

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SINH TRƯỞNG VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA ẤU TRÙNG RUỒI LÍNH ĐEN (*HERMETIA ILLUCENS*) NUÔI TRÊN CÁC CƠ CHẤT KHÁC NHAU

Lê Đức Thọ^{1*}, Nguyễn Hải Quân¹, Phạm Thị Phương Lan¹ và Lê Đức Ngoan¹

Tóm tắt

Ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) có khả năng chuyển hóa các phụ phẩm hữu cơ thành nguồn dinh dưỡng giá trị cao có thể sử dụng làm thức ăn trong chăn nuôi và thủy sản. Nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng các tỷ lệ bã đậu nành và bã sắn khác nhau làm cơ chất thức ăn đến sinh khối, thành phần hóa học của ấu trùng. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn với 4 lô (5 lần lặp lại/lô) tương ứng với 4 cơ chất khác nhau gồm đối chứng sử dụng cám gà đẻ (ĐC), cơ chất 100% bã đậu nành (BĐ), cơ chất 75% bã đậu nành và cơ chất 25% bã sắn (75BĐ-25BS) và cơ chất 50% bã đậu nành và 50% bã sắn (50BĐ-50BS). Ấu trùng bắt đầu nuôi lúc 5 ngày tuổi, 500 con/lần lặp lại. Kết quả cho thấy, sau 6 ngày nuôi, ấu trùng đạt khối lượng cao ở lô đối chứng (176 mg/con) trong khi các lô còn lại đạt khối lượng khoảng 80,7 mg/con. Hàm lượng protein trong ấu trùng ở lô đối chứng (45%) là thấp hơn so với các khẩu phần còn lại (54,3 - 57,6%). Giá trị pH của cơ chất ở các lô thí nghiệm nằm trong khoảng 7-9 sau 6 ngày thí nghiệm. Nhìn chung, kết quả sinh trưởng của ấu trùng ở các lô thí nghiệm thấp hơn so với lô đối chứng và giữa các lô thí nghiệm có xu hướng phát triển tương đồng. Hàm lượng protein của ấu trùng ở các lô thí nghiệm là cao hơn so với ấu trùng lô đối chứng.

Từ khóa: Ấu trùng ruồi lính đen, bã đậu nành, bã sắn, sinh trưởng, thành phần hóa học.

GROWING AND CHEMICAL COMPOSITION OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE REARED ON DIFFERENT SUBSTRATES

Abstract

Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) are able to convert bio-waste into a nutrient-rich which have been using as animal feeding. This study aimed to evaluate the effect of different ratios of tofu by-product and cassava by-product using as substrate for larvae on performance and chemical composition of larvae. The treatments were control using laying hen commercial feed (ĐC) and three experimental diets with different ratios of tofu by-product and cassava by-product including of 100% tofu by-product (BĐ); 75% tofu by-product: 25% cassava by-product (75BĐ-25BS); and 50% tofu by-product: 50% cassava by-product (50BĐ:50BS). Results show that, the final weight of larvae reared on BĐ, 75BĐ-25BS and 50BĐ:50BS treatment were around 80.7 mg/larvae which was lower than those in the ĐC treatment (176 mg/larve). However, the crude protein content of larvae in BĐ, 75BĐ-25BS and 50BĐ:50BS treatment was higher than that in the ĐC treatment. In general, the ratios of tofu by-product and cassava by-product did not affect larvae performance but improving crude protein content as compared with laying hen commercial feed.

