

Khảo sát quá trình nuôi ấu trùng Ruồi Lính đen (*Hermetia illucens*) bằng phụ phẩm hữu cơ

Trần Tuấn Kiệt^{1,*}, Huỳnh Văn Hiếu², Nguyễn Minh Duy²

¹Viện Nghiên cứu và Phát triển Sinh học Nông nghiệp tiên tiến, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

²Viện Kỹ thuật Công nghệ cao NTT, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

*ttkiet@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Ấu trùng Ruồi Lính đen có khả năng sinh trưởng và xử lý hiệu quả trên nhiều loại chất nền hữu cơ khác nhau. Nghiên cứu này khảo sát sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng Ruồi Lính đen bằng phụ phẩm hữu cơ. Các chất nền được phối trộn theo tỷ lệ 85:15, trong đó 85 % là hỗn hợp bẹ bắp cải và vỏ thom (tỷ lệ 1:1) và 15 % còn lại là bã đậu; ruột cá hoặc cám gà. Mẫu đối chứng được sử dụng với 100 % là hỗn hợp bẹ bắp cải và vỏ thom (tỷ lệ 1:1). Các chất nền này được xay nghiền và xử lý bằng chế phẩm vi sinh. Kết quả nghiên cứu cho thấy ấu trùng Ruồi Lính đen có khả năng sinh trưởng và phát triển trên các chất nền trên. Trong đó, tỷ lệ phối trộn 85:15 giữa bẹ bắp cải: vỏ thom (1:1) và ruột cá cho kết quả tốt nhất với tỷ lệ sống sót cao nhất 94,02 % và chất nền chỉ sử dụng bẹ bắp cải và vỏ thom (1:1) cho tỷ lệ sống sót thấp nhất là 70,64 %. Nghiên cứu này cung cấp dữ liệu quan trọng giúp tối ưu hóa quy trình nhân nuôi ấu trùng Ruồi Lính đen bằng phụ phẩm hữu cơ, đóng góp vào việc giảm thiểu chất thải hữu cơ, giảm ô nhiễm môi trường, thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững.

Nhận 01/08/2024

Được duyệt 04/09/2024

Công bố 28/10/2024

Từ khóa

Ruồi Lính đen,
phụ phẩm hữu cơ,
nuôi ấu trùng,
Hermetia illucens,
khả năng sinh trưởng

© 2024 Journal of Science and Technology - NTTU

1 Đặt vấn đề

Theo Tổng cục Thống kê, tổng khối lượng phụ phẩm năm 2020 của cả nước lên tới trên 156,8 triệu tấn, trong đó 88,9 triệu tấn phụ phẩm sau thu hoạch từ cây trồng và chế biến nông sản (chiếm 56,7 %) [1]. Chất thải từ phụ phẩm nông nghiệp gồm bốn loại chính: (1) phụ phẩm cây trồng, (2) chất thải chăn nuôi, (3) chất thải từ nông - công nghiệp và (4) chất thải nuôi trồng thủy sản, đang gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng về ô nhiễm môi trường, an toàn vệ sinh thực phẩm, và lãng phí tài nguyên. Trong đó, phụ phẩm cây trồng và chất thải từ nông - công nghiệp được sản sinh với khối lượng lớn hàng ngày [1]. Tuy nhiên, việc thiếu các biện pháp quản lý hiệu quả cho những loại chất thải này đã tạo ra thách thức lớn trong việc tái sử dụng.

Việt Nam với điều kiện khí hậu thuận lợi cho sự phát triển của Ruồi Lính đen (*Hermetia illucens*), do đó việc tận dụng các nguồn phụ phẩm hữu cơ để nhân nuôi ấu trùng Ruồi Lính đen (RLĐ) là một giải pháp hợp lý và thực tế. Bên cạnh đó, các chợ đầu mối ở Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM) đang phải đối mặt với khối lượng chất thải phụ phẩm nông nghiệp rất lớn, và tiêu tốn khá nhiều chi phí cho các giải pháp xử lý vẫn chưa được triển khai rộng rãi và hiệu quả. Nghiên cứu ứng dụng ấu trùng RLĐ để xử lý, giảm bớt gánh nặng chất thải hữu cơ nổi lên như một giải pháp tiềm năng, vừa tiết kiệm chi phí, vừa thân thiện với môi trường, đã được nhiều quốc gia trên thế giới quan tâm và áp dụng [2-4]. Ấu trùng RLĐ có khả năng chuyển hóa các chất thải hữu cơ như thực phẩm bỏ đi, phân động vật, và vỏ rau củ quả thành các sản phẩm có giá trị kinh tế và sinh học như protein, chất béo và phân bón [5-7].

Nhìn từ một góc độ khác, việc triển khai rộng rãi phương pháp này có thể tạo ra cơ hội việc làm và thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp hỗ trợ, như sản xuất phân bón hữu cơ và thức ăn chăn nuôi [8]. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào việc nghiên cứu ấu trùng RLĐ trên chất thải hữu cơ chung hoặc chất nền công nghiệp [4, 9, 10], có ít nghiên cứu chuyên sâu về phụ phẩm từ chợ, cụ thể từ các chợ đầu mối ở TP.HCM [11]. Hơn nữa, vào từng thời điểm khác nhau thì thành phần và mức độ phong phú của phụ phẩm sẽ khác nhau. Vì vậy, nghiên cứu khảo sát quá trình nuôi ấu trùng RLĐ bằng phụ phẩm hữu cơ tại chợ đầu mối, để tối ưu hóa sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng RLĐ là cần thiết. Các nghiên cứu hiện tại cũng chưa bao gồm đánh giá chi tiết về việc tận dụng phụ phẩm từ chợ đầu mối. Nghiên cứu này tập trung vào việc xác định các loại phụ phẩm hữu cơ cụ thể từ chợ đầu mối dùng nhân nuôi và đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng RLĐ.

