Journal of Environmental Science International
34(9); 549~552 September 2025
pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
https://doi.org/10.5322/JESI.2025.34.9.549

SHORT COMMUNICATION

아미노산 제제를 밀기울의 대체원으로 활용하여 동애등에 유충에 급여시 유충의 섭취량 및 일반성분에 미치는 영향 평가

정연우*
중부대학교 반려동물학부

Evaluating the Impact of Amino Acid Additives as a Replacement for Wheat Bran on Feed Intake and Proximate Composition in Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Diets

Yeon-Woo Jeong*
Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan-gun 32713, Korea

Abstract

In this study, we aimed to evaluate how amino acid additives as a replacement for wheat bran could influence the feed intake and proximate composition of black soldier fly (BSF; *Hermetia illucens*) larval diets. The experimental design comprised two treatment groups, each replicated three times, as follows: (G1) 200 g of wheat bran + 20 g of fourth-instar BSF larvae and (G2) 200 g of amino acid additive + 20 g of fourth-instar BSF larvae. Except of the results from days 21 and 27, we observed no statistically significant differences in feed intake between the two groups. However, over time, feed intake in the amino acid additive group yielded a more pronounced increase than that in the wheat bran group. For proximate composition, we detected significant differences between the two treatments in ADF, NDF, moisture, and crude protein contents, whereas pH did not show statistical significance. Furthermore, a comparison of ADF, NDF, moisture content, and nitrogen contents in proximate composition of wheat bran with amino acid additives revealed notable disparities. In conclusion, application of amino acid additives as probiotics appears to effectively enhance BSF larval growth and development, highlighting the potential of these compounds in larval nutrition strategies.

Key words : Amino acid additives, Black soldier fly larvae, Feed intake, Proximate composition, Wheat bran

1. 서 론

동물 사료의 단백질 공급원은 식물성 및 동물성 단백질원, 어분, 대두박 등 다양하다(Kim and Bai, 1997). 특히 대두박은 단백질 함량이 높고 필수 아미노산 조성이 우수하다고 평가되어 배합사료에서 가장 널리 활용되는 단백질원으로 알려져 있다(Kim et al., 2015). 또한, 축산경영의 생산비 중 사료비가 약 70%를 차지하며, 그 중에서 단백질 사료의 비중이 가장 크다는 보고가 있었다(Saleh et al., 2004). 최근에는 지구온난화로 인한 기후 변화와 바이오 원료 생산 확대 등의 요인으로 사료 가격 상승으로 인한 지속적인 문제로 부각되고 있다(Kim et al., 2021). 더 나아가 단백질 사료의 약 95%를 해외 수입에 의존하는 구조는 국내 단백질 공급

Received 18 August, 2025; **Revised** 3 September, 2025;
Accepted 4 September, 2025
***Corresponding author** : Yeon-Woo Jeong, Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan-gun 32713, Korea
Phone : +82-41-750-6271
E-mail : doctorj1@joongbu.ac.kr

Table 1. BSF larvae rearing conditions

Item	Temperature (℃)	Humidity (%)	Light-dark cycle
BSF larvae (4^{th} instar)	23±1	55±5	16L:8D

원에 대한 대체 방안과 연구 개발의 필요성을 강하게 시사한다(Shin et al., 2007). 대표적인 예는 곤충으로 단백질과 불포화지방산 등 풍부한 영양 성분을 함유하며, 동물 사료 단백질 공급원으로서 높은 가능성을 제시하고 있다(Jang et al., 2019). 또한, 이에 대한 곤충을 활용한 사료 연구가 이어지고 있으며, 이를 뒷받침할 법률적 기반도 마련된 바 있다(Kim, 2019). 그러나 곤충을 효율적으로 사료 생산에 활용하기 위해서는 곤충의 먹이 공급원 또한 안정적으로 확보하는 것이 매우 중요하다. 현재 곤충의 주요 먹이 공급원인 밀기울은 곡물 제분 과정에서 생성되는 부산물로서 수분 12%, 단백질 18%, 지방 3.5%를 함유하고 있다(Apprich et al., 2014). 하지만 밀기울만의 공급이 증가할수록 영양소 불균형으로 인해 곤충 유충의 성장률이 감소한다는 연구 결과도 있다(Song et al., 2018). 따라서 밀기울을 대신할 새로운 먹이 공급원으로 가축사료에서 사용되던 단백질과 아미노산을 함유한 아미노산제제를 곤충 사료로 활용하는 방안이 대안으로 제시될 수 있다. 본 연구에서는 밀기울과 아미노산제재를 동애등에 유충에 급여하고, 섭취량 및 각 먹이 공급원의 일반성분을 분석함으로써 동물 사료의 단백질 공급원으로서 가치를 평가하는데 있다.

