

PGS.TS Dương Nguyên Khang (Chủ biên) - TS Trần Tấn Việt -
TS Lê Trịnh Hải - ThS Alexandre de Caters - ThS Gaëtan Crielaard

Ruồi lính đen (*Hermetia illucens*):
Loại côn trùng an toàn, hữu ích
cho chăn nuôi công nghiệp

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH

Lời mở đầu

Chăn nuôi công nghiệp heo, gà và cá phụ thuộc vào nguồn đạm được cung cấp từ đậu nành và cá biển. Việc gia tăng nhu cầu lương thực toàn cầu đi kèm với các vấn đề môi trường đã khiến cho giá thành của cả hai nguồn đạm này nhanh chóng tăng cao trong những năm gần đây.

Nghiên cứu của nhiều tác giả, đặc biệt của Công ty Vương quốc Bỉ có tên Entobel cùng những đối tác của mình, đã thành công trong việc phát triển mô hình hiệu quả giúp chuyển hóa các chất hữu cơ giá trị dinh dưỡng thấp thành nguồn đạm bền vững. Mục đích của Entobel là sản xuất thành phần thức ăn chăn nuôi từ côn trùng giàu đạm, từ nhộng ruồi lính đen (RLĐ), có tên khoa học *Hermetia illucens*, để thay thế những nguồn đạm không bền vững hiện nay.

Nghiên cứu sinh học của ruồi lính đen đã cho thấy chúng là loài không gây hại, không vào nhà, quán ăn, mà sống cách biệt với con người. Chúng không có miệng, nên không cắn phá và chưa cho thấy mang mầm bệnh truyền nhiễm. Chúng không ăn và không tiếp xúc với chất thải, nên không ảnh hưởng đến thức ăn của người, vì vậy chúng không thể là tác nhân lây truyền bệnh. Ngược lại, nhộng ruồi lính đen, trong vòng đời của chúng, đã ăn và tiêu hóa chất thải hữu cơ để chuyển đổi chất thải thành sinh khối đạm có giá trị sinh học cao. Nguồn đạm được chế biến từ RLĐ có thể thay thế nguồn đạm truyền thống không bền vững.

Bằng cách chuyển đổi năng lượng sinh khối giá trị thấp thành sản phẩm chất lượng cao từ côn trùng, Entobel đã tạo ra mắt xích còn thiếu trong chuỗi cung ứng thực phẩm toàn cầu. Hoạt động cốt lõi của Entobel là khai thác tiềm năng côn trùng không có hại thông qua việc phát triển và vận hành các cơ sở nuôi trồng và chế biến nhộng của côn trùng này. Entobel cũng đã hợp tác cùng Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh để tiến hành nghiên cứu, thực hiện và viết quyển sách này. Mục đích của quyển sách là nhằm chứng minh ruồi lính đen là loại

côn trùng an toàn, hiệu quả, phát triển trong môi trường tự nhiên ở Việt Nam.

Quyển sách nhấn mạnh lợi ích của loài côn trùng này như nguồn tái chế chất hữu cơ cũng như tiềm năng trở thành nguồn cung cấp đạm bền vững. Nhộng côn trùng được chế biến thành thức ăn chăn nuôi động vật. Entobel cùng đối tác của mình đã tiên phong trong lĩnh vực này từ năm 2001. Một cơ sở sản xuất đã được vận hành liên tục tại Đức trong suốt hơn 10 năm với sự hỗ trợ từ chính quyền nước sở tại. Entobel hướng đến mục tiêu chuyển giao, điều chỉnh và phát triển công nghệ này tại Việt Nam. Công nghệ này sẽ được mô tả rõ nét hơn trong phần sau của quyển sách.

Quyển sách này được thực hiện nhằm mục đích chứng minh *Hermetia illucens* là loài côn trùng phân bố trên thế giới và tồn tại một cách tự nhiên ở Việt Nam, đã đem lại những lợi ích cả về kinh tế lẫn môi trường, và Entobel đã có kinh nghiệm sản xuất loài côn trùng này một cách an toàn. Quyển sách này được hỗ trợ bằng những tài liệu, nghiên cứu đa dạng được thực hiện bởi nhiều tác giả Việt Nam và quốc tế. Độc giả có thể tham khảo những tài liệu và nghiên cứu trên trong phần phụ lục của quyển sách.

