

PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ HÀM LƯỢNG CÁC THÀNH PHẦN DINH DƯỠNG TRONG TIỀN NHỘNG RUỒI LÍNH ĐEN (*Hermetia illucens*) LÀM THỨC ĂN CHĂN NUÔI

Lê Thị Mỹ Châu^{1,*}, Nguyễn Hoàng Hào¹, Trần Đình Dũng¹, Cao Tiến Trung¹,
Hồ Đình Quang¹, Phạm Mỹ Dung¹, Võ Thị Mỹ Tâm¹,
Chu Thị Hiền Hòa¹, Nguyễn Thị Lan¹, Phạm Đình Nhật Trung¹

¹ Trường Đại học Vinh

*Email: chaultm@vinhuni.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm phân tích hàm lượng các thành phần dinh dưỡng của tiền nhộng (pre-pupae) ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) ở các giai đoạn phát triển khác nhau, đồng thời xác định điều kiện nuôi tối ưu cho tích lũy sinh khối và dinh dưỡng trong mô hình Heril nuôi thực nghiệm ruồi lính đen. Kết quả cho thấy, pH chất nền nuôi ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và sinh khối của ấu trùng. Tỷ lệ sống từ ấu trùng đến tiền nhộng đạt cao nhất ở các mức pH 6,0 - 8,0 (98,44 - 99,44%), trong khi giảm đáng kể ở pH 2,0; 4,0 và 10,0. Sinh khối ấu trùng tại các mức pH trung tính và hơi kiềm cao hơn so với các mức pH còn lại. Phân tích thành phần hóa học cho thấy, hàm lượng ẩm của ấu trùng đạt 77,95% ở giai đoạn 28 ngày tuổi; hàm lượng tro đạt 9,42%; 10,03%; 12,67% ở các giai đoạn 4, 14, 28 ngày tuổi. Hàm lượng protein thô của ấu trùng ở các giai đoạn 4, 14, 28 ngày tuổi lần lượt là 44,7%; 45,0%; 48,6%, trong khi hàm lượng lipid tương ứng là 17,4%; 15,4%; 21,5%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ấu trùng và tiền nhộng ruồi lính đen là nguồn nguyên liệu giàu dinh dưỡng, có tiềm năng sử dụng làm nguồn bổ sung thay thế một phần các nguyên liệu truyền thống trong thức ăn chăn nuôi.

Từ khóa: Tiền nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*), ấu trùng, hàm lượng protein, thức ăn chăn nuôi, hiệu quả sử dụng thức ăn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phát triển nhanh của ngành chăn nuôi trong những thập kỷ gần đây đã đóng góp quan trọng vào an ninh lương thực và tăng trưởng kinh tế, nhưng đồng thời làm gia tăng đáng kể lượng chất thải hữu cơ phát sinh từ phân chuồng và phụ phẩm chăn nuôi. Nếu không được xử lý hiệu quả, chất thải chăn nuôi có thể gây ô nhiễm nghiêm trọng môi trường đất, nước và không khí, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái, đồng thời góp phần phát thải khí nhà kính [1, 2]. Trong điều kiện kinh tế - xã hội của Việt Nam, đặc biệt tại các vùng nông thôn và khu vực Bắc Trung bộ, chăn nuôi vẫn là sinh kế quan trọng của hàng triệu hộ nông dân. Vì vậy, vấn đề đặt ra không phải là hạn chế chăn nuôi mà là phát

triển chăn nuôi theo hướng sinh thái, tuần hoàn và bền vững, trong đó xử lý và tái sử dụng chất thải hữu cơ đóng vai trò then chốt [3, 4].

Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) là loài côn trùng có phân bố rộng ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, trong đó có Việt Nam. Loài này không có vòi chích, không mang tập tính gây hại hay truyền bệnh như ruồi nhà, nhưng ấu trùng lại có khả năng phân hủy rất hiệu quả nhiều loại chất thải hữu cơ như phân gia súc, gia cầm và phụ phẩm nông nghiệp [5 - 7]. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh khả năng chuyển hóa nhanh sinh khối chất thải hữu cơ thành sinh khối côn trùng của ấu trùng ruồi lính đen, đồng thời làm giảm mùi hôi, ức chế vi sinh vật gây bệnh và hạn chế côn trùng có hại trong môi trường chăn nuôi [8 -

10]. Điều này cho thấy, ruồi lính đen là một tác nhân sinh học phù hợp cho các mô hình xử lý chất thải tại trang trại theo hướng thân thiện với môi trường.

Quá trình xử lý chất thải bằng ruồi lính đen không chỉ giúp giảm lượng chất thải mà còn tạo ra các sản phẩm có giá trị gia tăng, bao gồm sinh khối ấu trùng/nhộng và phân ruồi. Phân ruồi lính đen được ghi nhận có hàm lượng cao chất hữu cơ, đạm, lân, kali và canxi, phù hợp sử dụng làm phân bón hữu cơ sinh học cho cây trồng [11, 12]. Các nghiên cứu và báo cáo chuyên đề cho thấy, việc tích hợp ruồi lính đen vào hệ thống trang trại giúp hình thành mô hình nông nghiệp tuần hoàn, trong đó chất thải chăn nuôi được tái sử dụng, giảm chi phí xử lý, giảm ô nhiễm và tăng hiệu quả kinh tế [13 - 15].

