

TỔNG QUAN VỀ SỬ DỤNG ẤU TRÙNG RUỒI LÍNH ĐEN (*Hermetia illucens*) LÀM THỨC ĂN TRONG CHĂN NUÔI VÀ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

Lê Đức Ngoan¹, Nguyễn Hải Quân¹,
Phạm Thị Phương Lan², Nguyễn Duy Quỳnh Trâm^{2*}

TÓM TẮT

Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) là côn trùng vô hại với con người, có khả năng chuyển đổi hiệu quả nhiều loại chất thải hữu cơ thành sinh khối. Vòng đời ruồi lính đen 40-45 ngày và chúng có thể được nuôi để thu ấu trùng làm thức ăn cho vật nuôi và động vật thủy sản. Ấu trùng của chúng có hàm lượng protein thô 41% (dao động 38-45%) và chất béo 29% (dao động 13-42%) theo vật chất khô. Mặc dù ấu trùng có hàm lượng chất béo bão hòa cao hơn hầu hết các loài côn trùng nhưng được khuyến cáo sử dụng làm thức ăn gia súc và cá. Ưu điểm lớn nhất của ấu trùng so với các loài côn trùng khác là khả năng chuyển hóa chất thải thành thức ăn giá trị và đóng góp vào chuỗi thức ăn, góp phần giảm thiểu ô nhiễm. Tuy nhiên, những hạn chế về sản lượng thấp và giá thành cao, có thể chứa kim loại nặng hay hàm lượng chất béo cao có thể làm hạn chế sử dụng ấu trùng ruồi lính đen làm thức ăn chăn nuôi và thủy sản.

Từ khóa: Ấu trùng ruồi lính đen, chăn nuôi, thức ăn, thủy sản.

1. BẬT VẤN ĐỀ

Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) thuộc họ Stratiomyidae, có nguồn gốc từ vùng nhiệt đới và ôn đới ẩm áp của các lục địa Mỹ (Newton và cs., 2005). Biến đổi khí hậu và các hoạt động của con người tạo điều kiện lan rộng đến các châu lục khác như châu Âu, châu Á và Úc (Olivier, 2009). Do đó, ruồi lính đen hiện có ở gần 80% diện tích thế giới giữa vĩ độ 46°N và 42°S (Martínez-Sánchez và cs., 2011). Ruồi lính đen là côn trùng vô hại đối với con người vì không ăn thức ăn chỉ uống nước, không đến gần con người, không phải là ký chủ trung gian truyền bệnh cho con người và vật nuôi (Spranghens và cs., 2017). Ấu trùng ruồi lính đen (ATRLĐ) được cho là ăn vô số chất hữu cơ từ chất thải như phân (Yu và cs., 2009), rơm rạ (Zheng và cs., 2012), phụ phẩm chế biến thực phẩm (Green và Popa, 2012), nội tạng động vật, chất thải nhà bếp (Nguyen và cs., 2015). ATRLĐ được sử dụng làm thức ăn cho cá (Sealey và cs., 2011; Vaun và cs., 2017), gà (Maurer và cs., 2016), chim cút (Cullere và cs., 2016; 2017)... Vì vậy, ruồi lính đen được xem là loại côn trùng đa mục đích và cơ sở nuôi ruồi lính đen ngày càng tăng về số lượng.

2. ĐẶC ĐIỂM RUỒI LÍNH ĐEN

2.1. Hình thái

Ruồi lính đen trưởng thành có màu đen, dài 15-20 mm với màu đen khối, chia thành ba phần riêng biệt là phần đầu, ngực và bụng (Mutafela, 2015). Ruồi cái trưởng thành thường lớn hơn con đực và có đầu bụng màu đỏ trong khi con đực có đầu bụng màu đồng bạc và thường đẻ trứng ở gần hoặc trên nền hữu cơ ẩm và chất thải ẩm ướt và trong trường hợp không có môi trường như vậy, con cái không thể đẻ trứng (Caruso và cs., 2014).

Trứng của ruồi lính đen có hình bầu dục và có kích thước xấp xỉ 1 mm (chiều dài). Trứng vừa mới đẻ có màu trắng sau đó chuyển sang màu vàng nhạt hoặc trắng kem. Ấu trùng mới nở nhỏ, màu trắng và dài khoảng 1,8 mm. Theo thời gian, màu sắc ấu trùng dần dần thay đổi từ sáng đến xám.

Ấu trùng có hình ngư lôi và dẹt ở mặt dưới. Đầu của ấu trùng chứa phần miệng nhai trong khi phần lưng được phân đoạn chứa lỗ chân lông (xoắn ốc) để thở. Cơ thể ấu trùng được bao phủ bởi một làn da sần chắc, dẻo dai và độ dẻo dai phụ thuộc với độ tuổi. Ấu trùng sử dụng nhiều thức ăn nhất trong vòng đời của ruồi lính đen (Caruso và cs., 2014).

2.2. Vòng đời

Ruồi lính đen có vòng đời trong vòng 40-45 ngày, chia làm 4 giai đoạn: Trứng, ấu trùng, nhộng và ruồi trưởng thành (Hình 1).

¹ Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

² Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Email: ndqtram@hueuni.edu.vn



Hình 1. Vòng đời ruồi lính đen

Giai đoạn trứng: Trứng ruồi lính đen rất nhỏ, khi được đẻ ra trứng ấp 3-4 ngày nở thành ấu trùng (Diclaro và Kaufman, 2009).

