

**Morphological and biological characteristics of *Galleria mellonella* L.
(Lepidoptera: Pyralidae) reared on different artificial diets**

Hoang K. Le^{1*}, & Dong T. H. Tran²

¹Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

²University of Agriculture and Forestry, Hue University, Hue City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: March 05, 2023

Revised: April 28, 2023

Accepted: April 30, 2023

Keywords

Artificial diets

Enemy research

Galleria mellonella L.

Greater wax moth

***Corresponding author**

Le Khac Hoang

Email: lkhoang@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

The greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) is a common insect used as alternative host for mass rearing and research of natural enemies. Finding appropriate artificial diets can aid in increasing the efficiency of mass rearing. The study evaluated three different artificial diets by determining some biological and morphological characteristics of greater wax moths in laboratory of Plant Protection Department, Agronomy Faculty, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam. The experimental results showed that the artificial diet CT2 was the most effective one of the three treatments. Its larval stage was shortest, with an average of 27.6 ± 4.2 days. The greater wax moth larvae reared on CT2 grew fast and had large size. Over a period of 20 - 30 days of age, the length and width of greater wax moth larvae ranged from 11.9 ± 5.2 to 16.3 ± 6.2 mm and 2.7 ± 1.4 to 3.9 ± 1.8 mm, respectively. The female greater wax moths laid 819.0 ± 175.5 to $1,008.1 \pm 354.6$ eggs on average. When greater wax moths were reared on three different artificial diets, there was no difference in fecundity.

Cited as: Le, H. K., & Tran, D. T. H. (2023). Morphological and biological characteristics of *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) reared on different artificial diets. *The Journal of Agriculture and Development* 22(4), 1-11.

Đặc điểm hình thái, sinh học của sâu sáo *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) nhân nuôi trên thức ăn nhân tạo

Lê Khắc Hoàng^{1*} & Trần Thị Hoàng Đông²

¹Khoa Nông Học, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

²Trường Đại Học Nông Lâm Huế, Đại Học Huế, TP. Huế

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 05/03/2023

Ngày chỉnh sửa: 28/04/2023

Ngày chấp nhận: 30/04/2023

Từ khóa

Galleria mellonella L.

Nhân nuôi

Sâu sáo

Thức ăn nhân tạo

*Tác giả liên hệ

Lê Khắc Hoàng

Email: lkhoang@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Sâu sáo (*Galleria mellonella* L.) là loài côn trùng được sử dụng phổ biến để làm ký chủ phụ trong nhân nuôi và nghiên cứu các loài thiên địch. Việc nghiên cứu thức ăn nhân tạo để nhân nuôi sâu sáo nhằm tối ưu hóa quá trình nhân nuôi số lượng lớn là rất cần thiết. Ba công thức thức ăn nhân tạo đã được sử dụng để nhân nuôi và đánh giá đặc điểm hình thái, sinh học của sâu sáo. Kết quả thí nghiệm cho thấy công thức thức ăn nhân tạo công thức 2 (CT2) là phù hợp nhất để nhân nuôi sâu sáo. Thời gian phát triển pha ấu trùng sâu sáo khi nuôi bằng công thức 2 (CT2) là ngắn nhất, trung bình $27,6 \pm 4,2$ ngày. Trong quá trình thí nghiệm, ấu trùng được nuôi bằng công thức 2 (CT2) phát triển nhanh, kích thước lớn, ở giai đoạn từ 20 đến 30 ngày tuổi, ấu trùng sâu sáo có chiều dài biến động từ $11,9 \pm 5,2$ đến $16,3 \pm 6,2$ mm và chiều rộng từ $2,7 \pm 1,4$ đến $3,9 \pm 1,8$ mm. Khả năng đẻ trứng của thành trùng cái sâu sáo không có sự khác biệt khi nuôi trên ba công thức thức ăn nhân tạo khác nhau, số trứng của thành trùng cái biến động từ $819 \pm 175,5$ đến $1.008,1 \pm 354,6$ trứng/thành trùng cái.

1. Đặt Vấn Đề

Sâu sáo (*Galleria mellonella* L.) là loài côn trùng quan trọng trong việc nhân nuôi và phát triển ký chủ thay thế, phục vụ cho quá trình nhân nuôi nhiều loài thiên địch (Knipling & ctv., 1979). Sâu sáo có kích thước lớn, dễ nhân nuôi bằng thức ăn nhân tạo, có thể nhanh chóng phát triển quần thể, do vậy loài này thường được ưu tiên nghiên cứu làm ký chủ phụ khi nhân nuôi một số loài thiên địch. Ở tất cả các pha phát dục như trứng, ấu trùng và nhộng của sâu sáo có thể được sử dụng làm ký chủ hoặc vật môi để nuôi nhân thiên địch trong phòng thí nghiệm và điều kiện ngoài đồng (Mohamed & Coppel, 1983).

