

돈분 및 계분의 초기 퇴비화 과정중 이화학적 특성과 미생물 활성변화

신완식 · 이규승

충남대학교 농과대학 농화학과

Changes of Physico-Chemical Properties and Microbial Activity During the Early Stage of Composting with Pig and Chicken Manure

Shin, Wan-Sik and Lee, Kyu-Seung

Dept. of Agricultural Chemistry, Chungnam National University Taejon, Korea 305-764

Summary

This study was carried out to investigate changes of physico-chemical properties and microbial activity during the early stage of composting with pig and chicken manure.

The results were as follows;

1. The temperature was rapidly increased from the 3rd to the 7th day, and especially the pig manure compost preparing with enzyme was maintained 56°C~69°C
2. The pH range was shown 7.7~9.3, and the pH level increased from the 3rd day to 25th day. Also after the 25th day the pH level decreased gradually.
3. The C/N ratio in the pig manure compost decreased 16.8 at the 30th day, while the compost containing enzymes decreased 19.2 at the 30th day. Chicken manure compost showed similar results as the 28 of C/N ratio at the 30th day with enzyme treatment.
4. The total ammount of sugar in pig manure compost was 6,000~7,000mg/kg, while the chicken manure compost was 2,000~4,000mg/kg. However, there was no significant difference in view point of enzyme treatment.
5. Cellulase, phosphatase and xylanase activity were continually increased, however amylase and urease activity were not changed during composting.

(Key words : Pig manure, Chicken manure, Microbial activity, Cellulase, Amylase, Urease, Phosphatase, Xylanase)

이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제 연구비에 의하여 연구되었음.

서 론

가축이 배설한 분뇨는 오랫동안 비료 및 연료로서 인류에게 많은 혜택을 주었다. 그러나 오늘날 급격한 축산업의 발달로 인해 축산 폐기물의 발생량 또한 많아져 가축분뇨는 연간 44,409천톤(1995년기준)에 달하고 있으며¹⁾ 이로 인해 환경오염을 야기하는 많은 문제점들이 대두되고 있다. 퇴비화(Composting)는 생화학적으로 발생하는 열에 의해 고온성 미생물이 생육할 수 있는 조건하에서 유기물질이 분해되고 안정화되는 것이며, 그 최종물질은 환경에 악영향을 주지 않고 토양에 시비할 수 있고 저장하기에 충분히 안정한 것이다.²⁾ 유기성 폐기물인 경우는 에너지 절약 및 자원의 재활용 그리고 대기 오염방지 측면에서 소각보다는 퇴비화의 비율이 높아지는 것이 보다 이상적인 처리과정으로 알려져 있다.⁶⁾ 또 소각처리시 발생하는 대기오염 문제등이 없기 때문에 외국에서는 퇴비화가 가장 환경오염이 적고 효과적인 유기성 폐기물의 처리방법으로 생각되어 지난 30년간 이 기술에 관한 수많은 연구가 수행되었다.^{7,11,22,24)} 최근 국내에서는 축산단지를 비롯한 양축농가에서 축산 폐기물의 퇴비화가 활발히 진행중이나 이들 퇴비에 대한 품질의 평가가 미흡하고 보다 체계적인 연구가 필요되고 있다. 특히 UR이 발효되면 농산물 시장의 개방에 따라 국내 농산

물의 품질을 높여야만 경쟁력을 유지할 수 있고 또한 국민들의 건강에 대한 관심이 높아 유기질 비료를 이용하여 재배한 농작물에 대한 기호도가 높아지고 있으므로 품질 좋은 퇴구비형의 유기질 비료의 필요성은 계속 증대되고 있다. 따라서 본 실험에서는 주재료인 돈분 및 계분에 수분 조절제로서 가장 적합한 톱밥을 사용하고 발효제를 첨가하여 퇴비를 제조한 후 퇴비화 과정중 이화학적 성상과 미생물의 활성변화를 파악함으로써 과학적인 퇴비제조와 그에 따른 퇴비화의 최적방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 퇴비재료

실험에 사용한 공시재료는 주원료로 돈분은 충남 부여 석성면 농가에서 채취 하였고 계분은 충남 부여 탄천면 농가에서 채취하여 이용하였으며 부재료로 수분조절제인 톱밥은 제재소에서 부생된 것을 사용하였다. 발효제는 시판되는 것(슈퍼엔자임)을 구입하여 이용하였다. Table 1은 실험에 이용된 돈분, 계분, 톱밥의 화학적 특성을 나타낸 것이다. 계분이 돈분보다 질소 함량이 높은 반면 총탄소 함량은 돈분이 약 2배 정도 높으며 톱밥은 탄소원 공급에 적합한 부재료로 C/N율이 228로 나타났다.

