



Đánh giá tỷ lệ sống, khả năng sinh trưởng và xử lý chất thải hữu cơ của ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trên ba loại chất thải hữu cơ khác nhau

Lương Việt Hùng, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Nguyễn Thị Thương, Kiều Duy Chiến, Nguyễn Đức Triển, Nguyễn Văn Tuyên và Phan Thị Yến

Trường Đại học Hùng Vương

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá khả năng sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả xử lý rác thải hữu cơ của ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trên ba loại chất thải hữu cơ phổ biến: Thức ăn thừa nhà bếp (NT1), Rau củ quả (NT2) và Ruột cá (NT3), thí nghiệm được bố trí theo kiểu một nhân tố hoàn nhiên với 3 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần, mật độ thả 2000 ấu trùng/khay. Kết quả sau 12 ngày nuôi (ấu trùng 17 ngày tuổi) cho ấu trùng ruồi lính đen nuôi ở nghiệm thức NT3 (ruột cá) đạt mức tăng trưởng tốt nhất với khối lượng 240,43 mg/con và chiều dài 22,67 mm/con, cao hơn so với NT1 và NT2 ($p < 0,05$). Tỷ lệ sống của ấu trùng ở cả ba nghiệm thức đạt mức cao, dao động từ 85,33% đến 90,67% và không có sự khác biệt về mặt thống kê ($p > 0,05$). Về hiệu quả xử lý, NT3 cho hiệu suất giảm khối lượng rác thải cao nhất (69,99%) và hệ số FCR thấp nhất (4,27), phản ánh khả năng chuyển đổi sinh học vượt trội của nhóm phụ phẩm giàu protein động vật. Ngược lại, nhóm rau củ quả (NT2) cho hiệu quả thấp nhất trên tất cả các chỉ tiêu. Kết quả nghiên cứu khẳng định tiềm năng ứng dụng ruồi lính đen trong quản lý rác thải hữu cơ hộ gia đình và tạo nguồn thức ăn chăn nuôi bền vững, góp phần thúc đẩy kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam.

Từ khóa: Ruồi lính đen, *Hermetia illucens*, ấu trùng, chất thải hữu cơ, sinh trưởng, tỷ lệ sống, xử lý chất thải.

Đặt vấn đề

Cùng với tốc độ đô thị hóa, lượng chất thải hữu cơ tại Việt Nam đang tăng nhanh chóng. Theo báo cáo về công tác bảo vệ môi trường, tổng khối lượng chất thải rắn sinh hoạt cả nước năm 2023 là khoảng 67.877 tấn/ngày, trong đó khu vực đô thị phát sinh khoảng 38.143 tấn/ngày và khu vực nông thôn khoảng 29.734 tấn/ngày (Báo Chính phủ, 2024). Thành phần hữu cơ trong chất thải sinh hoạt chiếm tỷ lệ rất lớn, thường từ 50 - 70%, gây áp lực nặng nề lên hệ thống thu gom, xử lý và dẫn đến nguy cơ ô nhiễm môi trường đất, nước và không khí. Các phương pháp xử lý truyền thống như chôn

lấp hiện vẫn chiếm ưu thế (khoảng 64%) nhưng không chỉ tốn kém mà còn tiềm ẩn nhiều rủi ro môi trường.

Việc ứng dụng ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) để xử lý rác thải hữu cơ đã trở thành giải pháp sinh học hiệu quả và thân thiện với môi trường. Các nghiên cứu cho thấy ấu trùng loài này có khả năng phân hủy mạnh mẽ chất thải hữu cơ với hiệu suất giảm thiểu khối lượng vật chất khô đạt từ 40,5% đến hơn 70% tùy loại cơ chất (Diener và cs., 2009; Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs., 2022). Quá trình sử dụng ấu trùng ruồi lính đen để xử lý rác thải hữu cơ này chuyển hóa rác thải thành nguồn sinh khối

giá trị cao với hàm lượng protein thô dao động từ 28,2% đến 48,2% và chất béo từ 15% đến 35% (Diener và cs., 2009; Lương Thị Thúy Vân và cs., 2023), cho thấy tiềm năng lớn trong việc thay thế bột cá và bột đậu nành làm thức ăn chăn nuôi (Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng, 2016).