Khi nhân nuôi côn trùng, thức ăn nhân tạo là yếu tố quyết định cho sự sinh trưởng và phát triển của côn trùng nói chung và sâu sáo nói riêng (Hickin & ctv., 2021). Các công thức thức ăn nhân tạo phù hợp có thể giúp gia tăng kích thước cơ thể ở các pha phát dục, rút ngắn vòng đời so với nuôi nhân bằng thức ăn tự nhiên, giảm được chi phí nhân nuôi và có thể sản xuất với số lượng lớn phục vụ nhân nuôi thiên địch. Ở Việt Nam, công tác nhân nuôi thiên địch để kiểm soát dịch hại bằng biện pháp đấu tranh sinh học trong bảo vệ thực vật ngày càng được quan tâm. Chính vì vậy, việc nghiên cứu công thức thức ăn nhân tạo dùng nhân nuôi sâu sáo sử dụng làm ký chủ thay thế trong nhân nuôi số lượng lớn thiên địch là rất cần thiết.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

cấp từ Bộ môn Bảo vệ Thực vật, Khoa Nông học, Trường Đại Học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh đã được nhân nuôi ổn định qua 3 thế hệ.

2.1. Vật liệu, dụng cụ và thiết bị sử dụng trong nghiên cứu

- Nguồn Sâu sáp (*G. mellonella*) được cung

- Các công thức thức ăn nhân tạo dùng trong nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu trong 500 g của mỗi công thức thức ăn nhân tạo

Công thức thức ăn	Thành phần
Công thức 1 (CT1) (Bộ môn Bảo vệ Thực vật, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM)	212 g thức ăn gà con (bắp, tấm, khoai mì), phụ phẩm ngũ cốc (cám gạo, cám mì), đạm động vật, đạm thực vật, hệ men tiêu hóa Bio-zeem™, khoáng hữu cơ, dẫn xuất của axit Formic, premix vi khoáng – vitamin, axit amin, chất phụ gia, khoáng đa lượng, 25 g cám bắp, 125 g mật ong, 13 g sáp ong, 125 g glycerin
Công thức 2 (CT2) (Hickin & ctv., 2021, có hiệu chỉnh)	120 g mật ong, 20 g sáp ong, 113 g glycerin, 74 g men dinh dưỡng (Terrasoul Superfoods), 35 g cám gạo, 60 g cám lúa mì, 25 g cám yến mạch, 53 g nước
Công thức 3 (CT3) (El-Gohary & ctv., 2018)	400 g sáp ong, 100 g phấn hoa

- Dụng cụ nhân nuôi: Lồng mica (30 x 24 x 28 cm), khay nhựa (56 x 38 x 26 cm), các hộp nhựa (có kích thước 6,5 x 6,5 x 3,2 cm và 13 x 10 x 6 cm), ống falcon (50 mL).

- Thiết bị sử dụng: Kính hiển vi soi nổi KTST – 978PRO – Đài Loan, độ phóng đại từ 17 – 110 X), cân điện tử (Ason AXA3003 – Nhật Bản, cân 3 số lẻ, mức cân 0,001 – 300 g, có lồng kính chắn gió), máy đo nhiệt độ và độ ẩm (HOBO MX1101 – Mỹ).

2.2. Khảo sát đặc điểm hình thái, sinh học sâu sáp trên ba công thức thức ăn nhân tạo

2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của ba công thức thức ăn nhân tạo lên đặc điểm hình thái, sinh học của sâu sáp trong điều kiện phòng thí nghiệm

Phương pháp thực hiện

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố, gồm 3 nghiệm thức tương ứng với 3 công thức thức ăn nhân tạo tại

Bảng 1. Mỗi nghiệm thức gồm có 50 cá thể sâu sáp được nhân nuôi riêng biệt. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ 28 ± 2°C, độ ẩm 70 ± 5%, thời gian chiếu sáng 12 giờ. Khi trứng sâu sáp mới nở (1 ngày tuổi) tiến hành dùng cọ lông tách riêng mỗi ấu trùng qua hộp nhựa hình trụ (rộng x cao = 6,5 x 3,2 cm; nắp hộp có lưới thoáng khí) thêm vào mỗi hộp với 2 g thức ăn theo từng nghiệm thức, khi ấu trùng sau 20 ngày tuổi bổ sung thêm 1 g thức ăn. Quan sát và theo dõi ngẫu nhiên 30 cá thể để ghi nhận các chỉ tiêu.

Các nghiệm thức thí nghiệm gồm ba công thức thức ăn nhân tạo nuôi sâu sáp:

Công thức 1 (CT1): ấu trùng sâu sáp 1 ngày tuổi nuôi bằng công thức 1.

Công thức 2 (CT2): ấu trùng sâu sáp 1 ngày tuổi nuôi bằng công thức 2.

Công thức 3 (CT3): ấu trùng sâu sáp 1 ngày tuổi nuôi bằng công thức 3.