Table 1. Chemical composition of raw materials used

	pH (1:10)	Total-N (%)	Total-C (%)	C/N ratio
Pig manure	7.2	2.7	40.0	14.8
Chicken manure	6.7	4.2	26.8	6.38
Saw dust	6.0	0.2	45.6	2.28

2. 퇴비화실험

퇴비화 처리용량은 ① 돈분(80kg)+톱밥(20kg) 처리구, ② 돈분(80kg)+톱밥(20kg)+발

효제(0.4kg) 처리구, ③ 계분(65kg)+톱밥(35kg) 처리구, ④ 계분(65kg)+톱밥(35kg)+발효제(0.4kg) 처리구로 4개의 처리구로 제조하였으며 퇴비화 30일동안 1일 1회 교반 하였으며 퇴비의

온도 측정은 2일 간격으로 중앙부분에서 측정하였다. 시료 채취는 2일 간격으로 채취하여 음건후 2mm체를 통과시킨 후 분석에 이용하였다. 암모니아성 질소와 질산성 질소는 건조하지 않고 시료채취 후 분석하였다. 미생물수와 효소활성도 측정에 이용된 시료는 채취후 4℃ 이하 냉장보관 후 분석에 이용하였다.

3. 분석방법

Total nitrogen은 Kjeldahl법, Total carbon은 Tyurin법, NO_3^- -N은 Brucine법, NH_4^+ -N은 Indolpheneol-Blue법, 인산은 Vanadate법²⁾, 총당은 Phenol-sulfuric acid법, 환원당은 DNS법으로 측정하였으며 Total-K는 원자 흡광 광도계로 분석하였으며 pH는 1:10으로 희석하여 pH meter (ORION model 290A)로 측정하였다. 미생물수 조사는 시료 1g을 살균한 유발에 넣고 0.85% 생리 식염수로 희석하여 현탁시킨 다음 평판 도말하였다. 고온성 세균은 50℃에서, 곰팡이와 방선균은 30℃에서 배양 후 측정하였다. 퇴비중 효소활성 실험으로 Amylase, Cellulase, Xylanase activity는 Pancholy의 방법²⁶⁾, Phosphatase activity는 Nannipieri의 방법²⁷⁾, Urease activity는 Mcgarity의 방법²⁸⁾으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 퇴비화 과정중 온도 변화

돈분 및 계분의 퇴비화 과정중 온도 변화는 Fig.1과 같다. 퇴비화 진행중 온도는 시작후 5일에 급상승하여 58-66℃로서 발효가 활발히 진행됨을 알 수 있다. 특히 발효초기에는 발효제를 첨가한 처리구가 3일차에 58-68℃를 나타내었으며 이는 발효제의 첨가로 발효가 좀 더 활발하여 온도 상승의 결과를 보였다. 특히 돈분 처리구의 온도가 계분 처리구에 비해 높게 나타났다. 퇴비화 기간동안 온도 증가는 퇴비화 진행중에 미생물 수의 활성의 결과로 판단된다.¹⁶⁾

퇴비화 과정중 온도는 처음 며칠동안 급격히 증가 후 어느 일정 온도까지 감소가 되는 결과와 일치한다.¹⁸⁾

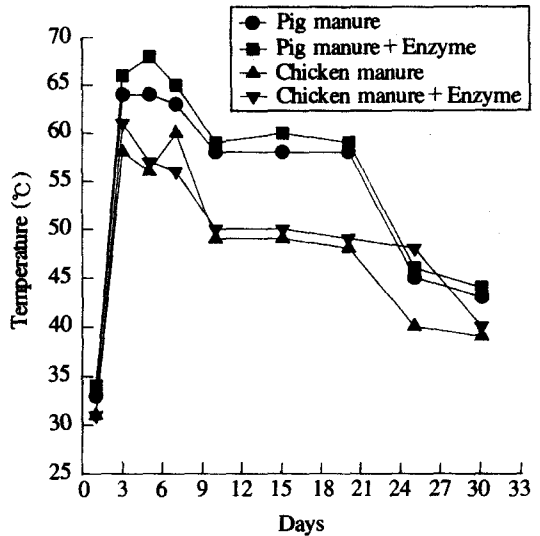


Fig. 1. Temperature recorded during composting.

2. 퇴비화 과정중 이화학적 성분의 변화

2.1 탄소, 질소, C/N율

돈분 및 계분처리구의 퇴비화 과정중 성분의 변화는 각각 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 총질소의 변화는 돈분 처리구의 경우 점차 감소하는 경향이있으며 발효제 첨가 처리구가 다소 높은 질소 함량을 보였다. 퇴비초기 원료 물질에 함유되어 있는 질소들은 단백질, 펩타이드 및 아미노산등이며 퇴비에 관여하는 대부분 타급영양 미생물들에 의하여 탄소, 질소 및 에너지원으로 이용하게 된다.^{1,4,16)} 퇴비화 기간중 총질소의 유실량은 경우에 따라 상당한 차이가 있으나 평균 20-50% 정도에 이른다.²⁸⁾ 총질소의 함량은 약간은 감소했으나 거의 일정했으며 돈분 처리구가 계분 처리구에 비해 질소 유실량이 큰 것으로 나타났다. 퇴비화에 관여하는 호기적 미생물은 타급영양 미생물중의 탄소 산화로 부

터 공급받게 된다. 그러므로 탄소화합물은 미생물의 에너지원으로 중요한 위치를 차지한다.^{14,15)} 총탄소 함량은 대부분 퇴비화가 진행되

면서 미생물의 에너지원으로 이용됨으로 감소 경향을 보였다. 특히 돈분퇴비의 처리구에서 감소가 큰 것으로 나타났다. 일반적으로 퇴비화에

Table 2. Change of chemical properties during composting of pig manure (unit : %)

