Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 38(4): 325~330, 2018
https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.325
ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

가축 분 퇴비화과정의 온도에 따른 잡초종자 발아억제 효과

정광화*, 김기용, 이동준, 이동현, 곽정훈
국립축산과학원

The Effect of Temperature of Compost on the Germination Inhibition of Weed Seeds during Livestock Manure Composting

Kwang-Hwa Jeong*, Ki-Yong Kim, Dong-Jun Lee, Dong-Hyun Lee and Jung-Hoon Kwag
National Institute of Animal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to assess the composting temperature effects on germination of curled dock and barnyard millet seeds. After the seeds wrapped in gauze were buried in the compost heap, the seeds were taken out under monitering the temperature for measuring germination rate at 1.5, 3, 10 and 20 days of composting. The germination rate of the seeds was directly related to the temperature of the compost heap regardless of the type of composting method. The seeds that buried in the compost for 1.5 days at a temperature of 60～70°C were completely lost their germination ability. However, the germination rate of the seeds retained about 10% even after 20 days when compost temperature was below 51°C. Reulsting data suggests that, it is necessary to keep the compost temperature at least 55°C for more than 3 days in order to suppress the germination of the seeds. On the other hand, if the temperature of the compost rises by 60～70°C, the seeds will lose their gemination ability with in 1.5 days. In conclusion, aerobic composting would be more effective in suppressing germination ability of curled dock seed and barnyard millet seeds.

(**Key words**: Livestock manure, Composting, Germination, Weed seed)

Ⅰ. 서 론

가축분뇨는 질소, 인산, 칼리와 같은 주요 비료성분 뿐만 아니라 칼슘과 마그네슘 등의 미량요소까지 함유하고 있어서 유용한 비료자원으로서의 가치를 지닌다(Lee et al., 2012). 따라서 국내에서 발생된 가축분뇨는 주로 퇴비와 액비 등의 비료자원으로 활용되고 있다. 지난 2017년 말 기준으로 국내에서 발생한 가축분뇨 4,846만 톤 중 91%에 달하는 4,410만 3천 톤이 퇴비와 액비로 전환되어 농경지로 환원되었고, 그 중에서 퇴비로 전환되어진 가축분뇨는 3,884만 8천 톤에 달해서 가축분뇨 발생 총량 중 80.2%를 차지하였다(농림축산식품부, 2018). 그리고 액비화 방법은 전체 가축분뇨 발생량의 39.5%를 차지하는 양돈분야에서 주로 활용하였다. 양돈분뇨는 세정수와 분과 뇨 등이 혼합되어 수분함량이 95% 이상인 상태로 배출되기 때문에 액비로 만들어 활용하는 것이 타당하다. 반면에 젖소나 한우 또는 염소 등과 같은 축종은 축사 바닥에 톱밥 등과 같은 흡습성 재질로 된 깔짚을 깔고 사육하기 때문에, 축사에서 배출되는 분뇨를 퇴비화하기에 적합한 형태이다. 따라서 현재 소나 염소의 분뇨는 거의 전량이 퇴비화 과정을 거친 후에 경작지로 환원되어서 비료자원으로 이용되고 있는 추세이다. 그러나 소나 염소와 같은 축종은 건초나 생초 등 풀사료를 섭취하기 때문에 축사에서 배출된 깔짚 또는 분뇨 중에 잡초종자가 존재할 가능성이 있고, 실제로 국내의 풀사료 포장에 소리쟁이와 피 등의 잡초가 유입되어 있는 경우가 발생하고 있다. 2017년 화성시 감자 재배농가에서는 밭에 피와 명아주가 많이 발생하여 가축분 퇴비로 인한 잡초발생인지 여부를 농촌진흥청에서 직접 조사하고 기술지원을 실시한 사례도 있다(농촌진흥청, 2017). 그러므로 풀사료 포장에서 퇴비를 이용하여 생산성을 높이고자 할 때에는 퇴비 내의 잡초종자가 초지나 사료포에 유입되지 않도록 잡초종자의 발아력을 억제할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 소와 염소 등 풀사료를 먹는 반추가축이 배출하는 분뇨의 퇴비화과정에서 잡초종자의 발아율 변화에 대한 국내의 연구결과가 많지 않은 편이다. 따라서 본 연구에