Chỉ tiêu theo dõi:

- Đo kích thước (mm) của ấu trùng sâu sáp ở các thời điểm 5, 10, 15, 20, 25, 30 & 35 ngày tuổi. Theo dõi khối lượng của ấu trùng sâu sáp ở các thời điểm 20, 25, 30 & 35 ngày tuổi khi nuôi bằng các công thức thức ăn nhân tạo khác nhau.

- Theo dõi khối lượng, chiều dài, chiều rộng của nhộng sâu sáp khi nuôi bằng các công thức thức ăn nhân tạo khác nhau.

- Ghi nhận thời gian phát triển (ngày) của các pha phát dục như trứng, ấu trùng, nhộng và vòng đời của sâu sáp khi nuôi bằng các công thức thức ăn nhân tạo khác nhau.

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của thức ăn nhân tạo lên khả năng sinh sản và tuổi thọ của thành trùng sâu sáp trong điều kiện phòng thí nghiệm

Phương pháp thực hiện

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố, gồm 3 nghiệm thức với 10 lần lặp lại. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ $28 \pm 2^\circ\text{C}$, ẩm độ $70 \pm 5\%$, thời gian chiếu sáng 12 giờ. Khi thành trùng vừa vũ hóa, chọn ngẫu nhiên 10 cặp thành trùng trong cùng 1 công thức thức ăn nhân tạo cho vào 10 hộp nhựa hình phễu (miệng x đáy x cao = $13 \times 10 \times 6$ cm; nắp hộp có lưới thoáng khí), có sẵn những miếng gỗ xếp chồng lên nhau (dài x rộng = 3×2 cm) cho thành trùng cái đẻ trứng, hằng ngày quan sát và theo dõi ghi nhận các chỉ tiêu như sau:

- Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)
- Thời gian đẻ trứng (ngày)
- Số trứng đẻ hằng ngày (trứng/thành trùng cái/ngày)
- Tổng số trứng của thành trùng cái (trứng/thành trùng cái)
- Thời gian sau đẻ trứng (ngày)
- Tuổi thọ thành trùng đực và cái (ngày)

2.3. Xử lý số liệu

Các số liệu ghi nhận được tổng hợp và chuyển đổi bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Phân tích phương sai ANOVA, kiểm định qua LSD ở mức ý nghĩa 1% bằng phần mềm thống kê SAS 9.1.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Đặc điểm hình thái và sinh học của sâu sáp khi nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo trong điều kiện phòng thí nghiệm

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy kích thước ấu trùng sâu sáp ở thời điểm 5 và 10 ngày tuổi hầu như không có sự khác biệt thống kê khi nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo, chiều dài biến động từ $1,7 \pm 0,3$ đến $3,3 \pm 1$ mm và chiều rộng dao động từ $0,3$ đến $0,6 \pm 0,2$ mm. Thời điểm từ 15 đến 20 ngày tuổi (Hình 1), ấu trùng sâu sáp phát triển tốt nhất ở công thức thức ăn nhân tạo CT2, với chiều dài biến động từ $6,4 \pm 2,4$ đến $11,9 \pm 5,2$ mm và chiều rộng từ $1,2 \pm 0,5$ đến $2,7 \pm 1,4$ mm. Kích thước ấu trùng sâu sáp nuôi bằng công thức thức ăn nhân tạo CT1 và CT3 có chiều dài dao động từ $4,8 \pm 1,6$ đến $7,9 \pm 1,8$ mm và chiều rộng từ $0,9 \pm 0,3$ đến $1,7 \pm 0,5$ mm, hoàn toàn khác biệt ở mức ý nghĩa 1% so với CT2. Nhìn chung, tốc độ tăng trưởng về chiều dài và chiều rộng của ấu trùng sâu sáp khi nuôi bằng CT2 có xu hướng tăng gấp đôi ở thời điểm 20 ngày tuổi so với CT1 và CT3 (Bảng 2).

Kết quả Bảng 3 và Hình 1 cho thấy, ở thời điểm 25 và 30 ngày tuổi, ấu trùng sâu sáp nuôi bằng CT2 cho thấy sự phát triển tốt nhất về kích thước. Ở 25 ngày tuổi, chiều dài ấu trùng sâu sáp ở CT2 trung bình là $17,6 \pm 6,1$ mm, chiều rộng trung bình là $4,0 \pm 1,5$ mm, ấu trùng sâu sáp có kích thước lớn nhất so với CT1 và CT3, với chiều dài ấu trùng sâu sáp biến động từ $8,9 \pm 2,8$ đến $10,9 \pm 25$ mm và chiều rộng từ $1,8 \pm 0,7$ đến $2,5 \pm 0,7$ mm. Ở thời điểm 30 ngày tuổi, ấu trùng sâu sáp nuôi bằng CT2 đã bắt đầu chuyển sang giai

đoạn nhộng, cho nên chiều dài và chiều rộng hơi ngắn lại, cụ thể là $16,3 \pm 6,2$ mm và $3,9 \pm 1,8$ mm. Ở 2 công thức thức ăn CT1 và CT3, ấu trùng sâu sáp tiếp tục phát triển đến hơn 35 ngày tuổi mới bắt đầu chuyển sang pha nhộng, với kích thước chiều dài và chiều rộng biến động từ $14,3 \pm 4,4$ đến $18,6 \pm 6,1$ mm và $3,0 \pm 0,9$ đến $4,3 \pm 1,4$ mm (Bảng 3).