Item	Days	pH (1:10)	T-N	T-C	C/N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Total-P	Potassium
Pig manure + Saw dust	3	7.7	1.6	35.9	22.4	0.15	0.15	2.1	0.05
	7	7.8	1.5	35.8	23.8	0.13	0.13	2.3	0.05
	10	7.9	1.4	36.8	26.3	0.11	0.13	1.7	0.05
	15	8.9	1.3	25.5	19.6	0.12	0.12	1.7	0.06
	20	9.3	1.1	25.6	23.3	0.10	0.08	2.0	0.05
	25	9.4	1.1	24.7	22.5	0.06	0.06	1.2	0.05
	30	9.3	1.3	21.9	16.8	0.08	0.06	0.7	0.06
Pig manure + Saw dust + Enzyme	3	7.7	1.6	35.0	21.8	0.09	0.13	2.4	0.05
	7	7.8	2.0	34.6	17.3	0.10	0.13	2.7	0.06
	10	8.5	1.3	34.1	26.2	0.09	0.12	1.4	0.05
	15	8.8	1.3	36.6	28.2	0.01	0.12	1.8	0.06
	20	9.3	1.1	27.4	24.9	0.08	0.08	1.3	0.06
	25	9.3	1.3	25.7	19.8	0.08	0.08	1.5	0.05
	30	9.2	1.3	25.0	19.2	0.05	0.07	1.0	0.05

Table 3. Change of chemical properties during composting of chicken manure (unit : %)

Item	Days	pH (1:10)	T-N	T-C	C/N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Total-P	Potassium
Chicken manure + Saw dust	3	7.9	0.9	28.4	31.5	0.08	0.13	1.8	0.04
	7	8.3	1.1	26.9	24.5	0.07	0.11	1.6	0.05
	10	8.9	1.0	19.7	19.7	0.07	0.11	1.2	0.05
	15	8.9	0.9	18.0	20.0	0.07	0.08	1.2	0.05
	20	9.3	0.8	23.5	29.3	0.09	0.06	0.9	0.05
	25	9.4	0.8	20.4	25.5	0.12	0.05	0.9	0.04
	30	9.2	0.7	19.6	28.0	0.11	0.05	0.7	0.05
Chicken manure + Saw dust + Enzyme	3	7.9	0.9	27.7	30.7	0.08	0.13	1.2	0.04
	7	8.1	1.2	19.0	15.8	0.09	0.13	1.5	0.05
	10	8.7	1.1	20.2	18.3	0.08	0.10	1.3	0.06
	15	9.0	1.3	19.0	14.6	0.07	0.08	1.3	0.05
	20	9.3	1.0	22.6	22.6	0.10	0.06	0.8	0.05
	25	9.3	0.8	21.7	27.1	0.11	0.05	0.7	0.04
	30	9.3	0.7	19.9	28.4	0.11	0.05	0.7	0.05

적합한 폐기물의 초기 C/N ratio는 26~35로 탄질율이 35보다 높으면 질소 부족현상이 나타나기 시작하여 미생물의 증식이 억제되고 따라서 퇴비화 속도가 늦어진다. 동시에 탄소가 많으므로 이것에 의해 생긴 유기산등이 퇴비의 pH를 낮추고 미생물의 성장과 활동도 억제된다. 반대로 탄질율이 너무 낮으면 질소가 암모니아로 변하여 pH를 증가시키고 이것으로 인하여 암모니아 가스가 발생되어 퇴비화 과정중 좋지 않은 냄새가 생기게 된다.¹⁸⁾ 퇴비화 과정중 C/N율의 변화는 돈분 처리구의 경우 3일차에 22.4였으며 30일차는 16.8로 감소하였다. 또한 발효제를 첨가한 돈분 처리구는 3일차에 21.8에서 30일차에 19.2로 감소 하였으나 두 처리구간에 특별한 차이점은 보이지 않았다. 계분처리구는 3일차에 31.5에서 30일차에 28로 감소 하였으며 발효제를 첨가한 처리구에서도 비슷한 경향이었다. 따라서 C/N율로 살펴볼 때 퇴비화 과정중 상당히 유동적이었으며 C/N율만으로 퇴비의 부숙도 등을 판단하는 데는 어려움이 따를 것으로 판단된다. 또한 퇴비화 과정중 C/N율은 재료나 난분해성(ligin) 물질이 많이 함유된 원료의 경우 C/N율만으로 부숙정도를 판단하는 것은 어려울 것으로 생각된다. 왜냐하면 탄소원으로 사용되는 원료중에 lign과 tanin을 구성하고 있는 탄소는 미생물이 기질로 사용하기 어렵기 때문이다.