2. 재료 및 방법

본 곤충 시험은 경기도 안성에 위치한 ㈜써큘러바이오에서 동애등에 유충 4령을 제공받아 중부대학교 반려동물학부 동물사양학 실험실에서 27일간 진행되었다. 실험에 사용된 곤충 먹이는 밀기울과 아미노산제재를 활용했으며, 밀기울은 ㈜써큘러바이오에서, 아미노산제재는 충남 금산에 위치한 ㈜태영이앤비에서 각각 공급받았다. 동애등에 유충은 직사각형 형태의 투명 플라스틱 상자(15 cm × 10 cm × 10 cm) 안에서 사육되었으며, 상자는 공기가 잘 통하도록 4면에 구멍이 뚫린 뚜껑을 갖추고 있었다. 유충의 사육 조건은 Table 1에 요약하여 제시하였다.

실험 설계는 두 개의 처리구로 구분하여, 아래 제시된 비율에 따라 3반복으로 진행되었다.

G1 = 200 g of wheat bran +
20 g of 4^{nd} instar of BSF larvae
G2 = 200 g of amino acid additive +
20 g of 4^{nd} instar of BSF larvae.

사료섭취량은 3일 간격으로 저울을 이용해 무게를 측정하고 기록하였다. 예를 들면 0일 측정 무게와 3일 측정 무게 또는 0일 측정 무게와 6일 측정 무게의 차이를 이용해 사료섭취량을 계산하였다. 실험 종료일에는 일반성분 분석을 목적으로 약 100 g의 샘플을 수집하여 비닐백에 넣어 밀봉하고, 4℃에서 냉장 보관하였다.

ADF와 NDF의 함량은 Van Soest et al.(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 또한, 샘플과 증류수를 1:10 비율로 혼합한 후 약 2시간 동안 원심분리기에서 흔들었으며, 이후 상·하층이 분리된 상태를 확인하였다. 이 상태에서 30분간 방치한 뒤 pH meter(Mettler Toledo Co., MP230, Küsnacht, Switzerland)를 사용하여 pH를 측정하였다. 수분 함량은 AOAC(2000) 방법에 따라 105℃에서 샘플을 건조하고, 이를 통해 초기 샘플 무게와 건조 후 무게 차이를 계산하여 백분율로 구하였다. 조단백질(CP; crude protein)은 AOAC(2000)에서 제시된 분해, 증류, 적정의 세 단계를 거쳐 분석하였다. 각 실험은 3반복 실행되었으며 SAS(Version 9.4) 프로그램을 사용해 통계적 분석을 수행하였다. 처리구 집단 간 평균의 유의성은 T-test를 이용하여 검증하였고, 검정 기준은 $p<0.05$로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig.1은 동애등에 유충 4령에 밀기울과 아미노산제제를 급여한 후, 사료 섭취량에 대한 결과를 제시하고 있다. 21일과 27일 결과를 제외하고, 두 처리구 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다 ($p>0.05$). 결과에 따르면, 시간이 지남에 따라 밀기울

