research Institute, Jeonnam Agricultural Research & Extension Services

**Jeollanam-do Environmental Industries Promotion Institute

요약

양돈분뇨의 경우 퇴·액비 및 폐수처리를 하더라도 현행 처리체계에서는 일정시간 가축분뇨를 저장하여 미생물 안정화 반응이 필요하며, 혐기조건이 발생하여 부산물인 메탄, 황화수소, 아산화질소, 각종 머캡탄류 등 악취물질의 발생이 불가피하다. 현재 가축분뇨의 악취는 악취배출기준에 의해 관리되고 있으나 인근 주민이 느끼는 악취 강도는 기준과 매우 상이하다. 우리나라는 인구밀집도가 높고 국토 면적이 적은 특성상 가축분뇨의 저장, 이송으로 가축분뇨 처리 시 환경문제의 발생이 불가피하다. 또한 기존 가축분뇨 자원화 처리 방법인 퇴·액비 및 폐수처리 이외에 온실가스 감축 및 고도 자원화를 위한 다양한 노력을 하고 있으며 이에 대한 요구가 증가하고 있다. 본 연구에서는 소규모 가축분뇨 처리공정의 다양화 확립을 위해 분뇨 발생과 동시에 처리 안정화를 위한 기초 연구로 분뇨 발생 즉시 건조 후 평가를 실시하였다. 생분의 건조실험을 수행한 결과 건조시간 경과에 따라 건조장치 내부의 온도가 상승할 때까지 축분 혼합물(생분+왕겨)의 수분은 측정범위를 벗어났고, 축분 혼합물의 온도가 약 100°C가 유지되는 조건에서부터 건조물의 수분함량이 급감하였다. 건조가 진행됨에 따라 악취도 감소하였는데 생분에 왕겨를 넣으면서 호기 및 교반상태가 유지되었기 때문으로 보인다. 건조 후 시료가 탄소의 함량이 크게 증가하므로 슬러지 탈수 또는 건조의 도입은 원료의 가용성을 향상시키고 에너지 투입을 감소시킬 수 있는 방법이라고 판단된다. 건조실험이 진행되는 과정 및 종료 후 건조물의 최종상태를 관찰한 결과 추가 건조물의 효율적 활용에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

1. 서론

‘2050 탄소중립을 위한 축산부문 2030 온실가스 감축 및 녹색성장 전략’에서 대규모(5,000두 이상)의 양돈농가의 신규 에너지화 시설 연계정화처리 비중을 2022년 13%에서 2030년 25%로 확대 정책을 제시하였다(농림축산식품부, 2024). 국내의 탄소중립 실현을 위한 노력과 함께 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스 생산 및 이용촉진법이 제정되었고(’23. 12.), 바이오가스 생산시설의 설치·운영·품질기준·바이오가스 이용 활성화 등의 내용을 규정하였다. 관련 법으로 바이오가스 산업의 활성화와 함께 유기성 폐자원의 효율적 처리, 온실가스 감축 효과 등이 기대되고 있다. 바이오가스 축진법의 대상 규모는 2만 5천두 이상 또는 폐수량 200톤/일 이상이지만 양돈산업의 투입 비용 대비 바이오가스 시설의 비용이 큰 점, 실제 사업의 실효성, 운영 경제성에 대한 우려 등으로 양돈농가에서는 다소 반발이 있는 것으로 보인다. 시

설설치 인허가 등을 고려하여 3년간 유예가 된 상태이며 위탁 처리 등 지원금 지원 관련 법률을 마련하고 있다. 가축분뇨는 연간 총 46,032천 톤이 발생하는 것으로 조사되고 있으며 이 중 돼지분뇨가 18,890천 톤(41%)을 차지하였다(2024년 1분기 기준). 발생한 가축분뇨의 51.5%는 농가에서 자가 처리되고, 나머지(48.5%)는 가축분뇨 처리시설에 위탁하여 처리되는 것으로 나타났으며 특히 돼지의 경우 농가의 고령화 및 환경규제 강화 등으로 위탁처리(62%) 비중이 높다(농림축산식품부, 2024). 악취뿐만 아니라 온실가스 감축을 위해 가축분뇨 바이오가스화, 고형연료화, 바이오차 등이 구체적으로 검토 및 시행이 증가하고 있지만 소규모 농가에서는 아직까지 인력, 기술관리, 경제적 타당성 확보가 어려운 상태이다. 본 연구에서는 소규모 가축분뇨 처리공정의 다양화 확립을 위해 분뇨 발생과 동시에 처리 안정화를 위한 기초 연구로 분뇨 발생 즉시 건조 후 평가를 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시험장소 및 분석방법