Lời cảm ơn

Quyển sách này được tài trợ bởi Công ty TNHH Entobel và tư vấn của GS.TS. Bùi Cách Tuyến, nguyên Hiệu trưởng Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Quyển sách sẽ không thể thành công nếu không có sự đóng góp của nhiều nhóm nghiên cứu. Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành cũng như ghi nhận, đánh giá cao những đóng góp của các nhóm nghiên cứu từ tập thể sinh viên, trợ giảng và giảng viên tại Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Cần Thơ, các trường đại học khác vì đã tham gia tiến hành những nghiên cứu liên quan như đã được đề cập trong tuyển tập quyển sách.

Công ty Entobel đã vinh dự nhận được sự hỗ trợ từ PGS.TS. Dương Nguyên Khang và TS. Trần Tấn Việt (Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh), bà Đại sứ Jehanne Roccas (Đại sứ Vương quốc Bỉ tại Việt Nam), TS. Lê Trinh Hải (Hội Hữu nghị Việt Bỉ) và GS.TS. Bùi Cách Tuyến, Chủ tọa cho Hội nghị quốc gia về “Ruồi Lính Đen: Loại côn trùng an toàn, hữu ích cho chăn nuôi công nghiệp” diễn ra tại Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh vào tháng 1 năm 2017. Từ đó nhóm tác giả mạnh dạn phát hành quyển sách chuyên khảo cho công tác nghiên cứu ứng dụng để phát triển công nghệ sử dụng nhộng ruồi lính đen làm nguồn cung đạm cho chăn nuôi công nghiệp.

Danh mục từ viết tắt

BTC:	Cơ quan Phát triển Kỹ thuật Vương quốc Bỉ
RLĐ:	Ruồi lính đen
CTU:	Trường Đại học Cần Thơ
FAO:	Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp thế giới
HCMUT:	Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh
HUNRE:	Trường Đại học Tài Nguyên và Môi Trường Hà Nội
IRD:	Viện Nghiên cứu Phát triển Pháp
MONRE:	Bộ Tài nguyên và Môi trường
MARD:	Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
MPI:	Bộ Kế hoạch và Đầu tư
NLU:	Trường Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh
UN:	Liên hợp quốc
US:	Hợp Chúng quốc Hoa Kỳ
USDA:	Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ
WB:	Ngân hàng Thế giới

Mục lục

Lời mở đầuiii

Lời cảm ơn..... v

Danh mục từ viết tắt.....vi

Mục lục.....vii

Danh mục hình..... ix

PHẦN 1: GIỚI THIỆU..... 1

1.1 Nhu cầu đạ́m tăng cao trên toàn cầu..... 1

1.2 Nhu cầu tìm kiếm nguồn đạ́m bền vững..... 3

1.3 Giải pháp sử dụng đạ́m từ côn trùng 7

PHẦN 2: Ruồi lính đen..... 10

2.1 Giới thiệu..... 10

2.2 Phân loại (Linneaus, 1758)..... 10

2.3 Đặc điểm sinh học..... 11

2.4 Vòng đời..... 17

2.5 Phân bố trên thế giới 21

2.6 Mức độ an toàn của ruồi lính đen..... 22

2.7 Công dụng tái chế rác thải của ruồi lính đen..... 23

2.8 Sử dụng ấu trùng RLĐ làm nguồn thức ăn chăn nuôi..... 25

2.9 Sử dụng phân nhộng RLĐ..... 32

2.10 Kết luận..... 39

PHẦN 3: Ruồi lính đen tại Việt Nam..... 41

3.1 Vị trí địa lý..... 41

3.2 Tóm tắt hiện trạng phát triển kinh tế - xã hội.....	41
3.3 Phân bố, nguồn thức ăn và công nghệ sản xuất ấu trùng ruồi lính đen tại Việt Nam.....	43
3.4 Độ an toàn và lợi ích của ruồi lính đen tại Việt Nam.....	48
3.5 Thảo luận.....	51
3.6 Kết luận.....	52
PHẦN 4: Công nghệ và kinh nghiệm sản xuất ấu trùng ruồi lính đen của Entobel.....	53
4.1 Giới thiệu.....	53
4.2 Quy trình sản xuất.....	53
4.3 Đối tác công nghệ: Hermetia GmbH.....	57
4.4 Đội ngũ Entobel.....	59
4.5 Sản phẩm của Entobel	61
4.6 Thành lập nhà máy Entobel.....	63
4.7 Thảo luận.....	66
4.8 Kết luận.....	67
Kết luận và đề nghị.....	69
Tài liệu tham khảo.....	70