2.2 pH

퇴비화를 위한 적정 pH는 다소 차이는 있지만 6.5~9.5의 범위로 알려져 있다.¹³⁾ 퇴비화과정중 pH는 초기에는 감소하다가 재료가 점차 분해되어 생성되는 암모니아 등의 영향으로 점차 상승하고 최종에는 안정화 과정을 거쳐 pH 7~8 사이에 이른다.^{10,15,19)} 본 실험에서 pH는 계분처리구가 돈분처리구보다 높았는데 이는 계분이 돈분보다 유기태 질소의 성분이 많아 암모니아성 질소의 생성이 많았으며 암모니아 질소가 NH₄OH를 생성하므로 높아진 것으로 추정된다. 또한 각 처리구 공히 pH 7.8의 중성에서 발효가 진행됨에 따라 pH 9.3~9.4까지 증가후 25일차부

터 서서히 감소 경향을 보였다. 따라서 주발효기간을 지나 후발효 기간 이후에는 감소가 될 것으로 생각된다.

2.3 암모니아성 질소, 질산성질소

퇴비화 기간중 암모니아성 질소의 변화는 돈분 처리구에서 3일차 이후 점차 감소했으며 발효제를 첨가한 돈분 처리구에서는 18일차 이후 부터 감소하는 경향이었다. Sphon(1978) 등은 부숙이 완료된 퇴비는 ammonium 함량이 0.04% 이내로 규정하고 있으며 ammonium함량이 부숙의 좋은 지표라 간주하고 있다. Katayama(1987) 등은 하수 슬러지 퇴비의 토양중 안정화 과정에서 숙성되지 않은 퇴비 첨가 토양에서는 ammonification과 질산성 질소의 농도감소를 관찰하였으며 숙성된 퇴비의 첨가토양에서는 nitrification이 일어났음을 조사하여 ammonification의 종료가 퇴비의 안정화가 이루어진 것이라고 제안하였다. 계분 처리구는 점차 증가하는 경향을 보였는데 이는 계분의 특성상 돈분보다 분해가 늦기 때문인 것으로 여겨진다. 질산성 질소는 각 처리구 모두 감소하였다. 이는 축산분뇨 이외의 재료를 이용한 퇴비화 실험과는 다소 상이한 결과를 나타냈다. 또한 퇴비화 과정중 인산은 약간 감소 하였으며 칼륨은 거의 일정한 수준이었다.

2.4 총당, 환원당

퇴비화 과정중 총당과 환원당의 변화는 Fig 2-1, 2-2와 같다. 퇴비화 과정중 총당의 함량은 돈분처리구가 계분처리구보다 높았으나 경시적으로는 특별한 경향을 보이지 않았다. 그러나 계분 처리구는 경시적으로 다소 감소되는 경향을 나타내었다. 환원당의 함량은 돈분 처리구의 경우 초기에는 증가한 후 15일 부터 감소하는 경향이었으며 발효제를 첨가한 돈분 처리구에서는 초기에는 높았으나 점차 감소되는 경향이었다. 또한 계분 처리구도 15일 이후에는 감소 경향이 뚜렷하였으며 발효제를 첨가한 계분 처리구는 점차 감소 하였다. Inoko(1979) 등의 실

험에서도 환원당의 함량이 처음 1주간은 증가한 후 점차 감소한 것과 같은 경향을 나타내었다.

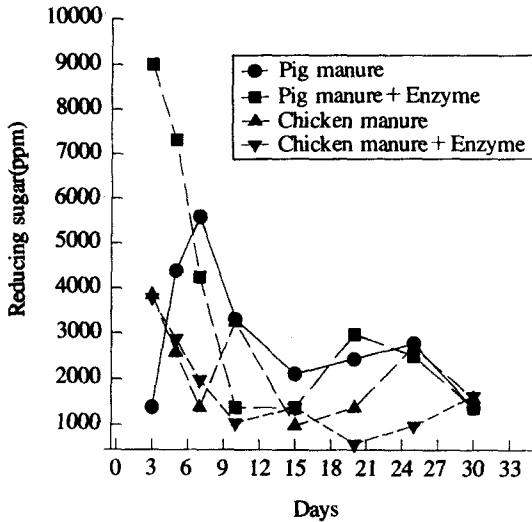


Fig. 2-1. Changes of hot water soluble reducing sugar during the composting process.

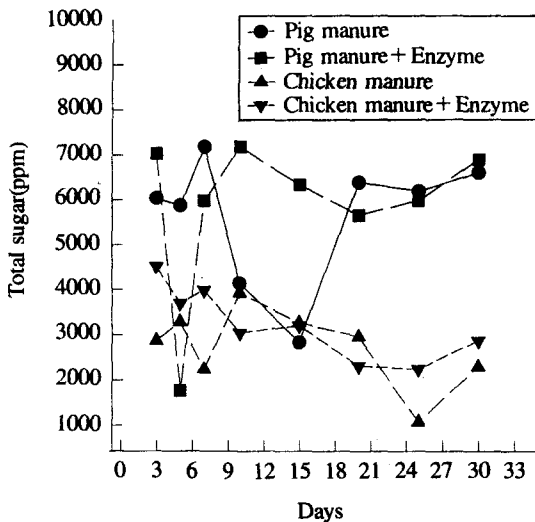


Fig. 2-2. Changes of hot water soluble total sugar during the composting process.