2 Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo các bước sau: (1) Khảo sát tài liệu để hiểu rõ đặc điểm sinh thái của RLĐ (*Hermetia illucens*), bao gồm các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, loại chất nền ưa thích, thời gian vòng đời và các giai đoạn phát triển; (2) Thí nghiệm khảo sát lựa chọn loại phụ phẩm hữu cơ tại chợ đầu mối cho nhân nuôi ấu trùng RLĐ; (3) Thu thập và phân loại các loại chất nền làm thức ăn cho ấu trùng; (4) Thiết lập quy trình nuôi RLĐ tại TP.HCM. Cuối cùng, đánh giá các thông số về sinh trưởng, phát triển và tỷ lệ sống của ấu trùng RLĐ.

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Các loại phụ phẩm hữu cơ chợ đầu mối, là các phụ phẩm phong phú và phù hợp để ấu trùng RLĐ xử lý. Tiến hành thu gom và phân loại nguyên liệu, sau đó xử lý sơ bộ trước khi phối trộn với tỷ lệ phù hợp.

Mỗi lần thí nghiệm, sử dụng 3 khay màu đen cùng kích thước (50 × 35 × 14) cm để tiến hành quá trình nghiên cứu. Phương pháp tiêu chuẩn là xay nhỏ các nguyên liệu, sau đó xử lý với vi sinh trong 24 giờ. Hỗn hợp sau khi xử lý trở nên tối màu hơn, mùi chua nhẹ, mềm và vụn hơn do hoạt động của vi sinh, tạo điều kiện thuận lợi nuôi ấu trùng RLĐ. Phối trộn theo tỷ lệ 85:15 giữa các loại phụ phẩm khác nhau. Sự chọn lựa các nguyên liệu trong mỗi công thức thí nghiệm đều dựa trên việc phân tích sơ bộ thành phần dinh dưỡng của các nguyên liệu phụ phẩm làm chất nền, tạo điều kiện tối ưu quá

trình phối trộn và đảm bảo tính chất dinh dưỡng đồng nhất trong từng mẻ sản phẩm.

Chế phẩm vi sinh sử dụng là chế phẩm EM của Trường Đại học Nông Lâm bao gồm các chủng vi sinh có lợi như vi khuẩn lactic, vi khuẩn quang, nấm men, xạ khuẩn, thúc đẩy quá trình phân giải chất hữu cơ, hạn chế vi khuẩn gây hại và giảm mùi hôi.

Trứng ấu trùng RLĐ mua tại cơ sở uy tín được ấp nở (2-3) ngày trên nền cám gà con, sau đó chuyển ấu trùng ra máng nền cám gà con lớn hơn tiếp tục nuôi 5 ngày và sau đó mang đi xử lý các chất nền đã chuẩn bị.

Nghiên cứu cũng đòi hỏi việc chuẩn bị một loạt trang thiết bị và vật dụng bổ sung như nhà lưới để tạo không gian nuôi trứng và ấu trùng, trứng ruồi để khởi đầu quá trình nghiên cứu, cám gà con để làm nguồn thức ăn cho ấu trùng. Việc sử dụng các dụng cụ như khay nhựa để ấp trứng và nuôi ấu trùng, mùng để kiểm soát di chuyển của ruồi, cùng với thanh nẹp gỗ thu trứng sau giao phối là bước quan trọng không thể thiếu trong quá trình chăm sóc và quản lý ấu trùng RLĐ. Đây là những công cụ cơ bản, đảm bảo hiệu suất nuôi và quản lý hiệu quả trong quy trình sản xuất.

2.2 Bố trí thí nghiệm

2.2.1 Thí nghiệm khảo sát lựa chọn loại phụ phẩm nhân nuôi ấu trùng RLĐ

Các loại phụ phẩm hữu cơ được quan sát đánh giá cứ 7 ngày lấy 1 lần và tiến hành lấy số liệu 3 lần tại chợ đầu mối Bình Điền và Thủ Đức, TP.HCM. Dựa vào mức độ phong phú của phụ phẩm, tính dễ phân loại thu gom và sự ưa thích của ấu trùng RLĐ để lựa chọn loại thành phần thích hợp cho nhân nuôi ấu trùng RLĐ.

Nguyên liệu lựa chọn được thu thập, phân loại và xay nghiền về kích thước nhỏ. Sau đó được ủ bằng vi sinh 24 giờ trước khi cho ấu trùng vào.

2.2.2 Thí nghiệm đánh giá các thông số về sinh trưởng, phát triển và tỷ lệ sống của ấu trùng RLĐ

Ấu trùng RLĐ được nhân nuôi trên các hệ chất nền chọn lọc sau khi được quan sát đánh giá và lựa chọn. Các công thức được bố trí dựa vào sự phong phú hàm lượng dinh dưỡng và cấu tạo của các loại nguyên liệu. Các loại phụ phẩm hữu cơ lựa chọn làm chất nền nhân nuôi ấu trùng sau khi khảo sát là bẹ bắp cải, vỏ thom, bã đậu và ruột cá được bố trí như sau:

Đối chứng: CT (100 % phụ phẩm bẹ bắp cải và vỏ thom phối trộn tỷ lệ 1:1 theo khối lượng)

Thí nghiệm 1: CT:BD (phối trộn tỷ lệ 85:15 phụ phẩm đối chứng: bã đậu)



Thí nghiệm 2: CT:RC (phối trộn tỷ lệ 85:15 phụ phẩm đối chứng: ruột cá)

Thí nghiệm 3: CT:CG: (phối trộn tỷ lệ 85:15 phụ phẩm đối chứng: cám gà con).

