

퇴비재료의 교반빈도가 육계분과 유우분 혼합물 퇴비화 성능에 미치는 영향

박금주 · 배영환 · 홍지형 · 위태욱*

순천대학교 농업생명과학대학 산업기계공학과

Influences of Mixing Frequency on the Composting Performance of the Broiler and Dairy Manure Mixtures

Park, K. J., Bae, Y. H., Hong, J. H. and Wi, T. W.*

Industrial Machinery Engineering Dept., Sunchon National University, Sunchon, 540-742, Korea

Summary

Broiler manure has much nutrient that can be used as the organic fertilizer to enhance the fertility of soil. However, if it is used directly without biodegradation of organic materials and destruction of weed seed and harmful bacteria, it can produce the generation of weed and disease of plant. Composting of manure is a biodegradation of organic materials into inorganic materials and humus. To proceed biodegradation of manure effectively and enhance the composting performance, optimum environmental condition for microbial growing should be maintained. Environmental variables which can influence the growing activity of microbes are moisture content, pH, porosity, C/N of the composting materials and oxygen supply quantity. Oxygen and porosity are usually supplied by aeration or mixing of materials.

This study was intended to investigate the effect of mixing frequency on the composting performance. Mixing of composting materials was performed by turning the bioreactor up and down by hand without any mechanical energy.

The broiler manure was captured from the greenhouse type broiler barn as the compounds of broiler manure and rice-hulls, which were used as the base materials. To compost the compounds of broiler manure and rice-hulls, dairy manure was mixed to get appropriate characteristics of composting material. Composting temperature over 55°C for killing pathogen and weed seed was maintained for longer period with increase of mixing frequency.

(Key words : Composting, Broiler manure, Dairy manure, Mixing of materials)

서 론

계분은 유기질 비료로서 중요한 가치를 보유하고 있다. 국내 양계농가에서 계분을 처리하는 방식은 계사의 규모에 따라 다르다.

소규모의 농가에서는 원형의 계분을 삽으로 떠내 계사 주위의 공터에서 건조하는 형태를 취한다. 이 방법은 노동력이 많이 소요되므로 일정규모 이상의 농가에서 적용하기는 쉽지 않다. 중소 규모의 농장에서는 농장 한쪽

* (주) 지엔

본 연구는 2002년 농림부의 현장애로사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었음

Corresponding author : Keum J. Park, Industrial Machinery Engineering Dept. Sunchon National University, Sunchon, 540-742, Korea

Phone : 061-750-3267, Fax : 061-750-3260, E-mail : pkj@sunchon.ac.kr

에 계분창고를 지어 계분을 창고에 넣고 장기간 저장하면서 발효시키고 있다. 발효제 등을 넣어 발효를 돕기도 하며, 비교적 적은 비용으로 장기간 저장할 수 있는 장점이 있다. 대규모 농장에서는 계분을 건조처리 할 수 있는 계분처리시스템을 이용하여 계분을 건조하여 퇴비로서 활용하고 있다.

계분은 식물에 양분을 제공하거나 지력을 높여 작물의 성장을 도와주므로 유기질비료로서 매우 귀중한 가치를 가지고 있지만 계분 내에 포함되어 있는 잡초종자 또는 병원균을 충분히 사멸시키지 않고 시용하였을 때 잡초 또는 병해충의 발생을 야기할 수 있다. 따라서 계분을 유기질비료로서 활용하기 위해서는 충분히 발효시켜 주어야 한다(오세정, 1990). 계분의 퇴비화 처리를 능률적 및 경제적으로 수행하기 위해서는 계분의 처리과정에 영향을 미치는 조건을 최적의 상태로 유지하여야 하며, 동시에 조작이 간편하여야 한다. 계분의 퇴비화 과정은 미생물의 활동에 의하여 유기물이 무기물과 부속물질로 변화하는 과정이다. 미생물의 활동에 영향을 미치는 환경인자로서는 수분 함량, pH, 공극률, C/N 등의 재료가 갖는 내부적 요소와 퇴비화 온도, 산소공급량 등의 외적 작업조건에 따라 변화하는 환경요소가 있다. 일반적으로 수분 함량은 60-70%, C/N 값은 25-40의 초기값을 유지하고 공기량은 0.5 L/min · kgDA 정도로 공급하는 것이 바람직하다(Hong 등, 1998).