3. 퇴비화 과정중 미생물 및 효소 활성도 변화

가. 미생물 변화

돈분 퇴비화 과정중 미생물 변화는 Table 4와 같다. 퇴비화 과정의 초기에는 중온성 진균과 세균들이 주로 유기물을 분해하고 이들의 작용에 의해 퇴비의 온도가 40℃ 이상으로 상승됨에 따라 고온성 세균과 방선균으로 대체되기 시작하며²⁰⁾ Bagstam(1978)은 퇴비 초기단계에서 중온성 세균의 밀도가 처리 1일 후에 급격히 증가하여 10¹⁰개/g 이상이 되고 2일 후에는 전체 미생물 숫자의 60% 이상을 차지한다고 하였고 진균과 방선균도 각각 30%, 10%를 차지한다고 하였다. 하수슬러지의 퇴비화 시작단계에서도 이와 비슷하게 미생물 변화가 일어난다고 하였다.²⁰⁾ 그러나 본 실험에서는 온도가 초기부터 급격히 증가하므로 초기 중온균의 밀도보다 고온균의 밀도가 높게 나타났다. 세균수에 있어서는 중온균과 고온균수로 미루어 보아 발효제 처리구간에 현저한 차이점을 발견하지 못하였다. 고온균수의 변화로 보아 발효제 처리구에서는 초기에 고온 발효기간을 거친 것으로 판단된다. 또한 퇴비내의 온도가 높을수록 고온균수의 분포가 많았다. 또한 초기 방선균수가 극히 낮은 분포를 보인 것은 고온으로 인한 것으로 판단되며 퇴비화의 마지막 단계에서 주로 분포될 것으로 생각된다. 진균류의 생육은 각 처리구에서 비슷한 분포를 보였다. 계분 퇴비화 과정중의 세균류와 진균류의 분포는 Table 5와 같다. 고온성 세균수는 계분퇴비의 경우 일정하였으며 발효제첨가 처리구에서는 7일차까지 초기에 증가 경향을 나타내었다. cellulose 분해에 영향을 미치는 방선균의 수는 각 처리구 공히 낮은 분포로 돈분퇴비의 처리구와 비슷한 분포를 보였다. 진균수는 각 처리구에서 15일차 이후 2.5 × 10⁸ cells/g의 분포를 나타내었다.

나. 효소 활성변화

퇴비화 과정중 각 효소 활성도 변화는 Fig. 3, 4, 5와 같다. 돈분 퇴비화 과정중 urease가

Table 4. Changes of microbial counts during composting process of pig manure

	Days	Mesophile bacteria	Thermophile bacteria	Actinomycetes	Fungi
Pig manure + Saw dust	3	2×10^7	13×10^5	—	—
	7	1×10^7	285×10^5	—	4×10^3
	10	8×10^7	199×10^5	—	—
	15	22×10^7	41×10^5	—	—
	20	7×10^7	508×10^5	2×10^5	2×10^3
	25	14×10^7	268×10^5	2×10^5	2×10^3
Pig manure + Saw dust + Enzyme	3	6×10^7	42×10^5	—	2×10^3
	7	1×10^7	50×10^5	—	—
	10	8×10^7	199×10^5	—	—
	15	2×10^7	3×10^5	—	—
	20	10×10^7	10×10^5	2×10^5	2×10^3
	25	2×10^7	4×10^5	2×10^5	2×10^3

Table 5. Changes of microbial counts during composting process of chicken manure

	Days	Mesophile bacteria	Thermophile bacteria	Actinomycetes	Fungi
Chicken manure + Saw dust	3	3×10^7	1×10^5	—	—
	7	1×10^7	1×10^5	—	—
	10	4×10^7	1×10^5	—	—
	15	23×10^7	1×10^5	—	2×10^3
	20	8×10^7	2×10^5	2×10^5	4×10^3
	25	2×10^7	1×10^5	7×10^5	2×10^3
Chicken manure + Saw dust + Enzyme	3	1×10^7	22×10^5	—	—
	7	2×10^7	100×10^5	—	—
	10	2×10^7	22×10^5	—	—
	15	10×10^7	7×10^5	—	—
	20	2×10^7	1×10^5	2×10^5	5×10^3
	25	2×10^7	3×10^5	5×10^5	2×10^3

장 높은 활성을 나타냈으며 cellulase의 활성이 가장 낮았다. 당화효소인 amylase의 활성은 돈분 퇴비의 경우 9~14일 사이에 증가하였다가 감소한 후 21~25일에 다시 증가하는 경향이였으며 발효제를 첨가한 처리구에서는 초기에 증가 후 21일 이후 다시 증가했다. cellulase는 돈분처리구의 경우 초기 2주간 증가하는 경향이였으

며 14일 이후 1주간 감소후 다시 증가하였다. Chino(1983)등의 도시하수 슬러지를 이용한 퇴비화 실험에서 cellulase activity는 초기 분해가 활발히 진행되는 동안에는 낮았으며 23일 이후 점차 증가하여 이는 이 때부터 섬유소 성분의 분해가 활발한 것으로 보았으며 본 실험에서도 초기에는 낮은 활성을 나타냈으나 24일 이후부