Danh mục hình

Hình 1: Mức tiêu thụ thịt tại Trung Quốc và Mỹ	2
Hình 2: Giá bột và dầu cá giai đoạn 1983 – 2009.....	4
Hình 3: Trữ lượng cá suy giảm theo năm trên thế giới.....	5
Hình 4: Phát thải khí nhà kính, năng lượng tiêu thụ và sử dụng đất cho sản xuất thịt bò heo gà và sữa.....	8
Hình 5: Ruồi lính đen.....	11
Hình 6: Ruồi lính đen giao phối.....	17
Hình 7: Ổ trứng Ruồi lính đen.....	18
Hình 8: Tiền nhộng.....	19
Hình 9: Vòng đời Ruồi lính đen.....	20
Hình 10: Phân bố ruồi lính đen trên thế giới.....	21
Hình 11: Thành phần dinh dưỡng phân nhộng ruồi lính đen	35
Hình 12: Lượng nguyên liệu thức ăn chăn nuôi nhập khẩu qua các năm tại Việt Nam.....	42
Hình 13: Quy trình sản xuất của Entobel.....	544
Hình 14: Quá trình biến thái hoàn toàn.....	555
Hình 15: Ấu trùng ăn phụ phẩm ngũ cốc	56
Hình 16: Cơ sở của Katz Biotech.....	59
Hình 17: Nhóm nghiên cứu Entobel.....	61
Hình 18: Bột nhộng ruồi lính đen, sản phẩm của Entobel.....	623
Hình 19: Phân bón hữu cơ của Entobel.....	63

PHẦN 1: GIỚI THIỆU

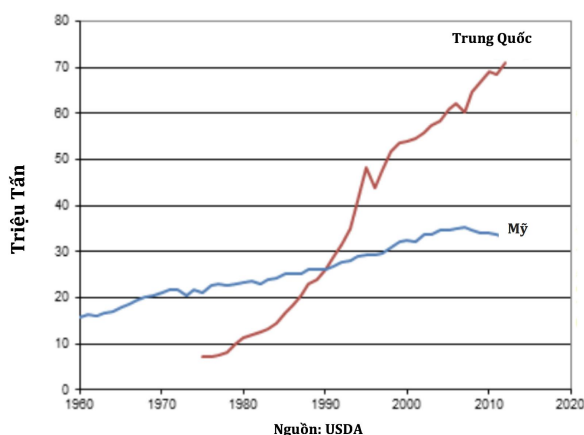
1.1 Nhu cầu đạm tăng cao trên thế giới

Cho tới trước năm 2050, dân số thế giới sẽ tăng lên thêm 30%, đạt mức 9,1 tỷ người. Tổ chức Lương Nông Quốc tế (FAO) của Liên hợp quốc (LHQ) ước lượng nhu cầu đạm giá trị dinh dưỡng cao từ động vật sẽ tăng lên nhanh chóng và các nhà khoa học đang tự hỏi làm thế nào chúng ta có thể đáp ứng được điều này. Khoảng 2 tỷ người trên trái đất đang sống dựa vào thịt của động vật. FAO dự đoán con số này sẽ tăng lên đáng kể trong những thập kỷ tới (FAO, 2006).

Sự phát triển dân số thế giới không phải là nguyên nhân duy nhất khiến nhu cầu tiêu thụ thịt, cá tăng cao. Một nguyên nhân khác làm tăng tiêu thụ thịt, cá là thu nhập thực tế càng ngày càng tăng cao. Áp lực lớn sẽ đến từ các nước đang phát triển đang bùng nổ dân số, nơi mà việc tiêu thụ gia súc được dự đoán sẽ vượt qua các nước đã phát triển. Trung Quốc là ví dụ điển hình nhất. Trong những thập kỷ tới, các nhà kinh tế dự đoán tầng lớp trung lưu sẽ tăng nhanh, đi kèm là sức chi tiêu khổng lồ (McKinsey, 2006). Theo Cục Thống kê Quốc gia Trung Quốc, tầng lớp trung lưu hiện chiếm 0,7% tổng dân số đô thị, trong khi McKinsey dự đoán con số này sẽ lên tới 80% vào năm 2025. Một trong số những hệ quả của việc này là chế độ ăn uống chiếm nhiều thịt trong khẩu phần của người dân. Vào năm 1978, việc tiêu thụ thịt hàng năm của Trung Quốc chỉ bằng 1/3 của Mỹ. Ở thời điểm đó, thịt bò được coi như loại thực phẩm dành riêng cho triệu phú (The Telegraph, 2012). Từ năm 1992, tiêu thụ thịt hàng năm của Trung Quốc đã lên đến 71 triệu tấn, gấp đôi lượng thịt của người Mỹ tiêu thụ (Larsen, 2012). Chế độ ăn uống thay đổi theo hướng nhiều thịt, theo dự đoán, sẽ tiếp tục tăng trong những thập kỷ tới do sự phát triển của tầng lớp trung lưu.