Bên cạnh vai trò xử lý chất thải, sinh khối ấu trùng và tiền nhộng ruồi lính đen được đặc biệt quan tâm nhờ giá trị dinh dưỡng cao. Nhiều nghiên cứu cho thấy, hàm lượng protein thô của ấu trùng và tiền nhộng ruồi lính đen dao động từ 35 - 55% vật chất khô, với thành phần axit amin thiết yếu tương đối cân đối, phù hợp cho gia cầm, thủy sản và lợn [16 - 18]. Hàm lượng lipid trong ấu trùng và tiền nhộng ruồi lính đen thường đạt 20 - 35%, trong đó axit lauric chiếm tỷ lệ cao. Axit lauric được chứng minh có tác dụng kháng khuẩn, hỗ trợ sức khỏe đường ruột và tăng khả năng miễn dịch cho vật nuôi [19]. Thành phần lipid và protein của ruồi lính đen có thể thay đổi tùy thuộc vào nguồn cơ chất nuôi và giai đoạn phát triển, cho phép điều chỉnh theo mục đích sử dụng [12]. Ngoài ra, ấu trùng và nhộng ruồi lính đen còn chứa khoáng chất quan trọng như: Canxi, phospho, sắt và kẽm, cũng như chitin và các dẫn xuất chitin có tác dụng kích thích miễn dịch và cải thiện hệ vi sinh đường ruột vật nuôi [20]. Nhiều nghiên cứu đã đánh giá khả năng sử dụng bột ấu trùng hoặc tiền nhộng ruồi lính đen để thay thế một phần các nguồn protein truyền thống như bột cá và khô đậu tương trong khẩu phần thức ăn chăn nuôi. Kết quả cho thấy, việc bổ sung ruồi lính đen không làm giảm năng suất sinh trưởng, thậm chí còn cải thiện hệ số chuyển hóa thức ăn và sức khỏe vật nuôi [21]. Trong bối cảnh giá nguyên liệu thức ăn chăn nuôi

ngày càng tăng và nguồn bột cá suy giảm, ruồi lính đen được xem là nguồn đạm thay thế đầy triển vọng, góp phần giảm chi phí sản xuất và nâng cao tính bền vững của ngành chăn nuôi [22].

Mặc dù tiềm năng của ruồi lính đen đã được khẳng định, tuy nhiên tại Việt Nam, đặc biệt ở khu vực Bắc Trung bộ, các nghiên cứu vẫn chủ yếu dừng ở mức thử nghiệm quy mô nhỏ hoặc mô tả khả năng xử lý sinh khối, chưa có nhiều nghiên cứu hệ thống về công nghệ nhân nuôi, sự biến động hàm lượng dinh dưỡng của nhộng theo chu kỳ phát triển và khả năng ứng dụng thực tiễn trong hệ thống trang trại [22].

Từ thực tế trên, nghiên cứu này phân tích và đánh giá hàm lượng các thành phần dinh dưỡng của nhộng ruồi lính đen ở các giai đoạn phát triển khác nhau. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn thời điểm thu hoạch tối ưu, phục vụ sử dụng nhộng ruồi lính đen như nguồn dinh dưỡng bổ sung, thay thế một phần nguyên liệu truyền thống trong thức ăn chăn nuôi, hướng tới xây dựng hệ thống nông nghiệp tuần hoàn, bền vững và thân thiện với môi trường.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là ruồi lính đen (*Hermetia illucens*), bao gồm các giai đoạn phát triển: Trứng, ấu trùng, nhộng và cá thể trưởng thành. Mẫu ruồi lính đen được cung cấp từ trang trại An Nhiên (chăn nuôi gà thịt), xã Thạch Hà, tỉnh Hà Tĩnh; trứng và ấu trùng ruồi lính đen được hỗ trợ từ Trung tâm Khuyến nông tỉnh Hà Tĩnh. Các mẫu được thu thập, bảo quản và phân tích tại Phòng thí nghiệm Động vật học, Trung tâm Thực hành Thí nghiệm, Trường Đại học Vinh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

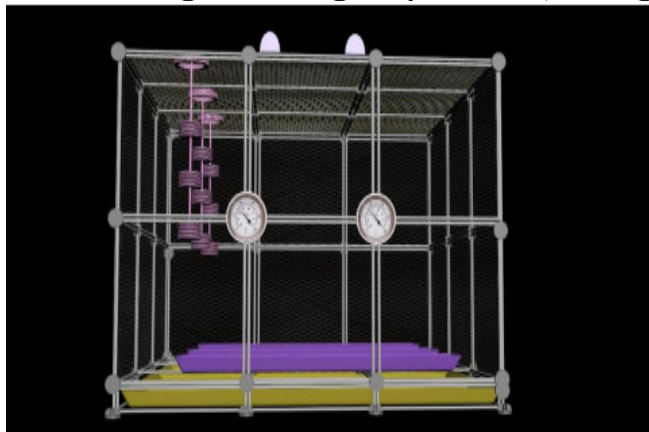
2.2.1. Phương pháp xác định các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng ấu trùng ruồi lính đen

Thí nghiệm nuôi ấu trùng ruồi lính đen được bố trí nhằm đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố môi trường và kỹ thuật nuôi đến sinh trưởng và chất lượng ấu trùng, bao gồm: Nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, pH chất nền và mật độ ấu trùng.