터 서서히 증가하는 비슷한 결과를 보였다. 고분자 탄수화물 분해효소인 xylanase는 발효제를 첨가한 처리구에서 다소 높았으나 요소 분해효

소인 urease활성은 오히려 발효제를 첨가한 처리구에서 낮게 나타났다. 또한 계분 처리구에서도 돈분 처리구와 유사한 경향이였다. amylase

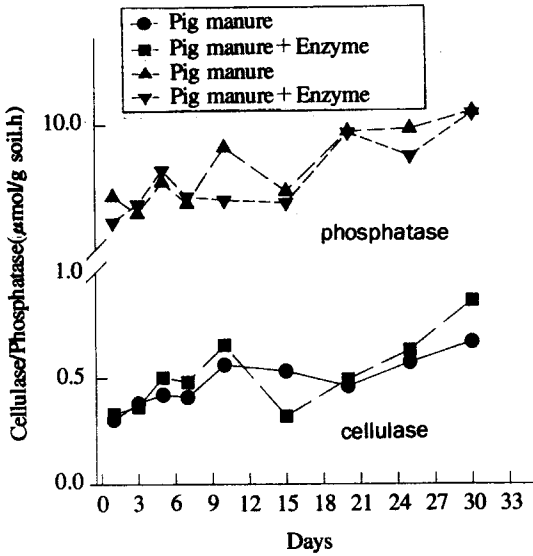


Fig. 3. Changes in activities of phosphatase and cellulase during composting process of pig manure.

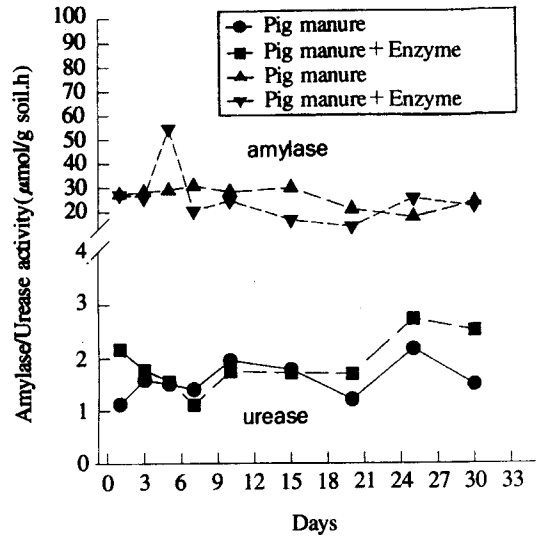


Fig. 5. Changes in activities of amylase and urease during composting process of pig manure.

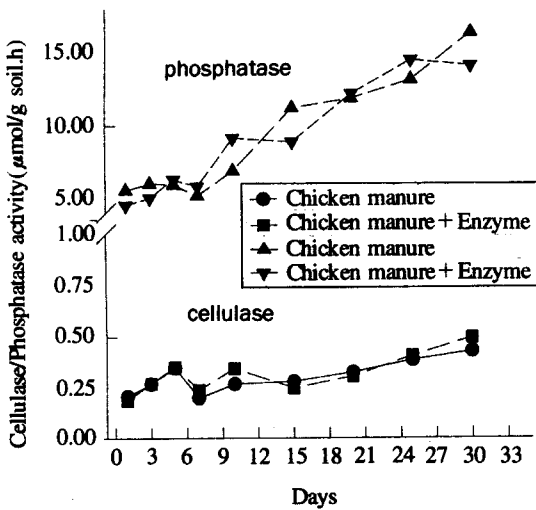


Fig. 4. Changes in activities of phosphatase and cellulase during composting process of chicken manure.

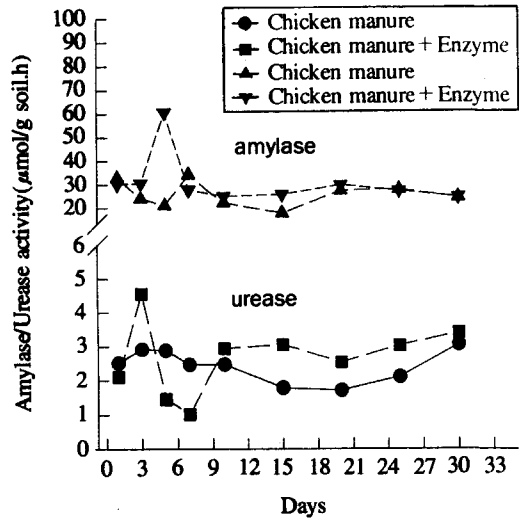


Fig. 6. Changes in activities of amylase and urease during composting process of chicken manure.

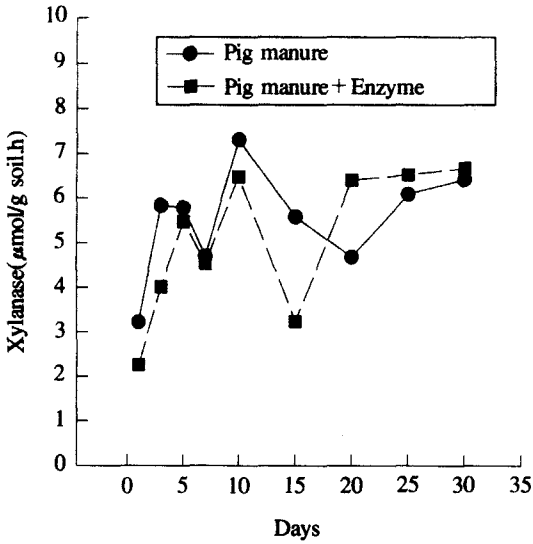


Fig. 7. Changes in activity of xylanase during composting process of pig manure.