Thành phần dinh dưỡng trong công thức thức ăn CT2 có men dinh dưỡng (Terrasoul Superfoods), cám mì, cám yến mạch và bột lúa

mì, giúp sâu sáp tăng trưởng tốt, cho thấy sự phát triển về kích thước nhanh hơn so với CT1 và CT3. Theo Hickin & ctv. (2021), trong men Torula có chứa nhiều chất dinh dưỡng cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển của sâu sáp như vitamin B, protein, axit amin, khoáng chất và hàm lượng dinh dưỡng cao. Trong men dinh dưỡng Terrasoul Superfoods có chứa vitamin B, protein, khoáng chất và carbohydrate, do đó, có thể giúp ấu trùng sâu sáp phát triển nhanh hơn so với CT1 và CT3.



Hình 1. Ấu trùng sâu sáp từ 15 - 35 ngày tuổi
(A - E: Ấu trùng sâu sáp ở thời điểm 15, 20, 25, 30 & 35 ngày tuổi).

Kết quả ghi nhận ở Bảng 4 cho thấy ấu trùng sâu sáp được nuôi bằng CT2 cho khối lượng trung bình cao nhất ở cả ba thời điểm 20, 25 & 30 ngày tuổi, khối lượng trung bình lần lượt là $0,07 \pm 0,06$ g; $0,13 \pm 0,08$ g và $0,14 \pm 0,11$ g. Khi nuôi

bằng công thức CT1 và CT3 cho kết quả tương đồng ở ba thời điểm 20, 25, & 30 ngày tuổi, cụ thể ấu trùng sâu sáp được nuôi bằng công thức CT1 ở thời điểm 20, 25, & 30 ngày tuổi lần lượt là $0,01 \pm 0,01$ g; $0,03 \pm 0,01$ g; $0,09 \pm 0,05$ g và ấu trùng

Bảng 2. Kích thước ấu trùng sâu sáp ở thời điểm 5 đến 20 ngày tuổi khi nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo trong phòng thí nghiệm

Công thức thức ăn nhân tạo	Kích thước ấu trùng sâu sáp ở các thời điểm theo dõi (mm)								
	5 ngày tuổi		10 ngày tuổi		15 ngày tuổi		20 ngày tuổi		
	Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng	
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
CT1	1,7 ± 0,3 ^b	0,3 ± 0,0	2,9 ± 0,7	0,5 ± 0,2	5,1 ± 1,4 ^{ab}	1,0 ± 0,3 ^b	7,9 ± 1,8 ^b	1,7 ± 0,5 ^b	
CT2	1,9 ± 0,2 ^a	0,3 ± 0,1	3,3 ± 1,0	0,6 ± 0,2	6,4 ± 2,4 ^a	1,2 ± 0,5 ^a	11,9 ± 5,2 ^a	2,7 ± 1,4 ^a	
CT3	1,8 ± 0,3 ^{ab}	0,3 ± 0,1	3,3 ± 0,9	0,6 ± 0,2	4,8 ± 1,6 ^b	0,9 ± 0,3 ^b	7,2 ± 2,1 ^b	1,4 ± 0,6 ^b	
CV (%)	26,8	15,6	22,8	22,1	20,6	25,8	17,1	27,1	
F _{tính}	5,2**	0,5 ^{ns}	2,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}	4,5**	5,5**	13,5**	17,2**	

TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CV: độ biến động; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns không khác biệt thống kê, ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; Số liệu chiều dài được chuyển đổi sang log (x), số liệu chiều rộng được chuyển đổi sang log(x+1) trước khi xử lý thống kê.