Tại Việt Nam, các công trình nghiên cứu đã đánh giá khả năng xử lý rác thải hữu cơ của ấu trùng ruồi lính đen trên nhiều nhóm cơ chất như phân gia súc (Lê Thị Lan Phương và Lê Văn Tòng, 2017), phụ phẩm rau củ và rác thải nhà hàng (Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs., 2022; Trần Tuấn Kiệt và cs., 2024). Mặc dù nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng việc phối trộn phụ phẩm rau quả với ruột cá theo tỷ lệ 85:15 có thể giúp ấu trùng đạt tỷ lệ sống cao nhất lên đến 94,02% (Trần Tuấn Kiệt và cs., 2024), tuy nhiên, việc tập trung vào các công thức phối trộn chưa thể hiện được khả năng xử lý của ấu trùng đối với từng dòng rác thải riêng biệt. Trong thực tế nguồn cơ chất đầu vào thường không cố định, dẫn đến khó khăn trong việc duy trì tỷ lệ phối trộn. Việc đánh giá khả năng xử lý độc lập từng loại phụ phẩm phổ biến như thức ăn thừa nhà bếp và ruột cá tươi của ấu trùng ruồi lính đen là cần thiết để đánh giá khả năng sinh trưởng và hiệu suất chuyển hóa chất hữu cơ của ấu trùng ruồi trên mỗi nhóm cơ chất.

Xuất phát từ thực tiễn trên, đề tài “Đánh giá tỷ lệ sống, khả năng sinh trưởng và xử lý chất thải hữu cơ của ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*)” được thực hiện với mục tiêu: Xác định các chỉ tiêu sinh trưởng (khối lượng, chiều dài, tốc độ tăng trưởng) của ấu trùng trên ba loại chất thải hữu cơ phổ biến; Đồng thời đánh giá tỷ lệ sống của ấu trùng trong quá trình nuôi, hiệu quả xử lý chất thải và hệ số chuyển hóa thức ăn.

Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học để khuyến nghị mô hình xử lý rác thải hữu cơ quy mô nhỏ, tạo nguồn thức ăn cho vật nuôi, góp phần phát triển kinh tế tuần hoàn và giảm thiểu ô nhiễm môi trường tại Việt Nam.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu

Đối tượng thí nghiệm là ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) ở giai đoạn 5 ngày tuổi. Trứng được ấp nở và nuôi úm trong 05 ngày đầu bằng thức ăn tiêu chuẩn (cám gà con pha với nước sạch, độ ẩm 70%, ấu trùng đạt kích thước đủ lớn để dễ dàng thao tác cân đếm.

Thức ăn thí nghiệm cho ấu trùng được thu gom tươi cùng một ngày tại khu vực chợ và hộ gia đình trên địa bàn phường Nông Trang tỉnh Phú Thọ, được cắt nhỏ, trộn đều trước khi cho ấu trùng ăn.

Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Địa điểm nghiên cứu: Trung tâm thực nghiệm, Khoa Nông Lâm Ngư, trường Đại học Hùng Vương.

Thời gian thí nghiệm: tháng 2 - 3 năm 2026.

Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm

Ấu trùng ruồi lính đen giai đoạn 5 ngày tuổi sau khi được nuôi, được bố trí 1 cách ngẫu nhiên vào các khay cỡ 40×30×20 cm. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) với 3 nghiệm thức mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Mật độ thả: 2000 ấu trùng/khay, các khay được phủ màng tránh ruồi nhà vào đẻ trứng. Thời gian mỗi đợt thí nghiệm: 12 ngày (từ ngày thí nghiệm đến ngày thu hoạch) tương đương với thời điểm ấu trùng 17 ngày.