Keywords: Black soldier fly larvae, tofu by-product, chemical composition, cassava by-product, performance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Côn trùng được thế giới quan tâm, vật nuôi. Côn trùng có sinh khối lớn và chúng không chỉ làm thức ăn cho con người mà cả sử dụng cơ chất làm thức ăn rất hữu hiệu và

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế;

* Tác giả liên hệ: Lê Đức Thọ; Email: leducthao@huanf.edu.vn; ĐT: 0972.468.263

có vòng đời ngắn. Ngoài ra, côn trùng có hàm lượng protein thô cao, giàu chất béo và tương đương hoặc với cao hơn các loại thức ăn chăn nuôi giàu protein khác như bột cá, khô đậu tương. Trong những năm gần đây, Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) là một loại côn trùng đã được nghiên cứu sử dụng làm nguồn thức ăn chăn nuôi và thủy sản, thay thế các nguồn thức ăn giàu đạm như bột cá và khô đậu tương (Moula và cs., 2018; Spanghers và cs., 2017). Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) có nguồn gốc từ châu Mỹ nhưng hiện nay đã được sử dụng rộng khắp thế giới do khả năng thích ứng biên độ nhiệt cao (10 - 42°C), tuy nhiên nhiệt độ 30°C có khả năng sinh trưởng cao nhất (Chia và cs., 2018). Điều này cho thấy ấu trùng sinh trưởng tốt tại các nước nhiệt đới. Ấu trùng ruồi lính đen có hàm lượng dinh dưỡng cao, đặc biệt protein thô (37-63% vật chất khô) và mỡ (7 - 39%), các giá trị biến động lớn phụ thuộc vào các nguồn thức ăn (Barragan-Fonseca và cs., 2017). Ấu trùng ruồi lính đen được phát triển tốt trên các môi trường chất thải hữu cơ đa dạng như: chất thải nhà bếp, lò mổ, phân gia súc gia cầm... (Nguyen và cs., 2015; Lalander và cs., 2019).

Việt Nam có đa dạng các nguồn phụ phẩm của sản xuất công-nông nghiệp với trữ lượng lớn có tiềm năng sử dụng để phát triển nguồn đạm côn trùng. Trong đó, bã đậu nành (phụ phẩm từ sản xuất đậu phụ và sữa đậu nành) và bã sắn (phụ phẩm từ các nhà máy sản xuất tinh bột sắn) là hai nguồn phụ phẩm công nghiệp có sản lượng khá lớn ở Việt Nam. Bã đậu nành có hàm lượng protein (20,6% tính theo VCK) và mỡ (9% tính theo VCK) cao, tuy nhiên hàm lượng xơ tổng số cũng cao (65,8% tính theo VCK) (Nguyen và cs., 2020). Trong nước, bã đậu nành đã được sử dụng rộng rãi làm cơ chất để nuôi ấu trùng ruồi lính đen trong thực tiễn sản xuất. Nguyễn Bích Hảo và cs. (2017), báo cáo ấu trùng ruồi lính đen phát triển tốt nhất trong môi trường cơ chất là bã đậu nành so với các cơ chất

nghiên cứu (phân gà, hỗn hợp phân gà và bã đậu nành). Việc sử dụng bã đậu nành nuôi ấu trùng ruồi lính đen đã và đang triển khai trên thực tế ở một số địa phương. Trong đó bã sắn với đặc trưng hàm lượng protein thấp (1,35% tính theo VCK), tinh bột cao (56,7% tính theo VCK) (Nguyen và cs., 2019). Đây cũng được xem là nguồn cơ chất tiềm năng khi kết hợp với các nguồn cơ chất có hàm lượng protein cao để nuôi ấu trùng ruồi lính đen. Tuy nhiên hiện nay chưa có nghiên cứu nào đánh giá việc sử dụng bã sắn và bã đậu nành để nuôi ấu trùng ruồi lính đen. Nghiên cứu này nhằm thử nghiệm các tỷ lệ bã đậu nành - bã sắn khác nhau làm cơ chất để nuôi ấu trùng nhằm tìm ra môi trường phù hợp về dinh dưỡng và tận dụng được các nguồn phụ phẩm một cách hiệu quả để sản xuất sinh khối ấu trùng ruồi lính đen.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trên ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) 5 ngày tuổi, nhập từ hợp tác xã Hưng Điền, Cù Chi, thành phố Hồ Chí Minh. Địa điểm triển khai thí nghiệm là Trung tâm Thực hành và Đào tạo nghề Chăn nuôi Thú y, Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Nguyên liệu thức ăn và khẩu phần thí nghiệm