Cám gà con bổ sung thêm vitamin và khoáng chất từ cám, làm hỗn hợp giàu về mặt dinh dưỡng.

Việc phối trộn tỷ lệ 85:15 giữa các loại phụ phẩm sẽ đánh giá được phụ phẩm nào thích hợp nhân nuôi ấu trùng với bã đậu, ruột cá hay cám gà với bẹ bắp cải và vỏ thom được quyết định bởi hai lý do chính. Thứ nhất, bẹ bắp cải và vỏ thom có hàm lượng dinh dưỡng thấp, đặc biệt là tỷ lệ C/N (carbon/nitơ) không tối ưu, gây khó khăn cho sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng [12]. Việc phối trộn giúp cung cấp thêm dinh dưỡng cần thiết, cân bằng tỷ lệ C/N và tỷ lệ protein, từ các nguồn phụ phẩm giàu carbon và protein giúp hỗ trợ ấu trùng phát triển tốt hơn [13]. Thứ hai, ở một nghiên cứu đã cho thấy việc bổ sung tỷ lệ 85:15 vỏ thanh long với cám gà con, ấu trùng sinh trưởng và phát triển tốt nhất và tỷ lệ cám gà vừa phải sẽ không làm tăng chi phí quá nhiều [14]. Nhận thấy bẹ bắp cải và vỏ thom đều là các phụ phẩm có hàm lượng dinh dưỡng thấp và tính chất gần tương tự như vỏ thanh long, việc sử dụng thêm cám gà phối trộn tỷ lệ 85:15 sẽ mang lại cái nhìn khách quan hơn cho đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng RLĐ.

Ấu trùng RLĐ con 5 ngày tuổi được nuôi trên các hệ chất nền này với mật độ 1 500 con/khay, khối lượng chất nền 3,5 kg/khay, bổ sung 1 lần. Các thông số về sinh trưởng, phát triển và xử lý chất thải của ấu trùng được ghi nhận khi chuyển sang giai đoạn hóa nâu đen, khi không còn khả năng xử lý chất thải.

Sau khi thu thập và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến vòng đời ấu trùng RLĐ trong điều kiện thực tế, đã xây dựng quy trình nuôi RLĐ gồm 5 bước như sau [14]:

Bước 1: ủ trứng. Dùng hỗn hợp cám gà con và nước, trộn đều và đạt độ ẩm khoảng 80%. Sau đó, trứng RLĐ được rải đều lên đĩa nhựa và đặt lên hỗn hợp này. khay ủ được đậy lưới kín để bảo vệ trứng khỏi ruồi, kiến và các sinh vật khác.

Bước 2: cho hỗn hợp vào khay. Trong giai đoạn này, chất nền vẫn là hỗn hợp cám gà con và nước với độ ẩm duy trì từ (60-80)%. Sau 1 ngày, trứng RLĐ nở và ấu trùng bắt đầu phát triển. Sau 5 ngày, ấu trùng đạt kích thước khoảng (2-3) mm và được chuyển vào khay nuôi lớn hơn, chất nền là hỗn hợp phụ phẩm hữu cơ đã được phối trộn. Số lượng ấu trùng trong khay được đếm và

chia đều ra các khay thí nghiệm, tiếp tục nuôi cho đến khi hoàn thành vòng đời (15-20) ngày.

Bước 3: tạo nơi ở cho nhộng đóng kén. Sau (15-20) ngày khi ấu trùng chuyển sang giai đoạn nhộng, ấu trùng ngừng ăn và di chuyển ra khỏi chất nền, chuẩn bị cho quá trình đóng kén. Nhộng chuyển màu nâu đen, lớp vỏ cứng lại và quá trình này kéo dài khoảng (3-5) ngày.

Bước 4: giăng lưới công nghiệp cho ruồi trưởng thành sinh sản. Trong thời gian nhộng đóng kén, giăng lưới ở các vị trí có ánh sáng mặt trời nhưng tránh mưa. Lọc kén và chuyển vào khay trong lưới, đặt cao để thuận tiện cho ruồi sinh sản. Chất dẫn dụ sinh sản được chuẩn bị để ruồi đẻ trứng vào đúng vị trí, giúp việc thu gom trứng dễ dàng và giảm thất thoát.

Bước 5: thu hoạch trứng. Khi ruồi trưởng thành nở ra từ kén, sau đó giao phối sau (1-2) ngày và bắt đầu đẻ trứng trong khoảng (5-7) ngày. Mỗi con cái có thể đẻ từ (500-900) trứng, tùy thuộc vào điều kiện sinh thái và loại chất nền. Vòng đời của RLĐ tiếp tục từ trứng đến ấu trùng, nhộng và trở thành ruồi trưởng thành.

2.3 Phương pháp xử lý số liệu thí nghiệm

Xác định độ lệch chuẩn của kích thước ấu trùng RLĐ trong khay để đo lường sự biến động của kích thước, theo công thức:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i - \mu}{N} \right)^2}$$

σ : độ lệch chuẩn tổng thể

μ : giá trị trung bình tổng thể

X_i : là phần tử thứ i của tổng thể

N : số thành phần của tổng thể

Để tính toán tỷ lệ sống sót của ấu trùng ($N\%$)

$$N(\%) = \frac{WL_S}{WL_T} \times 100$$

N : tỷ lệ sống sót của ấu trùng.