Cách xác định số lượng ấu trùng thí nghiệm: Trước khi thí nghiệm, lấy mẫu ngẫu nhiên 10 lần, mỗi lần 15 ấu trùng 5 ngày tuổi để xác định trọng lượng trung bình/con. Sau đó tính toán tổng khối lượng tương ứng với 2.000 con để đưa vào khay thí nghiệm. Phương pháp này được áp dụng theo Diener và cs. (2009) và Barragan-Fonseca và cs. (2018).

Chất thải hữu cơ dùng làm thức ăn gồm 3 nghiệm thức (NT):

NT1: Chất thải thức ăn thừa nhà bếp (hỗn hợp cơm, thịt, cá, rau thừa).

NT2: Rau củ quả hư hỏng (cà chua, dưa chuột, bí, củ cải, mướp...).

NT3: Ruột cá và nội tạng cá tươi

Ấu trùng được nuôi trong nhà có mái che đảm bảo không ánh sáng trực tiếp, thời điểm nuôi tháng 3/2026. Nhiệt độ được duy trì cao hơn: 27°C (sử dụng bóng úm hồng ngoại để nâng nhiệt khi nhiệt độ ngoài trời thấp hơn). Bố trí máy phun sương để đảm bảo độ ẩm 70%.

Phương thức cho ăn:

Định mức: Lượng thức ăn cơ sở là 100 mg thức ăn tươi/ấu trùng/ngày (tương đương 200g thức ăn/khay/ngày cho 2.000 con) dựa theo khuyến nghị của Diener và cs. (2009).

Tần suất: Thức ăn được cung cấp 02 lần/ngày (6h sáng và 18h tối).

Điều chỉnh: Hàng ngày, trước khi cho ăn bữa mới, quan sát tình trạng thiếu/thừa của khay. Nếu thức ăn bị tiêu thụ hết hoàn toàn, lượng ăn bữa sau sẽ tăng 10%. Nếu còn dư, sẽ giữ nguyên hoặc giảm lượng tương ứng. Khối lượng thức ăn thực tế bổ sung hàng ngày được ghi chép lại để tính toán tổng lượng tiêu thụ.

Thời điểm thu và cân ấu trùng:

Thực hiện vào ngày bắt đầu thí nghiệm (ngày 0 - ấu trùng 5 ngày tuổi) và ngày kết thúc (ngày 12 - ấu trùng 17 ngày tuổi)

Phương pháp thu ấu trùng: Ấu trùng được thu hoạch từng khay riêng bằng cách dùng sàng kết hợp nhặt tay. Với các khay ấu trùng lẫn cơ chất rửa qua nhanh bằng nước sạch sau đó sử dụng giấy thấm để làm khô.

Các chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu theo dõi gồm: Chiều dài ấu trùng (mm); khối lượng ấu trùng (mg/con), tốc độ tăng trưởng đặc thù, khối lượng thức ăn tiêu thụ, tỷ lệ sống.

Phương pháp xác định các chỉ tiêu

Chiều dài ấu trùng: Sử dụng thước đo ngẫu nhiên 10 cá thể/ khay tương ứng 30 cá thể ở mỗi nghiệm thức tại thời điểm kết thúc thí nghiệm để lấy giá trị trung bình.

Khối lượng ấu trùng:

Mỗi khay thí nghiệm, lấy ngẫu nhiên 10 mẫu, mỗi mẫu bao gồm 15 cá thể đã được làm sạch cơ chất bám dính và lau khô bề mặt. Sử dụng cân điện tử (độ chính xác 0,001g) để cân khối lượng tổng của 15 cá thể này. Khối lượng ấu trùng được tính bằng tổng khối lượng mẫu chia cho số lượng cá thể trong mẫu ($n = 15$).

Tốc độ tăng trưởng đặc thù (SGR, %/ngày):

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100$$

Trong đó: W_t : khối lượng trung bình ngày t ; W khối lượng ban đầu; t : số ngày.