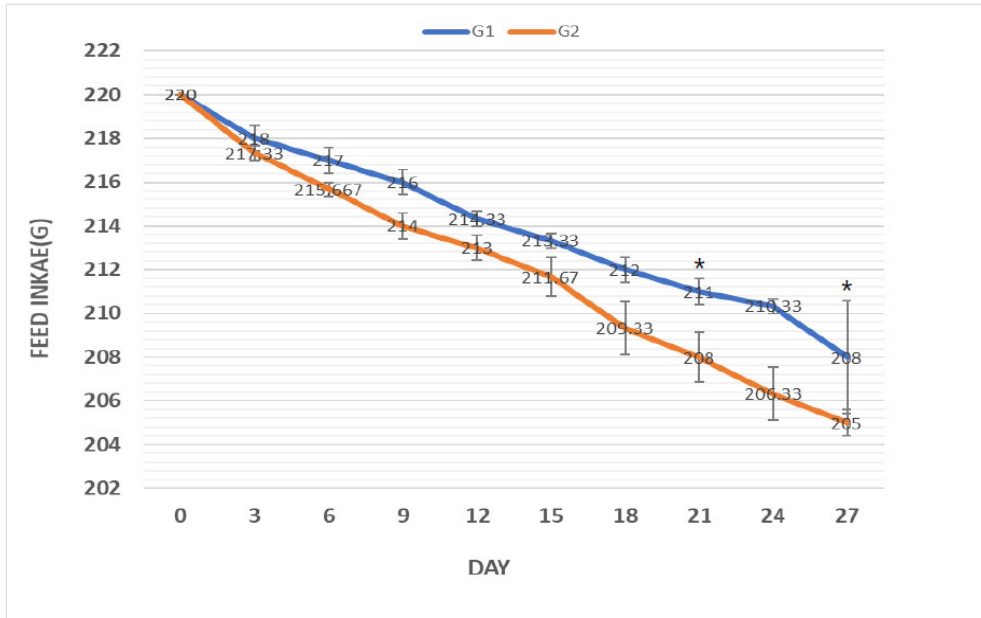

Fig. 1. Feed intake of BSF larvae reared on wheat bran or amino acid additives. *Marks above the bars indicate statistically significant difference at $p<0.05$. Group indicates G1 = 200 g of wheat bran + 20 g of 4nd instar of BSF larvae; G2 = 200 g of amino acid additive + 20 g of 4nd instar of BSF larvae.

Table 2. Proximate compositions of wheat bran or amino acid additives by BSF larvae

Item[1]	ADF (%)	NDF (%)	pH	Moisture (%)	CP (%)
G1	19.02±0.87	31.61±0.48	7.54±0.14	34.88±1.45	23.70±0.85
G2	1.13±0.13	2.52±0.43	7.02±0.03	5.76±1.04	27.46±0.17
Significance	*	*	NS[2]	*	*

Data are expressed as mean± the standard error of the mean (SEM)
[1]G1 = 200 g of wheat bran + 20 g of 4nd instar of BSF larvae; G2 = 200 g of amino acid additive + 20 g of 4nd instar of BSF larvae
[2]NS: not significant
*$p<0.05$

처리구보다 아미노산제제 처리구에서 사료 섭취량이 더 많이 증가한 것으로 나타났다. 이러한 차이는 밀기울과 아미노산제제의 조단백질 함량 분석 결과에서 그 원인을 찾을 수 있다(Table 2). 이 유사한 사례로 Kim et al.(2014)의 연구에서 밀기울이 농업부산물 종류와 대체 비율에 따라 갈색거저리의 발육 상태에 미치는 영향을 입증한 바 있다. 따라서 아미노산제제가 생균제로 작용하여 곤충 유충의 성장에 기여하는 정상세균총 형성에 도움을 준 가능성을 제안할 수 있다. 일반적으로 생균제는 장내 미생물 균형을 개선하여 가축에게 긍정적인 효과를 주는 균주를 의미하며(Lutful Kabir, 2009; Gaggìa et al., 2010), 현재 다수의 연구에서 동애등에 유충 성장 자체를 직접 측정하지 않았더라도 아미노산제제가 성장을 촉진할 가능성이 충분히 있음을 시사한다.

Table 2는 밀기울과 아미노산제제를 급여한 동애등에 유충에서 분석된 일반성분 결과를 보여준다. 일반성분 분석에서는 두 처리군의 ADF, NDF, 수분 및 조단백질 함량이 유의미한 차이를 보였으나($p<0.05$), pH는 유의성을 나타내지 않았다. 이는 밀기울과 아미노산제제의 일반성분 중 ADF, NDF, 수분함량 및 질소 함량을 비교하였을 때 상당한 차이가 있음을 보여준다. 특히 밀