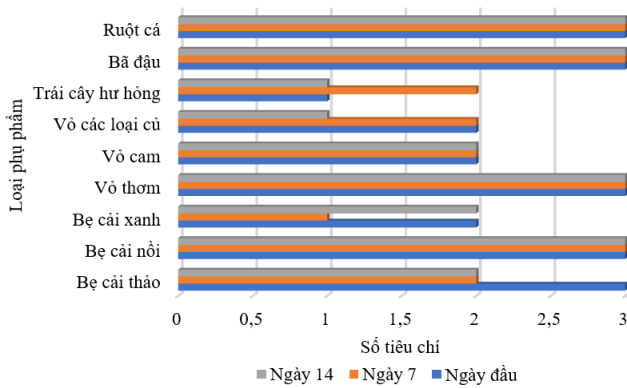
WL_S : số lượng ấu trùng sống sót sau khi nhân nuôi.

WL_T : số lượng ấu trùng ban đầu.

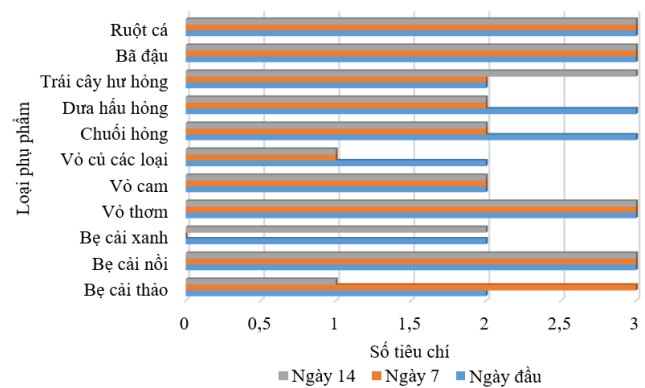
3 Kết quả và thảo luận

3.1 Khảo sát lựa chọn loại phụ phẩm hữu cơ từ chợ đầu mối cho nhân nuôi ấu trùng RLĐ

Các dạng phụ phẩm hữu cơ từ chợ đầu mối tại TP.HCM đã được đánh giá qua các tiêu chí: sản lượng lớn, phân loại dễ thu gom, và sự ưa thích của ấu trùng RLĐ cùng với đó là tần suất ổn định qua các thời điểm vào tháng 12/2023. Kết quả cho thấy bẹ bắp cải, vỏ thom, bã đậu và ruột cá là các phụ phẩm đáp ứng đủ các tiêu chí này.



Hình 1 Số lượng tiêu chí các loại phụ phẩm qua các thời điểm tại chợ Bình Điền; sản lượng lớn (1), phân loại dễ thu gom (2), sự ưa thích của ấu trùng RLD (3).



Hình 2 Số lượng tiêu chí các loại phụ phẩm qua các thời điểm tại chợ Thủ Đức; sản lượng lớn (1), phân loại dễ thu gom (2), sự ưa thích của ấu trùng RLD (3).

Dữ liệu Hình 1 và 2 thu thập tại hai chợ đầu mối Bình Điền và Thủ Đức cho thấy một số loại phụ phẩm đáp ứng đầy đủ ba tiêu chí quan trọng: sản lượng lớn, phân loại dễ thu gom và sự ưa thích của ấu trùng RLD. Biểu đồ cột nhóm minh họa dữ liệu này cho thấy rằng các loại phụ phẩm như bẹ bắp cải, vỏ thơm, bã đậu, và ruột cá đều đạt đủ ba tiêu chí trên trong tất cả các thời điểm khảo sát (ngày

đầu, ngày 7, ngày 14). Điều này cho thấy các loại phụ phẩm này có giá trị cao trong việc tái sử dụng, đặc biệt là sử dụng để nuôi ấu trùng RLD. Với sự phong phú và có khả năng ứng dụng cao, các loại phụ phẩm như bẹ bắp cải, vỏ thơm, bã đậu và ruột cá từ chợ đầu mối tại Thành phố Hồ Chí Minh có thể là lựa chọn lý tưởng để sử dụng làm chất nền cho việc nhân nuôi ấu trùng RLD.

Bảng 1 Phân tích thành phần dinh dưỡng sơ bộ trong 100 g các loại phụ phẩm hữu cơ dùng làm chất nền

Loại phụ phẩm	Nước (%)	Carbohydrate (g)	Protein (g)	Chất xơ (g)	Chất béo (g)
Bẹ bắp cải (USDA)	92	5,80	1,28	2,30	Chưa có dữ liệu
Quả dưa [15]	86	15	0,50	0,40	0,10
Bã đậu nành [16]	Chưa có dữ liệu	48,9	20-25	3	8-10
Ruột cá [17]	70-80	18,52	59,62	Chưa có dữ liệu	17,09
Cám gà con	10-12	30-35	25-30	7	6-8

Căn cứ vào thành phần dinh dưỡng được trình bày trong Bảng 1, mỗi loại phụ phẩm có những đặc điểm dinh dưỡng riêng biệt. Ruột cá là nguồn giàu protein động vật và chất béo nhất, lần lượt là 59,62 g và 17,09 g. Bã đậu là nguồn giàu protein thực vật (20-25) g và carbohydrate 48,90 g, trong khi bắp cải nôi và quả dưa thành phần các chất dinh dưỡng thấp. Cám gà con cung cấp phong phú các thành phần dinh dưỡng. Như vậy, bắp cải nôi và vỏ thơm có hàm lượng dinh dưỡng thấp, gây khó khăn cho sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng. Việc phối trộn các loại phụ phẩm giúp cung cấp thêm dinh dưỡng cần thiết, hỗ trợ ấu trùng phát triển tốt hơn.