Ấu trùng được nuôi thử nghiệm trong bộ kit

hỗ trợ nuôi ruồi lính đen Heril. Các thông số nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng được theo dõi trong suốt quá trình thí nghiệm. Điều kiện tối ưu được xác định bằng phương pháp phân tích bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology - RSM), xây dựng mô hình hồi quy và giải phương trình bằng phần mềm Design Expert phiên bản 11.

Để đánh giá khả năng xử lý chất thải, 5.000 g



Hình 1. Mô hình mô phỏng nuôi ruồi lính đen quy mô phòng thí nghiệm có kiểm soát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phát triển



Hình 2. Mô hình Heril nuôi thực tế có kiểm soát các yếu tố ảnh hưởng tại phòng thí nghiệm

2.2.2. Phương pháp thu mẫu và xử lý mẫu

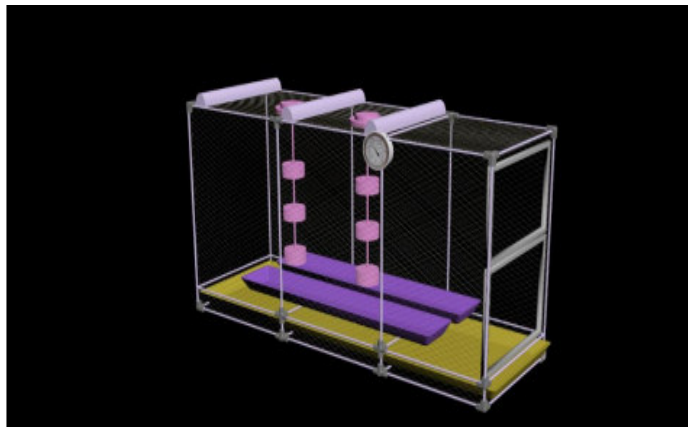
Sau khi kết thúc thí nghiệm, ấu trùng được thu bằng phương pháp sàng lọc cơ học, rửa sạch bằng nước cất, để ráo và bảo quản lạnh. Một phần mẫu được sấy khô ở nhiệt độ thích hợp để phục vụ phân tích thành phần hóa học.

2.2.3. Phương pháp phân tích thành phần hóa học

Các chỉ tiêu thành phần hóa học của ấu trùng ruồi lính đen được xác định theo các phương pháp, bao gồm:

phân gà tươi được sử dụng làm cơ chất nuôi, cung cấp lần lượt cho các mật độ ấu trùng là 200, 400, 600, 800, 1.000 g.

Ảnh hưởng của pH chất nền được khảo sát tại các mức pH 2,0; 4,0; 6,0; 7,0 (đối chứng); 8,0 và 10,0. Giá trị pH được điều chỉnh bằng dung dịch NaOH 2 M hoặc HCl 2 M.



- Phương pháp chuẩn bị mẫu: Theo TCVN 6952:2001 [23].

- Hàm lượng vật chất khô (VCK): Theo TCVN 4326:2001 [24].

- Hàm lượng Protein thô: Theo TCVN 4328:2007 [25].

- Hàm lượng lipid tổng số: Theo TCVN 4331:2001 [26].

- Hàm lượng tro tổng: Theo TCVN 4327:1993 [27].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đo các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phát triển của ấu trùng ruồi lính đen

Yếu tố nhiệt độ ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình phát triển và chất lượng của ruồi lính đen do ruồi lính đen là một loại động vật máu lạnh. Từng giai đoạn phát triển của ruồi lính đen có từng nhiệt độ tối ưu, tuy nhiên, nhìn chung vòng đời phát triển của ruồi lính đen phát triển tốt trong khoảng nhiệt độ 25 - 35°C.

Nhiệt độ quá thấp hoặc quá cao sẽ ảnh hưởng đến quá trình phát triển của ruồi lính đen hoặc chết.

Độ ẩm chất nền phù hợp cho sự phát triển của ruồi lính đen là 60 - 80%. Độ ẩm thấp dẫn đến thức

ăn bị khô, ấu trùng bị mất nước, khó tiêu hóa làm giảm chất lượng nhộng nuôi. Độ ẩm quá cao là điều kiện thích hợp cho nấm mốc phát triển, ảnh hưởng đến sự phát triển của ruồi lính đen.

