

SHORT COMMUNICATION

다양한 곤충에 의한 계분의 분해능력에 대한 연구(1)

김정연 · 최인학^{1)*}

칼빈대학교 반려동물학과, ¹⁾충부대학교 반려동물학부

A Case Study on the Degradability of Poultry Manure by Various Insect Larvae (1)

Joung-Yeun Kim, In-Hag Choi^{1)*}

Department of Companion Animal Science, Calvin University, Yongin 16911, Korea

¹⁾Division of Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the efficacy of larval stages of three species, namely, *Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis seulensis*, and *Ptecticus tenebrifer* larvae, in degrading poultry manure, specially, broiler and duck manure. The survival rates of larvae were also noted. For the experiment, *T. molitor* (n=300), *P. brevitarsis seulensis* (n=60), and *P. tenebrifer* (n=300) hatched larvae were randomly divided into six groups with three replicates. The degradation efficacy tests were then performed for 30 days in a laboratory. The test groups were as follows: T1, 110 g broiler manure + *T. molitor* larvae (n=50); T2, 110 g duck manure + *T. molitor* larvae (n=50); T3, 125 g broiler manure + *P. brevitarsis seulensis* larvae (n=10); T4, 125 g duck manure + *P. brevitarsis seulensis* larvae (n=10); T5, 105 g broiler manure + *P. tenebrifer* larvae (n=50); and T6, 105 g duck manure + *P. tenebrifer* larvae (n=50). The groups showed significant efficacy in degrading broiler and duck manure ($p < 0.05$). The highest survival rates were recorded for *T. molitor* larvae in both manure types [T1 (92.67%) and T2 (50%)], followed by *P. brevitarsis seulensis* larvae (T4, 40%) and *P. tenebrifer* larvae (T6, 14.67%) in duck manure. Next, the survival rates of *P. brevitarsis seulensis* (T3) and *Ptecticus tenebrifer* larvae (T5) in broiler manure were 0%. In conclusion, these results point to the feasibility of using insect larvae to degrade broiler and duck manure.

Key words : Degradability, *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae, *Ptecticus tenebrifer* larvae, Poultry manure, Survival rates, *Tenebrio molitor* larvae

1. 서론

오늘날 축산환경경영은 축산경영이 추구하고 있는 변화된 경영 패턴으로 친환경적이고 지속가능한 형태로의 경영 기법을 목표로 하고 있다(Lee and Ahn, 2015; Jang et al., 2018). 그러나, 축산기업의 기업화

로 인해 대량사육에서 발생하는 축산분뇨와 사료비 증가는 축산경영의 현실적인 문제점을 그대로 반영하고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 기존 기술과 새로운 자원으로 융합·발전시킨 것이 곤충이다. 예를 들면, 생물자원인 곤충의 유용성을 새로운 학문으로 접목시킨 분야가 곤충생물공학이다(Choi et al., 2015).

Received 4 October, 2022; Revised 8 November, 2022;

Accepted 8 November, 2022

*Corresponding author : In-Hag Choi, Division of Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea
Phone : +82-41-750-6284
E-mail : wicw@chol.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.