Tỷ lệ sống (%):

$$S(\%) = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Trong đó: N_0 : số ấu trùng ban đầu, N_t : số ấu trùng sống tại thời điểm kiểm tra.

Hiệu xử lý chất thải (Hiệu suất giảm khối lượng, WR, %):

$$WR(\%) = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \times 100$$

Trong đó: M_0 : là khối lượng chất thải cho ấu trùng ăn, M_t : khối lượng chất thải tại thời điểm kiểm tra t .

FCR:

$$FCR = \frac{W_t - W_0}{M_0 - M_t} \times 100$$

Trong đó: M_0 : là khối lượng chất thải cho ấu trùng ăn, M_t : khối lượng chất thải tại thời điểm kiểm tra t .

Xử lý số liệu

Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (Mean $\pm$ SD). So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng phân tích ANOVA một nhân tố (One-way ANOVA) và

kiểm định Duncan post-hoc ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$ bằng phần mềm SPSS 20. Trước khi thực hiện phân tích phương sai (One-way ANOVA), các dữ liệu về tỷ lệ sống và hiệu suất xử lý chất thải (dạng tỷ lệ phần trăm) được biến đổi bằng hàm arcsin căn bậc hai để đảm bảo dữ liệu tuân theo quy luật phân phối chuẩn và có phương sai đồng nhất.

Kết quả và thảo luận

Đánh giá khả năng sinh trưởng và phát triển của ấu trùng ruồi lính đen

Sự ảnh hưởng của các chất thải hữu cơ khác nhau đến các chỉ tiêu về khối lượng và tốc độ tăng trưởng đặc thù (SGR) của ấu trùng ruồi lính đen sau 12 ngày nuôi (ấu trùng 17 ngày tuổi), được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Sinh trưởng, tốc độ tăng trưởng đặc thù (SGR) về khối lượng của ấu trùng ruồi lính đen

Chỉ tiêu	NT1 (Mean±SD)	NT2 (Mean±SD)	NT3 (Mean±SD)	P-value
Khối lượng ban đầu (mg/ con)	5,00±0,74	5,10±0,89	5,07±0,83	0,89
Khối lượng ngày 12 (mg/ con) (KL ấu trùng 17 ngày tuổi)	205,93 ^b ±13,62	173,00 ^a ±8,02	240,43 ^c ±14,96	0,00
SGR khối lượng (%/ngày)	31,06 ^b ±1,31	29,48 ^a ±1,62	32,26 ^c ±1,27	0,00

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, các số có các chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). NT1: Nghiệm thức 1-Chất thải thức ăn thừa nhà bếp; NT2: Nghiệm thức 2- Rau củ quả hư hỏng; NT3: Nghiệm thức 3- Ruột cá và nội tạng cá tươi.

Kết quả trình bày ở Bảng 1 cho thấy khối lượng ban đầu của ấu trùng ở cả ba nghiệm thức khá đồng đều dao động từ 5,00 đến 5,10 mg/con, sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê, đảm bảo tính khách quan cho các so sánh về sau. Sau 12 ngày nuôi, khối lượng cuối kỳ và tốc độ tăng trưởng đặc thù (SGR) có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), giữa các loại cơ chất, với thứ tự là: NT3 (Ruột cá) > NT1 (Thức ăn thừa nhà bếp) > NT2 (Rau củ quả).

Kết quả thực nghiệm cho thấy sự khác biệt rõ rệt về khả năng sinh trưởng về khối lượng của ấu trùng ruồi lính đen trên các loại cơ chất khác nhau. Cụ thể, ở nghiệm thức NT3 (ruột cá), ấu trùng đạt khối lượng cao nhất (240,43 mg/con) với chỉ số SGR dẫn đầu (32,26 %/ngày). Tiếp theo là NT1 (thức ăn thừa nhà bếp) đạt 205,93 mg/con (SGR đạt 31,06 %/ngày) và thấp nhất là NT2 (rau củ quả) với 173,00 mg/con (SGR đạt 29,48 %/ngày). Kết quả này tương đương với nghiên cứu của Lê Thị Lan Phương và Lê Văn Tòng (2017), khả năng sinh