Tuy nhiên, do tài nguyên nước mặt sẵn có và đất nông nghiệp tại Trung Quốc không được sử dụng bền vững, vì thế ngành sản xuất thịt phát triển có thể gây tổn hại đến môi trường và gây áp lực cao cho đất nước này. Thực tế, tài nguyên nước mặt tại phía Bắc Trung Quốc đã cạn kiệt do sử dụng đất nông nghiệp quá mức (BNNHK,

2002) (Hình 1). Những lo ngại xung quanh việc khủng hoảng tiềm năng nước tại Trung Quốc đang tăng cao khi mà quốc gia này chiếm đến 20% dân số nhưng lại chỉ sở hữu 5% lượng nước ngọt của thế giới (Gleick, 2009).



Hình 1: Mức tiêu thụ thịt tại Trung Quốc và Mỹ (1960 – 2012)

Mặc dù vậy, Trung Quốc không phải là trường hợp đáng báo động, tầng lớp trung lưu tại Ấn Độ sẽ vượt Trung Quốc vào năm 2030 (Kharas, 2011).

Dân số trung lưu của Ấn Độ hiện có khoảng 60 triệu người và sẽ đạt con số 1 tỷ vào năm 2040. Tuy nhiên, châu Á lại không phải là lục địa duy nhất bị đe dọa. Châu Phi cũng đang trải qua thời kỳ bùng nổ dân số trung lưu. Vào năm 2010, tổng tầng lớp trung lưu khoảng 355 triệu người và sẽ đạt con số 1,1 tỷ vào năm 2060 (Ngân hàng Phát triển châu Phi, 2011). Tại Việt Nam, những dự báo này chưa được đưa ra, nhưng khuynh hướng chung cũng không ngoài dự đoán tăng nhanh như Trung Quốc, Ấn Độ và các nước ở châu Phi.

Nhằm đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ thịt, cá cho dân số đang ngày càng tăng cao thì sản lượng thức ăn từ động vật cũng cần gia tăng tương ứng. Đạm là thành phần thiết yếu cho sự phát triển của tất cả các loài động vật sống. Năm 2012, FAO đã ước tính vào năm 2050 chúng ta cần thêm 80% lượng đạm (123 triệu tấn) nhằm đáp ứng đủ nhu cầu tăng cao cho riêng ngành sản xuất gia cầm và heo. Việc sản xuất thịt tăng sẽ gây tổn hại và áp lực tới môi trường.

Sản xuất thịt hoàn toàn không thân thiện với môi trường và chịu tác động lớn do sử dụng quá mức nguồn tài nguyên thiên nhiên. Ví dụ, chúng ta cần tới 15.000 lít nước để sản xuất được 1 kg thịt bò (Hoekstra và cộng sự, 2008). Chăn nuôi gia súc cũng trực tiếp hay

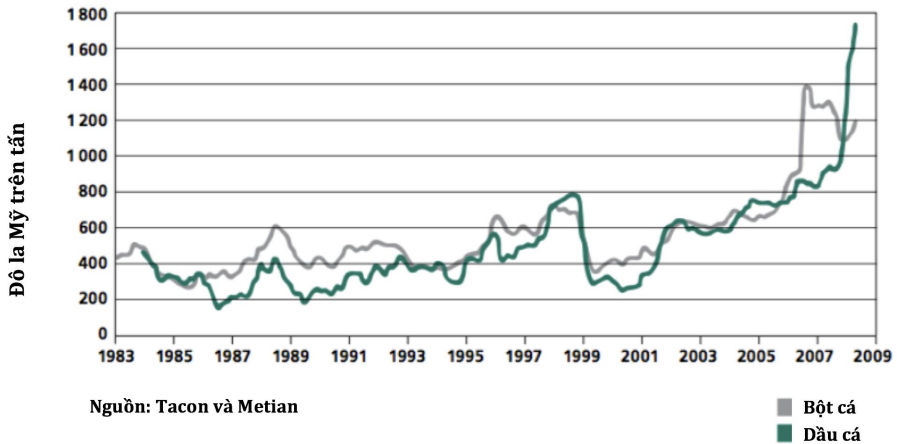
gián tiếp làm ô nhiễm nguồn nước sạch do sử dụng thuốc trừ sâu, thuốc kháng sinh và kim loại nặng. Phần lớn nước dùng trong chăn nuôi là dành cho sản xuất thức ăn cho động vật (FAO, 2006). Hơn thế nữa, việc chăn nuôi cũng tiêu tốn diện tích lớn đất sử dụng. Có tới 30% diện tích bề mặt trái đất được sử dụng cho mục đích chăn nuôi gia súc và gia cầm. Vào năm 2009, các trại chăn nuôi gia súc là nguyên nhân dẫn đến 80% nạn phá rừng tại khu vực rừng nhiệt đới Amazon (Greenpeace, 2009). Cuối cùng, việc chăn nuôi gia súc trên toàn thế giới chịu trách nhiệm gây ra 18% lượng phát thải khí nhà kính, nhiều hơn tổng các loại phương tiện giao thông gây ra. Những khí thải này chủ yếu là khí mêtan, khí đinitơ monoxit, những khí này thậm chí nguy hiểm hơn cả cacbon điôxít (CRIOC, 2007).