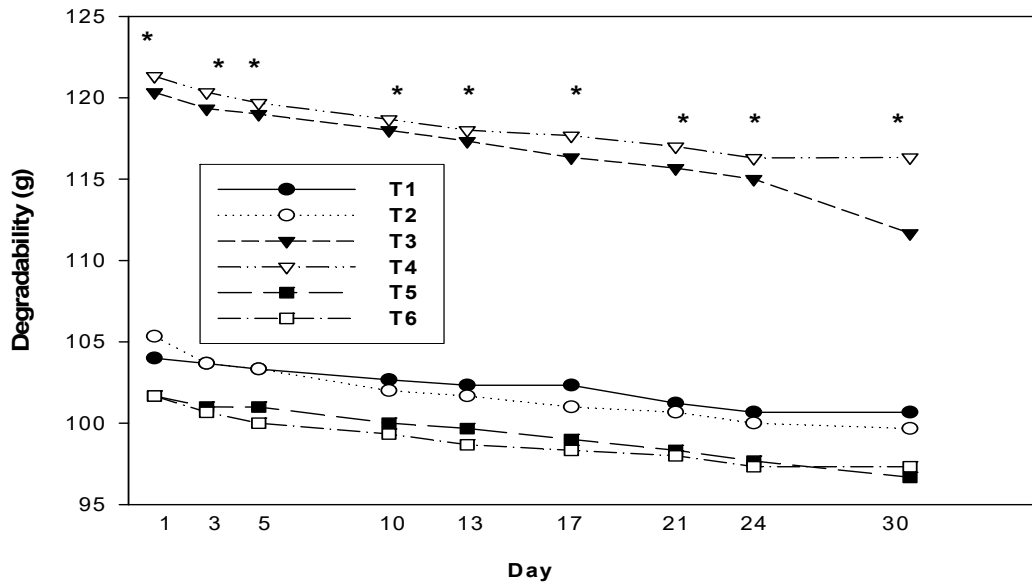


Fig. 1. The effects of three insects on degradability of poultry manure. Data are expressed as mean \pm standard error (SEM, day 1 = 3.77, day 3 = 3.74, day 5 = 3.71, day 10 = 3.69, day 13 = 3.64, day 17 = 3.60, day 21 = 3.57, day 24 = 3.55, day 30 = 3.35). Treatment means T1: 110 g broiler manure + *Tenebrio molitor* larvae (n=50), T2: 110 g duck manure + *Tenebrio molitor* larvae (n=50), T3: 125 g broiler manure + *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae (n=10), T4: 125 g duck manure + *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae (n=10), T5: 105 g broiler manure + *Ptecticus tenebrifer* larvae (n=50), and T6: 105 g duck manure + *Ptecticus tenebrifer* larvae (n=50). *indicates significant differences at $p < 0.05$.

대표적인 곤충은 갈색거저리(*Tenebrio molitor*), 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis seulensis*) 및 동애등에(*Ptecticus tenebrifer*)이다. 특히, 동애등에는 축사 등지에서 서식하여 성충이 약 1,000알을 낳아 유충이 되면 축사내 먹이로 하는 축분을 분해하는 능력이 있어 유기질 비료로서의 활용 가능성을 제시하였다 (Diener et al., 2009; Park et al., 2013). 또한, 갈색거저리는 암모니아를 배출하지 않고 환경오염을 저감시키는 것으로 보고되었다(Oonincx et al., 2010). 최근 흰점박이꽃무지(금벵이)는 약리적인 효과와 기능성 식품의 대체재로 이용되고 있어 환경정화곤충보다는 약용곤충으로서 특성을 가지고 있다(Sim et al., 2018). 따라서 본 연구에서는 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충 및 동애등에 유충을 육계분과 오리분에 일정 비율로 넣어 계분의 분해능력과 생존율을 조사하였다. 더 나아가 축산환경경영과 동물보건환경 관점에서 이들 유충에 대한 활용 적정성을 확보하는데 추가적인 목적도 있다.

2. 재료 및 방법

곤충의 계분 분해능력 시험을 위해 계분은 육계분 (broiler manure)의 경우 충남 공주에 위치한 정안농장에서 채취하였고, 오리분(duck manure)은 경남 거창의 길흥농장에서 얻어 중부대학교 동물사양환경학 실험실에서 실시하였다. 총 300마리 갈색거저리 유충, 총 60마리 흰점박이꽃무지 유충 및 총 300마리 동애등에 유충을 6처리구, 3반복 완전임의배치법으로 설계하여 30일 동안 시험을 수행하였다. 사용된 용기는 500 mL 용량으로 각각의 계분을 무게 정량하여 선발된 곤충의 유충 별로 넣어 아래와 같은 비율로 적용하였다.