Giai đoạn ấu trùng: Ấu trùng phát triển trong khoảng 18 ngày để trở thành nhộng, trong đó, ấu trùng 14 ngày tuổi được gọi là tiền nhộng/sâu canxi

và có thể làm thức ăn cho vật nuôi trên cạn và dưới nước.

Giai đoạn nhộng: Nhộng phát triển khoảng 15 ngày để trở thành ruồi trưởng thành. Khi chuyển dần sang màu đen có khả năng di chuyển, khoảng 7 ngày sau nhộng sẽ phát triển thành kén và nằm im không hoạt động. Phôi sẽ phát triển bên trong lớp vỏ cứng cho đến khi đầy đủ thì lớp vỏ cứng ở đầu to vỡ ra và ruồi xuất hiện.

Giai đoạn ruồi trưởng thành: Ruồi trưởng thành có tuổi thọ 5-12 ngày, trong thời gian này chúng giao phối và đẻ trứng (Diclaro và Kaufman, 2009). Mỗi con sinh sản từ 500-1.200 trứng tùy thuộc vào chế độ ăn uống và nuôi dưỡng.

Vòng đời của ruồi lính đen phụ thuộc nhiều yếu tố môi trường như nhiệt độ, ẩm độ và ánh sáng (Bảng 1). Mặt khác, thức ăn cũng là yếu tố quan trọng.

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

Vòng đời	Thời gian (ngày)	Nhiệt độ (°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 trùng 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	30 - 90	Ánh sáng quang 60 - 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ Bước sóng 450 nm - 700 nm

Nguồn: Mutafera, 2015

3. SỬ DỤNG ẤU TRÙNG RUỒI LÍNH ĐEN LÀM THỨC ĂN CHĂN NUÔI

3.1. Giá trị dinh dưỡng của ấu trùng ruồi lính đen

Thành phần dinh dưỡng của ATRLĐ đã có nhiều công bố và phụ thuộc vào chất lượng và số lượng chất nền làm thức ăn (Bảng 2). Số liệu ở bảng 2 cho thấy, ATRLĐ chứa hàm lượng protein thô (CP) trung bình 41% (dao động 38-63%) và chất béo thô (EE) 29% (dao động 7-42%). Các nghiên cứu cho thấy hàm lượng CP giảm khi tăng tuổi ấu trùng, hàm lượng CP cao nhất ở 5 ngày tuổi (61%) và giảm ở 15 ngày (44%) và 20 ngày (42%) (Rachmawati và cs., 2010). Hàm lượng chất béo trong ATRLĐ biến động lớn và ít có liên quan với thành phần chất nền và cả khi chất nền

cùng loại (ví dụ: rau quả) thì hàm lượng EE của ấu trùng cũng rất khác biệt ở các công bố (Nguyen và cs., 2015; Spranghers và cs., 2017). Hàm lượng vật chất khô của ấu trùng tươi dao động 20 đến 44% và tăng dần theo tuổi do tăng chitin (Nguyen và cs., 2015) và phụ thuộc cả chế độ ăn (Rachmawati và cs., 2010).

Protein của ATRLĐ chứa tất cả các axit amin thiết yếu và không thiết yếu và tỷ lệ các axit amin cũng bị ảnh hưởng bởi chất nền (Bảng 3). Số liệu cho thấy ATRLĐ giàu hai axit amin giới hạn là lysine và methionine. Hàm lượng lysine trung bình 3,64% (dao động 2,14-6,39%) tính theo vật chất khô; trong khi lysine trong bột cá dao động 2,2-4,7% và trong khô đầu đậu nành 1,8-3% tính theo vật chất khô. Tương tự, ở ATRLĐ, hàm lượng methionine trung bình 0,9%

(dao động 0,74-1,17%) (Bảng 3), trong khi, bột cá 0,6-1,7% và khô đậu nành 0,51-0,69% (Lã Văn Kính, 2003). Tuy nhiên, ATRLĐ nghèo tryptophan so với bột cá (0,5 g so với 1,19 g/16 g N).

Bảng 2. Hàm lượng protein thô (CP) và chất béo (EE) trong ấu trùng ruồi lính đen

Chất nền	CP (%)	EE (%)	Nguồn tài liệu
Trái cây và rau quả	38,5	6,63	Nguyen và cs. (2015)
Chất thải hữu cơ	39,8	30,1	Mutafela và cs. (2015)
Phụ phẩm chế biến	38-46	21-35	Oonincx và cs. (2015)
Rau quả thải	39,9	37,1	Spranghers và cs. (2017)
Chất thải nhà ăn	43,1	38,6	Spranghers và cs. (2017)
Phân lợn	43,2-43,6	26,4-28	St-Hilaire và cs. (2007)
Phân gia cầm	37,9-42,1	18,73-34,8	Newton và cs. (2005);
Phân bò	-	21,42	St-Hilaire và cs. (2007)
Thức ăn gà	41,2-47,9	14,6-33,6	Spranghers và cs. (2017); Oonincx và cs. (2015)
Phụ phẩm chế biến cá	57,9	34,6	Nguyen và cs. (2015)
Cám lúa mì trộn máu bò	47,6	25,3	Aniebo và cs. (2009)
Gan động vật	62,7	25,1	Nguyen và cs. (2015)

Bảng 3. Hàm lượng axit amin (% DM) của ATRLĐ được cho ăn phân lợn, phân gia súc hoặc phân gà và bột đậu nành