*Correspondingauthor: Kwang-Hwa Jeong, National Institute of Animal Science, Wanju-gun, jeollabuk-do South Korea.
Tel: +82-63-238-7402, Fax: +82-63-238-7447, E-mail: gwhaju@korea.kr

서는 염소 분과 젖소 분의 퇴비화과정에서의 소리쟁이 종자의 발아율 변화를 분석하였고, 한우 분의 퇴비화과정에서의 소리쟁이와 피 종자의 발아율 변화 정도를 조사하였다.

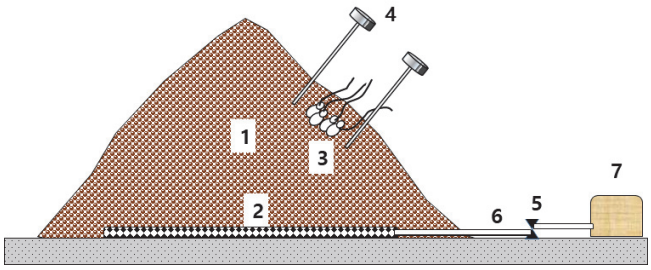
Ⅱ. 재료 및 방법

1. 퇴비단 구성

국내 산지초지 수행농가에서 수거한 염소 분과 젖소 분 그리고 한우 분을 수분조절재인 톱밥과 혼합하여 초기 수분함량 60% 내외의 시험용 퇴비단을 각각 조성하였다. 퇴비단은 강수 등과 같은 외부환경의 영향을 줄일 수 있도록 벽과 지붕이 설치된 퇴비사 내에 퇴적하였다. 시험용 퇴비단의 높이는 1.5 m 그리고 폭은 2.5 m 규격으로 퇴적하여 시험을 실시하였다. 각 퇴비단은 송풍을 실시하는 송풍구와 송풍을 실시하지 않는 비 송풍구로 구분하여 실험하였다. 송풍량은 가축분뇨 자원화시설 표준설계도 해설서(농식품부 등, 2009)에서 제시하는 0.05~0.2 ㎥/분/㎥ 의 중간 값인 0.12 ㎥/분·㎥ 의 수준으로 결정하였다. 퇴비단 내로 공기를 공급하는 방법은 블로워에 부착된 공기공급용 파이프를 퇴비단 바닥부위에 설치된 산기관과 직접 연결하는 방식을 택했다. 공기공급용 파이프에는 공기 이송량 측정장치와 공기량 조절밸브를 부착하여 정해진 양의 공기가 공급되도록 하였다. 송풍구와 비송풍구 모두 퇴비단 뒤집기작업은 실시하지 않았다.

2. 소리쟁이 종자와 피 종자 퇴비화처리 방법

염소 분과 젖소 분의 퇴비화 처리과정에서는 소리쟁이 종자 발아력 억제정도를 측정하였고, 한우 분 퇴비화과정에서는 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율을 분석하였다. 소리쟁이 종자와 피 종자를 각각 거즈에 담고 거즈의 투입부 부분을 철심으로 단단히 막아서 주머니 형태로 만들었다. 종자가 담긴 주머니의 목 부분을 철사로 꿰어 퇴비화 개시 익일 차에 각 퇴비단에 투입하였다. 투입 위치는 투입된 종자가 외기의 영향을 받지 않도록 퇴비단 표면으로부터 30 cm 깊이로 하였다. 시험용 종자를 매립한 부분에 온도계를 설치하여 종자에 가해지는 퇴비단의 온도를 측정할 수 있도록 하였다. 종자를 퇴비단에 투입한 후 1.5일, 3일, 10일과 20일 후(퇴비화 개시 시점으로부터는 2.5일, 4일. 11일, 21일 후)에 종자주머니를 꿰고 있는 철사를 천천히 잡아당겨 퇴비단에 영향을 주지 않도록 종자주머니를 회수한 후 발아시험을 실시하였다. 본 시험을 위하여 조성한 퇴비단의 구성은 Fig. 1과 같다.



