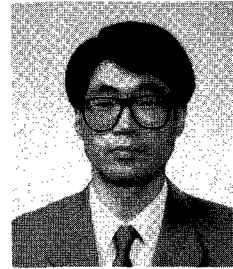


육계분의 적정 퇴비화 공정 조건



곽 완 섭

건국대 자연과학대 축산학과 교수

본 연구 결과는 한국유기성폐기물자원
화학회지와 한국축산시설환경학회지에
투고한 내용을 합쳐서 소개한 것이다.

1. 서론

오늘날 도시 근교에 밀집된 축산 농가에서
대량으로 배출되는 축산폐기물은 환경오염의
큰 요인으로 부각되어 이의 처리 문제에 축산
업의 사활이 걸려있음은 주지의 사실이다. 축
산폐기물은 산업폐기물과 달리 고형물 함량이
높고, 특히 유기물의 함량이 높아 완전 정화
처리함이 사실상 거의 불가능하다. 그리고 축
산폐기물은 중금속의 오염이 거의 없어 경제적
이고 위생적으로 가공 처리될 경우 식물 또는

동물의 영양자원으로 유효하게 이용될 수 있
다. 특히 최근에 와서 유기농법에 대한 인식이
부활되어 축산폐기물의 유기질 비료로의 처리
이용이 널리 보급되고 있으나, 불완전한 제품
의 무분별한 유통 및 이용이 큰 문제점으로 지
적되고 있으며, 광범위한 보급에 제한적 요인
으로 작용하고 있다. 특히 유기질 비료화를 위
한 효율적인 퇴비화(composting) 공법에 관해
서는 요사이 전세계적으로 매우 활발하게 재조
명되고 있다. 또한 이 공법은 ensiling,
deepstacking 공법과 함께 축산폐기물의 사료
화를 위해서 효과적으로 이용되어지는 공법 중
의 하나이다.

축산폐기물 중 육계분은 함수율이 상대적으
로 낮아 취급이 매우 용이하며, 영양성 또한
뛰어나 영양자원화 하기에 매우 좋으며, 이때

이용되는 composting 공법은 최종 생산물의 안정도를 높이고 동시에 함수율을 현저히 감소시키는 등의 장점을 지닌다. 그러나 우리나라 육계분은 외국의 것과 비교해서 함수율이 매우 높아 composting시 성분 변화가 판이하게 다를 것으로 추정된다. 그리고 우리나라에서 composting 처리되는 계분의 내부온도는 상당히 높은 편인데, 이 또한 composting 효율에 영향을 미칠 수 있다.

따라서 본 연구에서는 composting 공법(기계적 사용 없이)을 이용하여 육계분을 가공처리할 시 퇴적물의 내부온도를 달리하였을 때의 공정경과에 따른 물리적, 영양화학적, 미생물학적 변화를 추적하며, composting rate(퇴비화율 또는 정도)에 미치는 영향을 파악하고, 안정화된 최종제품 생산까지의 소요기간 및 안정화에서의 제한적 요인을 규명, 해결하고자 함에 그 목적이 있다.

2 재료 및 방법

1) 일반적 사항

Composting 처리를 위한 시설물은 Photo. 1에서 보여지는 바와 같이 가로, 세로, 높이 각각 1m, 1m, 1.2m로 하여 베니어 판막이로 3기를 제작하였다. 베니어 판막이는 통기가 용이하도록 하였다. 육계분 처리에 있어서, 육계농장(충북 증원군 원일농장)에서 당일 배출된 신선한 육계분을 저장 1일 후 3개 처리별로 나누어 작업하였다. 처리 A는 pile 내부온도를 조절하지 않았고, 처리 B는 내부온도를 70℃ 이하로 유지하였으며, 처리 C는 60℃ 이하로 유지하였다. 처리별 온도 조절은 수작업을 통

한 교반작용으로 실시하였다. 각 pile의 총중량은 450kg으로 동일하게 맞추어 위 시설물내에서 8주간 composting 처리를 실시하였다

Thermocouples 설치에 있어서, 각각의 compost 더미의 중앙부(공정 초기엔 위 표면에서 60cm 깊이)에 속이 빈 PVC관을 연결하고 그 내부에 Thermocouple을 장착하여 digital 방식으로 매일 일정 시간에 내부온도를 측정, 기록하였다(사진. 1 참조).

2) 시료 채취 및 분석

각 처리별로 공정이 진행됨에 따라 0일, 3일, 1주, 2주, 3주, 4주, 5주, 6주, 8주가 되는 시점에 시료를 채취하여 pH를 측정하고, 나머지는 화학 분석을 위하여 -20℃에서 냉동 보관하였으며, 처리 공정간에 매주 1회 compost의 총 중량을 측정하였다. 공정개시 후부터 매일 일정시간마다 내부온도, 환경온도 및 습도를 기록하였고, 매 교반시마다 덩어리 크기, 가스 및 악취 발생 정도, 외관 등을 기록하였다.