trưởng của ấu trùng ruồi lính đen được khảo sát trên 3 loại phân gia súc (bò, lợn, gà) phối trộn với rác hữu cơ theo các tỷ lệ khác nhau cho sinh trưởng ấu trùng dao động từ 138,2 mg/con đến 218,3 mg/con. Tuy nhiên, ở NT3 của thí nghiệm này nuôi bằng ruột cá cho sinh trưởng ấu trùng đạt 240 mg/con cao hơn so với nghiên cứu Lê Thị Lan Phương và Lê Văn Tòng (2017), điều này là do ruột cá có nguồn đạm cao hơn nguồn đạm từ phân.

Kết quả này tương đồng với nhận định của Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs. (2022) khi cho rằng các loại rác thải từ nhà hàng hoặc thức ăn hỗn hợp có độ cân bằng dinh dưỡng tốt hơn, giúp ấu trùng đạt kích thước và khối lượng lớn hơn so với nhóm thuần rau củ quả. Đặc biệt, nghiên cứu của Trần Tuấn Kiệt và cs. (2024) cũng khẳng định việc bổ sung phụ phẩm giàu đạm động vật như ruột cá vào cơ chất nền không chỉ giúp tăng tỷ lệ sống mà còn tối ưu hóa quá trình tích lũy sinh khối của ấu trùng.

Bảng 2. Sinh trưởng, tốc độ tăng trưởng đặc thù (SGR) về chiều dài của ấu trùng ruồi lính đen

Chỉ tiêu	NT1 (Mean±SD)	NT2 (Mean±SD)	NT3 (Mean±SD)	P-value
Chiều dài ban đầu (mm/con)	5,26±0,36	5,13±0,27	5,10±0,42	0,20
Chiều dài ngày 12 (mm/con) (Chiều dài ấu trùng 17 ngày tuổi)	20,49 ^b ±1,22	18,20 ^a ±1,00	22,67 ^c ±1,25	0,00
SGR chiều dài (%/ngày)	11,34 ^b ±0,79	10,56 ^a ±0,61	12,44 ^c ±0,92	0,00

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, các số có các chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). NT1: Nghiệm thức 1- Chất thải thức ăn thừa nhà bếp; NT2: Nghiệm thức 2- Rau củ quả hư hỏng; NT3: Nghiệm thức 3- Ruột cá và nội tạng cá tươi.

Bảng 2 trình bày kết quả chiều dài và tốc độ tăng trưởng đặc thù theo chiều dài của ấu trùng, chiều dài của ấu trùng mang vào thí nghiệm ở cả ba nghiệm thức khá đồng đều (5,10 - 5,26 mm/con). Sau 12 ngày nuôi, chiều dài cuối kỳ và SGR chiều dài khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$), với NT3 (ruột cá) đạt giá trị cao nhất (22,67 mm/con và 12,44 %/ngày), tiếp theo là NT1 (thức ăn thừa nhà bếp, 20,49 mm/con và 11,34 %/ngày), thấp nhất là NT2 (rau củ quả, 18,20 mm/con và 10,56 %/ngày).

Kết quả sinh trưởng về chiều dài của ấu trùng có sự nhất quán với xu hướng về sinh trưởng khối lượng của 3 nghiệm thức. Sự vượt trội của NT3 và NT1 được lý giải bởi hàm lượng protein và lipid cao hơn, tạo điều kiện cho ấu trùng phát triển kích thước tối đa, phù hợp với nghiên cứu

của Nguyen TTX và cs. (2013) và Trần Tuấn Kiệt và cs. (2024) về vai trò của phụ phẩm động vật. Ngược lại, NT2 cho sinh trưởng thấp nhất do rác rau quả nghèo đạm và giàu cellulose, gây cản trở quá trình tiêu hóa và kéo dài thời gian phát triển (Diener và cs., 2009; Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs., 2022).