Bảng 3. Kích thước ấu trùng sâu sáp ở thời điểm 25 đến 35 ngày tuổi khi nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo trong phòng thí nghiệm

Công thức thức ăn nhân tạo	Kích thước ấu trùng sâu sáp ở các thời điểm theo dõi (mm)					
	25 ngày tuổi		30 ngày tuổi		35 ngày tuổi	
	Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
CT1	10,9 ± 2,5 ^b	2,5 ± 0,7 ^b	17,2 ± 4,2 ^a	4,0 ± 1,0 ^c	18,6 ± 6,1	4,3 ± 1,4
CT2	17,6 ± 6,1 ^a	4,0 ± 1,5 ^a	16,3 ± 6,2 ^{ab}	3,9 ± 1,8 ^{ab}	-	-
CT3	8,9 ± 2,8 ^b	1,8 ± 0,7 ^c	10,4 ± 3,1 ^b	2,3 ± 0,6 ^b	14,3 ± 4,4	3,0 ± 0,9
CV (%)	13,8	21,5	14,5	20,2	-	-
F _{tính}	26,9**	27,5**	5,4**	5,3**	-	-

TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CV: độ biến động; -: ấu trùng hóa nhộng; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns không khác biệt thống kê; ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; Số liệu chiều dài và chiều rộng ở thời điểm 25 ngày tuổi được chuyển đổi sang log (x), số liệu chiều rộng ở 30 ngày tuổi được chuyển đổi sang log(x+1) trước khi xử lý thống kê.

sâu sấp được nuôi bằng công thức CT3 lần lượt là 0,01 ± 0,01 g; 0,02 ± 0,02 g; 0,04 ± 0,02 g. Ở thời điểm 35 ngày tuổi, ấu trùng nuôi bằng công thức CT2 đã chuyển sang giai đoạn nhộng, trọng lượng ấu trùng ở CT2 và CT3 dao động từ 0,04 ±

0,02 đến 0,18 ± 0,11 g. Các kết quả trên phù hợp với nghiên cứu của Hickin & ctv. (2021), khi bổ sung men dinh dưỡng giúp gia tăng nhanh kích thước và khối lượng của ấu trùng sâu sấp.

Bảng 4. Khối lượng ấu trùng sâu sấp từ 20 – 35 ngày tuổi nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo khác nhau trong điều kiện phòng thí nghiệm

Công thức thức ăn nhân tạo	Khối lượng (g) sâu sấp ở các thời điểm theo dõi			
	20 ngày tuổi	25 ngày tuổi	30 ngày tuổi	35 ngày tuổi
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
CT1	0,01 ± 0,01 ^b	0,03 ± 0,01 ^b	0,09 ± 0,05 ^{ab}	0,18 ± 0,11
CT2	0,07 ± 0,06 ^a	0,13 ± 0,08 ^a	0,14 ± 0,11 ^a	-
CT3	0,01 ± 0,01 ^b	0,02 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,04
CV (%)	3,01	4,05	5,86	-
F _{tính}	9,07 ^{**}	18,86 ^{**}	4,69 ^{**}	-

TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CV: độ biến động; “-”: ấu trùng hóa nhộng; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê; ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%, số liệu được chuyển đổi sang (x+0,5)/0,5 trước khi xử lý thống kê.

Bảng 5. Khối lượng, chiều dài và chiều rộng trung bình của nhộng sâu sấp nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo khác nhau trong điều kiện phòng thí nghiệm

Công thức thức ăn nhân tạo	Khối lượng (g)	Chiều dài (mm)	Chiều rộng (mm)
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
CT1	0,14 ± 0,04 ^a	13,7 ± 1,4 ^a	4,1 ± 0,4 ^a
CT2	0,17 ± 0,04 ^a	14,4 ± 1,3 ^a	4,3 ± 0,4 ^a
CT3	0,11 ± 0,03 ^b	12,6 ± 1,2 ^b	3,7 ± 0,3 ^b
CV (%)	25,4	3,7	6,4
F _{tính}	15,2 ^{**}	10,9 ^{**}	16,8 ^{**}

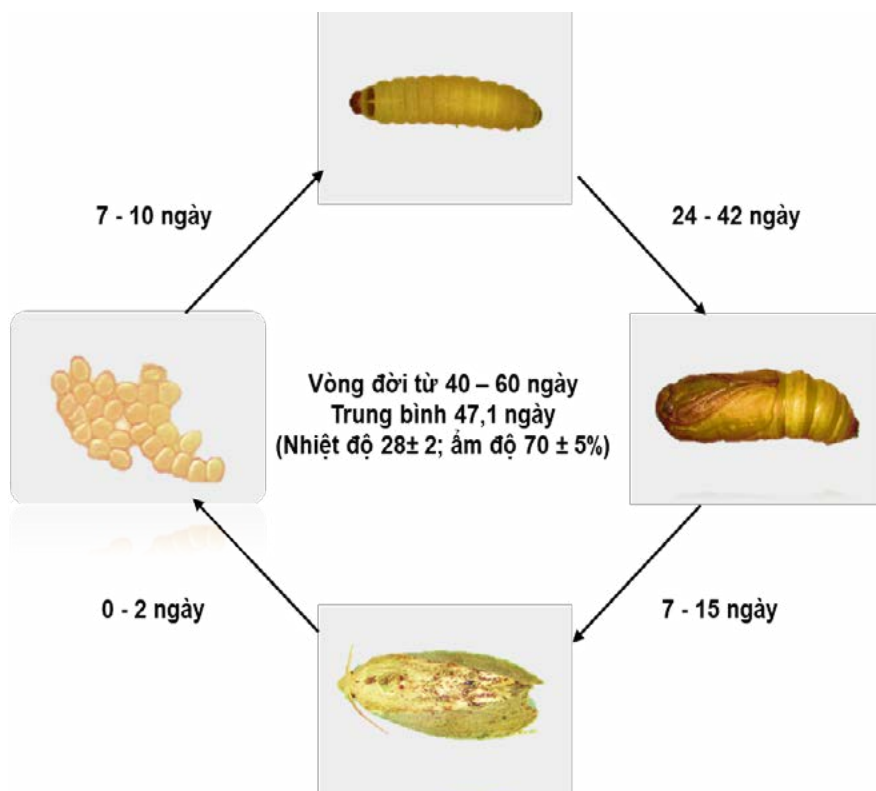
TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CV: độ biến động; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê; Số liệu chiều dài và chiều rộng được chuyển đổi sang log(x) trước khi xử lý thống kê; ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%.