화학분석시 시료의 건물은 60℃ dry oven에서 48시간 건조하여 구하였으며, total Kjeldahl nitrogen은 AOAC(1990) 방법에 따라 습시료를 분석하여 건물기준으로 보정해 주었다. Non-protein N(NPN)은 10% trichloroacetic acid 용액에 용해되는 양으로 구하였다. Total organic carbon은 % carbon = (100-% ash)/1.8 공식(University of California at Berkeley, 1953)에 따라 구하였다. Ash 함량은 muffle furnace에서 3시간 동안 태워 구하였고, 유기물 함량은 건물 함량에서 ash 함량을 빼준 값으로 구하였다.

3) 미생물 분석

0.1% Tween 80이 포함 멸균된 생리식염수 9ml에 시료 1g를 넣고서 3시간 동안 흔들면서 미생물을 혼탁 추출한 후 serial dilution 방법으로 회석하였다.

회석액은 각각의 배지에 도말하여 배양한 후 각 colony 수를 측정하여 균수를 계수하였다. 총 세균수는 LB(Luria Bertani) 배지 (tryptone 1%, yeast extract 0.5%, NaCl 1%, agar 1.5%)를 멸균한 후 membrane filtering하여 cycloheximide(0.2g/15ml distilled water)를 주입하여 37℃에서 48시간 배양한 후 측정하였다. 총 방선균수는 Bennet's 배지(yeast extract 0.1%, beef extract 0.1%, N-Z amine type A 0.2%, glucose 1%, agar 1.5%)를 멸균한 후 membrane filtering하여 cycloheximide(0.2g/15ml distilled water)와 nalidixic acid(0.16g/15ml chloroform)를 주입하여 30

℃에서 7일간 배양하여 측정하였다.

총 fungi수를 측정하기 위해서 potato dextrose agar 배지(potatoes 20%, glucose 2%, agar 1.5%)에 ethanol에 녹인 tetracyclin(0.1g/10ml ethanol)를 혼합하여 28℃에서 72시간 배양하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 외관 및 분취

계분의 composting 처리 과정에서 관찰된 외관 및 분취 발생 경과는 표 1에 요약되어져 있다. 공정 초기에는 분취 및 gas 발생 정도가 심하여 작업시 호흡에 지장을 줄 정도였으나, 2주 경과시 분취 및 암모니아 gas 발생 정도가 현저히 줄어들어 호흡에 지장이 없었으며, 이때 분덩이 내부는 여전히 분해가 덜된 상태로 분취를 풍겼다. 4주 경과시 암모니아 gas발생은 교반시에 약간 발생되었으나, 6주 경과시엔 거의 없었다.

분덩어리의 평균 크기는 1일 경과시 약 10cm, 3일 경과시 약 7cm, 2주경과시 약 2cm, 3주경과시 깔개로 이용된 왕겨 크기 정도로 감소되다가, 6주 경과시엔 대부분 왕겨 크기 이하로 감소되었다. Compost의 색깔은 최초에 진한 갈색을 띠다가, 공정과 더불어 골고루 퍼지면서 흑갈색으로 변화다가, 이 후 수분이 차츰 증발됨에 따라 공정 6주 경과시엔 연한 갈색으로



〈그림 1〉 실험에 이용된 콤포스터 설비

변하였다.

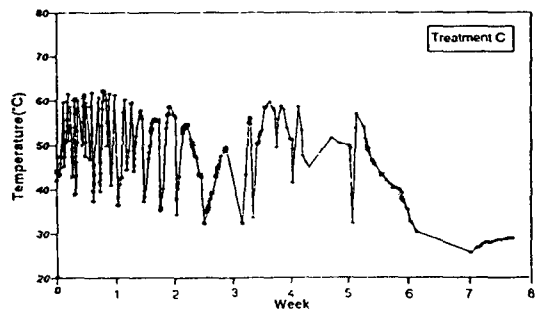
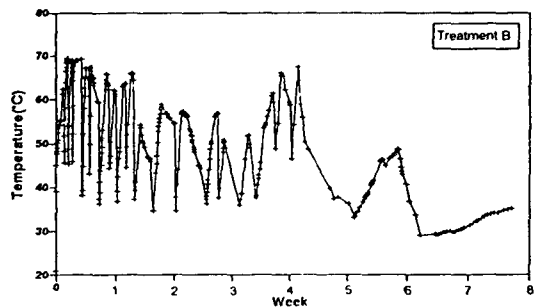
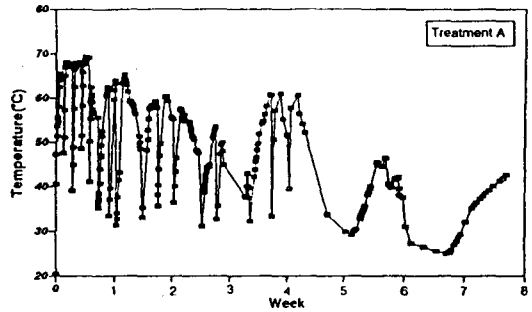
전반적으로 육계분의 composting 처리시, 공정 후 5주에서 6주 경과시에 곰팡이 냄새가 매우 조금 나고, 외관상으로 충분히 분해된(왕겨 크기의 균일한 입자로), 연한 갈색의 최종 생산물로 전환되었다. 일반적으로, 이상적인 compost는 색깔이 갈색, 흑갈색 또는 흑색을 띠며, 약간의 곰팡이 냄새가 나고, 악취가 전혀 나지 않는 것을 특징으로 한다(Wilson, 1971; Toth, 1973; Diaz 등, 1993).