3.2 Đánh giá các thông số liên quan đến quá trình sinh trưởng, phát triển của ấu trùng RLD

Bảng 2 Kích thước chiều dài trung bình sau khi kết thúc giai đoạn nhộng của RLD

Mẫu		CT			CT:BD			CT:RC			CT:CG		
Con	Khay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Thời gian hoàn thành chu kỳ xử lý của ấu trùng RLD từ (15-20) ngày. Sau 20 ngày, chọn ngẫu nhiên 10 con tiến hành đo chiều dài và chiều ngang của ấu trùng RLD bằng thước đo có đơn vị đo mm, khi đa phần ấu trùng đã chuyển sang giai đoạn hóa nâu đen (kết thúc quá trình xử lý).

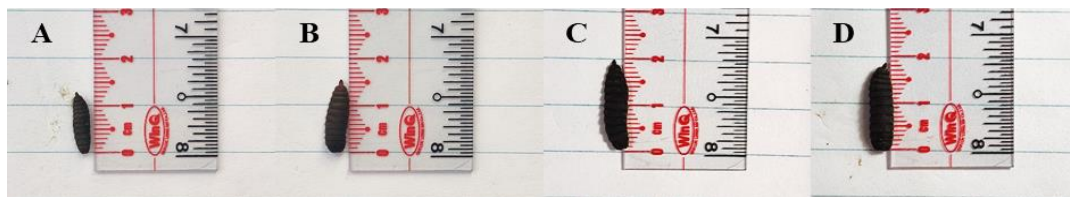
Về chiều dài: nhìn chung về sự phát triển kích thước của ấu trùng trong điều kiện nghiên cứu cho thấy sự biến động đáng kể, dựa trên tỷ lệ phối trộn chất dinh dưỡng trong môi trường nuôi. Kết quả từ các thí nghiệm đã phản ánh sự ảnh hưởng của sự đa dạng trong thành phần dinh dưỡng đối với phát triển sinh học của ấu trùng. Theo đó, trong các điều kiện khác nhau, kích thước trung bình của ấu trùng đã thể hiện sự biến đổi rõ rệt.

1	Chiều dài đơn vị (mm)	13	13	14	15	18	16	20	17	19	18,50	18	19
2		13	13	13,50	17	17	15	19	18	20	19	20	20
3		14	13,5	14	18	17	17	20	18,50	20	18	19	18
4		14	14	15	18	17,50	16,50	18	19	18	18,50	18,50	19
5		16	15	15	17	16	17	19,50	19	19	17,50	19	18
6		14	16	13	15,50	18	18,50	21	19	19	19	18	18
7		15	15,50	15	17	15	16,50	19	19,50	21	20	19	18
8		15	15	15,50	16	17	16	19	20	19	18	17,50	20
9		15	15	16	16	16	18	18,5	20	19,50	19	18	18,50
10		16	15	13	17,50	16	17	20	19	18	19	17	18
TBK		14,50	14,50	14,40	16,70	16,80	16,80	19,40	18,90	19,30	18,70	18,40	18,70
TB		14,47 ^d			16,73 ^c			19,18 ^a			18,57 ^b		
Độ lệch chuẩn		1,08	1,05	1,05	1,03	0,98	1,01	0,88	0,91	0,92	0,71	0,88	0,82
CV %		5,38											

Chú thích: các trung bình cùng ký tự không khác biệt có nghĩa ở mức xác suất $p < 0,05$.

Kết quả chi tiết từ Bảng 2 cho thấy hệ số biến thiên (CV %) là 5,38 % thể hiện mức độ biến động tương đối của dữ liệu là thấp so với giá trị trung bình, cho thấy độ tin cậy cao. Trung bình chiều dài ấu trùng RLD có sự khác biệt rõ rệt giữa các nhóm, với nhóm a có giá trị trung bình cao nhất và nhóm d có giá trị thấp nhất. Chiều dài trung bình lớn nhất của ấu trùng được ghi nhận ở công thức phối trộn CT:RC và CT:CG lần lượt là 19,18 mm và 18,57 mm, trong đó thành phần ruột cá và cám gà có hàm lượng dinh dưỡng cao. Điều này gợi ý rằng sự tăng cường về thành phần dinh dưỡng như protein động vật và chất béo có thể ảnh hưởng tích cực đến sự phát triển về kích thước và hình thái của ấu trùng. Ngược lại, chiều dài trung bình thấp nhất 14,47 mm rơi vào công thức phối trộn CT. Sự giảm hàm lượng dinh dưỡng dẫn đến việc giảm kích thước trung bình và không đồng đều trong hình thái của ấu trùng,

so với các tỷ lệ phối trộn khác. Đối với công thức CT:BD, chiều dài trung bình của ấu trùng lớn hơn so với công thức CT, nhưng lại thấp hơn so với công thức CT:RC và CT:CG. Điều này chỉ ra rằng sự phối trộn bã đậu có thành phần protein thấp hơn so với ruột cá và cám gà có thể ảnh hưởng đến kích thước của ấu trùng. Độ đồng đều của ấu trùng, được thể hiện thông qua độ lệch chuẩn về chiều dài, cũng thể hiện sự khác biệt giữa các điều kiện nghiên cứu [18]. Độ lệch chuẩn thấp nhất ở các khay giảm dần từ công thức phối trộn CT đến CT:CG (1,05-0,71). Điều này cho thấy sự đồng đều của chiều dài của ấu trùng tăng lên khi được nuôi trong các điều kiện phối trộn khác nhau. Công thức phối trộn CT:CG có độ lệch chuẩn thấp nhất (0,71; 0,88; và 0,82) so với các công thức còn lại đồng nghĩa với việc ấu trùng RLD nuôi trên hệ chất nền này có mức độ đồng đều cao.



Hình 3 Chiều dài ấu trùng RLD ở các công thức thí nghiệm

Chú thích: Hình A: CT (bẹ bắp cải và vỏ thơm tỷ lệ 1:1); Hình B: CT và bã đậu tỷ lệ 85:15; Hình C: CT và ruột cá tỷ lệ 85:15; Hình D: CT và cám gà tỷ lệ 85:15.

