

SHORT COMMUNICATION

커피박과 벤토나이트의 혼합물을 갈색거저리 유충에 처리시 계분의 조회분 함량 변화에 대한 연구

김경민

경성대학교 동물보건생명과학과

A Study on Changes in Crude Ash Content of Poultry Manure Treated with a Mixture of Coffee Marc and Bentonite in *Tenebrio molitor* Larvae

Gyeong-Min Kim

Department of Veterinary Technology and Zoology, Kyungsoong University, Busan 48434, Korea

Abstract

This study investigated changes in the crude ash content of poultry manure treated with a mixture of coffee marc and bentonite during the 4th and 6th larval instar stages of *Tenebrio molitor* (TM). The experimental setup employed a triplicate design, with two treatments as well as two distinct experiments as follows: G1: 1 kg of poultry manure and 0.1 kg 4th or 6th instar TM larvae in Experiments 1 and 2, and G2: 0.5 kg of poultry manure mixed with 0.5 kg of a coffee marc and bentonite mixture along with 0.1 kg 4th or 6th instar TM larvae in Experiments 1 and 2. It was hypothesized that the addition of coffee marc and bentonite would increase the crude ash content of poultry manure. However, contrary to expectations, the crude ash contents of the test groups were lower than that of pure poultry manure. This discrepancy is likely attributable to differences in the treatment ratios. In conclusion, the inclusion of coffee marc and bentonite did not significantly affect the composting process of poultry manure, nor did it exhibit a meaningful correlation with key associated nutrients, such as crude ash.

Key words: Bentonite, Coffee marc, Crude ash, Poultry manure, *Tenebrio molitor*

1. 서 론

인구 증가와 더불어 농업 분야에서의 자원 투입은 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 그러나 이에 따라 발생하는 농산부산물의 양이 급증하고 있으며, 적절한 관리 대책 없이 폐기됨으로써 심각한 환경문제를 야기하고 있다. 이러한 맥락에서 지속 가능한 농업경영으로의 전환이 절실히 요구되며, 이는 농산부산물의 체계적인 관리 시스템 구축과 함께 농업 자원의 효율적 소비를 위한 지속적인 노력이 필요함을 시사한다. 대표적인 예

로, 커피 원두의 로스팅 이후 남는 잔여물인 커피박 (Coffee marc)을 들 수 있다. 커피는 전 세계적으로 가장 널리 소비되는 음료로 우리나라에서도 대표적인 기호식품으로 자리 잡고 있다. 최근 연구에 따르면, 커피 박은 높은 탄닌과 카페인 함량을 함유한 최종 물질로 부적절하게 처리될 경우 환경적 위험을 초래할 수 있음이 보고되었다(Getachew and Chun, 2017). 반면 Kang et al.(2009)의 연구에서는 커피박이 다량의 생리활성 물질인 다양한 폴리페놀 화합물을 포함하고 있어 항암, 항바이러스, 해열 효과 등 생물학적 활성을 나

Received 27 November, 2025; Revised 6 December, 2025;

Accepted 6 December, 2025

*Corresponding author : Gyeong-Min Kim, Department of Veterinary Technology and Zoology, Kyungsoong University, Busan 48434, Korea
Phone : +82-51-663-4644
E-mail : happydvm@ks.ac.kr

© 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.

타낸다고 보고하였다. 이러한 연구는 커피박의 활용이 환경오염을 저감하는 친환경적 농산부산물로서의 잠재력을 지닌다. 따라서 이를 축분에 적용할 경우, 경축 순환 경제를 촉진하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 또한, 벤토나이트는 산성 토양의 화학적 및 물리적 특성을 개선함으로써 토양개량제 역할을 하며 식물 성장의 필수영양소를 공급할 수 있다는 점에서 유용성이 입증되고 있다(Bouabid et al., 1991). 이러한 특성을 바탕으로 계분에 벤토나이트를 첨가하면, 퇴비화 과정을 효과적으로 향상시킬 가능성을 제시하고 있다. 더 나아가 곤충을 이용한 퇴비화 방법 역시 혁신적인 대안으로 떠오르고 있다. 특히 갈색거저리 유충을 활용하여 유기 폐기물을 분해하는 방식은 기존의 전통적인 퇴비화 방법에 비해 소요 시간을 현저히 단축할 가능성을 보여준다(Sneha Latha et al., 2024).

본 연구는 갈색거저리 유충의 4령과 6령, 그리고 커피 박 및 벤토나이트 혼합물을 계분에 처리한 후, 25일 동안 일정한 간격으로 샘플을 채취하여 조회분 함량 변화를 조사함으로써 해당 처리 방식이 퇴비화 과정에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 또한, 지속 가능한 농업 및 자원 순환 체계 구축에 실질적으로 기여하는데 목표를 두었다.