1. Compost pile, 2. Air diffuser, 3. Weed seed, 4. Thermometer
5. Air flow regulator, 6. Air pipe, 7. Air blower

Fig. 1. Schematic diagram of experimental aerobic compost pile.

그림 1의 퇴비단에 소리쟁이 종자와 피 종자를 투입한 모습과 발아시험을 위하여 종자를 퇴비단에서 회수한 후의 모습은 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

(a) (b)

Fig. 2. Seed buried in compost pile(a) and seed excavated from compost pile(b).

3. 퇴비화 처리 후 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율 측정

발아시험을 수행할 샤알레 내에 여과지를 2겹으로 깔고서 물기가 어릴 정도로 촉촉하게 증류수를 적신 다음, 각각의 샤알레에 시험용 종자를 100립씩 치상하여 두껑을 덮은 후, 30°C 항온배양기에서 5일간 배양 후 발아된 종자의 수를 조사하였다. 발아율 시험은 3반복으로 수행하여 평균한 값을 발아율로 정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시험용 퇴비단의 특성

소리쟁이 종자와 피 종자의 발아시험을 수행하기 위하여 로더를 이용하여 염소 분과 젖소 분 그리고 한우 분을 톱밥과 각각 잘 혼합한 후 퇴비단을 조성하였다. 각 퇴비단은 그림 1에 나타난 바와 같은 호기적 퇴비단(Aerobic compost heap)과 그림 1

Table 1. Characteristics of raw materials for composting at initial stage of composting of livestock manure

Items	Goat manure	Dairy cattle manure	Han-woo manure	Saw-dust	Goat manure + Saw-dust	Dairy cattle manure + Saw-dust	Han-woo manure + Saw-dust
Moisture content (%)	54.4±1.1	75.0±1.2	76.3±2.7	15.0±0.3	55.2±1.5	63.4±1.6	65.3±1.2
pH	8.32±0.55	8.48±0.48	8.45±0.23	6.78±0.14	8.71±0.52	8.79±0.37	8.47±0.63

의 2, 5, 6, 7 부분을 생략한 비 호기적 퇴비단(No aerobic compost heap)으로 구분하여 시험을 실시하였다. 일반적으로 퇴비화과정에서 잡초 종자는 퇴비단 내의 여러 가지 조건에 의해 발아력이 낮아지는데, 그 중에서도 가장 큰 영향요소는 퇴비온도와 퇴비단 내 체류시간인 것으로 알려져 있다(Eggley, 1990; Shiralipour et al., 1991; Eghball et al., 2000; Larney et al., 2003; Dahlquist et al., 2007). 따라서 젖소 분, 한우 분 그리고 염소 분 퇴비화 실험 진행기간에 따라 각 퇴비단의 온도를 측정하였다. 퇴비화 실험 시작단계에서 각 퇴비단의 3개소에서 시료를 채취하여 수분과 pH를 측정하였고, 그 결과는 Table 1과 같다.

2. 염소 분 퇴비화에 따른 소리쟁이 종자의 발아율

염소 분 퇴비화에 의한 소리쟁이 종자의 발아율 변화정도를 조사하기 위하여 염소 분과 톱밥을 로더를 이용하여 잘 혼합한 후 시험용 퇴비단을 조성하였다. 퇴비단은 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단으로 구분하여 시험을 수행하였다. 염소 분의 퇴비화기간이 경과함에 따른 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단의 온도변화는 Fig. 3과 같다.

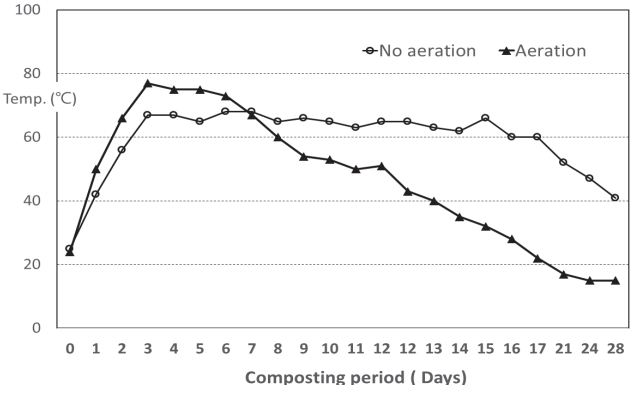


Fig. 3. Change of temperature of goat manure compost pile with time.