Axit amin	Chất nền ⁽¹⁾				ATRLĐ (g/16 g N)	Cá cơm tốt ⁽²⁾ (g/16 g N)
	Phân lợn	Phân gia súc	Phân gà	Bột đậu nành		
Alanine	3,02	3,7	2,3	4,48	7,7	5,53
Arginine	2,65	2,2	2,12	7,48	5,6	-
Aspartic acid	3,72	4,6	1,36	12,1	11,0	8,31
Cystine	-	0,1	0,32	1,2	0,1	0,85
Glycine	2,28	2,9	2,31	4,25	-	5,07
Glutamic acid	3,78	3,8	2,75	19,3	10,9	12,89
Histidine	1,18	1,9	1,16	2,53	3,0	1,82
Isoleucine	2,03	2,0	1,55	5,04	5,1	3,59
Leucine	3,1	3,5	2,6	8,04	7,9	6,39
Lysine	2,62	3,4	2,14	6,39	6,6	6,63
Methionine	0,74	0,9	0,78	1,17	2,1	2,34
Phenylalanine	2,0	2,2	1,53	5,05	5,2	3,67
Proline	2,39	3,3	2,27	5,51	6,6	3,40
Serine	1,68	0,1	2,8	4,85	3,1	3,50
Threonine	1,78	0,6	1,87	3,93	3,7	4,02
Tryptophan	-	0,2	0,63	-	0,5	1,19
Tyrosine	3,08	2,5	2,62	3,64	6,9	3,41

⁽¹⁾ Arango Gutiérrez (2005); Makkar và cs. (2014); St-Hilaire và cs. (2007); ⁽²⁾ Lã Văn Kính (2003).

Hàm lượng axit béo của ấu trùng phụ thuộc vào chất nền làm thức ăn cho chúng (Bảng 4). Chất béo của ATRLĐ có chứa 58-72% axit béo bão hòa, trong đó có 19-40% axit béo không bão hòa đơn và đa, đặc biệt hàm lượng lauric cao (23,4-49,3% chất béo). Axit lauric đã được chứng minh có tác dụng như một prebiotic đối với hệ vi sinh vật của vật nuôi (Devi và Kim, 2014) và tác dụng như kháng sinh đối với vi

khuẩn gây bệnh đường tiêu hóa (Skrivanova và cs., 2006). Do đó, ATRLĐ có thể được coi là một giải pháp thay thế cho kháng sinh ngày càng bị cấm sử dụng trong thức ăn chăn nuôi. Ngoài ra, hai axit béo thiết yếu (linoleic và α -linolenic acid) đều có mặt trong chất béo của ấu trùng mặc dù với hàm lượng nhỏ (axit linoleic: 3,6-9,4% so với chất béo và α -linolenic: 0,1-0,8% so với chất béo).

Bảng 4. Hàm lượng các axit béo (% tổng số axit béo) của ấu trùng ruồi lính đen được nuôi trên các chất nền khác nhau

Axit béo	Chất nền làm thức ăn ấu trùng						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Axit capric	3,1	0,9	-	0,7	0,3	-	1,8
Axit lauric	26,7	47	34,1	28,9	48,4	49,3	23,4
Axit myristic	3,9	6,5	6,3	7,4	9,9	6,8	-
Axit palmitic	16,9	15	14,3	14,4	11,6	10,5	18,2
Axit palmitoleic	5,1	3,4	7,6	2,9	4,7	3,5	9,4
Axit stearic	5,3	2,2	2	2,4	1,8	2,8	5,1
Axit oleic	26,1	10,2	16,5	15,9	10,3	11,8	27,1
Axit linoleic	4,5	9,4	3,9	8,3	3,6	3,7	7,5
Axit α -linolenic	0,2	0,6	0,5	0,8	-	0,1	-
Axit stearidonic	-	-	0,5	-	0,1	-	-
Axit arachidonic	0,04	0,1	0,2	0,1	-	-	-
Axit eicosapentaenoic	0,07	-	1,8	-	-	-	-
Axit docosapentaenoic	0,01	0,1	0,1	-	-	-	-
Axit docosahexaenoic	0,06	0,1	0,4	-	-	-	-

Nguồn: Kroeckel và cs. (2012); Oonincx và cs. (2015); Sealey và cs. (2011); St-Hilaire và cs. (2007);

(1): Phân bò; (2) thức ăn gà; (3) phân bò + nội tạng cá; (4) phụ phẩm nhiều chất béo; (5) phụ phẩm ít chất béo; (6) phân lợn; (7) chất thải nhà hàng

Ngoài hai thành phần cơ bản là CP và EE, ATRLĐ còn chứa các khoáng chất và cũng phụ thuộc vào chất nền được cung cấp. ATRLĐ tích lũy Ca cao và Mn, nhưng không tích lũy Na hoặc S (Paul và cs., 2017). Bột ATRLĐ có hàm lượng Ca nhiều hơn so với hầu hết các loại côn trùng khác (6,6–9,3% vật chất khô) (Makkar và cs., 2014; Paul và cs., 2017) và nhiều hơn bột cá (Makkar và cs., 2014), mang lại một lợi thế đáng kể về mặt dinh dưỡng. Chúng cũng cung cấp đầy đủ các khoáng chất và vitamin thiết yếu khác ở mức tương đương hoặc vượt trội so với các loài côn trùng khác.