본 연구에서는 2중필름 온실계사에서 육계를 사육하였을 때 발생하는 계분을 처리할 수 있는 교반형 퇴비화시스템을 개발하고 교반빈도가 퇴비화 온도에 미치는 효과를 분석하였다.

재료 및 방법

1. 계분 발생량 조사

온실계사에서 육계를 사육할 때 계분 발생량을 조사하기 위하여 각 계사 내부에 1.0 × 1.0 × 0.6 m³ 크기의 케이지 3개를 설치하고, 각 케이지에서 10마리의 육계를 사육하였다. 케이지의 하부에 철판을 설치하여 배설된 계분이

철판을 통하여 철판에 수거될 수 있도록 하였다. 하루 간격으로 계분을 수거하여 중량을 측정하였다. 계분 시료는 열풍 건조기를 사용하여 105°C에서 12시간 건조하여 함수율을 측정하였다. 육계의 단위 체중(kg)당 계분 발생량을 계산하기 위하여 각 케이지에서 사육하는 육계 10 마리의 체중을 5일 간격으로 측정하였다.

2. 실험장치 제작 및 시험 분석

계분을 유기질 비료로서 자원화 활용하기 위해서는 계분에 산소를 공급하여 호기적으로 처리하는 것이 바람직하다. 계분을 호기적으로 처리하기 위해서는 계분에 강제적으로 산소를 공급하는 정치식과 재료를 물리적으로 섞어주는 교반식이 있다. 정치식은 구조가 간단하고 공간 소요면적이 작은 장점을 가지고 있는 반면 산소공급을 위한 동력이 소요되고 재료가 정치되어 있기 때문에 산소를 끌고루 공급할 수 없는 단점을 가지고 있다. 교반식은 교반기를 필요로 하므로 초기 투자비가 많이 소요되고 시설하는데 넓은 면적이 요구된

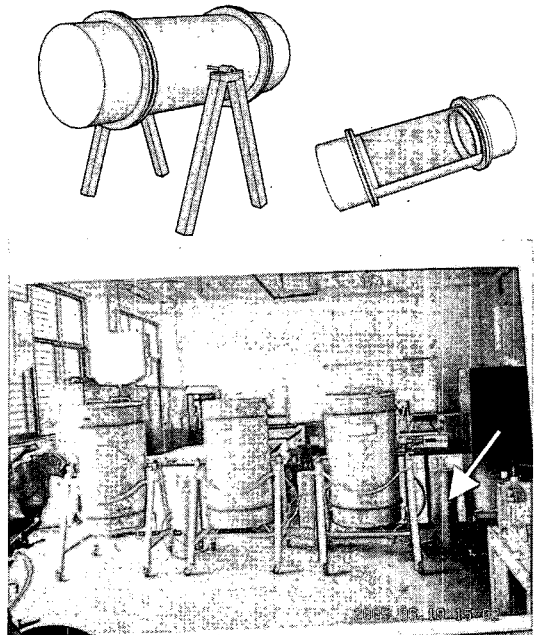


Fig. 1. Layout of reactor(upper) and composting system(lower).

다. 본 연구에서는 계분을 호기적으로 처리하기 위하여 정치식과 교반식의 장점을 활용할 수 있는 구조를 갖는 퇴비화 처리시스템을 개발 제작하여 퇴비화 시험을 수행하였다.