2) 내부온도

공정 전기간을 통하여 일정 시간대에 측정한 각 처리별 내부온도의 변화는 그림 1에 나타나

표 1. Compost 처리 시간별 생산물의 외관 및 냄새 변화

| 시간경과 | 관찰 |
|------|---|
| 1일 | 암모니아 가스의 대량 발생(작업시 호흡 지장) 색깔 : 진한 갈색 입자도 : 평균 10cm 표면이 건조된 분당여리가 관찰됨 분당여리로 수분이 변질 |
| 3일 | 암모니아 가스의 대량 발생(작업시 호흡 지장) 색깔 : 흑갈색 입자도 : 평균 7cm 분당여리 수가 점차 감소됨 |
| 2주 | 입자도 : 왕겨 크기로 감소 암모니아 방출 감소 가스 방출 감소(호흡에 지장 없을 정도) 분당여리 내부엔 여전히 분취 잔존 |
| 3주 | 입자도 : 왕겨 크기 암모니아 방출의 상당한 감소 분당여리가 잘 부서지는 형태로 변함 |
| 4주 | 가스의 외부 방출은 없으나, 더미 중앙 부위에는 여전히 잔존 |
| 6주 | 입자도 : 왕겨 크기 또는 그 이하 암모니아 방출 없음 가스 방출 없음 색깔 : 연한 갈색 |
| 8주 | 가스 방출 없음 색깔 : 연한 갈색 |



〈그림 1〉 처리별 콤포스터의 내부온도 변화(처리A=무제한, 처리B=내부온도 70℃ 이하로 조절, 처리C=60℃ 이하로 조절)

있다. 공정 0일에 전체 처리구에서 호열성 단계에 진입하였으며, 공정이 진행됨에 따라 처리 C를 제외한 pile들의 내부온도는 3~4일경에 peak에 도달하였다. A와 B 처리구의 내부온도는 공정 초기 약 10일 동안 60~70℃ 범위에 있었다. 교반시마다 내부온도는 급격히 하

강하였으나 곧 상승하였으며, 온도 회복 속도는 공정 초기에는 빨랐으나 후반으로 진행됨에 따라 늦어졌다. 그리고 전체 처리구에서 공정 개시후 6~7주 경과시에 내부온도는 환경온도(18~28℃)에 가까운 25~30℃로 떨어졌으나 교반 후 재발열 정도(reheating degree)는 처리된 pile의 A, B, C의 순으로 높았다.

공정후 3~4주 사이에 내부온도의 재상승은 비가 새어들어가 퇴적물의 함수율이 다시 상승함에 따라 미생물 활동이 증가함으로써 방출된 열이 많아졌기 때문인 것으로 사료되었다. 온도 상승은 미생물 활동의 지표가 된다. 왜냐하면 미생물 활동이 증가함에 따라 방출되는 열의 양도 증가하기 때문이다(Diaz 등, 1993). Compost의 공정 기간을 단축 하기 위해서는 공정 중에 빗물이나 뇨성분이 다시 유입되지 않도록 하는 것이 바람직할 것이다.

일찍이 composting의 최적온도는 60℃ 정도인 것으로 보고된 바 있으나(Schulze, 1962), 본 실험에서는 내부온도의 peak가 60~70℃ 수준에 있을 때에도(처리 A, B pile) 60℃ 이하로 조절되었을 때(처리 C pile) 와 비교해서 내부온도가 환경온도에 가까워지는 시기(6주 경과시)는 비슷하였다. 그러나 공정 6주 경과시 이후의 온도변화를 고려하면 내부온도의 peak를 60℃ 이하로 유지하였을 때(C 처리 pile) compost의 안정화는 다소 좋았다.

3) 발효 시설물내의 환경온도 및 습도

공정 개시후 시간 경과별 가공 시설물내의 환경온도 및 습도의 변화는 공정 전과정에 걸쳐 환경온도는 최저 2℃에서 최고 28℃의 분포를 보였다. 환경습도는 이 기간 동안 최저 11%에서 최고 77%의 범위에 있었다. 양 14

노 계 유 통 전 문



노계유통에 일익을 담당할
대림유통이 탄생했습니다.
양계인의 적극적인 협조를
바랍니다.



대 립 유통

대 표 변 광 일

충남 천안시 다가동 373-3 (삼화B/D302호)

Tel: (0417)574-4600-1

FAX: (0417)572-5949