

SHORT COMMUNICATION

동애등에 유충에 돈분과 톱밥을 혼합 비율에 따라 첨가 시 조희분 함량에 미치는 영향

최인학*

충부대학교 반려동물학부

Effects of Adding Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Based on Mixture Ratios with Pig Manure and Sawdust on Crude Ash Content

In-Hag Choi*

Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan-gun 32713, Korea

Abstract

This study investigated the effects of varying ratios of pig manure and sawdust on crude ash content when adding environmental remediation insect black soldier fly (BSF) 2nd and 3th instar larvae, including their role in the composting process. In Experiment 1, a significant reduction in the crude ash content was observed from from a mixed pig manure to sawdust ratio of 4:1 using 2nd instar BSF larvae when compared to that of the control group which was treated with pig manure only. In Experiment 2, the crude ash content using 3th instar BSF larvae with the different pig manure and sawdust ratios during composting decreased in the following order: Control group < T3 (4:1 ratio) < T2 (3:2 ratio) < T1 (1:1 ratio). Consequently, the two experiments indicated that the various pig manure to sawdust ratios influenced the crude ash content during the composting process involving BSF larvae. In particular, the results from Experiment 2 indirectly suggest an optimal mixture ratio of 1:1 for pig manure and sawdust using 3th instar BSF larvae. However, further research is needed to determine the optimal pig manure to sawdust ratio for composting stabilization, which may be influenced by moisture content and other nutrients, such as ash and crude fat.

Key words : Black soldier fly larvae, Crude ash, Pig manure, Sawdust

1. 서 론

최근 국내 양돈산업은 사육농가 수는 줄어들고 있지만, 사육 두 수는 오히려 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 양돈산업이 꾸준히 다두사육으로 변화하고 있을 뿐만 아니라 돈분뇨의 발생량도 증가하고 있다는 것을 반영한다. 예를 들어 농림축산식품부의 2023년 조사에

의하면 국내 총 가축분뇨 발생량은 약 5,087만 톤/년이며, 다른 축종보다 돈 분뇨 발생량이 약 1,968만 톤/년으로 가장 큰 비중인 39%를 차지한다고 하였다 (MAFRA, 2024). 이 조사에서 주목할 점은 발생한 가축분뇨의 51.5% 즉 2,619만 톤/년이 축산농가에서 직접 처리되고 있으며, 나머지 48.5%는 가축분뇨 처리시설에 위탁하여 처리되고 있다는 점이다. 돈분뇨의 경

Received 10 August, 2026; Revised 29 August, 2026;

Accepted 1 September, 2026

*Corresponding author : In-Hag Choi, Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan-gun 32713, Korea
Phone : +82-41-750-6284

E-mail : animalscience@naver.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우, 액상과 고상이 결합된 형태로 고액분리 시 고형분은 톱밥과 같은 수분조절재와 혼합 후 퇴비화 과정을 통해 유기질 비료로서 경작지 환원된다(Yun et al., 2012; Park et al., 2021). 이 과정에서 퇴비화에 의한 돈분 처리가 환경문제 발생을 줄이는 가장 유용한 방법이다. 양돈산업에서 가축분뇨를 처리하기 위해 톱밥과 같은 수분조절재의 사용은 유기성 폐자원을 안정화를 시킬 수 있어 퇴비화에 상당한 영향을 끼칠 수 있다. 특히, 축분을 이용한 퇴비화 과정에서 퇴비화 속도와 물질 변화는 축분과 수분조절재의 종류, 원료 혼합 비율 등에 따라 크게 달라질 수 있어 퇴비 안정화를 높이기 위한 방법이 필요하다(Yun et al., 2012). 이에 대한 방안으로 유기성 폐기물을 처리하고 영양분을 재이용할 수 있는 환경정화 곤충을 활용하는 것이다. 특히 동애등에(black soldier fly, BSF) 유충은 음식물 쓰레기와 축분 등의 유기성 폐기물의 영양소를 소화하여 동물 사료로 사용되는 단백질과 지방으로 전환할 수 있고, 농장에서 식물 성장을 위한 유기질 비료로 사용되기도 한다(Adjavon et al., 2021). 그러나 상기 연구와 같이 곤충을 활용한 연구도 진행되고 있지만, 돈분과 수분조절재(톱밥)의 적절한 혼합비율 및 곤충을 동시에 처리한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 환경정화 곤충활용 측면에서 동애등에 2령과 3령 유충에 돈분과 톱밥 혼합 비율에 따라 첨가 시 조회분에 미치는 영향을 조사하고, 퇴비화 과정에서 어떤 역할을 하는지를 평가하였다.