Nguyên liệu thức ăn thí nghiệm bao gồm bã sắn thu mua từ Nhà máy Sản xuất Tinh bột sắn Phong Điền và bã đậu nành thu mua từ các cơ sở sản xuất đậu phụ tại thành phố Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế. Khẩu phần đối chứng sử dụng thức ăn là cám gà đẻ do Công ty Cổ phần Chăn nuôi C.P. Việt Nam cung cấp. Thành phần hóa học của các nguyên liệu làm cơ chất được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hoá học của các nguyên liệu (% VCK)

Nguyên liệu	Vật chất khô	Protein	Khoáng	Mỡ
Cám gà	89,0	20,3	7,50	7,32
Bã sắn	90	1,79	1,60	0,22
Bã đậu	89,5	20,4	4,00	11,9

Chú thích: Nguyên liệu cám gà mã số: HI-GRO 534 của Công ty Cổ Phần C.P. Việt Nam, hành phần hóa học được phân tích tại phòng thí nghiệm.

Bố trí thí nghiệm 75% bã đậu nành và 25% bã sắn (tính theo vật chất khô) (75BĐ-25BS); Lô sử dụng 50% bã đậu và 50% bã sắn (tính theo vật chất khô) (50BĐ-50BS). Thành phần hóa học cơ chất của các lô thí nghiệm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học cơ chất của các lô thí nghiệm (% VCK)

Lô thí nghiệm	Vật chất khô	Protein	Khoáng	Mỡ
ĐC	89,0	20,3	7,50	7,32
100 BĐ	89,5	20,4	4,00	11,9
75BĐ-25BS	89,0	15,7	3,4	9,0
50BĐ-50BS	89,8	11,1	2,8	6,1

Chú thích: Lô đối chứng (ĐC); Lô sử dụng 100% bã đậu (BĐ); Lô sử dụng 75% bã đậu và 25% bã sắn (tính theo vật chất khô) (75BĐ-25BS); Lô sử dụng 50% bã đậu và 50% bã sắn (tính theo vật chất khô) (50BĐ-50BS).

Thí nghiệm đã được tiến hành trên các thùng nhựa, mỗi thùng tương ứng một đơn vị thí nghiệm. Các thùng nuôi đều có nắp đậy kín bề mặt, có đục lỗ nhằm thông khí. Ấu trùng sau khi nở 5 ngày được lựa chọn ngẫu nhiên đưa vào các thùng và mỗi thùng có 500 ấu trùng, với mật độ thả giống là 0,6 con/cm². Thời gian nuôi là 6 ngày.

2.3. Phương pháp nuôi dưỡng, thu mẫu và phân tích

- Phương pháp nuôi dưỡng và theo dõi

Ấu trùng được nuôi trong thùng plastic, nắp thùng được đục lỗ thông hơi, kích thước nhỏ tránh ấu trùng bò ra ngoài. 20 thùng nuôi ấu trùng thí nghiệm được nuôi trong phòng vào mùa hè với nhiệt độ phòng dao động từ 30 - 35°C. Hàng ngày, thức ăn được cân theo

tỷ lệ nguyên liệu của khẩu phần thí nghiệm và cho ăn ở mức 100 mg/con (tính theo vật chất khô), đảm bảo thức ăn dư thừa để ấu trùng có lượng ăn vào tối đa. Thức ăn được cho ăn một lần/ngày vào lúc 8h00. Thức ăn được chuẩn bị dưới dạng khô không khí, sau khi cân được trộn với nước theo tỷ lệ 10 g thức ăn khô trộn với 17 g nước, đảm bảo hỗn hợp thức ăn đạt độ ẩm khoảng 70% phù hợp phát triển của ấu trùng. Hàng ngày quan sát và bổ sung nước để giữ ổn định độ ẩm của cơ chất.