Về chiều ngang: dữ liệu từ Bảng 3 cho thấy sự tương quan giữa các công thức phối trộn đến sự phát triển của ấu trùng RLD. Các công thức khác phối trộn khác nhau

đem lại kết quả khác biệt đối với kích thước chiều ngang và độ đồng đều của ấu trùng. Hệ số biến thiên (CV %) là 9,01 %, cho thấy mức độ biến động dữ liệu

vừa phải, cho thấy dữ liệu có sự ổn định khá tốt với một chút biến động so với giá trị trung bình. Nhóm aa có giá trị trung bình cao nhất và nhóm c có giá trị thấp

nhất. Sự khác biệt giữa các nhóm có thể cho thấy ảnh hưởng của các điều kiện hoặc yếu tố khác nhau.

Bảng 3 Kích thước chiều rộng trung bình sau khi kết thúc giai đoạn nhộng của RLĐ

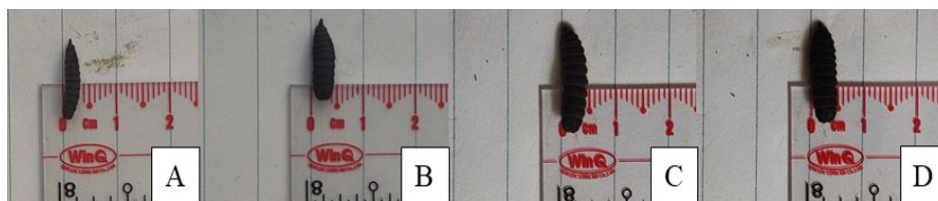
Mẫu		CT			CT:BD			CT:RC			CT:CG		
Con	Khay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Chiều rộng đơn vị (mm)	3	4	4	4	4	4	4,50	4,50	4,50	5	4,50	5
2		3,50	3	3,50	4	5	3,50	4	4	5	4,5	5	4,50
3		4	3,50	4	4,50	4	4	5	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
4		4	3,50	3	5	4,50	4	4	4,5	4	5	5	5
5		3,50	3	3,50	4	4	5	5	5	4,50	5	4,50	4,50
6		4	4	3	4	4	4	4,50	4,50	5	4,50	4,50	4,50
7		3	3	3	4	5	4,50	4,50	4,50	4,50	5	4,50	5
8		3	4	4	4,50	4,50	4	5	5	4,50	4,50	5,50	4,50
9		4	4	4	4,50	4	4,50	4,50	4,50	5	4,50	5	4
10		4	3,50	3	4	4,5	4	5	4	4	4,50	4,50	4,50
TB khay		3,60	3,55	3,50	4,20	4,35	4,15	4,60	4,50	4,55	4,70	4,75	4,60
TB		3,55 ^c			4,23 ^b			4,55 ^a			4,68 ^{aa}		
Độ lệch chuẩn		0,44	0,42	0,45	0,40	0,39	0,39	0,37	0,32	0,35	0,24	0,34	0,30
CV %		9,01											

Chú thích: Các trung bình cùng ký tự không khác biệt có nghĩa ở mức xác suất $p < 0,05$.

Với công thức phối trộn CT:RC và CT:CG, nơi mà cung cấp dinh dưỡng từ ruột cá và cám gà, kích thước trung bình chiều rộng của ấu trùng RLĐ lớn nhất lần lượt là 4,55 mm và 4,68 mm so với công thức phối trộn CT cũng cho thấy kích thước chiều rộng trung bình thấp nhất 3,55 mm và khi ấu trùng được nhân nuôi bằng rau củ quả hư dập kích thước đạt 3,97 mm [11]. Đối với công thức CT:BD, chiều rộng trung bình của ấu trùng RLĐ lớn hơn so với công thức CT, nhưng lại thấp hơn so với công thức CT:RC và CT:CG.

Độ lệch chuẩn của chiều rộng thấp nhất được ghi nhận ở các khay và giảm dần từ công thức phối trộn CT đến CT:CG (từ 0,42 đến 0,24). Cụ thể, công thức phối trộn CT:CG có độ lệch chuẩn thấp nhất lần lượt ở các khay

là (0,24; 0,34; và 0,30), trong khi các công thức khác như CT:RC (0,37; 0,32; và 0,35), CT:BD (0,40; 0,39; và 0,39) và CT (0,44; 0,42; và 0,45) có độ lệch chuẩn cao hơn. Điều này cho thấy, khi bổ sung cám gà con có đầy đủ các thành phần dinh dưỡng thì chiều rộng ấu trùng RLĐ sẽ đồng đều hơn các khay thí nghiệm. Việc phối trộn các thành phần khác nhau có thể ảnh hưởng đến độ đồng đều của nhộng, với sự biến động trong độ lệch chuẩn của chiều rộng. Điều này có thể phản ánh sự đa dạng trong việc phối trộn các thành phần dinh dưỡng có ảnh hưởng đến sự phát triển và hình thái của nhộng. Tóm lại, khi phụ phẩm hữu cơ được phối trộn tỷ lệ 85:15 với ruột cá hoặc cám gà có thể tối ưu hóa kích thước và độ đồng đều của ấu trùng RLĐ.



Hình 4 Chiều rộng ấu trùng RLĐ ở các công thức thí nghiệm

Chú thích: Hình A: bẹ bắp cải và vỏ thơm tỷ lệ 1:1; Hình B: cải thơm và bã đậu tỷ lệ 85:15;

Hình C: cải thơm và ruột cá tỷ lệ 85:15; Hình D: cải thơm và cám gà tỷ lệ 85:15.