Đánh giá tỷ lệ sống và hiệu suất xử lý chất thải

Bên cạnh khả năng gia tăng về kích thước thì tỷ lệ sống của ấu trùng ruồi lính đen và hiệu suất phân hủy rác thải hữu cơ là những chỉ số then chốt để đánh giá tính khả thi của mô hình xử lý rác thải sinh học. Các số liệu về tỷ lệ sống, hiệu suất giảm khối lượng chất thải (WR) được tổng hợp tại Bảng 3.

Bảng 3. Tỷ lệ sống và hiệu suất xử lý chất thải hữu cơ và FCR

Chỉ tiêu	NT1 (Mean±SD)	NT2 (Mean±SD)	NT3 (Mean±SD)	P-value
Tỷ lệ sống (%)	86,67±1,52	85,33±3,51	90,67±2,75	0,11
Giảm khối lượng WR (%)	61,11 ^b ±2,03	53,98 ^a ±3,01	69,99 ^c ±2,02	0,00
FCR (kg cơ chất/kg ấu trùng)	5,47 ^b ±0,35	7,89 ^c ±0,34	4,27 ^a ±0,17	0,00

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, các số có các chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). NT1: Nghiệm thức 1-Chất thải thức ăn thừa nhà bếp; NT2: Nghiệm thức 2- Rau củ quả hư hỏng; NT3: Nghiệm thức 3- Ruột cá và nội tạng cá tươi

Kết quả về tỷ lệ sống, hiệu quả xử lý cơ chất (WR), FCR thể hiện tại Bảng 3. Tỷ lệ sống của ấu trùng sau 12 ngày thí nghiệm đạt mức cao, dao động từ 85,33% đến 90,67%, tuy nhiên sự sai khác giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa về mặt thống kê ($p> 0,05$). Điều này cho thấy ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) là loài có phổ thức ăn cực kỳ rộng và khả năng thích nghi tốt với các môi trường dinh dưỡng

khác nhau, từ nhóm thuần thực vật (NT2) đến nhóm giàu đạm động vật (NT3). Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu của Lê Thị Lan Phương (2017) và Nguyễn Vũ Hoàng Phương (2022), khi các tác giả này cũng ghi nhận tỷ lệ sống của ấu trùng thường duy trì ổn định trên 80% đối với nhiều loại phụ phẩm nông nghiệp và rác thải nhà bếp.

Mặc dù thích nghi tốt về tỷ lệ sống, nhưng hiệu quả chuyển hóa sinh học lại có sự phân hóa giữa các nhóm cơ chất ($p < 0,05$): Nghiệm thức NT3 đạt hiệu suất giảm khối lượng cao nhất (69,99%) và hệ số FCR thấp nhất (4,27). Điều này cho thấy ấu trùng xử lý ruột cá hiệu quả hơn các nhóm khác. Theo Nguyen và cs. (2013), cơ chất nguồn gốc động vật cung cấp lượng protein và lipid hòa tan dồi dào, giúp ấu trùng tối ưu hóa quá trình hấp thụ dinh dưỡng mà không cần tiêu tốn nhiều năng lượng cho việc đào thải chất xơ. Nghiên cứu của Trần Tuấn Kiệt và cs. (2024) cũng chỉ ra rằng việc phối trộn phụ phẩm cá giúp nâng cao đáng kể chỉ số giảm chất thải (WRI) so với các nhóm thuần thực vật. NT2 cho hiệu suất xử lý thấp nhất (53,98%) và FCR cao nhất (7,89). Kết quả này nhất quán với nhận định của Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs. (2022) và Lương Thị Thúy Vân và cs. (2023), cho rằng các loại rau củ quả hư hỏng thường chứa hàm lượng nước quá cao và nghèo nàn về protein, dẫn đến việc ấu trùng phải tiêu thụ một lượng lớn thức ăn nhưng tỷ lệ tích lũy sinh khối lại thấp. Chỉ số FCR cao ở NT2 (7,89) minh chứng cho việc ấu trùng cần nhiều thức ăn hơn để tăng trưởng một đơn vị khối lượng so với khi ăn rác nhà bếp (FCR = 5,47) hay ruột cá (FCR = 4,27). NT1 cho kết quả trung gian (WR đạt 61,11%) nhờ sự kết hợp đa dạng giữa tinh bột, đạm và rau xanh. Theo Diener và cs. (2009), độ phức tạp của dinh dưỡng trong rác thải nhà bếp giúp cân bằng quá trình chuyển hóa, tạo ra hiệu suất xử lý ổn định hơn so với các nhóm cơ chất đơn dòng nghèo dinh dưỡng.