- Các chỉ tiêu nghiên cứu

Các chỉ tiêu khối lượng (mg/con), đường kính, chiều dài ấu trùng (cm) và pH môi trường được khảo sát 2 ngày một lần, kể từ ngày bắt đầu thí nghiệm đến khi kết thúc. Khối lượng ấu trùng được xác định bằng cách

bất ngẫu nhiên 10 con trong mỗi thùng, cân cùng nhau, sử dụng cân điện tử có độ chính xác 0,001 g. Đường kính và chiều dài ấu trùng được xác định bằng bất ngẫu nhiên 10 con trong mỗi thùng, sau đó đưa lên trên tấm nhựa đợi đến lúc ấu trùng ngừng di chuyển thì tiến hành đo bằng thước kẹp Palmer có độ chính xác 0,02 mm để đo.

Giá trị pH môi trường được xác định bằng cách đo mẫu 3 lần liên tiếp mỗi thùng, 10 g mẫu (cơ chất) được trộn đều với 17 g nước cất, sau đó dùng máy đo pH cầm tay để xác định giá trị pH (sử dụng pH Hanna Instruments, HI 98100, Romania).

Kết thúc theo dõi thí nghiệm khi khoảng 5% ấu trùng chuyển sang màu đen. Ấu trùng sau khi thu hoạch được bảo quản ở tủ lạnh với nhiệt độ -20°C để phân tích thành phần hóa học.

- Phân tích thành phần hóa học

Các mẫu nguyên liệu thức ăn (cơ chất), cám gà đẻ và ấu trùng được phân tích thành phần hóa học theo các phương pháp sau: Hàm lượng vật chất khô phân tích theo tiêu chuẩn

AOAC 930.15; Hàm lượng khoáng tổng số phân tích theo tiêu chuẩn AOAC 942.05, sử dụng lò nung Naberthern - Germany; Hàm lượng mỡ phân tích theo tiêu chuẩn AOAC 920.39, sử dụng phương pháp tách chiết trực tiếp trên thiết bị Sci-Fine Tech, Hàn Quốc. Hàm lượng nitơ tổng số phân tích theo tiêu chuẩn AOAC 984.13, sử dụng phương pháp Kjeldahl trên máy Velp-Italy. Hàm lượng xơ trung tính (NDF) phân tích theo phương pháp Ankom, sử dụng máy Ankom A200.

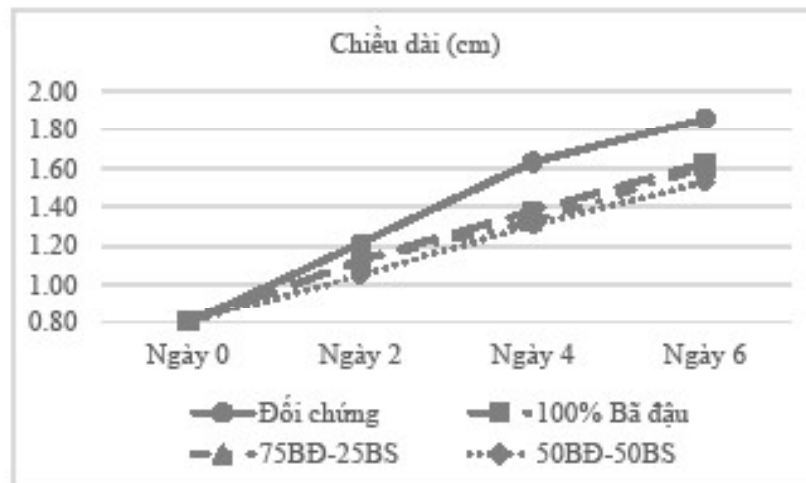
2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu về sinh trưởng và giá trị pH được quản lý và xử lý thống kê mô tả trên phần mềm Microsoft Excel (2010).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả về sinh trưởng và chỉ số pH của từng loại môi trường