염소 분 퇴비단의 온도는 호기적 퇴비화 방법이 비 호기적 방법에 비해 빠르게 상승하였고 최고온도도 높은 것으로 조사되었다. 시험에 사용한 세 축종의 분을 이용한 비 호기적 방법에 따른 퇴비단 온도변화는 염소 분 퇴비단이 타 축종 분의 퇴비단에 비해 상대적으로 온도상승 속도와 최고 온도가 높게 나타났다. 염소 분 퇴비단의 온도는 호기적 퇴비화의 경우 소리쟁이 종자 투입 시부터 7일 동안 55℃ 이상의 온도를 유지하였고 이 기간 동안 최고 온도는 77℃이었다. 비 호기적 염소 분 퇴비단의 경우에는 소리쟁이 종자 투입 시부터 15일 동안 55℃ 이상의 온도를 유지하였고, 이 기간 동안 최고 온도는 68℃를 기록하였다. 염소 분 퇴비단의 온도는 호기적 처리 또는 비 호기적 처리 모두 퇴비 투입 시에 55℃에 도달하였고, 최고온도 도달 기간은 호기적 처리구에서는 종자 투입 후 1일, 그리고 비 호기적 처리구의 경우에는 투입 후 5일이 소요되었다. 염소 분의 퇴비화 방법과 퇴비화 기간의 경과에 따른 소리쟁이 종자의 발아율 변화는 Table 2에 나타난 바와 같다.

염소 분 퇴비단에 투입된 소리쟁이 종자의 경우 퇴비단 내에 투입된 후 1.5일 후에 회수한 종자에서 발아력이 나타나지 않았다. 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단 모두 퇴비단 내에 투입 후 1.5일 경과 후 공히 소리쟁이 종자의 발아현상이 나타나지 않았다. 이후 3일째 그리고 그 이후에 회수한 소리쟁이 종자 역시 발아하지 않았다. 반면에 퇴비단 내에 투입하지 않은 소리쟁이 종자(대조구)의 발아율은 92% 수준을 나타냄으로서 부숙온도 55℃ 이상의 온도를 1.5일 이상 유지하는 염소 분 퇴비단에 투입된 소리쟁이 종자는 발아력을 상실하는 것으로 판단된다. 이 결과는 Grundy 등(2013)이 잡초 씨앗을 망에 담아 온도 55℃의 퇴비단에 넣고서 3일, 21일 84일 경과 후 잡초 씨앗의 발아상태를 실험한 결과 55℃ 이상 조건에서 3일만 경과하여도 잡초종자의 발아력이 상실된다는 결과와 유사하다. Grundy 등(2013)은 퇴비단에 투입된 잡초

Table 2. Germination ratio of curled dock seed in goat manure compost with composting time

Items	Initial	1.5 day	3 days	10 days	20 days
Aerobic composting	92	0	0	0	0
No aerobic composting	92	0	0	0	0

종자의 발아율에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 온도라고 하였다. 본 연구에서는 호기적 염소 분 퇴비단의 최고온도가 77°C, 비 호기적 염소 분 퇴비단의 최고온도가 68°C에 달하였다. 따라서 종자를 퇴비단에 투입 후 1.5일 경과 시점에서도 고온에 의해 소리쟁이 종자가 발아력을 상실한 것으로 판단된다. 이 결과는 Dahlquist 등(2007)이 6 종의 잡초종자를 대상으로 온도가 발아력에 미치는 영향을 분석하기 위한 실험결과로 뒷받침 될 수 있는 것으로 보인다. Dahlquist 등(2007)은 잡초종자가 42°C 조건에 노출되었을 경우에는 발아력에 영향을 받지 않았으나, 60°C 조건에서는 3시간 이내에 90%의 종자가 발아력을 상실하였고, 70°C 조건에서는 모든 종자가 1시간 이내에 100% 사멸되었다고 보고하였다.