2. 재료 및 방법

갈색거저리 유충의 4령과 6령 개체는 울주군 언양에 위치한 ㈜Modnilove에서 구입하였다. 곤충을 대상으로 한 사육 실험은 경북 의성의 곤충농장에서 25일 동안 진행되었으며, 실험에 사용된 계분은 동일 지역의 양계농장으로부터 제공받았다. 커피박은 지역 내 시장에 위치한 커피 전문점에서 사용 후 남은 것을 공급받아 활용하였으며, 벤토나이트는 충남 금산 소재의 (주)태영에서 구매하여 사용하였다. 실험 기간 동안 갈색거저리 유충은 Table 1에 적시된 환경 조건에 따라 사육이 진행되었다. 특히, 사용된 사육용기는 사각형 투명 뚜껑이 장착되어 있었으며, 뚜껑에는 지름 0.5 cm 크기의 구멍이 세 곳 뚫려 있어 신선한 공기가 원활히 유입되도록 설계하여 갈색거저리 유충의 원활한 호흡이 가능하도록 적합한 환경을 조성했다.

처리구는 3반복으로 설계되어 아래와 같이 두개의 실험을 진행하였다.

Exp. 1.

G1 = 1 kg of poultry manure and 0.1 kg 4th instar TM larvae;

G2 = 0.5 kg of poultry manure mixed with 0.5 kg of a coffee marc and bentonite mixture along with 0.1 kg 4th instar TM larvae

Exp. 2.

G1 = 1 kg of poultry manure and 0.1 kg 6th instar TM larvae;

G2 = 0.5 kg of poultry manure mixed with 0.5 kg of a coffee marc and bentonite mixture along with 0.1 kg 6th instar TM larvae

샘플은 라텍스글로버를 이용하여 각 처리구별로 0 일, 5일, 15일 그리고 25일에 채취하였고 저울로 20 g 씩 무게로 측정하여 비닐백에 담아 냉장 보관하였다. 분석 항목 중 조회분은 샘플을 550~600℃에서 약 4시간 동안 회화시킨 뒤 무게 변화를 통해 계산하였다(AOAC, 1990). 모든 데이터는 T-검정을 활용한 단측 검정을 수행하였으며, 이를 통해 5% 유의 수준에서 통계적 유의성을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 2는 갈색거저리 유충 4령을 포함하여 커피박과 벤토나이트 혼합물을 계분에 첨가 시 조회분 함량의 변화를 분석한 결과를 제시하고 있다. 대조구(G1)와 처리구(G2)에서는 조회분 함량이 시간이 경과함에 따라 상대적으로 낮게 나타났다. 25일을 제외한 통계적 결과는 모든 기간에서 유의미한 차이가 있음을 확인하였다($p < 0.05$). 일반적으로 벤토나이트는 규산염 광물로서 다량의 무기물을 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며, 커피박보다 무기물 함량이 높은 특성을 지닌다. 한 연구에 따르면, 유기물이 부족한 토양에 벤토나이트와 가축 분뇨를 혼합한 천연 개량제를 지속적으로 활용할 경우, 토양 내 유기물 함량을 유지하거나 증대시키는 데 효과적일 수 있다고 보고된 바 있다(Datta et al., 2020). 본 연구 결과에서는 커피박과 벤토나이트가 첨가된 계분에 갈색거저리 유충 4령을 처리한(G2) 경우, 계분에 함유된 조회분 함량은 거의 변화가 없었다. 또한, 대조구(G1)는 계분 자체의 화학 성분에 의해 일정

Table 1. Rearing conditions protocols for *Tenebrio molitor* larvae

Rearing conditions	Temperature (°C)	Humidity (%)	Light-dark cycle	Size (cm)
<i>Tenebrio molitor</i> larvae	24±1	60±5	16L:8P	10×8×10

Table 2. Changes in the crude ash content of poultry manure caused by 4th instar *Tenebrio molitor* larvae with a blend containing coffee marc and bentonite during Experiment 1

Item ¹	Day			
	0	5	15	25
G1	32.88±2.22	30.57±3.17	33.65±3.11	32.15±4.67
G2	21.95±3.46	20.88±3.04	23.15±2.58	20.16±3.80
Significance	*	*	*	NS ²

Data are presented as mean± the standard error of the mean (SEM)

¹G1 = 1 kg of poultry manure + 0.1 kg of 4th instar TM larvae; G2 = 0.5 kg of poultry manure + 0.5 kg of a blend containing coffee marc and bentonite + 0.1 kg of 4th instar TM larvae