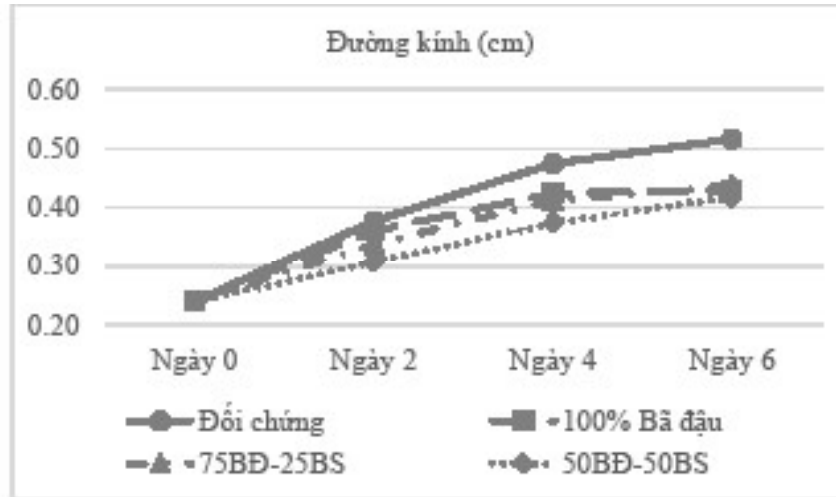
Kết quả đánh giá sự phát triển về chiều dài, đường kính và khối lượng của ấu trùng từ khi bắt đầu nuôi đến 6 ngày nuôi (11 ngày tuổi) được thể hiện ở Hình 1, 2 và 3.



Hình 1. Chiều dài của ấu trùng ruồi lính đen (cm)

Qua hình 1 cho thấy, trong 6 ngày theo dõi cả 4 lô thí nghiệm có sự phát triển ổn định về chiều dài. Tuy nhiên, chiều dài ấu trùng ruồi lính đen được nuôi bằng cám gà đẻ (ĐC) đạt cao nhất và có xu hướng giảm dần khi tăng

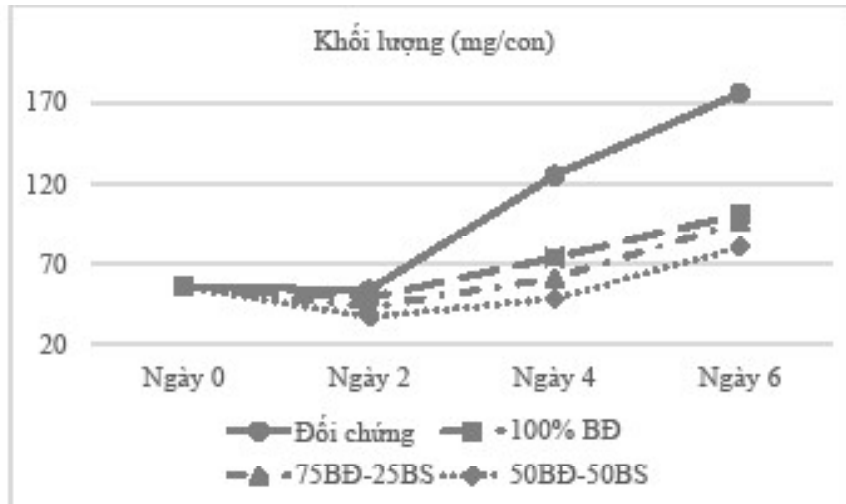
tỷ lệ bã sắn trong khẩu phần. Khi kết thúc quá trình nuôi chiều dài ấu trùng ruồi lính đen ở lô đối chứng là 1,86 cm và ở các lô còn lại là khoảng 1,53 - 1,61 cm.