3. 젖소 분 퇴비화에 따른 소리쟁이 종자의 발아율

젖소 분 퇴비단도 염소 분의 경우와 동일한 방법으로 소리쟁이 종자의 발아율 변화정도를 조사하였다. 젖소 분 퇴비단 역시 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단으로 구분하여 시험을 수행하였다. 퇴비화 기간의 경과에 따른 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단의 온도변화는 Fig. 4와 같다.

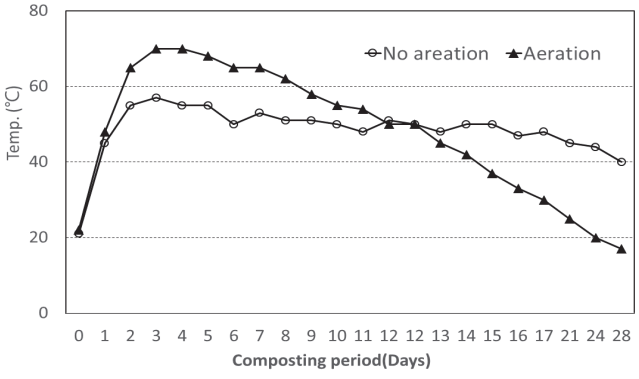


Fig. 4. Change of temperature of dairy cattle manure compost pile with time.

젖소 분 퇴비단의 온도 역시 호기적 퇴비화 방법이 비 호기적 방법에 비해 빠르게 상승하였고 최고온도도 높게 나타났다. 젖소 분을 이용한 퇴비화 방법과 소리쟁이 종자 투입 후 기간의 경과에 따른 소리쟁이 종자의 발아율 변화는 Table 3에 나타난 바와 같다. 젖소 분 퇴비단의 온도는 호기적 퇴비화의 경우 소리쟁이 종자 투입 시부터 7일 동안 55°C 이상의 온도를 유지하였고, 이 기간 동안 최고온도는 70°C 이었다. 비 호기적 젖소 분 퇴비단의 경우에는 소리쟁이 투입 시부터 3일 동안 55°C 이상의 온도를 유지하였고, 이 기간 동안 최고 온도는 57°C를 기록하였다. 젖소 분 퇴비단의 온도는 호기적 처리 또는 비 호기적 처리 모두 퇴비 투입 시에 55°C에 도달하였고, 최고온도 도달 기간은 호기적 처리구에서는 종자 투입 후 1일, 그리고 비 호기적 처리구의 경우에도 투입 후 1일이 소요되었다. 젖소 분의 퇴비화 방법과 퇴비화 기간의 경과에 따른 소리쟁이 종자의 발아율 변화는 Table 3에 나타난 바와 같다.

젖소 분 퇴비단에 투입된 소리쟁이 종자의 경우 역시 염소 분 퇴비단과 마찬가지로 퇴비단 내에 투입된 후 1.5일 후에 회수한 종자에서 발아력이 나타나지 않았다. 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단 모두 퇴비단 내에 투입 후 1.5일 경과 후 공히 소리쟁이 종자가 발아하지 않았다. 이후 3일째 그리고 그 이후에 회수한 소리쟁이 종자 역시 발아하지 않았다. 이 결과는 호기적 젖소 분 퇴비단의 최고온도가 70°C, 비 호기적 젖소 분 퇴비단의 최고온도가 57°C에 달함에 따라 퇴비단의 고온에 의해 소리쟁이 종자가 발아력을 상실한 것으로 판단된다. 이결과는 Thompson 등(1997)이 잡초종자는 열에 의해 발아력이 낮아진다는 연구결과와 유사한 것으로 판단할 수 있다.

4. 한우 분 퇴비화에 따른 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율

한우 분 퇴비화에 의한 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율을 조사하기 위하여 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단으로 구분하여 각 퇴비단에 소리쟁이 종자와 피 종자를 투입하였다. 한우 분 퇴비화 기간의 경과에 따른 호기적 퇴비단과 비 호기적 퇴비단의 온도변화는 Fig. 5와 같다.