3.2. Sử dụng ấu trùng ruồi lính đen làm thức ăn chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản

3.2.1. Sử dụng ATRLĐ trong nuôi trồng thủy sản

Bột và dầu ATRLĐ đã được coi là một chất thay thế cho bột cá và dầu cá được sử dụng để nuôi cá và động vật khác do hàm lượng protein và lipid cao (Kroeckel và cs., 2012). Các thí nghiệm sử dụng ATRLĐ trên cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) cho thấy không sai khác về tốc độ tăng trưởng và phát triển thị lực của cá so với khẩu phần bột cá (Sealey và cs., 2011). Renna và cs. (2017) nghiên cứu bổ sung 40% ATRLĐ cho cá hồi vân đã khử chất béo vào khẩu

phần mà không có bất kỳ ảnh hưởng tiêu cực nào đến sinh lý hoặc chất lượng phi lê, nhưng chất béo không bão hòa giảm. St-Hilaire và cs. (2007) bổ sung 15% ATRLĐ vào khẩu phần cá hồi vân không ảnh hưởng đến tăng trưởng. Ikram Belghit và cs. (2019) cho biết thay thế 100% bột cá bằng ATRLĐ trong khẩu phần ăn cá hồi Đại Tây Dương (*Salmo salar*) không ảnh hưởng đến tăng trưởng, khả năng tiêu hóa, sức khỏe gan nhưng có một tác động nhỏ về cảm quan của thịt cá phi lê. Tuy nhiên, chất lượng thịt cá hồi Đại Tây Dương được cải thiện khi sử dụng tảo nâu làm thức ăn cho ATRLĐ (Bruni và cs., 2019). Yajun Hu và cs. (2020) cho rằng bổ sung ATRLĐ với tỷ lệ dưới 15,78% đã cải thiện tăng trưởng và cân bằng hệ vi khuẩn đường ruột của lươn (*Monopterus albus*). Shakil và cs. (2015) kết luận thay thế 50% bột cá bằng ATRLĐ trong khẩu phần ăn cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) tăng tỷ lệ sống, năng suất và giảm hệ số chuyển hóa thức ăn. Kroeckel và cs. (2012) nghiên cứu trên cá chép (*Cyprinus carpio* var. Jian) không cho thấy sự khác biệt giữa dầu ATRLĐ và dầu đậu nành về tăng trưởng, nhưng giảm sự tích chất béo ở cá khi tỷ lệ dầu ấu trùng trong khẩu phần tăng lên. Các thí nghiệm với cá chêm (*Lates calcarifer*) nuôi trong môi trường nước ngọt, cho thấy

khi thay dưới 50% bột cá bằng ATRLĐ trong khẩu phần không ảnh hưởng đến tăng trưởng và các chỉ số sử dụng chất dinh dưỡng (Kumar và cs., 2017) và kết quả tương tự đối với cá da trơn châu Phi (*Clarias gariepinus*) khi thay thế 25% (Aniebo và cs., 2009), vì vậy ATRLĐ được khuyến cáo sử dụng thay thế do chi phí thấp hơn. Nhìn chung, nhiều tác giả kết luận rằng ATRLĐ có thể đóng góp có ý nghĩa cho nuôi trồng thủy sản bền vững như thay thế một phần hoặc toàn bộ bột cá trong khẩu phần (Xiaopeng và cs., 2018; Nguyễn Phú Hoà và Nguyễn Văn Dũng, 2016; Huỳnh Thị Diễm Khanh và Trịnh Thị Lan, 2019), bao gồm cả động vật không xương sống như tôm (Cummins và cs., 2017). Bột ATRLĐ khử chất béo cũng được sử dụng để thay thế khô dầu đậu nành, các nghiên cứu cho thấy khi thay thế 50% trong khẩu phần thức ăn cá trắm cỏ (*Ctenopharyngodon idellus*) không ảnh hưởng đến năng suất, chỉ số sinh lý và chất lượng thịt, nhưng cải thiện khả năng chống oxy hóa (Ronghua và cs., 2020).

3.2.2. Sử dụng ATRLĐ trong chăn nuôi

Ấu trùng ruồi lính đen cũng đã được sử dụng trong thức ăn gia cầm để thay thế một phần cho khô dầu đậu nành. Kết quả các thí nghiệm trên chim cút thịt (*Coturnix coturnix japonica*) cho thấy không khác biệt về năng suất, khối lượng thịt ức và năng suất thịt giữa đối chứng và hai tỷ lệ bổ sung ATRLĐ vào khẩu phần (Cullere và cs., 2016). Bổ sung ATRLĐ vào khẩu phần thức ăn của chim cút thịt không ảnh hưởng đến cảm quan của thịt ức và hương vị hoặc thành phần cholesterol và cải thiện hàm lượng axit amin của thịt (tăng axit aspartic, axit glutamic, alanin, serine, tyrosine và threonine); tuy nhiên, tăng hàm lượng axit béo bão hòa và không bão hòa đơn không có lợi (Cullere và cs., 2017).

Moula và cs. (2018) sử dụng ruồi lính đen sinh trưởng trên môi trường phân ngựa làm thức ăn nuôi gà thịt với mức thay thế là 8% vật chất tươi, tương đương 2% DM khẩu phần. Nghiên cứu này sử dụng ấu trùng nguyên con dạng tươi cho gà bản địa, kết quả cho thấy gà ăn ATRLĐ có tăng trọng tốt hơn so với gà ăn khẩu phần đối chứng. Dabbou và cs. (2018) nghiên cứu sử dụng ấu trùng tách mỡ trong khẩu phần gà broiler (Ross 308) và khuyến cáo sử dụng ở mức dưới 15% cải thiện sinh trưởng và hệ số chuyển hóa thức ăn. Trên gà thịt, ATRLĐ được sử dụng hai dạng nguyên con và tách béo cũng có tác dụng như đối với chim cút. Tách béo làm giảm tác động tiêu

cực đến cấu hình axit béo. Trong cả hai trường hợp, các tác giả nhận thấy ATRLĐ là một nguồn protein đầy hứa hẹn cho thức ăn gia cầm (Schiavone và cs., 2017) và kết luận rằng sử dụng ATRLĐ trong khẩu phần không ảnh hưởng năng suất, đặc điểm thân thịt và chất lượng thịt (Schiavone và cs., 2017).