기울에 함유된 ADF와 NDF는 곤충이 섭취하기 어려운 성분으로 작용하지만, 아미노산제제는 이들 함량이 매우 낮아 곤충이 효과적으로 섭취할 수 있는 조건을 제공한다. 이런 점에서 아미노산제제는 숙주 곤충에게 유익한 영향을 미칠 수 있는 살아있는 미생물제제인 생균제로서의 역할을 했을 가능성이 높다. 다른 연구에서도 Kim et al.(2020)은 아메리카왕거저리를 대상으로 밀기울과 다양한 영양 성분이 포함된 인공사료를 급여했을 때, 인공사료 처리구에서 조단백질 등의 영양 성분이 더 높다는 결과를 보고한 바 있다. 따라서 곤충의 성장과 사료 섭취량을 증가시키기 위해서는 밀기울만 단독으로 급여하기보다 다양한 영양성분이 풍부한 첨가제 또는 아미노산제제를 활용하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 밀기울과 아미노산제재를 동애등에 유충에 급여하여 사료섭취량과 먹이 공급원의 영양성분을 분석하여 단백질공급원으로서 가치를 평가하는데 있다. 시간이 지남에 따라 밀기울 처리구보다 아미노산제제 처리구에서 사료 섭취량이 더 많이 증가한 것으로 나타났다. 밀기울과 아미노산제제의 일반성분 중 ADF, NDF, 수분함량 및 질소 함량을 비교하였을 때 상당한 차이가 있음을 보여주었다. 결과적으로 생균제로서 아미노산제제를 활용하는 것이 동애등에 유충의 성장 발달의 긍정적 개선효과가 있음을 예측할 수 있다.

REFERENCES

AOAC, 1990, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.

Apprich, S., Tirpanalan, Ö., Hell, J., Reisinger, M., Siebenhandl-Ehn, S., Novalin, S., Kneifel, W., 2014, Wheat bran-based biorefinery 2: Valorization of products, LWT-Food Sci. Technol., 56, 222-231.

Gaggìa, F., Mattarelli, P., Biavati, B., 2010, Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production, Int. J. Food Microbiol., 141, S15-28.

Jang, W. W., Chung, T. H., Choi, I. H., 2019, Growth performance and economic evaluation of insect feed powder-fed ducks, J. Environ. Sci. Int., 28, 709-712.

Kim, D. I., Jang, G. I., Yoo, D. I., Cho, J. H., 2015, Evaluation of apple by-product as protein source in growing pig diets, Bull. Anim. Biotechnol., 7, 23-26.

Kim, J. W., 2019, Insect industry for future super foods, Food Sci. Anim. Resour. Ind., 8, 74-77.

Kim, K. W., Bai, S. C., 1997, Fish meal analog as a dietary protein source in Korean rockfish, Sebastes schlegeli, J. Aquaculture, 10, 143-151.

Kim, S. Y, Chung, T. H, Kim, S. H., Song, S. H., Kim, N. J., 2014, Recycling agricultural wastes as feed for mealworm (*Tenebrio molitor*), Korean J. Appl. Entomol., 53, 367-373.

Kim, S. Y., Kwak, K. W., Lee, K. Y., Ko, H. J., Kim, Y. S., Kim, E., 2020, Comparative analysis of nutritional components of *Zophobas atratus* larvae raised with artificial diet and wheat bran, J. Life Sci., 30, 1109-1117.

Kim, S. Y., Song, J. H., Ji, S., Kim, W., 2021, Factors affecting business performance of industrial insects farm, J. Agri. Ext. Community Dev., 28, 41-52.

Lutful Kabir, S. M., 2009, The role of probiotics in the poultry industry, Int. J. Mol. Sci., 10, 3531-546.

Saleh, E. A., Watkins, S. E., Waldroup, A. L., Waldroup, P. W., 2004, Effects of dietary nutrient density on performance and carcass quality of male broilers grown for further processing, Int. J. Poult. Sci., 3, 1-10.

Shin, S. O., Cho, J. H., Kim, H. J., Chen, Y. J., Yoo, J. S., Wang, Y., Huang, Y., Kim, I. H., 2007, Effects of dietary nutrient levels on growth performance, blood urea nitrogen, and meat quality in finishing pigs, Korean. J. Food Sci. Anim. Res., 27, 387-391.

Song, M. H., Lee, H. S., Park, K. H., 2018, Effects of dietary animal feed on the growth performance of edible insects, J. Life Sci., 28, 563-568.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., 1991, Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition, J. Dairy Sci., 74, 3583-3597.

• Professor. Yeun-Woo Jeong
Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University
doctorj1@joongbu.ac.kr