Tỷ lệ sống sót: tỷ lệ sống sót được tính bằng cách so sánh số lượng ấu trùng sau quá trình xử lý (20 ngày tuổi) với số lượng ban đầu (5 ngày tuổi) trước khi xử lý.

Bảng 4 Tỷ lệ sống sót ấu trùng RLĐ

Mẫu	CT			CT:BD			CT:RC			CT:CG		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Số lượng ấu trùng trước khi xử lý (con)	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Số lượng ấu trùng sau khi xử lý con)	1044	1095	1040	1289	1254	1270	1430	1403	1398	1405	1356	1385
Tỷ lệ sống sót trung bình (%)	70,64 ^c			84,73 ^b			94,02 ^a			92,13 ^a		
CV %	1,88											

Chú thích: Các trung bình cùng ký tự không khác biệt có nghĩa ở mức xác suất $p < 0,05$.

Bảng 4 cho thấy giá trị CV % là 1,88 %, sự biến động tỷ lệ sống sót giữa các nhóm là rất nhỏ, cho thấy dữ liệu là ổn định và có độ tin cậy cao. Các công thức CT:RC và CT:CG (94,02 % và 92,13 %) có tỷ lệ sống sót cao hơn đáng kể so với CT:BD (84,73 %) và CT (70,64 %), trong khi ấu trùng có tỷ lệ sống 69,25 % khi được nuôi bằng rau củ quả hư dập [11]. Sự khác biệt này cho thấy các tỷ lệ phối trộn và phương pháp xử lý trước khi cho ăn có thể dẫn đến sự khác biệt lớn trong tỷ lệ sống sót. Chất nền xử lý bằng phương pháp xay nhuyễn ở giai đoạn đầu, tạo điều kiện thuận lợi để ấu trùng thực hiện việc tiêu thụ chất thải một cách hiệu quả. Trong môi trường chất nền phù hợp, khả năng xử lý chất thải hữu cơ của ấu trùng được tối ưu hóa. Bổ sung bã đậu, ruột cá và cám gà không chỉ giúp cân bằng độ ẩm từ cải thom mà còn làm tăng hiệu suất phân hủy. Bên cạnh đó việc xử lý bằng vi sinh trong giai đoạn đầu có thể góp phần cải thiện hiệu quả của quy trình nhờ vào những đặc tính có lợi của các chủng vi sinh được sử dụng [19]. Tuy nhiên, trong trường hợp công thức phối trộn CT và CT:BD, mức độ tổn thất của ấu trùng tăng lên đáng kể, đạt mức trung bình khoảng 70,64 % trong 3 khay nuôi. Nguyên nhân chính của hiện tượng này là sự mất cân bằng giữa tốc độ phân hủy thức ăn, dẫn đến việc hình thành nước rỉ rác lớn và gây thiệt hại cho quá trình xử lý của ấu trùng [20]. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ ẩm đóng vai trò quan trọng trong vòng đời và tỷ lệ sống sót của ấu trùng, với mức độ tối ưu dao động từ 60 % đến 70 % [21] hoặc có thể một nguyên nhân khác là do các loại phụ phẩm như rau cải còn tồn đọng hàm lượng thuốc trừ sâu gây ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của ấu trùng RLĐ.

4 Kết luận và đề xuất

Kết quả nghiên cứu cho thấy các loại phụ phẩm hữu cơ như bẹ bắp cải, vỏ thom, bã đậu, và ruột cá thích hợp để nhân nuôi ấu trùng RLĐ. Trên hệ chất nền cải nôi: vỏ thom (1:1) phối trộn với ruột cá tỷ lệ 85:15 ấu trùng sinh trưởng phát triển tốt nhất và tỷ lệ sống ấu trùng cao 94,02 %. Hệ chất nền cải nôi: vỏ thom (1:1) phối trộn với cám gà con tỷ lệ 85:15 cho thấy ấu trùng có mức độ đồng đều cao hơn ở tất cả các thí nghiệm. Khi các loại phụ phẩm được phối trộn với nhau và áp dụng phương pháp xay nghiền đã tạo điều kiện thuận lợi để ấu trùng phát triển hiệu quả, tỷ lệ sống sót được tối ưu hóa. Bên cạnh đó, việc xử lý bằng vi sinh trong giai đoạn đầu có thể góp phần cải thiện hiệu quả của quy trình nhờ vào những đặc tính có lợi của các chủng vi sinh được sử dụng. Tuy nhiên, nghiên cứu này mới chỉ thực hiện ở tỷ lệ phối trộn 85:15 theo khối lượng. Các tỷ lệ phối trộn khác chưa được khảo sát và đây là hướng cần tiếp tục nghiên cứu trong tương lai để xác định tỷ lệ tối ưu hơn nữa. Bên cạnh đó, nhận thấy rõ lợi ích của vi sinh và đảm bảo các kết quả quan sát được là chính xác và có cơ sở vững chắc hơn, cần có thêm các nghiên cứu chuyên sâu về tác động của việc sử dụng và không sử dụng vi sinh trong quy trình nuôi, cũng như phân tích ảnh hưởng của dư lượng thuốc trừ sâu từ các phụ phẩm rau đến sự phát triển của ấu trùng RLĐ.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ - Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, đề tài mã số 2023.01.168/HĐ-KHCN.