De Macro và cs. (2015) cho biết năng lượng trao đổi biểu kiến (AME) ấu trùng nguyên mỡ (34,3% mỡ tính theo DM) trên gà Broiler là 17,4 MJ/kg DM. Maurer và cs. (2016) cho biết bổ sung 50% ATRLĐ hoặc thay thế toàn bộ khô dầu đậu nành trong khẩu phần ăn của gà để không ảnh hưởng đến sức khỏe hoặc năng suất của gà mái, và ít hoặc không ảnh hưởng đến khối lượng và chất lượng trứng. Ruhnke và cs. (2007) thông báo ATRLĐ rất ngon miệng đối với gia cầm, với những con gà để luôn tìm kiếm ATRLĐ thay vì tiếp tục ăn thức ăn lúa mì - đậu nành *ad libitum*. Vì vậy, ATRLĐ là một thành phần tiềm năng cho thức ăn gia cầm, cung cấp nguồn protein, trong khi ruồi lính đen có thể được nuôi trên phân của gia cầm.

ATRLĐ đã được nghiên cứu thử nghiệm như nguồn thức ăn giàu đạm trong chăn nuôi lợn. Chia và cs. (2019) thông báo thay thế 100% bột cá bằng bột ATRLĐ nguyên mỡ không ảnh hưởng đến sinh trưởng của lợn thịt và đem lại hiệu quả kinh tế cao. Spanghers và cs. (2016) cũng cho biết sử dụng 8% ấu trùng nguyên mỡ trong khẩu phần lợn cai sữa trong 14 ngày không ảnh hưởng đến sinh trưởng.

4. NHỮNG TRỞ NGẠI KHI SỬ DỤNG ẤU TRÙNG RUỒI LÍNH ĐEN

4.1. Nhiễm vi khuẩn và kim loại nặng

Như đã đề cập trước đây, ATRLĐ sử dụng các chất thải, trong đó có chất thải chăn nuôi hay phụ phẩm nông nghiệp làm thức ăn. Nếu chất thải chứa các chất độc như thuốc trừ sâu, diệt cỏ hoặc các vi khuẩn có nguy cơ gây bệnh cho động vật ăn ATRLĐ. Một số nghiên cứu cho thấy ATRLĐ ăn các chất nền gồm cả phân đã xử lý thì sự có mặt các vi khuẩn như *Salmonella enteritidis* và *Enterococcus coli* thấp (Lalander và cs., 2013; 2015). Tuy nhiên, bản thân ấu trùng có thể bị nhiễm các vi khuẩn này nếu được nuôi giữ trên chất nền bị ô nhiễm quá lâu (Erickson và cs., 2004). ATRLĐ dường như không tích lũy các độc tố nấm mốc như aflatoxin, thuốc trừ sâu như chlorpyrifos, azoxystrobin và propiconazole (Purschke và cs., 2017; Bosch và cs., 2017).

Một số nghiên cứu về sự tích tụ kim loại nặng trong ATRLĐ cho biết cadmi tích tụ cao trong ấu

trùng hơn trong chất nền, trong khi nồng độ crom, asen, niken và thủy ngân thấp hơn nồng độ của chất nền (Gao và cs., 2017). Diener và cs. (2011) cho rằng nồng độ kẽm trong chất nền cao là một chất độc tiềm ẩn. Tuy nhiên, Diener và cs. (2015) cho biết khi tăng dần nồng độ trong chất nền tích lũy kẽm giảm dần. Đối với chì, nghiên cứu của Gao và cs. (2017) cho biết ATRLĐ tích tụ chì cao hơn nồng độ trong chất nền nhưng Diener và cs. (2015) khẳng định không.

4.2. Hàm lượng chất béo cao

Một số nghiên cứu sử dụng ATRLĐ làm thức ăn cho cá và gia cầm làm thay đổi theo hướng bất lợi thành phần axit béo trong thịt như giảm axit béo không bão hòa đa và tăng axit béo bão hòa và không bão hòa mạch ngắn (Schiavone và cs., 2017). Tuy nhiên, Moula và cs. (2018) cho rằng không có sự sai khác về thành phần axit béo cũng như tỷ lệ omega-6/omega-3 của thịt gà sử dụng 8% ấu trùng tươi thay thế cám công nghiệp so với thịt gà sử dụng cám công nghiệp. Do đó, cần nhiều nghiên cứu để đánh giá ảnh hưởng tương quan giữa axit béo trong ấu trùng và axit béo trong thịt gia súc, gia cầm. Ngoài ra, hàm lượng chất béo của ATRLĐ cao dẫn đến khó khăn trong cân đối khẩu phần theo nhu cầu năng lượng. Một trong những giải pháp hữu hiệu là tách mỡ, tuy nhiên cần tiêu tốn thêm chi phí công nghệ và nhân công. Một số biện pháp tách mỡ với thiết bị công nghệ đơn giản là sử dụng máy ép trực vít. Schiavone và cs. (2017) thông báo tách mỡ ấu trùng làm tăng hàm lượng protein và giảm AME ở gà thịt. Cụ thể, ấu trùng tách mỡ xuống 18% và 4,6% (tính theo DM) có hàm lượng protein lần lượt là 55,3% và 65,5% (tính theo DM) và AME lần lượt là 16,3 và 11,6 MJ/kg DM. Hơn nữa, các tác giả cũng cho biết tách mỡ làm giảm hàm lượng axit béo no bất lợi và giúp cân đối các thành phần axit béo có lợi trong ấu trùng.