T1: 110 g broiler manure +
Tenebrio molitor larvae (n=50)

T2: 110 g duck manure +
Tenebrio molitor larvae (n=50)

T3: 125 g broiler manure +
Protaetia brevitarsis seulensis larvae (n=10)

T4: 125 g duck manure +
Protaetia brevitarsis seulensis larvae (n=10)

T5: 105 g broiler manure +

Table 1. The effects of three insects on survival rates from poultry manure

Day	Treatment ¹						SEM ²	Significance
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
0-30	92.67 ^a	50.00 ^b	0.00 ^c	40.00 ^b	0.00 ^c	14.67 ^b	14.62	*

^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly at $p < 0.05$.

Data are expressed as mean \pm standard error (SEM).

¹T1: 110 g broiler manure + *Tenebrio molitor* larvae (n=50), T2: 110 g duck manure + *Tenebrio molitor* larvae (n=50), T3: 125 g broiler manure + *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae (n=10), T4: 125 g duck manure + *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae (n=10), T5: 105 g broiler manure + *Pecticus tenebrifer* larvae (n=50), and T6: 105 g duck manure + *Pecticus tenebrifer* larvae (n=50).

²NS: not significant.

* $p < 0.05$.

Pecticus tenebrifer larvae (n=50)

T6: 105 g duck manure +

Pecticus tenebrifer larvae (n=50).

곤충사육조건은 온도 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도 $40 \pm 2\%$ 그리고 광주기(L:D)는 16:8로 하였다. 각 곤충 별 계분 분해능력은 1, 3, 5, 10, 13, 17, 21, 24, 그리고 30일에 무게를 측정하여 결정하였다. 계분으로부터 각 곤충 별 생존율은 30일 동안 죽은 유충의 수를 살아있는 유충의 수로 나누어 백분율로 계산하였다. 통계자료의 분산분석은 SAS (1996)의 GLM procedure를 이용하여 실시하였다. 각 곤충 별 계분 분해능력과 생존율에 대한 처리간의 평균은 Duncan's multiple range tests로 하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

곤충에 의한 계분 분해능력은 Fig. 1에 제시하였다. 모든 처리구에서 통계적 유의성은 인정되었으며 ($p < 0.05$) 각 곤충의 계분 분해능력은 측정 일에 따라 다르며 서서히 감소되는 패턴을 보여주었다. 예를 들면, 각 곤충의 계분 분해능력을 보게 되면 T1(육계분에 갈색거저리 유충 처리구), T4(오리분에 흰점박이꽃무지 유충 처리구) 및 T6(오리분에 동애등에 유충 처리구)는 24일에서 멈추었고, T2(오리분에 갈색거저리 유충 처리구), T3(육계분에 흰점박이꽃무지 유충 처리구) 그리고 T5(육계분에 동애등에 유충 처리구)는 실험 종료일인 30일까지 지속되었다. 이러한 계분 분해능력 차이는 선발된 유충의 크기와 일령, 육계분과 오리분이 가지는 특성 등 서로 다른 곤충의 분해능력이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 일반적으로 동애등에 유충과 집파리 유충(black soldier fly and the housefly larvae)은 축분

을 포함하여 유기물을 분해하는 능력을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(van Huis, 2019). Myers et al. (2008)와 Newton et al.(2005) 연구에 따르면, 동애등에 유충은 젖소분(dairy manure)과 돈분(pig manure)을 각각 58%와 56% 감소된다고 보고하여 우리의 결과를 뒷받침한다.