Ấu trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT1, CT2, có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn và khối lượng ấu trùng nặng hơn, do đó khối lượng

nhộng trung bình cao hơn so với công thức CT3. Khối lượng trung bình nhộng của công thức CT1 và CT2 lần lượt là 0,14 ± 0,04 g và 0,17 ± 0,04 g,

khối lượng nặng của công thức CT3 trung bình $0,11 \pm 0,03$ g. Hai công thức cho chiều dài trung bình của nhộng cao tương đương qua phân tích thống kê là CT1 ($13,7 \pm 1,4$ mm) và CT2 ($14,4 \pm 1,3$ mm), thấp nhất là CT3 ($12,6 \pm 1,2$ mm).

Chiều rộng trung bình nặng của CT1 và CT2 cao tương đương lần lượt là $4,1 \pm 0,4$ mm và $4,3 \pm 0,4$ mm, thấp nhất là nhộng của CT3 với chiều rộng trung bình là $3,7 \pm 0,3$ mm (Bảng 5).



Hình 2. Vòng đời sâu sấp (*G. mellonella*) nuôi bằng công thức CT2.

Đặc điểm sinh học của sâu sấp nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo thể hiện ở Bảng 6 cho thấy ấu trùng sâu sấp được nuôi bằng công thức CT2 có thời gian hoàn thành giai đoạn ấu trùng ngắn nhất, thời gian trung bình là $27,6 \pm 4,2$ ngày. Tiếp theo là ấu trùng sâu sấp được nuôi bằng công thức CT1 với thời gian trung bình là $36,4 \pm 4,6$ ngày, thời gian hoàn thành giai đoạn ấu trùng sâu sấp dài nhất là ấu trùng được nuôi bằng công thức CT3 với thời gian trung bình là $42,3 \pm 8$ ngày. Khi ấu trùng sâu sấp nuôi bằng các loại công thức thức ăn khác nhau, thời gian nặng của sâu sấp ở cả ba công thức thức ăn nhân tạo dao động từ 7,7 - 10,3 ngày. Trong đó, công thức CT1 có giai đoạn nặng ngắn

nhất với trung bình là $7,7 \pm 1,8$ ngày, công thức CT2 có thời gian phát triển pha nặng dài nhất trung bình là $10,3 \pm 2,0$ ngày. Thành phần dinh dưỡng trong thức ăn ảnh hưởng đến thời gian hoàn thành vòng đời của sâu sấp. Trong đó, sâu sấp được nuôi bằng công thức CT2 có thời gian hoàn thành vòng đời ngắn nhất với thời gian trung bình là $47,1 \pm 6,1$ ngày (Hình 2). Kết quả thí nghiệm trên phù hợp với kết quả nghiên cứu của Hosamani & ctv. (2017) cho rằng vòng đời sâu sấp dao động từ 42 - 49 ngày. Công thức thức ăn nuôi sâu sấp có thời gian hoàn thành vòng đời dài nhất là công thức CT3 với thời gian trung bình là $59,9 \pm 8,2$ ngày.

Bảng 6. Thời gian phát triển các giai đoạn và vòng đời sâu sấp nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo trong điều kiện phòng thí nghiệm

Công thức thức ăn nhân tạo	Thời gian phát triển (ngày) các giai đoạn của sâu sấp			
	Trứng	Ấu trùng	Nhộng	Vòng đời
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
CT1	8,6 ± 0,9	36,4 ± 4,6 ^b	7,7 ± 1,8 ^a	53,7 ± 4,8 ^b
CT2	8,3 ± 1,1	27,6 ± 4,2 ^a	10,3 ± 2,0 ^b	47,1 ± 6,1 ^a
CT3	7,9 ± 0,8	42,3 ± 8,0 ^c	8,8 ± 1,5 ^{ab}	59,9 ± 8,2 ^c
CV (%)	5,2	4,4	8,9	3,0
F _{tính}	2,8 ^{ns}	40,0 ^{**}	11,9 ^{**}	20,5 ^{**}

TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CV: độ biến động; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự tự theo sau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê; ns không khác biệt thống kê; ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; Số liệu được chuyển đổi sang log (x) trước khi xử lý thống kê.