Hình 2. Kết quả diễn biến đường kính của ấu trùng trong quá trình theo dõi (cm)

Qua hình 2 cho thấy, qua 6 ngày theo dõi, đường kính ấu trùng nuôi bằng thức ăn cám gà đẻ (ĐC) có xu hướng phát triển nhanh hơn so với ấu trùng nuôi ở các lô thí nghiệm khác. Sau 6 ngày nuôi đường kính ấu trùng của lô đối chứng là 0,53 cm, trong khi đó ấu trùng nuôi bằng trong các cơ chất còn

lại khoảng 0,42 - 0,44 cm. Đường kính của ấu trùng trong tất cả các lô thí nghiệm phát triển tối đa sau 6 ngày theo dõi. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi tăng hàm lượng bã sắn trong khẩu phần thì làm giảm khả năng sinh trưởng của ấu trùng ruồi lính đen.

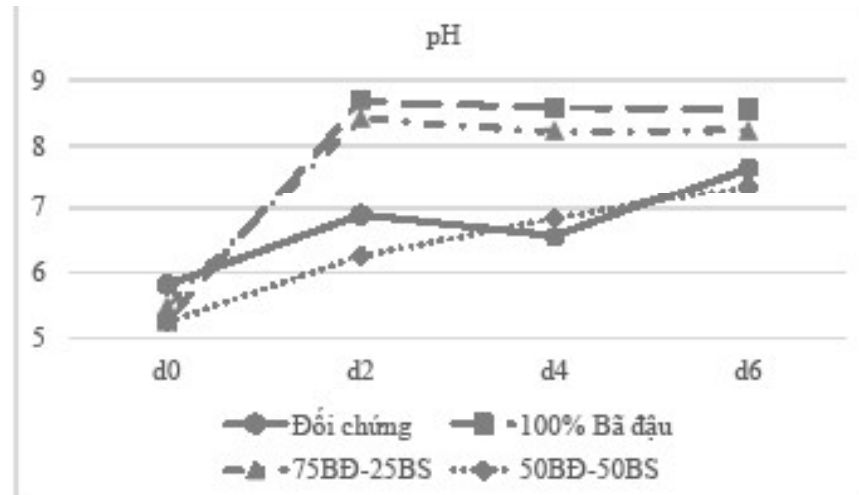


Hình 3. Biến đổi khối lượng của ấu trùng ruồi lính đen

Khối lượng của ấu trùng diễn biến trong thời gian theo dõi được thể hiện qua hình 3. Khối lượng ấu trùng khi kết thúc quá trình nuôi trong môi trường cám gà đẻ đạt cao nhất 176 mg/con. Trong 3 môi trường cơ chất còn lại đều có khối lượng kết thúc

tương đồng, khoảng 80,67 mg/ con. Điều này chứng tỏ lượng ăn vào của ấu trùng trong môi trường cám gà đẻ lớn và khả năng tích lũy của ấu trùng cao nhất.

Kết quả diễn biến pH môi trường nuôi ấu trùng được thể hiện qua Hình 4.



Hình 4. Diễn biến pH của các môi trường cơ chất

Qua Hình 4 chúng ta thấy pH của môi trường ban đầu giữa các lô là tương đương nhau, tuy nhiên qua 2 ngày nuôi thì có sự chênh lệch giữa các lô thí nghiệm. pH cao nhất là môi trường 100% bã đậu nành sau đó là khẩu phần 75BĐ- 25BS, điều này có thể là do hàm lượng protein ở hai môi trường này cao nhưng thiếu sự cân đối các axit amin nên lượng nitơ thất thoát trong quá trình trao đổi chất của ấu trùng tăng lên làm cho pH môi trường cơ chất tăng lên. Giá trị pH của môi trường thức ăn cũng là yếu tố quyết định đến phát triển của ấu trùng, đặc biệt giá trị pH ban đầu của môi trường thức ăn ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật của ấu trùng. Theo Meneguz và cs (2018) đã báo cáo kết quả pH ban đầu của thức ăn nằm trong khoảng giá trị 6 - 8 là phù hợp cho sự phát triển của ấu trùng. Theo kết quả ở hình 4, giá trị pH thức ăn ban đầu của các lô thí nghiệm có giá trị pH khoảng 5,0 - 6,0. Tuy nhiên, sau 2 ngày pH của hai lô BĐ và 75BĐ-25BS đã đạt giá trị khoảng 8,5 và duy trì đến khi kết thúc 6 ngày.