2. 재료 및 방법

곤충사양시험은 중부대학교 반려동물학부 동물사양학 실험실에서 30일간 수행하였다. 동애등에 유충(2령과 3령)은 경기도 안성에 위치한 ㈜씨쿨러바이오에서 제공받았다. 돈분과 톱밥은 경상북도 영주의 양돈농장으로부터 공급받았다. 동애등에 유충은 15 cm × 10 cm × 10 cm 크기의 직사각형으로 된 투명 플라스틱 상자에서 사육되었다. 동시에 이 용기 뚜껑은 4면에 구멍을 뚫어 유충들이 호흡할 수 있도록 하였다. 유충의 사육 조건은 실험기간 동안 온도 23±1℃, 상대습도(%) 50±5, 광주기는 14L:10D로 설정하여 유지하였다. 실험은 두 개의 실험처리구로 Experiment 1과 2로 구분하여 다음에 제시된 첨가 비율에 따라 3반복으로 설계되었다.

〈Experiment 1〉

Control = 1 kg of pig manure + 0.1 kg of 2nd instar of BSF larvae

T1 = a mixture of 0.8 kg pig manure and 0.2 kg sawdust + 0.1 kg of 2nd instar of BSF larvae.

〈Experiment 2〉

Control = 1 kg of pig manure + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae

T1 = a mixture of 0.5 kg pig manure and 0.5 kg sawdust + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae

T2 = a mixture of 0.6 kg pig manure and 0.4 kg sawdust + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae

T3 = a mixture of 0.8 kg pig manure and 0.2 kg sawdust + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae

샘플은 라텍스 글로버를 이용하여 5일 간격으로 채취하였다. 약 10 g의 샘플을 채취하여 저울로 무게를 측정하고, 즉시 비닐백에 넣어 밀봉하여 바로 분석에 이용하였다. 조회분(crude ash) 함량은 AOAC(1990) 방법에 준하여 시료를 회화로에 넣고 550-600℃에서 완전히 태워 남은 잔존물의 무게차를 이용하여 분석하였다. 모든 샘플은 3반복으로 측정하였다. 통계자료는 SAS Version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) package 프로그램을 이용하여 유의수준 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다. 처리구 간 평균 유의성은 Experiment 1에서는 T-test, Experiment 2는 완전임의배치법에 준하여 Duncan multiple range test로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 동애등에 2령 유충을 돈분과 톱밥에 첨가 시 조회분에 미치는 영향을 제시하였다. 통계적 유의성은 10일 결과를 제외하고 두 처리구 간에 0일, 5일, 15일, 20일, 25일 그리고 30일에서 차이가 있는 것으로 확인되었다($p < 0.05$). 동애등에 2령 유충에 돈분만을 처리한 대조구의 조회분 함량은 시간이 지남에 따라 증가하는 경향이였다. 이 대조구의 결과는 Jang and Choi(2024) 연구 결과와 비슷한 수준의 조회분 함량이 관측되었다. 돈분과 톱밥을 4:1 비율로 처리한 결과는 동애등에 유충 2령에 의해 초기에는 조회분 함량이 증가

Table 1. Effects of 2nd instar of BSF larvae on crude ash (%) of pig manure mixed with sawdust as a function of time in Experiment 1

Day	Treatment ¹		Significance
	Control	T1	
0	22.61±1.11	17.83±0.91	*
5	24.11±0.90	19.19±1.27	*
10	23.75±0.62	18.16±3.05	NS ²
15	25.48±0.22	16.22±0.42	*
20	26.01±1.62	17.47±1.71	*
25	23.33±1.13	15.64±0.89	*
30	25.60±1.79	14.75±0.42	*