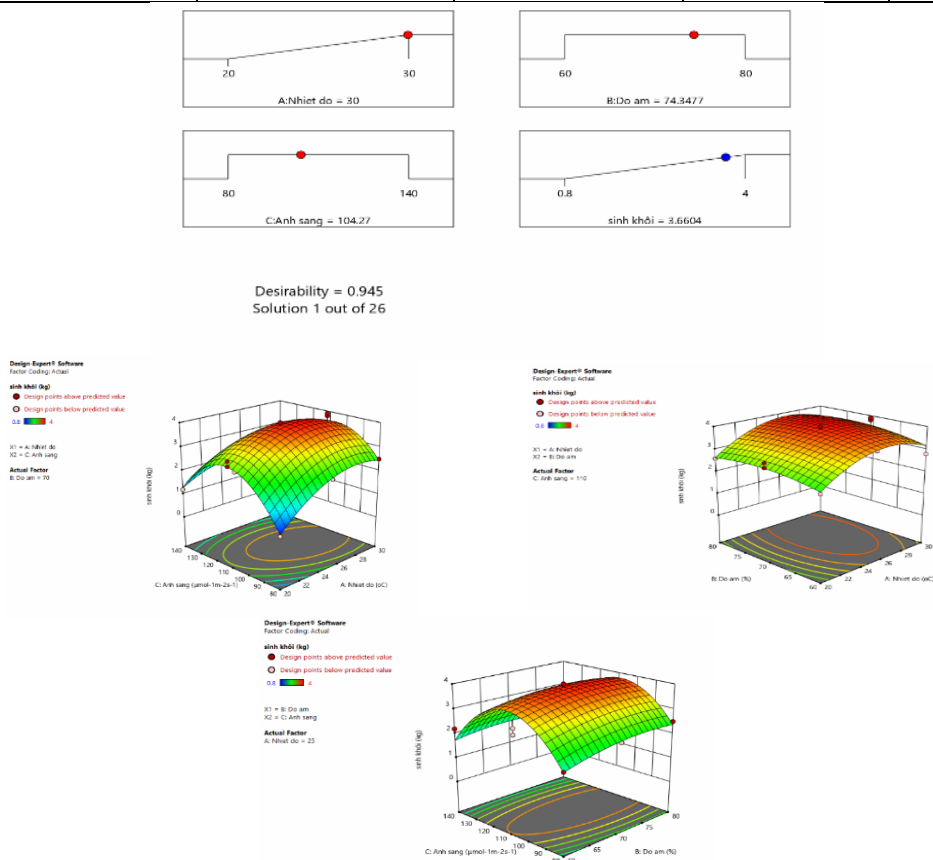
Ánh sáng quang là cần thiết cho quá trình phát triển của ruồi lính đen, đặc biệt là quá trình giao phối và đẻ trứng của ruồi trưởng thành. Kết

quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Lê Đức Ngoan và cs (2021) [1], Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs (2022) [28], Gamero-Barraza Jorge Iñaki và cs (2022) [29].

Các thông số tối ưu hóa của các yếu tố tác động trong vòng đời ruồi lính đen được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thời gian và các yếu tố tác động trong vòng đời ruồi lính đen

Vòng đời	Thời gian (ngày)	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Độ ẩm (%)	Ánh sáng
Trứng	4	26	60	
Ấu trùng dưới 4 ngày tuổi	0 - 4	26 - 29	60 - 75	Ánh sáng quang
Ấu trình trên 4 ngày tuổi	4 - 14	26 - 35	60 - 75	Ánh sáng quang
Nhộng	10 - 14	25 - 30	Thấp	Ánh sáng quang
Ruồi	5 - 8	27 - 30	45 - 60	Ánh sáng quang



Hình 3. Ảnh hưởng của các yếu tố đến sinh khối của ấu trùng ruồi lính đen

Các thông số tối ưu hóa cho quá trình phát triển cho ấu trùng ruồi lính đen là nhiệt độ 30°C , độ ẩm 74,35% và ánh sáng 104,27 umol-1s-1. Với điều kiện trên thì sinh khối ruồi lính đen thu được là 3,6604 kg/m².

Mật độ ấu trùng ruồi lính đen thích hợp nhất trong quá trình xử lý phân gà tươi là 600 g ấu trùng/5.000 g phân gà tươi (1.200 g ấu trùng/10 kg phân gà tươi), nếu mật độ ấu trùng thấp hơn,

khối lượng phân còn lại sẽ cao do phân gà tươi chưa được chuyển hóa hết, hoặc mật độ ấu trùng quá cao thì không đủ thức ăn và không gian sống, ấu trùng cạnh tranh môi trường sống với nhau sẽ dẫn đến tình trạng ấu trùng không thể chuyển hóa thành nhộng, thời gian chuyển hóa kéo dài.