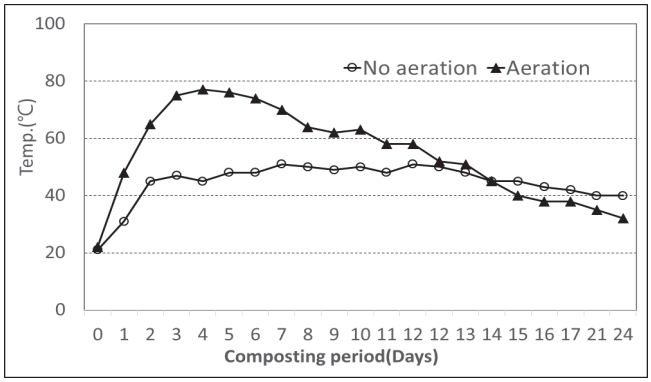


Fig. 5. Change of temperature of Han-woo manure compost pile with time.

Table 3. Germination ratio of curled dock seed in dairy cattle manure compost with composting time

Items	Initial	1.5 day	3 days	10 days	20 days
Aerobic composting	92	0	0	0	0
No aerobic composting	92	0	0	0	0

한우 분 퇴비단의 온도는 호기적 퇴비화 방법이 비 호기적 방법에 비해 더 빠르게 상승하였고, 최고온도도 높은 것으로 조사되었다. 반면에 비 호기적 퇴비단의 온도는 낮은 상태로 유지되었다. 본 시험에 사용한 세 축종의 분뇨를 이용한 비 호기적 방법에 따른 퇴비단 온도가 가장 낮게 나타났다. 통상적으로 퇴비단의 온도는 퇴비화 원료의 종류와 상태 퇴비화 조건 및 퇴비화 기술 등 다양한 조건에 의해 달라지게 된다.

한우 분 퇴비단의 온도는 호기적 퇴비화의 경우 소리쟁이 종자와 피 종자를 투입한 시점부터 9일 동안 55℃ 이상의 온도를 유지하였고 이 기간 동안 최고 온도는 77℃ 이었다. 비 호기적 한우 분 퇴비단의 경우에는 소리쟁이와 피 종자 투입 후 55℃ 이상으로 상승하지 않았고 종자 투입 후 5일째에 기록한 최고 온도는 51℃이었다. 한우 분을 이용한 퇴비화 방법과 소리쟁이와 피 종자 투입 후 퇴비화 기간의 경과에 따른 발아율 변화는 Table 4에 나타난 바와 같다.

본 실험에서 수행한 한우 분의 비 호기적 퇴비단에서 소리쟁이 종자와 피 종가의 발아율이 유지되는 결과를 보였는데, 이 결과는 퇴비단의 낮은 온도에 관련이 있는 것으로 판단된다. 일반적으로 퇴비단 내에 함유된 잡초종자는 온도가 높을수록 그리고 퇴비단 내에 체류하는 기간이 길수록 사멸율이 높다. Grundy 등(2013)은 *P. annua*를 포함한 8 가지 잡초종자를 대상으로 35℃, 45℃, 55℃의 퇴비단 조건에서 84일간 처리한 후 발아력을 분석하는 실험을 수행하였다. 그 결과 35℃ 조건에서는 *T. repens*는 발아력이 퇴비화 개시초기부터 상실되었고. *S. media*는 퇴비화 20일 경과 후에 발아력이 상실되는 결과를 보였다. 반면에 *S. nigrum*은 35℃ 조건에서는 84일의 시험기간 동안에 발아력의 손상이 전혀 없었다. *M. discoidea* 등 5 종류의 종자는 퇴비화 개시 후 발아율이 빠르게 낮아져서 20일 경과 후에는 0~80% 까지의 발아율을 나타내는 결과를 보였다. 반면에 55℃ 에서는 종자의 발아력이 상실된다고 하였다. 또한 그는 같은 온도에서도 품종과 열에 대한 저항성에 따라 잡초종자의 발아력은 크게 달라진다고 하였다. 본 연구에서도 퇴비단의 온도와 소리쟁이 종자 또는 피 종자의 발아율이 퇴비단의 온도에 영향을 받았고 60℃~70℃ 이상의 퇴비단 온도에서는 퇴비단 내에서 1.5일의 체류만으로도 소리쟁이와 피 종자의 발아가 완전하게 억제되는 것으로 나타났다. 이 결과는 Shiralipour 등(1991)의 연구에서 열에 대한 저항성이 강한 종자라도 55℃의 온도에서 2일 동안 체류시 발아하지 못한다고 보고한 내용과 상통한다.