Values are expressed as mean ± the standard error of the mean (SEM)

¹Control = 1 kg of pig manure + 0.1 kg of 2nd instar of BSF larvae; T1 = a mixture of 0.8 kg pig manure and 0.2 kg sawdust + 0.1 kg of 2nd instar of BSF larvae

²NS: not significant

* $p < 0.05$

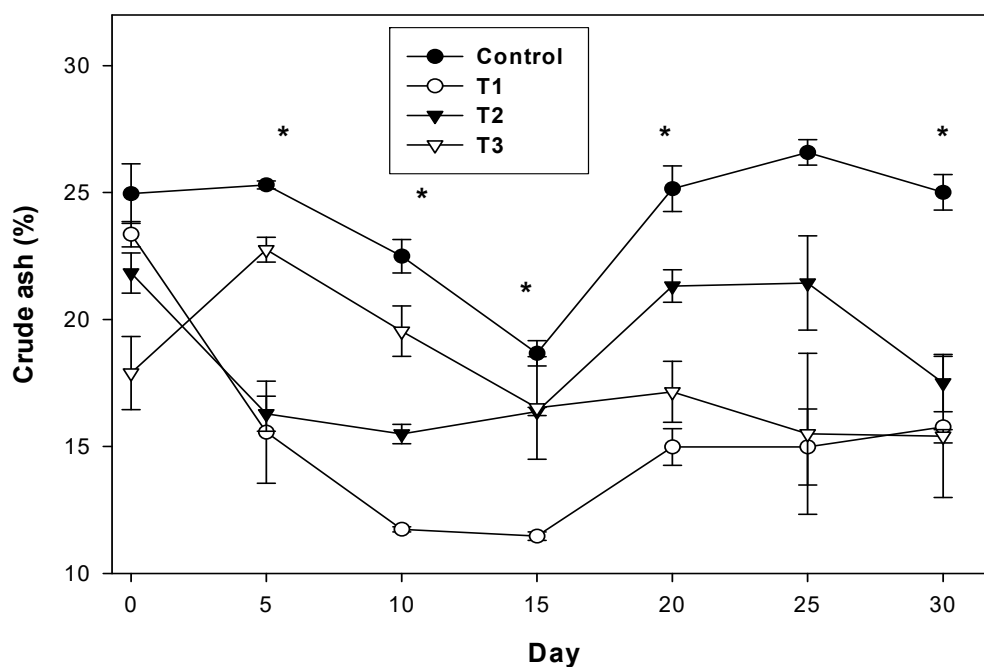


Fig. 1. Effects of 3th instar of BSF larvae on crude ash of pig manure mixed with sawdust as a function of time (* $p < 0.05$). Treatments mean Control = 1 kg of pig manure + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae; T1 = a mixture of 0.5 kg pig manure and 0.5 kg sawdust + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae; T2 = a mixture of 0.6 kg pig manure and 0.4 kg sawdust + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae; T3 = a mixture of 0.8 kg pig manure and 0.2 kg sawdust + 0.1 kg of 3th instar of BSF larvae in Experiment 2.

하지만 그 이후에는 점차 감소하는 것으로 관측되었다. 이러한 차이는 돈분과 톱밥을 섞어 퇴비화 과정에서 조회분 성분은 동애등에 유충의 영양과정과 미생물의 발효에 의해 영양소 공급과 퇴비의 물리 화학적 성질을 변화시켰기 때문인 것으로 판단된다. 한 예로, 돈분 슬러리(pig slurry)로부터 고액 분리한 돈분은 수분 함량이 높기 때문에 퇴비화 효율 향상을 위해서 탄소원을 공급하거나 수분조절을 위한 팽화제(bulking agent)가 반드시 필요하다는 점에서 찾을 수 있다(Yun et al., 2012).