Kết quả khối lượng phân thu được trước và sau sử dụng của ấu trùng ruồi lính đen được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả ảnh hưởng mật độ nuôi đến tỷ lệ chuyển hoá cơ chất

Lượng ấu trùng (g)	Khối lượng phân ban đầu (g)	Khối lượng phân còn lại (g)	Tỷ lệ chuyển hóa phân (%)
200	5.000	2.718	54,53
400	5.000	2.643	44,23
600	5.000	2.589	32,33
800	5.000	2.217	32,43
1.000	5.000	1.198	32,77

Tỷ lệ sống của ấu trùng đến nhộng thấp hơn đáng kể khi nuôi bằng chế độ ăn có độ pH thấp như 2,0 (91,62%), 4,0 (88,68%), 10,0 (95,57%) so với 6,0 (99,11%), 7,0 (99,44%), 8,0 (98,44%). Bên cạnh đó, pH còn ảnh hưởng đến sinh khối của ấu trùng, khối lượng của ấu trùng ở chất nền 6,0; 7,0; 8,0 cao hơn so với các giá trị còn lại. Như vậy, pH ban đầu có thể có lợi cho vi khuẩn có lợi và do đó góp phần vào tỷ lệ sống sót, sự phát triển của ấu trùng và thời gian phát triển; hệ vi sinh vật đường ruột còn trùng thúc đẩy ấu trùng tăng trọng, tăng trưởng và

sản xuất trứng. Kết quả nghiên cứu trên cũng có sự tương đồng với kết quả nghiên cứu của Lưu Thị Thùy Linh, Nguyễn Thị Nhiên (2022) [3], Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cs (2022) [28], Veldkamp và cs (2012) [29], Zhou và cs (2013) [31].

Kết quả thực tế cho thấy, điều kiện môi trường để nuôi dưỡng loài này khá dễ, phù hợp với thời tiết tỉnh Nghệ An và tỉnh Hà Tĩnh [28].

3.2. Kết quả xác định hàm lượng ẩm trong ấu trùng ruồi lính đen

Bảng 3. Bảng kết quả xác định thời gian sấy ấu trùng thích hợp

Lần đo	Thời gian sấy (phút)	Nhiệt độ (°C)	Khối lượng còn lại (g)	Hàm lượng ẩm từng thời điểm (%)
1	0	105	10,505	-
2	30	105	9,31	11,37
3	60	105	7,09	32,51
4	90	105	4,72	55,07
5	120	105	2,707	74,24
6	150	105	2,706	74,24
7	180	105	2,706	74,24
8	210	105	2,706	74,24

Xét theo kết quả đo cho thấy, sấy đến khối lượng không đổi thu được kết quả khối lượng cuối cùng của ấu trùng ruồi lính đen tại nhiệt độ 105°C trong vòng 120 phút là 2,707 g. Hàm lượng ẩm trong ấu trùng ruồi lính đen chiếm 74,24%, tương đương với kết quả đo bằng phương pháp sử dụng cân sấy ẩm. Độ ẩm này được đánh giá khá cao, cao hơn một số loại thịt gia cầm (75%), sắn (14%), gạo (14%), đậu đỗ (14 - 15%) [1, 2, 3, 9, 33].

Kết quả này cho thấy, để bảo quản được ấu trùng ruồi lính đen thời gian dài, nên chú trọng đến việc làm khô sản phẩm, tránh hiện tượng ẩm mốc gây hư hỏng sản phẩm. Có thể làm thức ăn tươi cho gia súc gia cầm, tuy nhiên để sản xuất thức ăn chăn nuôi quy mô công nghiệp nên sấy khô trước khi phối trộn.

3.3. Kết quả hàm lượng tro tổng

Bảng 4. Hàm lượng tro tổng trong ấu trùng ruồi lính đen giai đoạn 1 (4 ngày tuổi), giai đoạn 2 (14 ngày tuổi) và giai đoạn 3 (28 ngày tuổi)

Giai đoạn	Hàm lượng tro tổng (%)			
	Mẫu			Trung bình
	M1	M2	M3	
1 (4 ngày tuổi)	8,86	10,03	9,36	9,42
2 (14 ngày tuổi)	11,05	11,18	10,92	10,03
3 (28 ngày tuổi)	12,52	12,41	13,07	12,67

Hàm lượng tro tổng trong ấu trùng ruồi lính đen giai đoạn 1 (4 ngày tuổi), giai đoạn 2 (14 ngày tuổi) và giai đoạn 3 (28 ngày tuổi) được xác định với việc lặp lại 3 lần (M1, M2, M3), cho thấy có sự gia tăng rõ rệt qua các giai đoạn phát triển.

Hàm lượng tro tổng trong ấu trùng ruồi lính đen 28 ngày tuổi có thể đạt lên tới 12,67%, cho thấy hàm lượng khoáng chất cao trong ấu trùng ruồi lính đen. Bên cạnh đó, ở giai đoạn 1 và 2 cũng có hàm lượng khoáng chất khá cao, chiếm lần lượt là 9,42% và 10,03%. Hàm lượng tro tổng tăng lên do quá trình phát triển và tích lũy chất khoáng, bên cạnh đó khi

ấu trùng ruồi lính đen lớn lên thì lớp biểu bì của nó có khả năng tiết ra một lượng canxi cacbonat có thể chiếm hàm lượng Ca và tro cao, cao hơn rất nhiều so với cá rô phi (1,2%). Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Phương Lan (2024) [33], Romano và cs (2022) [34].