전라남도 내에 위치한 양돈농장의 가축분뇨 생분을 채취하여 실험에 사용하였다. 가축분뇨 생분, 가축분뇨 생분+혼합물(1:1)을 대상으로 가축분뇨 원료 시료의 삼성분 분석, 생분 건조실험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 가축분뇨 원료 시료 삼성분 분석 결과

가축분뇨의 수분함량은 97.91%, 톱밥은 70.35%를 나타냈다. 일반적으로 톱밥의 수분함량은 30~40%이고 가공 왕겨의 수분함량이 15%임을 고려할 때 가축분뇨와 톱밥 무게 기준으로 1:1 비율로 혼합한 시료의 수분함량은 82.5%로 수분함량이 매우 높았다. 12시간 건조 후 각 시료의 수분함량은 68.69%, 50.25%로 감소하였지만 감소폭은 크지 않았다. 실험실 규모에서는 교반을 실시하지 않았기 때문에 보이며 파일릿 플랜트 규모 이상에서는 건조 시료의 수분함량이 본 실험 결과 대비 더욱 낮을 것으로 보인다.

[표 1] 가축분뇨 원료 시료 삼성분 분석 결과(%)

구분	수분	TS (총고형물)	VS (휘발성고형물)	FS (고정고형물)
가축분뇨	97.91	2.09	73.13	26.86
톱밥	70.35	29.65	96.66	3.34
혼합시료	82.50	17.50	95.80	4.20
건조 후 가축분뇨	68.69	31.31	84.75	15.25
건조 후 혼합시료	50.25	49.75	95.35	4.65

3.2. 가축분뇨 원료 시료 원소 분석 결과

원료수열 탄화 후 생성물 원소 분석 결과 가축분뇨 탄소 함량이 41.95%로 가장 높았다. 가축분뇨의 탄소 함량은 41.95%로 가장 높고 그 다음으로 산소 22.24%, 수소 5.31%, 질소 2.89%, 황 0.75%로 구성되었으며 대부분 탄소와 산소로 나타났다. 혼합시료의 경우에도 주로 탄소와 산소로 구성되어 있었으나 가축분뇨에 비해 상대적으로 산소 함량이 많은 것을 확인할 수 있었다.

[표 2] 가축분뇨 원료 시료 원소 분석 결과(%)

구분	C	H	N	O*	S	
가축분뇨 원료	41.95	5.31	2.89	22.24	0.75	
혼합시료 원료	44.57	5.56	3.15	42.21	0.31	
탄 화 후	미건조 분뇨	48.77	5.39	2.96	18.30	0.64
	건조 분뇨	57.12	5.39	1.97	15.67	0.26
	미건조 분뇨	51.81	5.77	1.76	30.13	0.16
	건조 시료	57.12	5.39	1.97	15.67	0.26

* O(%) = 100 - C(%) - H(%) - S(%) - Ash(%)

3.3. 가축분뇨 원료 시료 질소 분석 결과

본 실험의 모든 시료에서 수열탄화 후 수소의 함량이 약간 증가하였지만 유의한 변화는 아니었으며 기존 연구 결과들과 동일하게 탄소 증가, 질소, 산소, 황의 비율은 감소하는 전형적인 경향을 보였다.

[표 3] 가축분뇨 원료 시료 질소 분석 결과(%)

구분	Inorganic-N				Organic-N	
	TN	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N		
가축분뇨 원료	1,800	1,624	-	-	117	
혼합시료 원료	1,600	1,044	-	-	556	
탄 화 후	미건조 분뇨	2,150	1,376	-	-	771
	건조 분뇨	2,050	789	-	-	1,261
	미건조 분뇨	860	372	-	-	488
	건조 시료	400	117	-	-	283

3.4. 고찰

원시료보다 건조 후 시료를 사용하면 고형물에서의 유기물 용해도가 감소하여 탄소의 함량이 상대적으로 크게 증가하므로 슬러지 탈수 또는 건조의 도입은 원료의 가용성을 향상시키고 에너지 투입을 저감할 수 있는 방법이라고 판단된다.

4. 사사

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 2025축산현안대응산업화기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(RS-2023-00231662)