1.2 Nhu cầu tìm kiếm nguồn đạm bền vững

Ba nguồn cung cấp đạm chính cho gia súc và gia cầm là hạt có dầu, phụ phẩm từ động vật và bột cá.

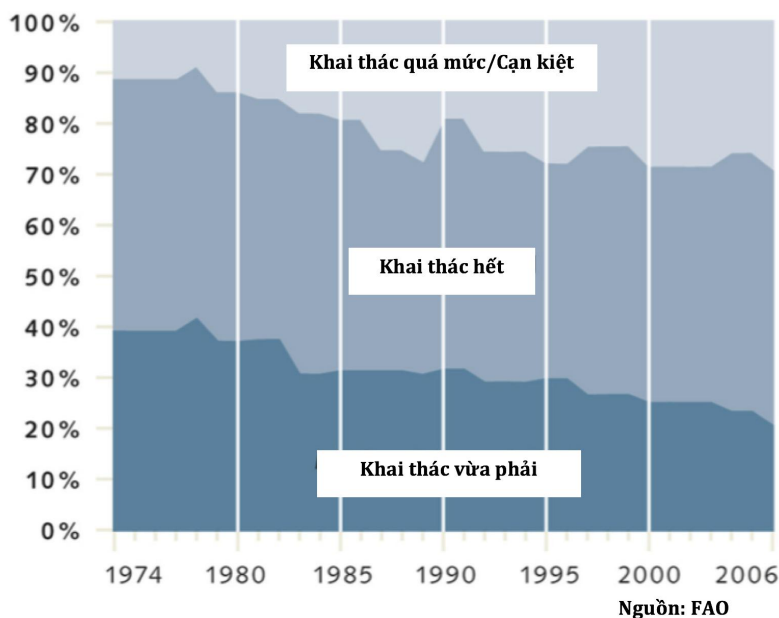
Bã đậu nành chiếm tới 58% hạt có dầu, nguồn đạm từ cây trồng khác là hạt cải dầu, hạt bông và hạt lạc (USDA, 2013). Hoạt động sản xuất đậu nành đã tăng nhanh vào cuối thế kỷ 20, sản lượng hàng năm trên toàn thế giới đã tăng gần 8 lần từ năm 1965 tới năm 2007. Việc trồng đậu nành đòi hỏi diện tích lớn bề mặt đất, hiện tại chiếm khoảng 100 triệu hecta và con số này được dự đoán sẽ lên tới 140 triệu hecta trước năm 2030. Ngoài ra, 40 triệu hecta tăng thêm nhằm phục vụ việc trồng đậu nành chủ yếu đến từ Nam Mỹ và gây ảnh hưởng đến môi trường (IAMA, 2009). Kể cả khi những nhà sản xuất đậu nành thành công trong việc đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng cao bằng cách cải thiện sản lượng hay tìm kiếm thêm những vùng đất nông nghiệp có sẵn, nó vẫn chưa đủ, bởi chế độ ăn của động vật ăn thịt không thể hoàn toàn từ đạm thực vật.

Nguồn cung cấp đạm chủ yếu cho động vật vẫn là bột cá và các phụ phẩm từ động vật. Tuy nhiên, bột cá hiện tại cũng đang chịu áp lực lớn do nhu cầu nuôi trồng thủy sản tăng cao nhanh chóng. Cho đến cuối năm 2012, giá bột cá đạt mức tương trung 2.000 USD/tấn trong khi vào năm 2000 thì 1 tấn bột cá chỉ có giá 450 USD/tấn (WB, 2013).