3.4. Kết quả hàm lượng protein trong ấu trùng ruồi lính đen

Hàm lượng protein thô của ấu trùng ruồi lính đen được xác định ở ấu trùng 4 ngày tuổi, 14 ngày tuổi và giai đoạn tiền nhộng 28 ngày tuổi, có sự gia tăng rõ rệt qua các giai đoạn phát triển.

Bảng 5. Hàm lượng protein thô ấu trùng ruồi lính đen giai đoạn 1 (4 ngày tuổi), giai đoạn 2 (14 ngày tuổi) và giai đoạn 3 (28 ngày tuổi)

Giai đoạn	Hàm lượng protein thô (%)			
	Mẫu			Trung bình
	M1	M2	M3	
1 (4 ngày tuổi)	44,9	44,7	44,5	44,7
2 (14 ngày tuổi)	45,1		44,5	44,7
3 (28 ngày tuổi)	48,9	48,4	48,5	48,6

Kết quả cho thấy, hàm lượng protein trong ấu trùng ruồi lính đen là rất cao. Ấu trùng càng ở giai đoạn trưởng thành thì càng có hàm lượng cao hơn. Ở giai đoạn 4 ngày tuổi, hàm lượng protein trong ấu trùng là thấp nhất ở mức 44,7%, giai đoạn có hàm lượng protein cao nhất lên tới 48,6%. Hàm lượng đạm trong ấu trùng ruồi lính đen cao hơn các loại nguyên liệu làm thức ăn chăn nuôi khác như: Cá rô phi (26%), đậu nành (42%) [9], ngô (3,4%), gạo (14%), trứng (13%), lúa mì (12,9%), thức ăn chăn nuôi gà (13 - 15%) [10], thức ăn chăn nuôi cá (22,6%) [8]. Kết quả thu được cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Lê Đức Ngoan và cs (2021) [1], Phạm Thị Phương Lan (2024) [33], Nicholas Romano và cs

(2022) [34], Monika Kaczor và cs (2022) [35]. Như vậy, ruồi lính đen rất thích hợp để sản xuất làm thức ăn chăn nuôi, là nguồn dinh dưỡng cao và tốt thay thế cho các dòng nguyên liệu hiện có trên thị trường. Với thời gian sinh trưởng ngắn, hiệu quả cao, đây có thể xem là bước tiến mới trong lĩnh vực sản xuất thức ăn chăn nuôi.

3.5. Kết quả hàm lượng chất béo trong ấu trùng ruồi lính đen

Hàm lượng chất béo thô của ấu trùng ruồi lính đen 4 ngày tuổi, 14 ngày tuổi và giai đoạn tiền nhộng 28 ngày tuổi cũng có sự gia tăng rõ rệt qua các giai đoạn phát triển.

Bảng 6. Hàm lượng chất béo thô ấu trùng ruồi lính đen giai đoạn 1 (4 ngày tuổi), giai đoạn 2 (14 ngày tuổi) và giai đoạn 3 (28 ngày tuổi)

Giai đoạn	Hàm lượng chất béo thô (%)			
	Mẫu			Trung bình
	M1	M2	M3	
1 (4 ngày tuổi)	16,9	17,7	17,6	17,4
2 (14 ngày tuổi)	15,9	15,7	14,6	15,4
3 (28 ngày tuổi)	21,1	22,0	21,4	21,5

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng lipid trong ấu trùng ruồi lính đen là rất cao. Ấu trùng càng ở giai đoạn trưởng thành thì càng có

hàm lượng lipid cao hơn. Ở giai đoạn thấp nhất thì hàm lượng lipid trong ấu trùng ở mức 15,4%, giai đoạn có hàm lượng chất béo thô cao nhất

lên tới 21,5%. Các chỉ số này cho thấy, lượng chất béo có trong ấu trùng là đáng kể, cao hơn rất nhiều so với cá rô phi (3%) [8], thịt gà (6,8%) [10], thịt vịt (5,1%) [10], ngô (3,6%), gạo (4,6%), khoai mì (1,7%), thịt lợn (14%) [10]. Kết quả hàm lượng chất béo thô của ấu trùng trong nghiên cứu này phù hợp với nhiều công bố trước đây [5, 6, 19, 20]. Kết quả này cho thấy, việc ứng dụng ấu trùng ruồi lính đen và thay thế cho các nguồn chất béo hiện tại trên thị trường là rất tốt, đặc biệt rất phù hợp làm nguyên liệu dinh dưỡng sản xuất thức ăn chăn nuôi.

4. KẾT LUẬN

pH của chất nền nuôi có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và sinh khối của ấu trùng và pH 6,0; 7,0; 8,0 là thích hợp. Kết quả phân tích thành phần hóa học của ấu trùng 4 - 28 ngày tuổi cho thấy, ấu trùng ruồi lính đen có hàm lượng dinh dưỡng cao.