Fig. 1은 동애등에 3령 유충을 돈분과 톱밥 첨가 비율에 따라 첨가 시 조회분에 대한 결과를 요약하였다. 0 일과 25일에서 분석한 결과는 모든 처리구에서 통계적인 차이는 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). 나머지 기간에는 모든 처리구 간에 통계적 유의성이 인정되었다($p<0.05$). Experiment 2에서 대조구의 결과인 동애등에 3령 유충은 Experiment 1의 대조구의 동애등에 유충 2령 조회분 함량과 비슷한 수준으로 분석되었으며, Jang and Choi(2024) 연구 결과와 비슷한 범위에 있었다. 특히 조회분 함량은 대조구 < T3 (4:1비율) < T2 (3:2 비율) < T1 (1:1 비율) 순으로 낮아졌다. 이점은 돈분과 톱밥의 비율이 동애등에 유충의 선택에 의해 조회분 함량도 다르다는 것을 보여주었다. 다른 연구에 의하면, 가축사체와 톱밥의 혼합 비율은 100:0과 30:70보다 50:50 비율이 렌더링을 위한 가장 최적의 비율이라고 하였다(Choi et al., 2012). 본 연구는 돈분에 톱밥을 첨가하여 동애등에 유충에 활용 시 퇴비화 과정에서 조회분 함량이 변화되는 것은 확실하며 동애등에 3령 유충에서는 1:1 비율이 최적비율로 간접적으로 제시할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 환경정화 곤충인 동애등에 2령과 3령 유충을 돈분과 톱밥의 혼합 비율에 따라 첨가 시 조회분 함량에 미치는 영향과 퇴비화 과정에서는 어떤 역할을 하는지를 평가하였다. Experiment 1에서는 동애등에 2령 유충에 돈분만을 처리한 대조구와 비교할 때, 돈분과 톱밥을 4:1 비율로 처리한 구에서 조회분 함량이 크게 감소되었다. Experiment 2에서는 시간이 지남에 따라 조회분 함량이 대조구 < T3 (4:1비율) < T2 (3:2

비율) < T1 (1:1 비율) 순으로 낮아졌다. 두 실험은 돈분에 톱밥을 첨가하여 동애등에 유충의 활용 시 퇴비화 과정에서 조회분 함량이 변화되는 것은 확실한 것으로 판단된다. 특히, Experiment 2의 경우, 돈분과 톱밥 혼합 시 최적 비율은 1:1로 간접적으로 제시할 수 있다. 그러나 중요한 점은 퇴비 안정화에 영향을 미치는 중요한 요인이 수분 함량이다. 따라서 또 다른 영양소인 조회분, 조지방과 연관된 연구를 통해 최적 비율을 결정하는 연구가 필요하다.

REFERENCES

- Adjavon, F. J. M. A., Li, X., Hu, B., Dong L., Zeng, H., Li, C., Hu, W., 2021, Adult house fly (Diptera: Muscidae) response to black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) associated substrates and potential volatile organic compounds identification, Environ. Entomol., 50, 1037-1044.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington DC, USA.
- Choi, I. W., Seo, D. C., Kang, S. W., Seo, Y. J., Lee, S. G., Sung, H. H., Heo, J. S., Kang, S. J., Cho, J. S., 2012, Effect of sawdust mixing ratio on composting of animal cadaver residue using rendering treatment method, Korean J. Soil Sci. Fert., 45(3), 404-409.
- Jang, W. W., Choi, I. H., 2024, Effect of treating environmental purification insect larvae to pig manure on crude ash content and ammonia production, J. Environ. Sci. Int., 33(2), 187-191.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), 2024, <https://www.mafra.go.kr/bbs/home/792/570156/artclView.do>
- Park, H. M., Jeong, K. H., Lee, D. J., Lee, D. H., Kim, J. K., 2021, Effect of different aeration methods on pig manure aerated static compost pile, J. Korean Soc. Int. Agric., 33(4), 355-361.
- Yun, H. B., Lee, Y. J., Kim, M. S., Lee, S. M., Lee, Y., Lee, Y. B., 2012, Composting of pig manure affected by mixed ratio of sawdust and rice hull, Korean J. Soil Sci. Fert., 45(6), 1032-1036.

• Professor. In-Hag, Choi
Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University
animalscience@naver.com