3.2. Ảnh hưởng của thức ăn nhân tạo lên khả năng sinh sản của thành trùng sâu sấp

Từ kết quả ở Bảng 7 cho thấy thời gian tiền đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, thời gian sau đẻ trứng của thành trùng sâu sấp giữa 3 công thức thức ăn không có khác biệt qua phân tích thống kê. Thời gian đẻ trứng trung bình của thành trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT1 là 6,4 ± 2,0 ngày, tương tự như kết quả nghiên cứu của Desai & ctv. (2019) thời gian đẻ trứng là 6,12 ± 1,09

ngày, thời gian đẻ trứng của thành trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT2 là 4,7 ± 2,5 ngày và thời gian đẻ trứng của thành trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT3 là 5,7 ± 0,8 ngày. Thời gian sau đẻ trứng của thành trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT1 là 4 ± 3,7 ngày, thời gian sau đẻ trứng của thành trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT2 là 4,2 ± 2,4 ngày và thời gian sau đẻ trứng của thành trùng sâu sấp nuôi bằng công thức CT3 là 1,4 ± 1,1 ngày.

Bảng 7. Thời gian tiền đẻ trứng, đẻ trứng và sau đẻ trứng của thành trùng sâu sấp nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo khác nhau trong điều kiện phòng thí nghiệm

Công thức thức ăn nhân tạo	Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	Thời gian đẻ trứng (ngày)	Thời gian sau đẻ trứng (ngày)
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
CT1	1,1 ± 0,4	6,4 ± 2,0	2,7 ± 1,8
CT2	1,0 ± 0,5	4,7 ± 2,5	2,9 ± 2,1
CT3	0,9 ± 0,5	5,7 ± 0,8	2,0 ± 1,4
CV (%)	26,4	20,4	30,4
F _{tính}	1,93 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,65 ^{ns}

TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3; CV: độ biến động; ns không khác biệt thống kê; số liệu thời gian tiền đẻ trứng được chuyển theo log(x+1), số liệu thời gian đẻ trứng được chuyển đổi theo log(x), số liệu thời gian sau đẻ trứng được chuyển đổi theo (x+0,5)^{0,5} trước khi xử lý thống kê.

Kết quả ở Bảng 8 cho thấy số trứng thành trùng cái đẻ được không có khác biệt khi nuôi bằng ba công thức thức ăn nhân tạo, trung bình thành trùng cái sâu sáp đẻ từ $819 \pm 175,5$ đến

$1008,1 \pm 354,6$ trứng, cho thấy khả năng đẻ trứng thành trùng cái sâu sáp cao hơn so với công bố của Hosamani & ctv. (2017), một thành trùng cái đẻ được từ 500 - 800 trứng.

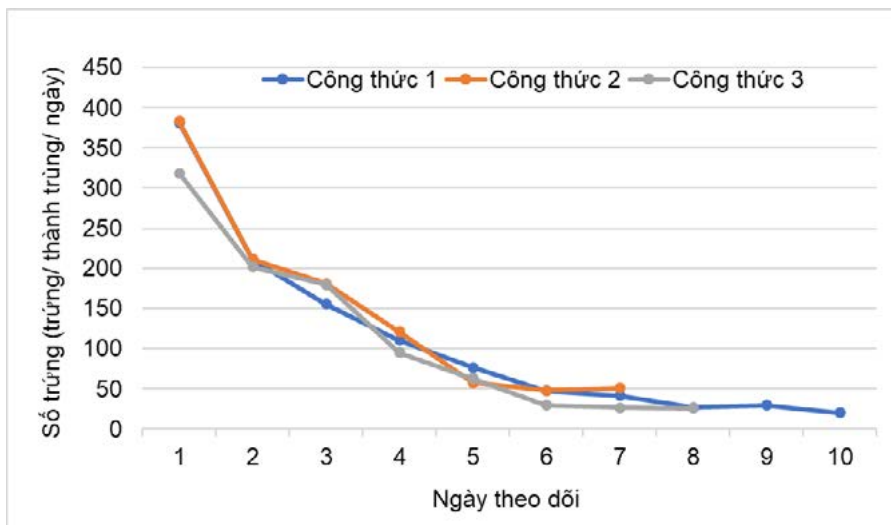
Bảng 8. Khả năng đẻ trứng và tuổi thọ thành trùng sâu sáp nuôi bằng thức ăn nhân tạo