Qua kết quả cho thấy khả năng sinh trưởng (chiều dài, đường kính, khối lượng)

của ấu trùng ruồi lính đen đạt cao nhất ở lô cho ăn thức ăn cám gà đẻ (ĐC) và giảm dần khi tăng tỷ lệ bã sắn trong khẩu phần. Điều này có thể giải thích là lô ĐC có hàm lượng protein cao, cân đối các axit amin, ở các lô còn lại khi tăng tỷ lệ bã sắn thì sẽ làm giảm hàm lượng protein từ 20,4% xuống 11,1% do đó làm giảm khả năng sinh trưởng của ấu trùng.

Theo Nguyễn Hải Quân và cs. (2020) khi sử dụng cơ chất là cám gà đẻ (ĐC) và các khẩu phần có tỷ lệ bã sắn (BS) và bã bia (BB) lần lượt là: 1BS-1BB; 2BS-1BB; 3BS-1BB, thời gian thí nghiệm kéo dài 11 ngày và nuôi ở nhiệt độ phòng 25-26°C. Kết quả khối lượng của ấu trùng ở các lô lần lượt là: 235 g/con; 154,2 g/con; 142 g/con; 136 g/con. Điều này cho thấy khả năng sinh trưởng của ấu trùng ruồi lính đen ảnh hưởng bởi thành phần dinh dưỡng của cơ chất.

3.2. Thành phần hóa học của ấu trùng ở các lô thí nghiệm

Thành phần hóa học của ấu trùng trưởng thành từ các lô thí nghiệm khác nhau được thể hiện qua Bảng 3.

Bảng 3. Thành phần hóa học của ấu trùng trong các lô thí nghiệm khác nhau

Lô thí nghiệm	Thành phần hóa học			
	DM (%)	CP (%)	EE (%)	Ash (%)
ĐC	33,7	45,0	24,5	13,3
100 BĐ	24,6	54,3	19,5	9,09
75BĐ-25BS	24,3	56,4	24,6	9,09
50BĐ-50BS	21,4	57,6	18,8	8,48

Kết quả Bảng 3 cho thấy, hàm lượng CP của ấu trùng trong các khẩu phần dao động từ 45% đến 57,6%. Khẩu phần ĐC cho ấu trùng có hàm lượng CP thấp nhất, tuy nhiên hàm lượng vật chất khô lại cao nhất (33,7%). Như vậy, khi tăng tỷ lệ bã sắn trên bã đậu nành trong khẩu phần của ấu trùng ruồi lính đen thì sẽ làm tăng hàm lượng CP nhưng lại làm giảm hàm lượng vật chất khô trong ấu trùng. Điều này có thể là do khẩu phần có tỷ lệ bã sắn cao hàm lượng CP thấp dẫn đến khả năng sinh trưởng thấp nên tích lũy protein được ưu tiên hơn.

Kết quả về hàm lượng protein và mỡ của lô Đối chứng sử dụng cám gà đẻ trong nghiên cứu này có khác biệt với kết quả báo cáo của Spanghers và cs. (2017) (45,0% so với 41,2% CP tính theo vật chất khô; 24,5% so với 33,6% mỡ tính theo vật chất khô) với thời gian nuôi là 6 ngày so với 12,3 ngày. Trong khi đó nghiên cứu của Nguyễn Hải Quân và cs. (2020) với thời gian nuôi 11 ngày thì cho thành phần hóa học của ấu trùng của lô sử dụng cám gà đẻ là tương đương với nghiên cứu của Spanghers và cs. (2017).