Ấu trùng ruồi lính đen là nguồn nguyên liệu giàu protein và lipid, có tiềm năng cao để sử dụng làm nguồn bổ sung dinh dưỡng thay thế một phần các nguyên liệu truyền thống trong sản xuất thức ăn chăn nuôi. Việc ứng dụng ruồi lính đen không chỉ góp phần giảm chi phí thức ăn mà còn mở ra hướng phát triển nông nghiệp tuần hoàn, thân thiện với môi trường.

LỜI CẢM ƠN

*Kết quả nghiên cứu thuộc nhiệm vụ khoa học và công nghệ: Xây dựng mô hình nông nghiệp tuần hoàn ứng dụng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) xử lý chất thải hữu cơ trong chăn nuôi làm phân bón cho trồng trọt và bổ sung protein cho thức ăn chăn nuôi. Mã số nhiệm vụ khoa học và công nghệ: B2024-TDV-11.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Đức Ngoan, Nguyễn Hải Quân, Phạm Thị Phương Lan, Nguyễn Duy Quỳnh Trâm (2021). Tổng quan về sử dụng ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) làm thức ăn trong chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2(9): 141 - 150.
2. Dương Nguyên Khang, Trần Tấn Việt, Lê Trịnh Hải, Alexandre de Caters, Gaetan Crielaard (2017). *Giáo trình: Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*): Loại côn trùng an toàn, hữu ích cho chăn nuôi công nghiệp*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
3. Lưu Thị Thùy Linh, Nguyễn Thị Nhiên (2022). Tổng quan về ấu trùng ruồi lính đen: Triển vọng đa chiều trong quản lý chất thải hữu cơ, nguồn thức ăn cho ngành chăn nuôi và phân bón cho cây trồng. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(5): 695 - 707.
4. Arango Gutierrez G. P., Vergara Ruiz R. A., Mejia Velez H. (2018). Compositional, microbiological and protein digestibility analysis of the larva meal of *Hermetia illucens*. *Revista Facultad Nacional de Agronomia*, 71(1): 8431 - 8440.
5. Bellezza Oddon S., Biasato I., Gasco L. (2022). Isoenergetic-practical and semi-purified diets for protein requirement determination in *Hermetia illucens* larvae. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13, 17 - 27.
6. Bellezza Oddon S., Biasato I., Resconi A., et al. (2022). Determination of lipid requirements in black soldier fly through semi-purified diets. *Scientific Reports*, 12: 10922.
7. Bosch G., van der Fels-Klerx H. J., de Rijk T. C., Oonincx D. G. A. B. (2017). Aflatoxin B1 tolerance and accumulation in black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) and yellow mealworms (*Tenebrio molitor*). *Toxicology Reports*, 4, 345 - 350.
8. Chia S., Tanga C. M., Osuga I. M., et al. (2018). Effects of waste stream combinations from brewing industry on performance of *Hermetia illucens*. *PeerJ*, 6: e5885.
9. Georgescu B., Struți D., Păpuc T., Cighi V., Boaru A. (2021). Effect of the energy content of diets on the development and quality of fat reserves of larvae and reproduction of adults of the black soldier fly (*Hermetia illucens*). *European Journal of Entomology*, 118, 297 - 306.
10. Kim C. H., Ryu J., Lee J., et al. (2020). Use of black soldier fly larvae for food waste treatment and energy production in Asian countries: A review. *Processes*, 9, 161 - 177.

11. Miranda C. D., Cammark J. A., Tomberlin J. K. (2019). Life-history traits of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) reared on three manure types. *Animals*, 9(5). 281 - 295.
12. Nguyen T. T. X., Tomberlin J. K., Vanlaerhoven S. (2013). Influence of resources on *Hermetia illucens* larval development. *Journal of Medical Entomology*, 50, 898 - 906.
13. Norgren R., Jonsson A., Björkqvist O. (2021). Fermented pulp and paper bio-sludge as feed for black soldier fly larvae. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 10, 1007 - 1016.
14. Trinh T. X. Nguyen, Tomberlin J. K., Vanlaerhoven S. (2015). Ability of black soldier fly larvae to recycle food waste. *Environmental Entomology*, 44(2): 406 - 410.
15. Zhan, S., Fang, G., Cai, M., Kou, Z., Xu, J., Cao, Y., Bai, L., Zhang, Y., Jiang, Y., Luo, X., Xu, J., Xu, X., Zheng, L., Yu, Z., Yang, H., Zhang, Z., Wang, S., Tomberlin, J. K., Zhang, J., Huang, Y. (2019). Genomic landscape and genetic manipulation of the black soldier fly *Hermetia illucens*, a natural waste recycler. *Cell Research*, 30, 50 - 60.
16. Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Olyn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., Michiels, J., Eeckhout, M., De Clercq, P. & De Smet, S. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 2594 - 2600.
17. Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M. & van Loon, J. J. A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) and its suitability as animal feed - A review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2): 105 - 120.
18. Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V. & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 19 - 33.
19. Meneguz, M., Schiavone, A., Gai, F., Dabbou, S., Gasco, L. & Zotte, A. D. (2018). Effect of rearing substrate on growth performance, chemical composition and fatty acid profile of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 5776 - 5784.
20. Finke, M. D. (2013). Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology*, 32, 27 - 36.
21. Cullere, M., Schiavone, A., Dabbou, S., Gasco, L. & Zotte, A. D. (2016). Effect of dietary inclusion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal on broiler performance. *Animal Feed Science and Technology*, 220, 255 - 265.
22. Cummins, V. C., Rawles, S. D., Thompson, K. R., Velasquez, A., Kobayashi, Y., Hager, J. & Webster, C. D. (2017). Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as a partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 473, 337 - 344.
23. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6952:2001. Thức ăn chăn nuôi - Chuẩn bị mẫu thử.
24. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4326:2001. Thức ăn chăn nuôi - Xác định độ ẩm và hàm lượng chất bay hơi khác.
25. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4328:2007. Thức ăn chăn nuôi - Xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô - Phần 1: Phương pháp Kjeldahl.
26. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4331:2001. Thức ăn chăn nuôi - Xác định hàm lượng chất béo.
27. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4327:1993. Thức ăn cho chăn nuôi - Phương pháp xác định hàm lượng tro.
28. Nguyễn Vũ Hoàng Phương, Lê Minh Thành, Trần Thanh Tú, Nguyễn Thị Thu Thảo, Bùi Thị Ngọc Hà, 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): 41 - 51.
29. Gamero-Barraza Jorge Iñaki, Pámanes-Carrasco Gerardo Antonio, Delgado Efrén, Medrano-Roldán Hiram, Gallegos-Ibáñez Daniela,