Tài liệu tham khảo

1. Duy Sang. (2023). Xây dựng kinh tế tuần hoàn: Tái sử dụng phế, phụ phẩm nông nghiệp. <https://thongke.cesti.gov.vn/an-pham-thong-ke/thong-tin-chuyen-de-khoa-hoc-cong-nghe-va-doi-moi-sang-tao/1153-xay-dung-kinh-te-tuan-hoan-tai-su-dung-phe-phu-pham-nong-nghiep>.
2. Scala, A., Cammack, J. A., Salvia, R., Scieuzo, C., Franco, A., Bufo, S. A., . . . Falabella, P. (2020). Rearing substrate impacts growth and macronutrient composition of *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) larvae produced at an industrial scale. *Scientific Reports*, 10(1), 19448.
3. Pliantiangtam, N., Chundang, P., & Kovitvadhi, A. (2021). Growth performance, waste reduction efficiency and nutritional composition of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae and prepupae reared on coconut endosperm and soybean curd residue with or without supplementation. *Insects*, 12(8).
4. Fitriana, E. L., Laconi, E. B., Astuti, D. A., & Jayanegara, A. (2022). Effects of various organic substrates on growth performance and nutrient composition of black soldier fly larvae: A meta-analysis. *Bioresource Technology Reports*, 18, 101061.
5. Nguyen, T. T., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2015). Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste. *Environ Entomol*, 44(2), 406-410.
6. Đặng Thúy Nhung & cộng sự (2021). Sử dụng côn trùng làm thức ăn chăn nuôi: xu hướng và triển vọng. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 19(5), 695-704.
7. Lương Thị Thúy Vân và cộng sự (2023). Sử dụng ấu trùng Ruồi Lính đen (*Hermetia illucens*) xử lý chất thải hữu cơ thành phân bón cây trồng. *Journal of Science and Technology - IUH*, 228(09), 301-308.
8. Nguyễn Thị Nhiên, Lưu Thị Thùy Linh. (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), 698.
9. Meneguz, M., Schiavone, A., Gai, F., Dama, A., Lussiana, C., Renna, M., & Gasco, L. (2018). Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(15), 5776-5784.
10. Nguyễn Thị Bích Hòa và cộng sự. (2017). Nhân nuôi Ruồi Lính đen (*Hermetia 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*, (20-10), 088-093.
11. Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cộng sự. (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), 41-51.
12. Lu, Y., Zhang, S., Sun, S., Wu, M., Bao, Y., Tong, H., . . . Xu, W. (2021). Effects of different nitrogen sources and ratios to carbon on larval development and bioconversion efficiency in food waste treatment by Black Soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*). *Insects*, 12(6), 507.
13. Cammack, J. A., & Tomberlin, J. K. (2017). The impact of diet protein and carbohydrate on select life-history traits of the Black Soldier Fly *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae). *Insects*, 8(2), 56.
14. Nguyễn Vũ Hoàng Phương và cộng sự. (2023). Nghiên cứu xử lý chất thải vỏ thanh long bằng ấu trùng Ruồi Lính đen (*Hermetia illucens*) với các tỷ lệ phối trộn cơ chất khác nhau. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*, (45), 121-134.
15. d'Eeckenbrugge, G. C., Leal, F., Bartholomew, D. P., Paull, R. E., & Rohrbach, K. G. (2003). Morphology, Anatomy and Taxonomy.
16. Li, B., Qiao, M., & Lu, F. (2012). Composition, nutrition, and utilization of okara (soybean residue). *Food Reviews International*, 28, 231 - 252.
17. Kandyliari, A., Mallouchos, A., Papandroulakis, N., Golla, J. P., Lam, T. T., Sakellari, A., . . . Kapsokefalou, M. (2020). Nutrient composition and fatty acid and protein profiles of selected fish by-products. *Foods*, 9(2).
18. Harnden, L. M., & Tomberlin, J. K. (2016). Effects of temperature and diet on black soldier fly, *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae), development. *Forensic Science International*, 266, 109-116.
19. Yu, Y., Zhang, J., Zhu, F., Fan, M., Zheng, J., Cai, M., . . . Zhang, J. (2023). Enhanced protein degradation by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) and its gut microbes. *Frontiers in Microbiology*, 13.



20. Amrul, N. F., Kabir Ahmad, I., Ahmad Basri, N. E., Suja, F., Abdul Jalil, N. A., & Azman, N. A. (2022). A review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(8), 4565.
21. Kim, C.-H., Ryu, J., Lee, J., Ko, K., Lee, J.-y., Park, K. Y., & Chung, H. (2021). Use of Black Soldier Fly larvae for food waste treatment and energy production in asian countries: *a review*.

Survey on the rearing process of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae using organic by-products

Tran Tuan Kiet^{1,*}, Huynh Van Hieu², Nguyen Minh Duy²

¹Institute of Advanced Agricultural Biology Research and Development, Nguyen Tat Thanh University

²Department of Biotechnology, NTT Hi-Tech Institute, Nguyen Tat Thanh University

*ttkiet@ntt.edu.vn

Abstract Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae have the capability to grow and effectively process various types of organic substrates. This study investigates the growth and development of Black Soldier Fly (BSF) larvae using organic by-products from wholesale markets in Ho Chi Minh City. The substrates were mixed in a ratio of 85:15 between Chinese mustard greens and pineapple peels (1:1) with soybean residue, fish entrails, chicken bran, and a control of 100 % Chinese mustard greens and pineapple peels (1:1). These substrates were ground and treated with microorganisms. The results showed that BSF larvae could grow and develop on these substrates. Among them, the 85:15 mix of Chinese mustard greens and pineapple peels (1:1) with fish entrails resulted in the highest survival rate of 94.02 %, while the substrate with only Chinese mustard greens and pineapple peels (1:1) had the lowest survival rate of 70.64 %. This study provides important data to optimize the process of rearing BSF larvae, aiming to apply it to the treatment of organic by-products from wholesale markets in Ho Chi Minh City. It also contributes to reducing organic waste, minimizing environmental pollution, promoting a circular economy, and sustainable development.

Keywords Black Soldier Fly, organic by-products, larvae rearing, *Hermetia illucens*, growth potential