Table 1은 계분으로부터 곤충 유충의 생존율에 대한 결과를 요약한 표이다. 생존율은 T3과 T5에서 0%로 가장 낮게 나타났다. T1이 생존율이 92.67%로 가장 높았으며, 그 다음은 T2(50%) > T4(40%) > T6(14.67%) 순으로 생존율을 나타내었다. 이 결과는 선발된 곤충의 유충이 계분내 분해하는 과정에서 환경요인이 다르거나 상호작용의 결과 차이로 보여진다. 흥미로운 점은 선발된 유충의 크기는 굽벙이가 가장 크고, 동애등에가 가장 작았지만 계분 분해능력과 생존율에서 차이가 있었다. 더 나아가 갈색거저리 유충은 흰점박이꽃무지 유충과 동애등에 유충의 중간 크기로 계분 분해능력과 생존율 면에서 확연한 차이가 있음을 Fig. 1과 Table1에서 제시하였다. 또한, 이 연구에서 선발된 곤충의 유충과 계분의 비율을 달리한 이유는 지금까지 보고된 연구가 없기 때문에 실험실 연구로서 적절한 비율을 찾기 위해서이다.

4. 결론

갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충 및 동애등에 유충을 육계분과 오리분에 일정 비율로 넣어 계분의 분해능력과 생존율을 조사하였다. 각 곤충의 계분 분해능력은 측정 일에 따라 다르지만 서서히 감소되는 패턴을 보여주었다($p < 0.05$). 계분으로부터 생존율은 육계분을 처리한 갈색거저리 유충에서 가장 높았고, 오리분을 처리한 흰점박이꽃무지 유충과 동애등에 유충 순으로 나

타났다. 그 다음은 육계분을 처리한 흰점박이꽃무지 유충과 동애등에 유충에서는 0%의 생존율을 보여주었다. 본 연구 결과는 선발된 곤충의 유충이 계분 분해능력이 있음을 분명하게 제시했다.

감사의 글

본 연구는 경상북도 교육청 “2020년 제16회 미래과 학자양성프로그램 운영 계획” 연구사업의 지원에 이루어진 것입니다.

REFERENCES

- Choi, H. S., Kim, S. A., Shin, H. J., 2015, Present and perspective on insect biotechnology, Korean. Soc. Biotechnol. Bioeng. J., 30, 257-267.
- Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K., 2009, Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates, Waste Manag. Res., 27, 603-610.
- Jang, W. W., Chung, T. H., Choi, I. H., 2018, Growth performance and economic evaluation of insect feed powder-fed ducks, J. Environ. Sci. Int., 28, 709-712.
- Lee, B. W., Ahn, Y. K., 2015, Understanding environmental management, Econlivers Publishing Inc., Seoul.
- Myers, H. M., Tomberlin, J. K., Lambert, B. D., Kattes, D., 2008, Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure, Environ. Entomol., 37, 11-15.
- Newton, L., Sheppard, C., Watson, D. W., Burtle, G., 2005, Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. Report for Mike Williams, Director of the Animal and Poultry Waste Management Center, North Carolina State University, Raleigh, NC. Agreements between The NC Attorney General, Smithfield Foods, and Premium Standard Farms, and Frontline Farmers. Available at: <https://tinyurl.com/mxam64v>.
- Oonincx, D. G. A. B., de Boer, I. J. M., 2012, Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans A Life Cycle Assessment, PLOS ONE., 7(12): e51145.
- Park, S. O., Park, K. H., Park, B. S., Na, S. H., Choi, Y. C., 2013, Effect of dietary black soldier fly (*Hermetia illucens* (Diptera: Stratmyidae) pupa on egg production in laying hens, Korean. J. Nat. Conserv., 7, 136-141.
- SAS., 1996, User's guide: statistics. Cary: Institute SAS.
- Sim, S. Y., Ahn, H. Y., Seo, K. I., Cho, Y. S., 2018, Physicochemical properties and biological activities of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae fermented by several kinds of microorganisms, J. Life Sci., 7, 827-834.
- van Huis, A., 2019, Manure and flies: biodegradation and/or bioconversion?, J. Insects Food Feed., 5, 55-58.

-
- Professor. Joung-Yeun Kim
Department of Companion Animals, Calvin University
adver99@daum.net
 - Professor. In-Hag Choi
Division of Companion Animal Science, Joongbu University
wicw@chol.com