계분 퇴비화시스템은 발효조에 최적공기량을 공급하고 또한 정치식이 갖는 문제점을 보완하는 시스템으로 개발하였다. 즉, 정치식은 퇴비재료가 고정되어 있으므로 공기공급을 균일하게 공급하지 못하기 때문에 퇴비화가 불균일하게 진행되는 단점을 가지고 있다. 그러한 단점을 보완하기 위하여 퇴비화 과정 중에 퇴비재료를 교반하는 방법을 채택하고 있다. 교반은 기계적 동력을 이용하여 수행된다. 이러한 방법은 제작비의 증가를 초래하고 전력비를 요구한다. 본 연구에서는 그림 1과 같이 발효조를 힌지점을 중심으로 360도 회전할 수 있도록 제작하여 인력으로 손쉽게 퇴비재료를 교반할 수 있도록 하였다. 발효조는 내경 600 mm, 높이 1100 mm의 원통형으로서 양쪽 측면으로부터 150 mm의 위치에 철망을 삽입하여 퇴비재료가 철망 사이의 간격 800 mm의 공간에 들어갈 수 있도록 하였다. 양쪽의 공간은 통기시 공기의 평활화를 유지하는 역할을 수행한다. 재료를 담을 수 있는 총 부피는 226 L 이지만 발효조를 뒤집어 교반을 용이하게 하기 위해서 재료를 총 부피의 3분의 2만 큼 (151 L) 적재하여 퇴비화 시험을 수행하였다.

퇴비화 시스템은 3조의 발효조로 구성하였으며 각각의 발효조에 에어컴프레서를 이용하여 0.5 L/min · kgDA 의 공기량을 공급하였다. 발효조를 무교반, 1회/4일, 1회/2일 교반의 방법으로 퇴비화 시험을 수행하였다.

퇴비화 시료의 성분 분석은 퇴비화 시작 및 종료시에 발효조 재료를 부위별로 5개소 위치에서 채취하여 농촌진흥청 표준 토양실

험분석법에 의하여 측정 및 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 계분 발생량

표 1은 육계의 사육일령별 무게와 계분 발생량 등을 나타낸 것이다. 하루 동안의 계분 발생량은 체중의 10.5~11.5%에 해당하였으며, 이는 성계 한 마리가 하루에 배설하는 분의 양은 체중의 약 10%라는 보고(김, 1999)와 비교적 잘 일치하였다.

2. 교반식 호기성 퇴비화 시험분석

온실계사의 계분과 바닥재 혼합물의 수분함량은 28.0%로서 퇴비재료로서의 적정 수분함량에 크게 미치지 못하고, 혼합물의 유기물도 왕겨가 주성분인 난분해성 유기물이기 때문에 혼합물 그 상태로서는 퇴비화를 수행할 수 없었다. 따라서 혼합물에 유우분을 중량기준 8 : 21로 섞어서 퇴비화 재료를 만들었다. 퇴비재료와 20일간 발효 후 퇴비의 이화학적 성분은 표 2와 같다.

표 2에서와 같이 퇴비화 과정에서 재료의 수분함량은 초기의 67.4%로부터 말기의 65.1-65.5%의 값으로 미세하게 감소하였다. 교반을 1회/2일 수행한 발효조 C가 약간 더 높게 나타났으나 유의적 차이는 없었다. 퇴비화 재료의 초기 pH는 8.68 이었으나 퇴비화 후 9.37-9.50으로 증가하였다. 이는 퇴비재료에 포함되어 있는 유기질소가 분해되어 암모니아 또는 암모늄 이온으로 수분에 용해되었기 때문인 것으로 추정된다. 탄소는 난분해성물질로서 18.2%로부터 13.1-17.6%의 값으로 감소하였으나 질소는 1.10%로부터 1.00-1.27%로 변화가 거의 없었다.