- Reyes-Jáquez Damián (2022). Black soldier fly: Prospection of the inclusion of insect-based ingredients in extruded foods. *Food Chemistry Advances*, 1, 1 - 8.
30. Veldkamp, T., van Duinkerken, G., van Huis, A., Iakemond, C.M.M., Ottevanger, E., Bosch, G. and Van Boekel, M.A.J.S. (2012) Insects as a Sustainable Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets-A Feasibility Study. Wageningen UR Livestock Research, Report 638, 1 - 62.
31. Zhou F, Tomberlin JK, Zheng L, Yu Z, Zhang J (2013). Developmental and waste reduction plasticity of three black soldier fly strains (Diptera: Stratiomyidae) raised on different livestock manures. *J Med Entomol*, 50, 1224 - 1230.
32. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2019). *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2019*.
33. Phạm Thị Phương Lan (2024). Nghiên cứu sử dụng ấu trùng Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) làm thức ăn cho cá Chêm (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) tại Thừa Thiên Huế. Luận án Tiến sĩ Nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.
34. Nicholas Romano, Hayden Fischer, Austin Powell, Amit Kumar Sinha, Shahidul Islam, Uttam Deb and Shaun Francis (2022). Applications of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae frass on sweetpotato slip production, mineral content and benefit-cost analysis. *Agronomy*, 12, 928 - 938.
35. Monika Kaczor, Piotr Bulak, Kinga Procietycha, Marina Kirichenko-Babko and Andrzej Bieganski (2023). The variety of applications of *Hermetia illucens* in industrial and agricultural areas - Review. *Biology*, 12(1): 25 - 60.

ANALYSIS AND EVALUATION OF NUTRITIONAL CONTENT IN BLACK SOLDIER FLY PUPA (*Hermetia illucens*) FOR SUPPLEMENTARY APPLICATION IN ANIMAL FEED

**Le Thi My Chau¹, Nguyen Hoang Hao¹, Tran Dinh Dung¹, Cao Tien Trung¹,
Ho Dinh Quang¹, Pham My Dung¹, Vo Thi My Tam¹,
Chu Thi Hien Hoa¹, Nguyen Thi Lan¹, Pham Dinh Nhat Trung¹**

¹Vinh University

Abstract

This study aimed to analyze and evaluate the nutritional composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) at different developmental stages and to determine optimal rearing conditions for biomass and nutrient accumulation. The results showed that substrate pH significantly affected larval survival and biomass. Survival rates from larva to prepupa were highest at pH 6.0 - 8.0 (98.44 - 99.44%) and markedly lower at pH 2.0, 4.0, 10.0. Larval biomass was also higher under neutral to slightly alkaline conditions. Proximate analysis indicated that larval moisture content reached 77.95% and ash content was 8.86%. Crude protein content at 4, 14 and 28 days of age was 44.7%, 45.0% and 48.6%, respectively, while lipid content was 17.4%, 15.4% and 21.5%. These results demonstrate that black soldier fly larvae and prepupae are nutrient-rich resources with high potential as alternative protein and lipid sources for animal feed, partially replacing conventional feed ingredients.

Keywords: *Black soldier fly larve, (Hermetia illucens), protein content, animal feed, feed efficiency.*

Ngày nhận bài: 4/11/2025

Ngày chuyển phản biện: 12/11/2025

Ngày thông qua phản biện: 5/12/2025

Ngày duyệt đăng: 24/12/2025