²NS: not significant

*p<0.05

Table 3. Changes in the crude ash content of poultry manure caused by 6th instar *Tenebrio molitor* larvae with a blend containing coffee marc and bentonite during Experiment 2

Item ¹	Day			
	0	5	15	25
Group 1	38.98±5.63	39.07±4.93	38.29±3.24	39.97±7.27
Group 2	18.46±4.02	20.24±1.44	19.75±1.76	19.73±1.40
Significance	*	*	*	*

Data are presented as mean± the standard error of the mean (SEM)

¹G1 = 1 kg of poultry manure + 0.1 kg of 6th instar TM larvae; G2 = 0.5 kg of poultry manure + 0.5 kg of a blend containing coffee marc and bentonite + 0.1 kg of 6th instar TM larvae

*p<0.05

기간 동안 조회분 함량이 차이가 없어 비교적 일정하게 유지되었다. 그러나 혼합물의 첨가 비율에 따라 두 처리구 간 조회분 함량의 차이가 발생하는 양상이 관찰되었다. 이러한 결과는 조회분이 축분의 퇴비화 과정에서 중요한 영향을 미치는 주요 영양소는 아니라는 점을 시사한다.

Table 3은 커피 박과 벤토나이트 혼합물을 계분에 적용해 갈색거저리 유충 6령을 처리한 뒤 분석한 조회분 함량의 결과를 요약하였다. 통계적 분석 결과, 두 처리구간 모두 전기간에 걸쳐 유의미한 영향을 받는 것으로 확인되었다(p<0.05).

특히, 대조구인 G1은 실험 1의 G1과 비교했을 때 조회분 함량에 차이가 나타났다. 이는 갈색거저리 유충의 4령과 6령에서 유충의 크기 차이에 기인하는 것으로 보인다. 반면, 커피 박과 벤토나이트 혼합물로 처리된 갈색거저리 유충 6령의 조회분 함량은 실험 1의 G2와 비교했을 때 큰 차이가 없는 것으로 관찰되었다. 이러한 결과는 실험 1의 결과와 유사하며, 갈색거저리 유충 6령의 경우, 조회분 함량이 퇴비화 과정에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 갈색거저리 유충의 4령과 6령 단계에서 커피 박과 벤토나이트 혼합물을 계분에 첨가한 뒤 조회분 함량의 변화를 분석하였다. 커피 박과 벤토나이트 첨가가 계분의 조회분 함량을 증가시킬 것으로 예측하였으나, 순수 계분과 비교했을 때 조회분 함량은 오히려 낮게 측정되었다. 이러한 차이는 처리 비율에 원인이 있을 개연성이 있다. 그러나 커피 박과 벤토나이트의 첨가는 계분의 퇴비화 과정에 실질적인 영향을 크게 미치지 않았으며, 관련된 주요 영양소와 연관성도 확인되지 않았다.

감사의 글

본 과제(결과물)는 2025년도 교육부 및 부산시의 재원으로 부산RISE혁신원의 지원을 받아 수행된 지역혁신중심 대학지원체계(RISE)의 결과입니다 (2025 -RISE-02-005-002).

REFERENCES

AOAC, 1990, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

- Bouabid, R., Badraoui, M., Bloom, P. R., 1991, Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55, 1493-1498.
- Datta, R., Holatko, J., Latal, O., Hammerschmiedt, T., Elbl, J., Pecina, V., Kintl, A., Balakova, L., Radziemska, M., Baltazar, T., Skarpa, P., Danish, S., Zafar-ul-Hye, M., Vyhnanek, T., Brtnicky, M., 2020, Bentonite-based organic amendment enriches microbial activity in agricultural soils, *LAND*, 9, 1-18.
- Getachew, A. T., Chun, B. S., 2017, Influence of pretreatment and modifiers on subcritical water liquefaction of spent coffee grounds: A Green waste valorization approach, *J. Clean. Prod.*, 142, 3719-3727.
- Kang, N. J., Lee, K. W., Shin, B. J., Jung, S. K., Hwang, M. K., Bode, A. M., Heo, Y. S., Lee, H. J., Dong, Z., 2009, Caffeic acid, a phenolic phytochemical in coffee, directly inhibits fyn kinase activity and UVB-induced COX-2 expression, *Carcinogenesis*, 30, 321-330.
- Sneha Latha, Ch., Vijaya Lakshmi, V., Anitha, V., Kodali, S., Nirmala A., 2024, Review on insect-mediated composting methods, *AATTC Review*, 12, 221-230.

• Professor. Gyeong-Min, Kim
Department of Veterinary Technology and Zoology,
Kyungshung University
happydvm@ks.ac.kr