Hàm lượng khoáng của ấu trùng cũng bị ảnh hưởng lớn của nguồn thức ăn. Kết quả của Spanghers và cs. (2017) cho thấy, hàm lượng khoáng tính theo vật chất khô là 10% khi sử dụng cám gà đẻ, 19,7% khi sử dụng chất thải từ biogas, 9,6% khi sử dụng phụ phẩm rau xanh và 2,7% khi sử dụng phụ phẩm nhà bếp. Kết quả của nghiên cứu này cho thấy hàm lượng khoáng của ấu trùng cao nhất ở ĐC (13,3%) khi hàm lượng khoáng thức ăn là 7,5% tính theo vật chất khô. Trong khi các ấu trùng sử dụng các lô thức ăn còn lại có hàm lượng khoáng 8,48 đến 9,09% tương ứng hàm lượng khoáng trong thức ăn trong khoảng 2,8 - 3,4% (Bảng 2).

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Khi tăng tỷ lệ bã sắn/bã đậu nành trong khẩu phần làm thức ăn cho ấu trùng ruồi lính đen sẽ làm giảm khả năng sinh trưởng, hàm lượng vật chất khô, hàm lượng khoáng nhưng tăng hàm lượng protein thô của ấu trùng so với thức ăn gà đẻ.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu cảm ơn Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Barragan-Fonseca, K.B., Dicke, M., and van Loon, J.J.A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed - a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3: 105-120.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrugg, C., Vinneras, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208: 211-219.
- Meneguz, M., Gasco, L., Tomberlin, J.K. (2018). Impact of pH and feeding system on black soldier fly (*Hermetia illucens*, L; Diptera: Stratiomyidae) larval development. *PloS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202591>.
- Moula, N., Scippo, M., Douny, C., Degand, G., Dawans, E., Cabaraux, J., Hornick, J., Medigo, R.C., Leroy, P., Francis, F., Detilleux, J. (2018). Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure. *Animal Nutrition*, 4: 73-78.
- Nguyen Hai Quan (2019). Inclusion of tropical by-products from the food industry and agriculture in pigs' diets as a nutritional strategy to mitigate ammonia emissions from manure. PhD dissertation, Ghent University, 174 pp. ISBN: 978-94-6357-168-5.
- Nguyễn Hải Quân, Trương Việt Hưng, Phạm Thị Phương Lan, Lê Đức Thọ, Lê Đức Ngoan (2020). Ảnh hưởng của tỷ lệ bã sắn, bã bia làm cơ chất đến sinh trưởng và chuyển hóa thức ăn của ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia Illucens*). In trong kỷ yếu hội thảo "Khoa học công nghệ Chăn



- nuôi Thú y”, 25 tháng 9 năm 2020, Học Viện Nông Nghiệp Việt Nam.
- Nguyễn Thị Bích Hảo, Phạm Thị Thùy, Nguyễn Hải Hòa (2017). Nhân nuôi ruồi lính đen (*Hermeria illucens*) trên các hệ chất nền khác nhau để xử lý chất thải rắn sinh hoạt hữu cơ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 10/2017.
- Quan Hai Nguyen, Phung Dinh Le, Channy Chim, Ngoan Duc Le and Veeler Fievez (2019). Potential to mitigate ammonia emission from slurry by increasing dietary fermentable fiber through inclusion of tropical byproducts in practical diets for growing pigs. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 4:574-584.
- Q.H. Nguyen, T.T.T. Than, N.D. Le, P.D. Le and V. Fievez. (2020). Effect of increasing inclusion rates of tofu by-product in diets of growing pigs in nitrogen balance and ammonia emission from manure. doi:10.1017/S1751731119003070
- Nguyen, T.T.X., Tomberlin, J.K., Vanlaerhoven, S. (2015). Ability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste. *Environ. Entomol.*, 44: 406-410.
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Ovyne, A., Deboosere, S., Meulenaer, B.D., Michiels, J., Eeckhout, M., Clercq, P.D., Smet, S.D. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *J. Sci. Food Agric.* (in press).