Hình 2: Giá bột và dầu cá giai đoạn 1983 – 2009

Gần đây, việc giảm hạn ngạch cá cơm tới 68% của Peru đã thúc đẩy mạnh mẽ xu hướng này, bởi Peru là quốc gia xuất khẩu bột cá lớn nhất thế giới (Mercopress, 2012). Việc sản xuất bột cá là nguyên nhân gây ra tình trạng suy thoái đại dương. Hơn 75% trữ lượng cá toàn thế giới được coi là đã bị khai thác vừa đủ, quá mức hoặc cạn kiệt (FAO, 2012). Hơn thế nữa, giá nhiên liệu có tác động đáng kể đến giá thành bột cá bởi phần lớn bột cá tiêu thụ tại châu Âu và châu Á được nhập khẩu từ Peru và Chile (FAO, 2013). Từ 5 năm trở lại đây, giá bột cá đã tăng gần gấp đôi. Nhu cầu tìm kiếm một nguồn cung cấp đạm thay thế ngày càng cấp thiết bởi các nguồn có sẵn đang chịu áp lực cực kỳ lớn để đáp ứng đủ nhu cầu hiện tại và tương lai (FAO, 2004). Hình bên dưới thể hiện mức độ cấp thiết của tình hình hiện tại.



Hình 3: Trữ lượng cá suy giảm theo năm trên thế giới (FAO, 2006)

Nuôi trồng thủy sản bền vững đang bị đe dọa

Nuôi trồng thủy sản là ngành sản xuất thức ăn chăn nuôi phát triển nhanh nhất và sẽ cần mở rộng bền vững để theo kịp với nhu cầu tiêu dùng cá ngày càng tăng cao (FAO, 2012b). Bột cá và dầu cá hiện tại chính là nguồn đạm chính cung ứng cho ngành nuôi trồng thủy sản. Chúng được làm từ cá tự nhiên đã qua chế biến. Đối với một số loài cá nhất định, bột cá chiếm tới hơn 50% chế độ dinh dưỡng (Tacon và cộng sự, 2008). Các loại cá được sử dụng để sản xuất bột cá thường là cá cơm, cá mòi, cá thu và cá trích (IFFO, 2012).

Thức ăn thủy sản chiếm tới 60 - 70% chi phí sản xuất cho một trại nuôi cá và chúng bao gồm bột cá, dầu cá và nhiều loại ngũ cốc (Welch, 2013). Giá thành của nguồn cung đạm này đã tăng lên gần 8 lần trong suốt 10 năm qua. Phần lớn bột và dầu cá chúng ta tiêu thụ hiện nay được nhập khẩu từ Peru (FAO, 2013). Điều này khiến cho những khu vực nuôi trồng thủy sản phát triển cao như Đông và Đông Nam Á phụ thuộc lớn vào Peru và các nhà sản xuất bột cá khác. Khoảng 30% bột cá trên toàn thế giới có nguồn gốc từ Peru (USDA, 2013). Đầu năm 2013, chính phủ Peru đã cắt giảm 68% hạn ngạch cá cơm cho dịp hè 2013 để bảo vệ nguồn cá tự nhiên

(Mercopress, 2012). Số lượng cá thể cá cơm đã giảm tới 41% so với năm 2012 (IMARPE, 2012). Việc đánh bắt cá nhằm mục đích sản xuất bột cá đang được hạn chế để tránh việc đại dương cạn kiệt nguồn cá. Nam Mỹ, khu vực sản xuất bột cá lớn nhất thế giới, đã giảm việc đánh bắt cá cơm từ 12,5 triệu tấn năm 1994 xuống còn 4,2 triệu tấn năm 2012 và xu hướng này được dự đoán sẽ còn tiếp tục (FAO, 2013).

Khi ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản hiện nay phụ thuộc chủ yếu vào việc đánh bắt cá tự nhiên như một nguồn cung cấp đạm, chúng ta cần phải tìm ra một nguồn thay thế bền vững hơn để hỗ trợ ngành thực phẩm đang ngày càng phát triển này. Nhu cầu bột cá sẽ tiếp tục gia tăng nhanh chóng trong những năm tới để có thể đáp ứng được việc mở rộng của ngành nuôi trồng thủy sản. Trong khi đó, nguồn cung cấp bột cá lại đang suy giảm. Xu hướng này phản ánh rõ ràng trong việc gia tăng giá thành sản phẩm (Hình 5). Camanchaca, một công ty lớn sản xuất thức ăn cho cá tại Chile, dự đoán giá sẽ tăng thêm 18% vào năm nay.

Ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản toàn thế giới đã sản xuất được 63,6 triệu tấn vào năm 2011 và Trung Quốc chiếm tới 61,4% sản lượng nuôi trồng thủy sản toàn cầu (FAO, 2012). Các quốc gia châu Âu sản xuất được 2,5 triệu tấn cá vào năm 2011. Na Uy là quốc gia đóng góp lớn nhất, 43% tổng sản lượng Châu Âu (Fishstat, 2013). Theo sau là Tây Ban Nha, Đan Mạch và Vương quốc Anh.