Kết luận

Ấu trùng ruồi lính đen thể hiện khả năng thích nghi và sức sống tốt trên cả ba loại cơ chất rác thải hữu cơ phổ biến (tỷ lệ sống $> 85\%$). Sự khác biệt về tỷ lệ sống giữa các nhóm không có ý nghĩa thống kê, khẳng định tính khả thi của việc sử dụng loài này làm tác nhân xử lý sinh học đa dạng các nguồn phụ phẩm tại Việt Nam.

Cơ chất nguồn gốc động vật giàu protein và lipid (ruột cá - NT3) và rác nhà bếp hỗn hợp (NT1) cho tốc độ tăng trưởng vượt trội so với cơ chất thuần thực vật (rau củ quả - NT2). Khối lượng và chiều dài của ấu trùng ở nghiệm thức ruột cá tốt nhất (240,43 mg/con và 22,67 mm).

Hiệu quả chuyển đổi sinh học và giảm thiểu chất thải rắn đạt mức cao nhất ở nhóm ruột cá (giảm gần 70% khối lượng rác). Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) tối ưu của nghiệm thức này chứng minh rằng việc phối trộn hoặc tận dụng các phụ phẩm giàu đạm động vật giúp tối ưu hóa chu kỳ nuôi và nâng cao năng suất thu hồi sinh khối.

Mô hình nuôi ấu trùng ruồi lính đen quy mô nhỏ là giải pháp sinh học hữu hiệu, giúp xử lý rác thải tại nguồn cho hộ gia đình và khu vực nông thôn, vừa giảm thiểu ô nhiễm môi trường, vừa tạo ra nguồn protein giá trị cao cho chăn nuôi.

Mặc dù đã đạt được những kết quả khả quan về khả năng xử lý rác thải của ấu trùng ruồi lính đen, nghiên cứu này vẫn tồn tại một số hạn chế cần được xem xét trong các giai đoạn tiếp theo:

Thứ nhất, do hạn chế về điều kiện trang thiết bị phân tích, nghiên cứu chưa tiến hành xác định trực tiếp hàm lượng dinh dưỡng cơ bản (protein, lipid, carbohydrate) của các loại cơ chất đầu vào. Việc thiếu dữ liệu 'đầu vào' cụ thể khiến việc giải thích các biến động sinh trưởng của ấu trùng mới chỉ dừng lại ở mức đối chiếu với các nghiên cứu tham chiếu thay vì phân tích thực nghiệm xác thực.

Thứ 2, nghiên cứu mới chỉ tập trung vào giai đoạn sinh trưởng của ấu ở quy mô phòng thí nghiệm. Cần có thêm các nghiên cứu dài hạn hơn để đánh giá sự ảnh hưởng của cơ chất đến toàn bộ vòng đời của loài (bao gồm tỷ lệ hóa nhộng, sức sống của ruồi trưởng thành và khả năng đẻ trứng) cũng như thử nghiệm ở quy mô công nghiệp để khẳng định tính bền vững của mô hình.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