5. 종합고찰

부숙과정이 진행되는 퇴비단 내에 함유된 잡초 종자의 발아율에 영향을 미치는 가장 중요한 요소는 퇴비단의 온도와 체류시간인 것으로 보고되어 있다. 일반적으로 퇴비화과정에서 잡초종자는 퇴비단 내의 여러 가지 조건에 의해 발아력이 낮아지는데, 그 중에서도 가장 큰 영향요소는 퇴비온도와 퇴비단 내 체류시간인 것으로 알려져 있다(Egley, 1990; Shiralipour et al., 1991; Eghball et al., 2000; Larney et al., 2003; Dahlquist et al., 2007). 본 실험에서도 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율은 가축 분의 종류에 관계없이 온도조건에 영향을 받는 것으로 나타났다. 퇴비단의 온도는 공기를 공급해 주는 호기적 퇴비화 방식에서 그 상승속도가 빨랐던 반면에, 공기를 공급하지 않는 비 호기적 퇴비화의 경우 퇴비단의 온도상승이 호기적 퇴비단에 비해 상대적으로 더딘 것으로 나타났다. 비 호기적 퇴비화의 경우 퇴비단의 온도상승 속도는 염소 분이 가장 빨랐고, 다음으로 젖소 분 그리고 한우 분의 순서로 나타났다. 실험 결과 호기적 퇴비화 조건에서는 퇴비단의 온도가 높아지는 기간이 짧았던 반면에, 비 호기적 방법에서는 퇴비단의 최고온도가 상대적으로 낮았고, 최고온도에 도달하는 기간은 더 길게 소요되었다.

본 실험에서 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율은 퇴비단의 온도와 직접적으로 연관되는 결과가 나타났다. 퇴비단의 온도가 60℃~70℃ 이상으로 상승 할 경우, 소리쟁이와 피 종자가 퇴비단 내에서 1.5일만 체류하여도 발아력을 상실하는 것으로 나타났다. 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아력 억제 효과는 송풍 또는 비송풍 등의 퇴비화 방법보다는 퇴비단의 온도와 직접적으로 비례하는 결과를 나타냈다. 반면에 퇴비단의 온도가 51℃ 이하일 때는 소리쟁이 종자와 피 종자의

Table 4. Germination ratio of curled dock seed and barnyard millet seed in Han-woo manure compost with composting time (unit : %)

Items		Initial	1.5 day	3 days	10 days	20 days
Aerobic composting	Curled Dock seed	88	0	0	0	0
	Barnyard millet seed	84	0	0	0	0
No aerobic composting	Curled Dock seed	88	80[a]	45[b]	22[c]	11[d]
	Barnyard millet seed	84	60[a]	33[b]	21[c]	10[d]

[abcd]Means in the same row with different letters were significantly different (p<0.05).

발아 억제력이 낮아지는 결과를 보였다. 한우 분의 비 호기적 퇴비화의 경우, 최고 온도가 51℃에 지나지 않아 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아력이 퇴비화 개시 20일 이후에도 각각 11%와 10% 수준으로 유지되는 것으로 나타났다.

이상의 연구결과를 종합하면 소리쟁이 종자와 피 종자는 퇴비화과정에서 온도가 55℃ 이상 상승하면 3일 이내에 발아력을 상실하고, 퇴비온도 60~70℃ 이상의 조건에서는 1.5일 이내에 발아력을 상실하는 것으로 볼 수 있다. 반면에 퇴비단의 온도가 50℃ 이하로 낮게 되면, 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아력 유지기간이 길어진다. 결론적으로 퇴비단에서의 소리쟁이 종자와 피 종자의 활력 여부는 퇴비단의 온도와 직접적인 연관이 있는 것으로 판단된다.