Thức ăn thủy sản chiếm chi phí lớn nhất trong tổng chi phí của trại chăn nuôi cá và nguyên liệu làm thức ăn này gồm bột cá, dầu cá và nhiều loại ngũ cốc.

Chúng ta dự đoán và ước lượng rằng bột côn trùng có thể thay thế 20% bột cá nếu như bột côn trùng đáp ứng đủ nhu cầu thị trường chăn nuôi cá. Nhiều thử nghiệm đã chứng minh rằng bột côn trùng có thể được đưa vào chế độ ăn của cá với tỷ lệ 20% mà không gây ảnh hưởng gì đến tốc độ tăng trưởng cũng như khối lượng cơ thể (St-Hilaire, 2011; Newton, 2005). Như đã đề cập trước đây, tỷ lệ này có thể tăng đáng kể khi áp dụng những phương pháp chế biến nhất định nhằm cải thiện chất lượng bột côn trùng. Sự thay đổi trong khẩu phần ăn của cá đã được chứng minh không làm giảm tốc độ tăng trưởng sinh khối cũng như làm mất đi chất lượng dinh dưỡng của sản phẩm (St-Hilaire, 2007). Các nhà nghiên cứu về côn

trùng cho rằng bột côn trùng sẽ thay thế đáng kể khối lượng bột cá, bởi giá thành của chúng sẽ thấp hơn tới 40% trong khi giá trị dinh dưỡng không quá chênh lệch.

Ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản đã tiêu thụ 3 triệu tấn bột cá vào năm 2009 (IFFO, 2010). Do đó, quy mô thị trường tiềm năng cho bột côn trùng là 600.000 tấn hay 672 triệu Euro khi giả định mức giá bằng 80% mức giá hiện tại, tức 1.400 Euro/tấn (Ngân hàng Thế giới, 2013). Con số này là vừa phải, bởi vì các nhà nghiên cứu khác đã từng đề cập tới tỷ lệ bột côn trùng cao hơn nhiều trong tổng số thức ăn thủy sản. Hơn thế nữa, chúng ta mới chỉ giả định thay thế phần bột cá trong thức ăn thủy sản. Bột cá cũng có thể thay thế các phần khác của thức ăn hải sản, ví dụ như đạm thực vật. Sheppard và cộng sự (2008) đã ước định bột côn trùng có thể chiếm tới 75% thức ăn thủy sản trước năm 2033. Điều quan trọng cần lưu ý là thị trường thức ăn thủy sản mà chúng ta đang đề cập còn lớn hơn rất nhiều, chủ yếu là bột cá. Thị trường thức ăn thủy sản toàn cầu được định giá khoảng 56 tỷ đô la vào năm 2012 và ước tính đạt 107 tỷ đô la vào năm 2018 (Markets and Markets, 2013).

Trong tương lai, khả năng cạnh tranh của bột côn trùng sẽ chỉ có thể tăng lên bởi nó không phụ thuộc vào các nguồn đang chịu áp lực. Điều này là lợi thế bởi các nguồn cung cấp đạm khác vốn phụ thuộc vào những nguồn đang bị phân tán như trữ lượng của cá biển.

Bên cạnh việc khuyến khích kinh tế, việc sử dụng bột côn trùng, trái ngược với sử dụng bột cá, sẽ đem lại những lợi ích to lớn cho môi trường và đa dạng sinh học. Thật vậy, việc sản xuất 1 tấn bột côn trùng giúp tiết kiệm 5 tấn cá tự nhiên (Miles và cộng sự, 2010).

1.3 Giải pháp sử dụng đạm từ côn trùng

Côn trùng đã xuất hiện và tồn tại trên trái đất từ hơn 250 triệu năm trước. Điều này giúp sự trao đổi chất trong cơ thể của chúng có nhiều tiến hoá, trở thành một trong số những hệ thống trao đổi chất hiệu quả nhất trong thế giới động vật. Ngoài ra, côn trùng là một trong những chuyên gia xử lý rác thải tự nhiên. Chức năng này có ý nghĩa hết sức quan trọng trong việc xử lý chất thải hữu cơ và phụ phẩm nông nghiệp không còn giá trị làm nguồn thức ăn gia súc. Đã có nhiều nghiên cứu cho thấy tiềm năng xử lý rác thải của ấu trùng ruồi lính đen trên thế giới và Việt Nam.