Table 1. Broiler weight and manure quantity generated according to breeding stage

Item	Age of 27 days	Age of 31 days
Broiler weight (kg)	1.30	1.60
Manure quantity generated per day (kg/day)	0.149	0.185
Manure quantity generated per unit broiler weight (kg/kg · day)	0.115	0.116
Moisture content of manure (% w.b.)	64.8	70.9
Dry weight of manure per unit broiler weight (kg/kg · day)	0.040	0.033

Table 2. Physicochemical properties of composting materials and final product

Item	Moisture content (% wb)	pH (-)	EC (ms/cm)	Density (kg/m ³)	C (%)	N (%)	C/N (-)	
Mixture of rice hulls & broiler litter	28.0	7.70	5.56	299.7	37.8	2.0	19.2	
Dairy manure	85.7	7.50	2.94	923.2	41.4	5.4	7.8	
Composting materials	67.4	8.68	4.57	532.3	18.2	1.10	16.5	
Final properties	Bioreactor A	65.2	9.44	4.31	524.7	14.8	1.11	13.5
	Bioreactor B	65.1	9.37	4.48	528.0	13.1	1.00	13.1
	Bioreactor C	65.5	9.50	4.60	527.7	17.6	1.27	13.9

발효조의 교반조건을 무교반(발효조 A), 4일에 1회 교반(발효조 B) 및 2일에 1회 교반(발효조 C)로 구분하여 퇴비화 시험한 결과 각 발효조 내의 퇴비온도 변화는 그림 2와 같다. 각 데이터의 값은 센서의 출력 신호를 자료수집장치(21X, Campbell Co.)를 통하여 5초 간격으로 측정하여 컴퓨터에 모니터링 하였으며, 또한 1시간마다의 평균값을 하드디스크에 저장하였다.

퇴비재료의 분해는 45-65°C의 범위에서 효과적으로 이루어지며, 퇴비 속에 들어 있는 병원균의 사멸을 위해서는 55-60°C 이상의 온도를 최소 3일간(72시간) 유지하여야 한다(Leton and Stentiford, 1990). 45°C 이상의 온도를 유지한 기간은 무교반의 발효조 A에서 185(T13-198)시간, 발효조 B에서 219(T10-229)시간, 발효조 C에서 234(T7-241) 시간으로서 발효조 C가 가장 길었다. 따라서 효과적인 퇴비분해를 위해서는 2일에 1회 이상 교반하여 주는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 또

한 병원균 사멸을 위한 온도 55°C를 유지한 기간은 발효조 A에서 88(T21-109) 시간, 발효조 B에서 179 (T18-197) 시간, 발효조 C에서 200(T12-212) 시간을 유지하여 무교반에서도 병원균 사멸은 이루어졌지만 교반회수가 많을수록 병원균 사멸기간이 길게 나타나 사멸 효과가 클 것으로 판단되었다.

요 약

2중필름 온실계사에서 육계를 사육하였을 때 발생하는 계분을 처리할 수 있는 수동 교반형 퇴비화시스템을 개발하였으며, 교반빈도가 퇴비화 온도에 미치는 효과를 분석하였다. 병원균 사멸에 필요한 55°C 이상의 온도를 유지한 기간은 무교반에서 88시간, 1회/4일의 교반에서는 179 시간, 1회/2일의 교반에서는 200 시간으로 교반회수가 빈번할수록 그 기간이 길어지는 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

1. 김정주, 문상호, 안상돈, 1999. 양계 성공적인 경영기법. 농민신문사. pp 144-280.
2. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법.
3. 오세정. 1990. 계의 특수관리. 선진문화사. pp. 52-114.
4. 홍지형, 박금주 외 2인. 1999. 축산폐기물 자원화, 동화기술
5. Leton, T. G. and E. I. Stentiford. 1990. Control of aeration in static pile composting. Waste Management & Research 8:299-306.

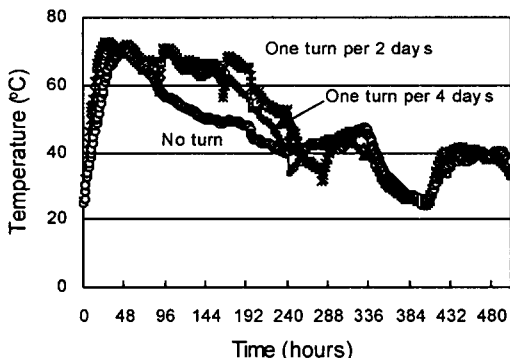


Fig. 2. Changes in composting temperatures according to turning frequencies of materials.