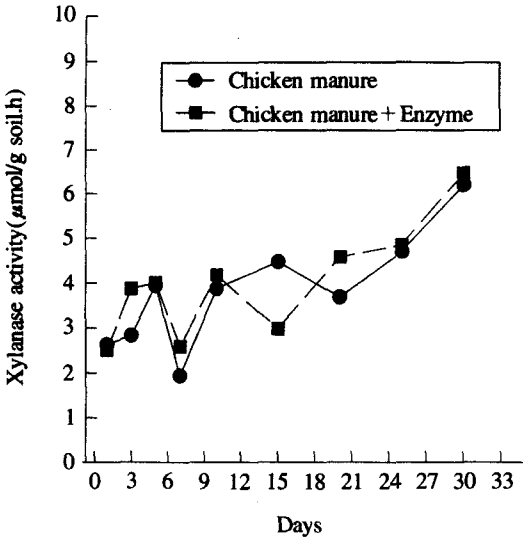


Fig. 8. Changes in activity of xylanase during composting process of chicken manure.

활성은 발효제 처리구에서 높았으며 cellulase 활성은 전반적으로 증가하는 것으로 발효제 처리구가 다소 높은 활성을 보였다. xylanase와

phosphatase도 경시적으로 증가하는 경향이었으며 urease는 발효 초기에 증가후 점차 감소하는 경향을 나타냈다. 각 효소의 활성이 초기에 낮은 것은 온도의 증가와 NH₃의 발생 때문인 것으로 생각된다.¹²⁾ 또한 본 실험의 효소활성 변화는 퇴비화가 진행되면서 phosphatase, cellulase 그리고 xylanase의 활성은 증가하였으며 amylase와 urease의 활성은 뚜렷한 변화가 없었다.

이상의 결과로써 퇴비화 과정중 발효제를 첨가한 돈분 및 계분처리구는 발효제를 첨가하지 않은 처리구와 비교해 볼 때 현저한 차이가 없었다. 이는 첨가된 미생물이 기존의 돈분과 계분처리구에서 생육이 좋지 않아 나타난 것으로 판단됨으로 현재 이용되는 발효제는 퇴비화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되며 차후 발효제 첨가에 따른 실험이 다양하게 수행되어야 할 것으로 본다. 또한 C/N율의 감소로 보아 돈분처리구가 계분처리구에 비해 분해가 활발함을 알 수 있었으며 본 실험에서 초기 퇴비화 과정중의 부숙도를 평가하는 것은 어렵지만 부숙도와 밀접한 이화학적 특성과 미생물 활성 변화등은 퇴비화 기간보다는 돈분 및 계분의 주원료와 수분조절제의 적절한 혼합물에 의해서 변화가 큰 것으로 나타났다. 따라서 양질의 퇴비화를 위해서는 돈분 및 계분의 주원료와 수분조절제의 발효조건에 알맞는 혼합량의 선정이 필요하다고 생각한다.

적 요

돈분 및 계분에 톱밥을 수분조절제로 이용하고 발효제를 첨가하여 퇴비화 실험을 수행하여 30일간의 초기 퇴비화 과정중 이화학적 특성과 미생물활성 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 온도는 각처리구 모두 퇴비화 초기부터 급격히 증가하였으며 3~7일차에 58~68℃의 범위로 특히 발효제를 첨가한 돈분 퇴비가 가장 높았으며 계분퇴비보다 돈분퇴비의 온도가 높게

나타났다.

2. 퇴비화 과정중 pH는 7.7~9.3으로 돈분 및 계분퇴비가 비슷하였으며 일정기간 증가후 25일 이후 감소하였다.

3. 총탄소는 퇴비화가 진행될수록 유기물의 분해로 감소하였으며 총질소는 돈분퇴비의 경우 약간 감소하였으나 계분 퇴비는 일정하였다.

4. 돈분퇴비의 C/N율은 3일차에 22.4에서 30일차에는 16.8로 감소되었으며 발효제를 첨가한 돈분퇴비는 3일차에 21.8에서 30일차에는 19.2로 감소 하였다. 또한 계분퇴비는 3일차에 31.5에서 28로 감소하였으며 발효제를 첨가한 퇴비에서도 비슷한 결과였다.

5. 암모니아태 질소와 질산태 질소는 발효제를 첨가한 처리구가 약간 낮았으며 계분퇴비는 비슷하였고 퇴비화 진행중 초기 증가후 15일 이후에는 감소하는 경향이였다.

6. 총당 함량은 돈분퇴비가 6,000~7,000mg/kg 이었고 계분퇴비가 2,000~4,000mg/kg이었으며 발효제를 첨가한 퇴비구와는 뚜렷한 차이가 없었다.

7. 퇴비화 과정중 미생물 분포는 중온균과 고온균의 밀도가 높았으며 방선균과 진균은 초기 보다는 온도가 감소되는 20일 이후 $2 \times 10^3 \sim 2 \times 10^6$ 개의 분포를 나타냈다.