4.3. Sản lượng và giá cả

Sản lượng thấp và giá cả cao có thể là trở ngại lớn khi sử dụng ATRLĐ làm thức ăn. Hiện nay, cơ sở nuôi ruồi lính đen đã phát triển nhanh chóng ở khắp đất nước ta. Tuy nhiên, sản lượng và giá cả là sự quan tâm lớn. Sinh khối của ATRLĐ phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, ẩm độ, và số lượng và chất lượng thức ăn. Trong khi, thành phần chất nền (thức ăn) rất không ổn định nên năng suất ấu trùng khó đoán định. Hơn nữa, ATRLĐ được nuôi trong môi trường tự nhiên, không kiểm soát được nhiệt độ nên ấu trùng phát triển tốt trong mùa hè và kém phát triển trong mùa

đông. ATRLĐ nếu được nuôi bằng các chất thải động vật (như phân lợn, gà, bò) thì triển vọng giảm giá thành sản xuất kết hợp xử lý môi trường bền vững sẽ đem lại hiệu quả kép. Thực tế, một số nước trên thế giới đã và đang triển khai sản xuất ATRLĐ bằng chất thải chăn nuôi và có kết quả đầy triển vọng. Tại Kenya, Onsongo và cs. (2018) nghiên cứu hiệu quả kinh tế khi sử dụng ATRLĐ thay bột cá trong khẩu phần gà thịt cho thấy, chi phí cho khẩu phần có bột cá là 1,2 USD/kg, trong khi đó ATRLĐ là 0,85 USD/kg. Ngoài ra, hiệu quả chuyển hóa thức ăn cao giúp lợi nhuận thu được từ sử dụng ấu trùng thay thế bột cá và khô đậu nành trong chăn nuôi gà thịt tăng lên 25%.

5. KẾT LUẬN

Ấu trùng ruồi lính đen có khả năng chuyển các chất hữu cơ có giá trị thấp thành nguồn protein có giá trị và có thể thay thế bột cá và khô đậu nành làm thức ăn trong chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Do đó, phát triển và áp dụng thành công công nghệ nuôi ấu trùng ruồi lính đen có thể góp phần hướng tới an ninh lương thực, giảm ô nhiễm môi trường và bảo tồn đa dạng sinh học môi trường. Tuy nhiên, vấn đề hạn chế sử dụng ấu trùng ruồi lính đen nuôi bằng chất thải chăn nuôi làm thức ăn chăn nuôi ở các nước châu Âu vẫn còn đang thảo luận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aniebo, A. O., Erondur, E. S., Owen, O. J. (2009). Replacement of fish meal with maggot meal in African catfish (*Clarias gariepinus*) diets. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9, 653–656.
2. Arango Gutiérrez, G. P., Vergara Ruiz, R. A., Mejía Vélez, H. (2004). Compositional, microbiological and protein digestibility analysis of the larva meal of *Hermetia illucens* L. (diptera: Stratiomyidae) at Angelópolis-Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 57, 2491–2500.
3. Bosch, G., vander Fels Klerx, H. J., Rijk, T. C. D., Oonincx, D. G. A. B. (2017). Aflatoxin B₁ tolerance and accumulation in black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) and yellow mealworms (*Tenebrio molitor*). *Toxins*, 9, 185.
4. Bruni, L., Belghit, I., Lock, E.J., Secci, G., Taitia, C. and Parisia, G. (2019). Total replacement of dietary fish meal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae does not impair physical, chemical or

volatile composition of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *J Sci Food Agric.*, 2019, 100, 1038–1047.

5. Caruso, D., Devic, E., Subamia, I. W., Talamond, P., and Baras, E. (2014). Technical handbook of domestication and production of Diptera Black Soldier Fly (BSF), *Hermetia illucens*, Stratiomyidae.

6. Chia Y. S., Tanga, M. C., Osuga, M. I., Alura, O. A., Mwangi, M. D., Githinji, M., Subramanian, S., Fiaboe, M. K. K., Ekesi, S., van Loon, A. J. J., Dicke, M. (2019). Effect of dietary replacement of fishmeal by insect meal on growth performance, blood profiles and economics of growing pigs in Kenya. *Animals*, 9, 705; doi:10.3390/ani9100705

7. Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Acuti, G., Marangon, A., Dalle Zotte, A. (2017). Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: Meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. *Animal*, 12 (3), 1–8.

8. Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Miotti-Scapin, R., Claeys, E., De Smet, S., Dalle Zotte, A. (2016). Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: Apparent digestibility, excreta microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits. *Animal*, 10, 1923–1930.

9. 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 partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 473, 337–344.

10. Dabbou, S., Gai, F., Biasato, I., Capucchio, T.M., Biasibetti, E., Dezzutto, D., Meneguz, M., Plachà, I., Gasco, L., Schavone, A. (2018). Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, blood traits, gut morphology and histological features. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9, 9-49.

11. De Marco, M., Martínez, S., Hernandez, F., Madrid, J., Gai, F., Rotolo, L., Belforti, M., Bergero, D., Ketzi, H., Dabbou, S., Kovitvadhi, A., Zoccarato, I., Gasco, L., Schiavone, A. (2015). Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and

Hermetia illucens) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 211-218.