Ⅳ. 요약

본 연구는 퇴비단 내에서 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아력 억제효과를 분석하기 위하여 염소 분 퇴비, 젖소 분 퇴비 그리고 한우 분 퇴비를 대상으로 하여 실험을 수행하였다. 소리쟁이 종자와 피 종자를 거즈에 싸서 퇴비단 내에 묻어놓고 1.5일, 3일, 10일, 20일 경과 후 종자를 회수한 뒤 발아력을 측정하였다.

실험 결과 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율은 가축 분의 종류와 퇴비화 방법에 관계없이 퇴비단의 온도와 직접적인 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 온도가 60~70℃인 조건의 퇴비단에서 1.5일 동안 머무른 소리쟁이 종자와 피 종자는 발아력을 완전히 상실하였다. 반면에 퇴비단 최고 온도가 51℃ 이하인 퇴비단에서는 소리쟁이 종자와 피 종자가 퇴비단 내에서 20일간 머무른 후에도 10 % 정도의 발아력을 유지하였다.

이상의 결과를 종합해보면, 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아율을 억제하기 위해서는 가축 분 퇴비화단계에서 최소 55℃ 이상의 온도를 3일 이상 유지하는 것이 좋다. 또한 퇴비단 온도가 60~70℃ 정도 상승한다면 약 1.5일 정도 체류하는 것으로도 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아력을 억제할 수 있을 것이다.

퇴비화 방법을 기준으로 보면, 호기적 퇴비화 방법이 퇴비단의 온도상승기간이 더 짧았다. 따라서 호기적 퇴비화방법을 적용하는 것이 소리쟁이 종자와 피 종자의 발아력을 억제하는데 더 효율적일 것이다.

Ⅴ. 사사

본 논문은 농촌진흥청연구사업(과제명: 산지초지 환원에 적합한 가축분뇨 가공기술 개발, 과제번호: PJPJ01009902)의 지원사업에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

Ⅵ. REFERENCES

Dahlquist, R.M., Prather, T.S. and Stapleton, J.J. 2007. Time and temperature requirements for weed seed thermal death. Weed Science. 55:619-625.

Eghball, B. and Lesoing, G.W. 2000. Viability of weed seeds following manure windrow composting. Compost Science & Utilization. 8:46-53.

Egley, G.H. 1990. High-temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. Weed Science. 38:429-435.

Grundy, A.C., Green, J.M. and Lennartsson, M. 2013. The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost. Compost Science & Utilization. 6:26-33.

Larney, F.J. and Blackshaw, R.E. 2003. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. Journal of Environmental Quality. 32:1105-1113.

Lee, D.B., Kang, H.W., Lee, K.B., Kim, K.H., Yoo, Y.H., Kang, S.S., Kong, M.S., Choi, D.Y., Jeong, K.H., Yoon, H.B., So, K.H., Kwon, S.I., Lee, Y.J., Lee, S.B., Jeon, W.T., Kim, K.H., Park, J.M., Lim, T.J., Choi, K.J., Lee, S.H. and Choi, I.K. 2012. Quality control and utilization of liquid waist cost of livestock manure. RDA. pp.10-13.

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Ministry of Environment and NACF. 2009. Explanation of standard design plan for livestock manure recycling facility.

Ministry of Agriculture, Forestry, Livestock and Fisheries. 2018. Livestock manure output data.

Rural Development Administration. 2017. Rural Development Administration website. Agricultural technology. Farming application information. On-site technical support.

Shiralipour, A. and Mcconnell D.B. 1991. Effects of compost heat and phytotoxins on germination of certain Florida weed seeds. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings. 50:154-157.

Thompson, A.J., Jones, N.E. and Blair A.M. 1997. The effect of temperature on viability of imbibed weed seeds. Annals of Applied Biology. 130:123-134.

(Received : November 25, 2018 | Revised : November 23, 2018 | Accepted : November 29, 2018)