8. Cellulase, phosphatase, xylanase activity는 퇴비화가 진행될수록 증가하였으며 amylase, urease activity는 뚜렷한 변화가 없었다.

9. 퇴비화 과정중 변화를 조사한 결과 발효제를 첨가한 돈분 및 계분퇴비는 발효제를 첨가하지 않은 퇴비와 비교해 불 때 현저한 차이가 없었다. 이는 첨가된 미생물이 기존의 돈분과 계분퇴비에서 생육이 좋지않아 나타난 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 농림수산부. 1995. 농림수산부 통계
2. 농촌진흥청. 1989. 토양화학분석법
3. 서정윤. 1988. 폐기물의 퇴비화 과정중 물질 변화. 한국환경농학회지. 7(2):136-145.
4. 서정윤. 1988. 폐기물의 퇴비화 과정중 물질 변화. 한국환경농학회지. 7(2):146-152.
5. 정영륜. 1992. 퇴비화 기술의 생물학적 분석. 유기성 폐기물의 자원화 기술 심포지움. 3-28.
6. 지재성, 남궁은. 1993. 한국형도시 폐기물퇴비화 공법의 개발계획. 한국 유기성 폐기물 자원화협의회지. 1(2):171-186.
7. Albonetti, S. G. and Massari, G. 1977. Micrological aspects of solid waste composting in Rome. Abstracts of second International Mycological Congress. University of South Florida, Tampa, Florida.
8. Bagastm, G. 1978. Population changes in microorganisms during composting of spruce bark, I. Influence of temperature control. Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 5:315-330.
9. Bagastm, G. 1977. Population changes in microorganisms during composting of spruce-bark II. Mesophilic and thermophilic microorganisms during controlled composting. Env. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 6:279-288.
10. Cardenas, R. R. and L. K. Wang, [cited by E. I. Jimenez and V. P. Garcia. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity: A review. *Biological wastes*, 27:115-142]
11. Chanyasak, V. and H. Kubota. 1981. Carbon/organic nitrogen ratio in water extract as measure of composting degradation. J. Ferment. Technol., 179-207.
12. Chino, M., S. Kanazawa., T. Mori., M. Aragi., and B. Kanke. 1983. Biochemical studies on composting of municipal sewage sludge mixed with rice hull. Soil Sci. Plant Nutr., 29(2):159-173.
13. Espstein, E. 1987. Anaerobic sludge digestion. Techna Type, Inc., 55-80.

14. Finstin, M. S., and M. L. Morris 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. *Adv. appl. Microbiol.*, 19:113-151.
15. Finstin, M. S., and M. L. Morris. 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. *Adv. appl. Microbiol.*, 19:113-151.
16. Fogarty, A. M. and O. H. Tuovinen., 1991. Microbiological degradation of pesticides in yard waste composting. *Microb. Rev.* 55(2) :225-233.
17. Garcia, C., T. Hernandez, and F. Costa. 1990. Color changes of organic wastes during composting and maturation process. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 36(2):243-250.
18. Golueke, C. G. 1972: Composting. A study of the process and its principles. Rodale press, Emmaus, USA.
19. Gray, K. R., et al., [cited by E. I. Jimenez, and V. P. Garcia. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity : A review. *Biological wastes*, 27:115-142]
20. Hadara, Y. and A. Inoko. 1988. Relationship between cation exchange capacity and degree of maturity of city refuse composts. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 26(3):353-362.
21. Haug, R. T. 1980. Composting engineering. Ann arbor science. Michigan 1-60.
22. Jeris, J. S. and R. W. Rgan. 1973. Controlling environmental parameters for optimal composting. Part I. *Compost Sci.*, 14:10-15.
23. Katayama, A., K. C. Ker, M. Hirai, M. Shoda and H. Kubota. 1987. Stabilization process of sewage sludge compost in soil. *Soil Sci. Plant Nutr.* 33(1):123-135.
24. Levi, M. R., R. Riffaldi, and A. Saviozzi. 1986. Organic matter and nutrients in fresh and farmyard manure. *Agricultural Wastes.* 16:225-236.
25. Mcgarity, J. M. and M. G. Myers. 1967. A survey of urease activity in soils of northern New South Wales. *Plant and Soil.* 27:217-238.
26. Nakasaki, K., M. Sasaki, M. Shoda and H. Kubota. 1985. Changes in microbial numbers during thermophilic composting of sewage sludge with referance to CO₂ evolution rate. *Appl. Env. Microbiol.* 49(1):37-41.
27. Nannipieri, P., F. Pedrizzini, P. G. Arcara, and C. Pivanelli. 1979. Changes in amino acids, enzyme activities and biomasses during soil microbial growth. *Soil Sci.* 127:26-34.
28. Otto, P. 1981. Behandlung und Verwertung von Wirtschaftsdungern; Willi, J. und Von Staa, H.; *Okologie Landschaft, Kongre-bericht "Grunes Form Alphach 1980"*. 71-86.
29. Pancholy, S. K. and E. L. Rice. 1973. Soil enzymes in relation to old field succession: amylase, cellulase, invertase, dehydrogenase and urase. *SoilScience Society of America Proceedings.* 37:47-50.
30. Poincelot, R. P. 1974. A scientific examination of the principles and practice of composting. *Compost Sci.* 15(1):24-31.
31. Spohn, E. 1978. Determination of compost maturity. *Compost Science*, 19:26-27.