12. Devi, S. M., Kim, I. H. (2014). Effect of medium chain fatty acids (MCFA) and probiotic (*Enterococcus faecium*) supplementation on the growth performance, digestibility and blood profiles in weanling pigs. *Vet. Med.*, 59, 527–535.

13. Diclaro, J. W. II and Kaufman PE. (2009). Black Soldier Fly *Hermetia Illucens* Linnaeus Insect a Diptera Strat. Fla. Coop. Ext. Serv. Univ. Fla. EENY-461.

14. Diener, S., Solano, N. M. S., Gutiérrez, F. R., Zurbrugg, C., Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste Biomass Valoriz.*, 2, 357–363.

15 Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K. (2015). Bioaccumulation of heavy metals in the black soldier fly, *Hermetia illucens* and effects on its life cycle. *J. Insects Food Feed*, 1, 261–270.

16. Erickson, M. C., Islam, M., Sheppard, C., Liao, J., Doyle, M. P. (2004). Reduction of *Escherichia coli* o157: H7 and *Salmonella enterica* serovar enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *J. Food Prot.*, 67, 685–69.

17. Gao, Q., Wang, X. Y., Wang, W. Q., Lei, C. L., Zhu, F. (2017). Influences of chromium and cadmium on the development of black soldier fly larvae. *Environ. Sci. Pollut. R.*, 24, 8637–8644.

18. Green, T. R., Popa, R. (2012). Enhanced ammonia content in compost leachate processed by black soldier fly larvae. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 166, 1381–1387. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0325-x>

19. Huỳnh Thị Diễm Khanh và Trịnh Thị Lan (2019). Sử dụng bột dế, bột ấu trùng ruồi lính đen thay thế một phần bột cá trong thức ăn viên của cá rô phi đỏ (*Oreochromis* sp.). *Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản*, số 3, 69 – 74.

20. Ikram Belghit, Liland, N. S., Irene Biancarosa, P. G., Menchetti, E., Li, Y., Waagbø, R., Krogdahl, Å., Lock E. J. (2019). Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 503, 609–619.

21. Kroeckel, S., Harjes, A. G. E., Roth, I., Katz, H., Wuertz, S., Susenbeth, A., Schulz, C. (2012). When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute—Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 364, 345–352.
22. Kumar Katya, M. Z. S. Borsra, Dev Ganesan, Giva Kuppasamy, Herriman, M., Salter, A., Ali, S. A. (2017). Efficacy of insect larval meal to replace fish meal in juvenile barramundi, *Lates calcarifer* reared in freshwater. *Aquat. Res.*, (2017) 9, 303–312.
23. Lalander, C., Diener, S., Magri, M. E., Zurbrugg, C., Lindstrom, A., Vinneras, B. (2013). Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*)—From a hygiene aspect. *Sci. Total Environ.*, 458, 312–318.
24. Lalander, C. H., Fidjeland, J., Diener, S., Eriksson, S., Vinneras, B. (2015). High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp. Reduction using black soldier fly for waste recycling. *Agron. Sustain. Dev.*, 35, 261–271.
25. Lã Văn Kính (2003). Thành phần hoá học và giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn gia súc Việt Nam. Nxb. Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh. 123 trang.
26. Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 197, 1–33.
27. Martínez-Sánchez, A., Magana, C., Salona, M., and Rojo, S. (2011). First record of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on human corpses in Iberian Peninsula. *Forensic Sci. Int.*, 206, e76–e78.
36. Maurer, V., Holinger, M., Amsler, Z., Früh, B., Wohlfahrt, J., Stamer, A., Leiber, F. (2016). Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *J. Insects Food Feed*, 2, 83–90.
28. 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. *Anim. Nutri.*, 4, 73–78.
29. Mutafela, R. N. (2015). High Value Organic Waste Treatment via Black Soldier Fly Bioconversion. Msc Thesis. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
30. Newton, L., Sheppard, C., Watson, D.W., Burtle, G., and Dove, R. (2005). Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. *Anim. Poult. Waste Manag. Cent. N. C. State Univ. Raleigh NC* 17.
31. 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.
32. Nguyễn Phú Hòa, Nguyễn Văn Dũng (2016). Sử dụng nhộng ruồi lính đen trong thức ăn cho cá lóc bông. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, tập 14, số 4, 590 - 597.
33. Olivier, P. A. (2009). Utilizing lower life forms for the bioconversion of putrescent waste. Black Soldier Fly Blog-Off. https://blacksoldierflyblog.com/bioconversion-dr_paul_olivier/
34. Onsongo, V. O., Osuga, I. M., Gachuri, C. K., Wachira, A. M., Miano, D. M., Tanga, C. M., Fiaboe, K. K. M. (2018). Insects for income generation through animal feed: Effect of dietary replacement of soybean and fish meal with black soldier fly meal on broiler growth and economic performance. *Journal of Economic Entomology*, 111, 1966-1973.
35. Oonincx, D. G., Van Broekhoven, S., Van Huis, A., and van Loon, J. J. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One* 10, e0144601.
36. Paul, A., Frederich, M., Megido, R. C., Alabi, T., Malik, P., Uyttenbroeck, R., Francis, F., Blecker, C., Haubruge, E., Lognay, G. (2017). Insect fatty acids: A comparison of lipids from three orthopterans and *Tenebrio molitor* L. larvae. *J. Asia Pac. Entomol.*, 20, 337–340.
37. Purschke, B., Scheibelberger, R., Axmann, S., Adler, A., Jager, H. (2017). Impact of substrate contamination with mycotoxins, heavy metals and pesticides on growth performance and composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) for use in the feed and food value chain. *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control. Expo. Risk*

Assess., 34, 1410–1420.