- Báo Chính phủ. 2024. Nghiên cứu chính sách hỗ trợ đầu tư xử lý chất thải rắn sinh hoạt. Truy cập ngày 25/10/2024 tại: <https://baochinhphu.vn/nguyen-cuu-chinh-sach-ho-tro-dau-tu-xu-ly-chat-thai-ran-sinh-hoat-102241025203833737.htm>
- Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng. 2016. Sử dụng nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trong thức ăn cho cá lóc bông (*Chanamicropeltes*). Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, 14(4), tr. 590-597.
- Trần Tuấn Kiệt, Huỳnh Văn Hiếu và Nguyễn Minh Duy. 2024. Khảo sát quá trình nuôi ấu trùng Ruồi Lính đen (*Hermetia illucens*) bằng phụ phẩm hữu cơ. Tạp chí Khoa học & Công nghệ Đại học Nguyễn Tất Thành, 7(4), tr. 7-15.
- Lê Thị Lan Phương và Lê Văn Tòng. 2017. Ảnh hưởng của các loại phân và tỷ lệ phối trộn giữa phân với rác hữu cơ đến khả năng sinh trưởng của ruồi lính đen (*Hermetia illucens*). Tạp chí Khoa học - Đại học Huế, 126(3A), 117-127.
- Nguyễn Vũ Hoàng Phương, Lê Minh Thành, Trần Thanh Tú, Nguyễn Thị Thu Thảo, Bùi Thị Ngọc Hà và Huỳnh Thị Thanh Tuyết. 2022. Nghiên cứu

xử lý chất thải hữu cơ bằng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) quy mô phòng thí nghiệm. Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm, 22(2), tr. 41-51.

- Lương Thị Thúy Vân, Hoàng Văn Kiên, Phạm Thị Hồng Tú và Hoàng Thanh Tâm. 2023. Sử dụng ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) xử lý chất thải hữu cơ thành phân bón cho cây trồng. TNU Journal of Science and Technology, 228(09), tr. 301-308.

Tiếng nước ngoài

- Barragan-Fonseca, K.B., Dicke, M., and van Loon, J.J. 2018. Influence of larval density and dietary nutrient concentration on performance, body protein, and fat contents of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). Entomologia Experimentalis et Applicata, 166(9), pp. 761-770.
- Diener, S., Zurbrugg, C., and Tockner, K. 2009. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. Waste Management & Research, 27(6), pp. 603-610.
- Nguyen, T.T.X., Tomberlin, J.K. and Vanlaerhoven, S. 2013. Influence of resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larval development. J Med Entomol. 2013; 50(4), pp. 898-906. doi:10.1603/ME12260.

ABSTRACT

Evaluation of survival rate, growth performance, and organic waste treatment capacity of Black Soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*) on three different organic waste substrates

This study was conducted to evaluate the growth performance, survival rate, and organic waste treatment efficiency of Black Soldier Fly (BSF) larvae (*Hermetia illucens*) on three common organic substrates: kitchen waste (NT1), vegetables and fruits (NT2), and fish entrails (NT3). The experiment followed a completely randomized design with three treatments, each treatment replicated three times, and a stocking density of 2,000 larvae per tray. After a 12-day trial (larvae aged 17 days), BSF larvae reared on fish entrails (NT3) achieved the best growth performance, with a final weight of 240,43 mg/larvae and a length of 22.67 mm/ larvae, significantly higher than those in NT1 and NT2 ($p < 0.05$). The survival rate of the larvae remained high, ranging from 85.33% to 90.67%, with no statistically significant differences observed ($p > 0.05$). Regarding organic waste treatment efficiency, the highest waste reduction (69.99%) and the lowest Feed Conversion Ratio (FCR) of 4.27 in NT3, demonstrating the superior bioconversion capability of BSF larvae on high-protein animal - based by-product. In contrast, the vegetable and fruit group (NT2) showed the lowest efficiency across all parameters. These findings confirmed the potential of applying BSF for household organic waste management and sustainable animal feed production, contributing to the development of a circular economy in Vietnam.

Keywords: Black soldier fly, *Hermetia illucens*, larvae, organic waste, growth performance, survival rate, waste reduction.

Người phản biện: TS. Ninh Thị Huyền