Công thức thức ăn nhân tạo	Chỉ tiêu theo dõi		
	Số trứng (trứng/thành trùng cái)	Tuổi thọ thành trùng cái (ngày)	Tuổi thọ thành trùng đực (ngày)
	TB \pm SD	TB \pm SD	TB \pm SD
CT1	$1008,1 \pm 354,6$	$10,4 \pm 3,4^a$	$16,7 \pm 5,7^{ab}$
CT2	$880,3 \pm 486,5$	$8,6 \pm 2,0^{ab}$	$10,6 \pm 2,5^b$
CT3	$819,0 \pm 175,5$	$7,1 \pm 1,2^b$	$19,8 \pm 8,9^a$
CV (%)	8,6	10,8	14,2
$F_{tính}$	0,9 ^{ns}	5,8 ^{**}	5,8 ^{**}

TB: Trung bình; SD: độ lệch chuẩn; CT1: Công thức 1; CT2: Công thức 2; CT3: Công thức 3; CV: độ biến động; Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê; ns: không khác biệt thống kê; **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; Số liệu được chuyển đổi sang $\log(x)$ trước khi xử lý thống kê.

Tuổi thọ thành trùng sâu sáp có sự khác biệt giữa ba công thức thức ăn nuôi sâu sáp, công thức CT3 có tuổi thọ trung bình của thành trùng cái sâu sáp ngắn nhất là $7,1 \pm 1,2$ ngày, công thức CT1 có tuổi thọ trung bình của thành trùng cái sâu sáp dài nhất là $10,4 \pm 3,4$ ngày, tuổi thọ của thành trùng cái sâu sáp nuôi bằng công thức CT1 và CT2 giống với kết quả nghiên cứu của El-Sawaf (1950) cho rằng tuổi thọ thành trùng

cái sâu sáp dao động từ 8 - 15 ngày. Ngược lại, tuổi thọ trung bình của thành trùng đực sâu sáp nuôi bằng công thức CT3 cao nhất trong 2 công thức thức ăn là $19,8 \pm 8,9$ ngày, nhưng thấp hơn so với nghiên cứu của El-Sawaf (1950), tuổi thọ thành trùng đực sâu sáp biến động từ 21 - 30 ngày. Công thức CT3 có tuổi thọ thành trùng đực sâu sáp ngắn nhất với thời gian trung bình là $10,6 \pm 2,5$ ngày.



Hình 3. Nhịp điệu đẻ trứng (*G. mellonella*) nuôi trên ba công thức thức ăn nhân tạo.

Ở cả 3 công thức thức ăn nhân tạo, thành trùng cái sâu sấp đều tập trung đẻ trứng từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 4 sau khi vũ hóa, số trứng đẻ được ở giai đoạn này trên 50% tổng số trứng của thành trùng cái. Từ ngày thứ 5 sau vũ hóa, số lượng trứng giảm rõ rệt, trung bình số trứng đẻ được mỗi ngày dưới 100 trứng/thành trùng cái (Hình 3).

4. Kết Luận

Nuôi sâu sấp bằng công thức thức ăn nhân tạo 2 (CT2) cho kích thước, khối lượng ấu trùng và nhộng lớn nhất và vòng đời ngắn nhất.

Ba công thức thức ăn nhân tạo nuôi ấu trùng sâu sấp sử dụng trong nghiên cứu không ảnh hưởng đến số lượng trứng đẻ của thành trùng cái sâu sấp.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Desai, A. V., Siddhapara, M. R., Patel, P. K., & Prajapati, A. P. (2019). Biology of greater wax moth *Galleria mellonella* L. on artificial diet. *Journal of Experimental Zoology* 22(2), 1267-1272.
- El-Gohary, S. G., Yousif-Khalil, S. I., El-Maghraby, M. M. A., & Abd-Alla, S. M. (2018). Mass rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 45(2), 495-503.
- El-Sawaf, S. K. (1950). The life-history of the greater wax-moth (*Galleria mellonella* L.) in egypt, with special reference to the morphology of the mature larva (Lepidoptera : Pyralidae). *Bulletin de La Societe Fouad 1er d'entomologie* 34, 247-297.
- Hickin, M., Nadel, H., Schal, C., & Cohen, A. C. (2021). Optimization of a diet for the greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae) using full factorial and mixture design. *Journal of Economic Entomology* 114(3), 1091-1103. <https://doi.org/10.1093/jee/toab039>.
- Hosamani, V., Swamy, B. C. H., Kattimani, K. N., & Kalibavi, C. M. (2017). Studies on biology of greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6(11), 3811-3815. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.447>.
- Knipling, E. F. (1979). *The basic principles of insect population suppression and management*. Washington, DC, USA: United States Government Printing Office.
- Mohamed, M. A., & Coppel, H. C. (1983). Mass rearing of the greater wax moth, *Galleria Mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), for small-scale laboratory studies. *The Great Lakes Entomologist* 16(4), 7-10.