38. Rachmawati (2010). Life history of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) on decaying Palm Kernel Meal. Thesis Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 83 pp.

39. Renna, M., Schiavone, A., Gai, F., Dabbou, S., Lussiana, C., Malfatto, V., Prearo, M., Capucchio, M. T., Biasato, I., Biasibetti, E. (2017). Evaluation of the suitability of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal as ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) diets. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 8, 57.

40. Ronghua Lu, Yanna Chen, Weipeng Yu, Mengjun Lin, Guokun Yang, Chaobin Qin, Xiaolin Meng, Yanmin Zhang, Hong Ji, Guoxing NIE (2020). Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal can replace soybean meal in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) diets. *Aqua. Rep.* 18, 1-10

41. Ruhnke, I., Normant, C., Iqbal, Z., Campbe/l, D. L. M., Zentek, J., Choct, M. (2017). Feed refusal of laying hens-A case report. In Proceedings of the 28th Annual Australian Poultry Science Symposium, Sydney, New South Wales, Australia, 13–15 February 2017; The University of Sydney, Sydney: New South Wales, Australia, 2017; pp. 2

42. Shakil Rana, K. M., M. A. Salam, Shaharior Hashem and Md. Ariful Islam (2015). Development of Black Soldier Fly Larvae Production Technique as an Alternate Fish feed. *Aquaculture*, 5(1), 41-47.

43. Schiavone, A., Cullere, M., De Marco, M., Meneguz, M., Biasato, I., Bergagna, S., Dezzutto, D., Gai, F., Dabbou, S., Gasco, L. (2017). Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: Effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality. *Ital. J. Anim. Sci.*, 16, 93–100.

44. Schiavone, A., De Marco, M., Martínez, S., Dabbou, S., Renna, M., Madrid, J., Hernandez, F., Rotolo, L., Costa, P., Gai, F. (2017). Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal

amino acid digestibility. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 8, 51.

45. Sealey, W. M., Gaylord, T. G., Barrows, F. T., Tomberlin, J. K., McGuire, M. A., Ross, C., St-Hilaire, S. (2011). Sensory analysis of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed enriched black soldier fly prepupae, *Hermetia illucens*. *J. World Aquac. Soc.*, 42, 34–45.

46. Skrivanova, E., Marounek, M., Benda, V., Brezina, P. (2006). Susceptibility of *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. And clostridium perfringens to organic acids and monolaurin. *Vet. Med.*, 51, 81–88.

47. Spranghers, T., Noyez, A., Schildermans, K., De Clercq, P. (2017). Cold hardiness of the black soldier fly (diptera: Stratiomyidae). *J. Econ. Entomol.*, 110, 1501–1507.

48. St-Hilaire, S., Sheppard, C., Tomberlin, J. K., Irving, S., Newton, L., McGuire, M. A., Mosley, E. E., Hardy, R. W., Sealey, W. (2007). Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J. World Aquac. Soc.*, 38, 59–67.

49. Vaun C. Cummins Jr, Rawles S. D., Thompson K. R. (2017). Evaluation of black soldier fly larvae meal as partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for pacific white shrimp, *Aquaculture*, 473, 337-344.

50. Xiaopeng Xiao, Peng Jin, Longyu Zheng, Minmin Cai, Ziniu Yu, Jeffrey Yu, Jibin Zhang (2018). Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal protein as a fishmeal replacement on the growth and immune index of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aqua. Res.*, 49(4), 1-9.

51. Yajun Hu, Yanhua Huang, Tao Tang, Lei Zhong, Wuying Chu, Zhenyan Dai, Kaijian Chen, Yi Hu (2020). Effect of partial black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal replacement of fish meal in practical diets on the growth, digestive enzyme and related gene expression for rice field eel (*Monopterus albus*). *Aqua. Rep.* 17, 1-10.

52. Yu, G. H., Chen, Y. H., Yu, Z. N., Cheng, P. (2009). Research progress on the larvae and prepupae of black soldier fly *Hermetia illucens* used as animal feedstuff. *Chin. Bull. Entomol.*, 46, 41–45.

53. Zheng, L. Y., Hou, Y. F., Li, W., Yang, S., Li, Q., Yu, Z. N. (2012). Biodiesel production from rice straw and restaurant waste employing black soldier fly assisted by microbes. *Energy*, 47, 225–229.

**THE USE OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE (*Hermetia illucens*) AS LIVESTOCK
AND AQUACULTURE FEEDS**

Le Duc Ngoan, Nguyen Hai Quan, Pham Thi Phuong Lan, Nguyen Duy Quynh Tram

Summary

Black soldier fly (*Hermetia illucens*) is an insect which is harmless to human beings and able to convert diverse of organic wastes into their biomass. The life cycle of black soldier fly is about 40 to 45 days and their larvae can be used as livestock and aquaculture feeds. Larvae contain an average 41% of crude protein (range 38-45%) and 29% of crude fat (range 13-42%) as dry matter basic. Although black soldier fly larvae (BSFL) are higher in saturated fatty acids than most insect and are recommended to use as feeds for livestock and quaculture. The main advantages of BSFL compared to other insects are ability to convert wastes into valuable nutritive feeds, to contribute to the food chain and then mitigate waste pollution. However, the disadvantages on low production, high cost, accumulated heavy metal or high fat content may be to limit the use of BSFL as feeds for animals.

Keywords: *Aquaculture, black soldier fly larvae, feeds, livestock.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Đức

Ngày nhận bài: 19/7/2021

Ngày thông qua phản biện: 19/8/2021

Ngày duyệt đăng: 26/8/2021