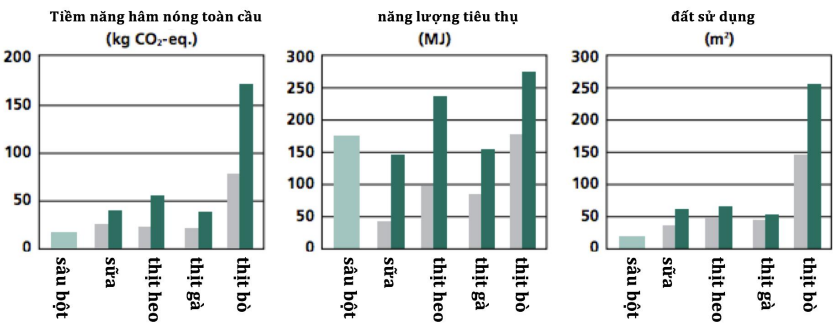
Xét về sự đa dạng, côn trùng chắc chắn chiếm lĩnh vị trí đầu bảng trong tự nhiên, với khoảng 751.000 loài được quan sát trên tổng số ước tính 5 triệu loài sinh vật sống, trong khi động vật có vú chỉ khoảng 4.000 loài. Sự đa dạng sinh học này sẽ đem lại cơ hội vô hạn khi chúng ta khai thác chúng.

Côn trùng đem đến những lợi thế đáng kể so với việc đánh bắt cá hay chăn nuôi truyền thống, cả về tính bền vững lẫn kinh tế.

a. Lợi thế về tính bền vững

Trong mỗi kilogram sản phẩm côn trùng thu được, các nghiên cứu chỉ ra rằng côn trùng phát thải khí nhà kính ít hơn, như khí cacbon đioxit (CO₂), metan (CH₄) và khí nitơ đioxit (NO₂) (Van Huis, 2012). Khí nhà kính thải ra bởi côn trùng chiếm khoảng 1% khí thải của động vật nhai lại (Oonincx và cộng sự, 2010) (Hình 4). Việc sản xuất côn trùng cũng chiếm diện tích bề mặt rất nhỏ nhờ việc có thể nuôi ở mật độ cao và khả năng nuôi theo phương thẳng đứng (nuôi nhiều tầng). Ngoài ra, với vòng đời ngắn, chúng cũng giúp tăng chu kỳ sản xuất. Vào năm 2006, các chuyên gia của FAO ước tính tổng diện tích đất sử dụng để sản xuất thịt chiếm tới 23 - 30% toàn bộ bề mặt đất trên thế giới. Một ưu điểm trong sản xuất côn trùng nữa là, chúng giúp “xử lý” chất hữu cơ, nhu cầu sử dụng nước thấp do nước đã được cung cấp trong thức ăn và độ ẩm không khí.

Sản lượng khí nhà kính (tiềm năng hâm nóng toàn cầu), năng lượng và đất sử dụng để sản xuất 1kg đạm từ sâu bột, sữa, thịt heo, thịt gà và thịt bò



Nguồn: Oonincx 2012

Hình 4: Phát thải khí nhà kính, năng lượng tiêu thụ và sử dụng đất cho sản xuất thịt bò heo gà và sữa

b. Lợi thế về kinh tế

Chất lượng thức ăn làm từ đạm côn trùng có thể được so sánh với nguyên liệu thức ăn chăn nuôi truyền thống như đậu nành và bột cá (xem phần "Ruồi lính đen thức ăn"). Ưu điểm chính nằm trong hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) rất hiệu quả khi so sánh với các loại động vật nuôi thông thường. Hệ số chuyển đổi thức ăn của côn trùng là 1,1/1; trong khi ở gia cầm hệ số chuyển đổi thức ăn là 2/1, ở heo hệ số chuyển đổi thức ăn là 3/1 và gia súc là 8/1 (Van Huis, 2012). Chỉ 13% trong mỗi kilogram thức ăn gia súc nhai lại tiêu thụ được chuyển hóa thành khối lượng cơ thể, trong khi đối với côn trùng, con số này trung bình lên tới 60% (Wageningen World, 2010). Điều này được giải thích bởi côn trùng là động vật biến nhiệt, do đó sử dụng ít năng lượng hơn để duy trì nhiệt độ cơ thể cao. Những đặc tính tự nhiên như tỷ lệ sinh sản rất cao và vòng đời rất ngắn cũng khiến côn trùng có lợi thế hơn các loài động vật chăn nuôi truyền thống. Thêm vào đó, tính đa dạng của côn trùng cũng đem đến những tiềm năng to lớn giúp sản xuất các sản phẩm thức ăn đa dạng và hoàn hảo. Cuối cùng, một ưu thế kinh tế nữa của côn trùng chính là việc 100% côn trùng có thể ăn được trong khi con số này chỉ là 50% ở bò (Van Huis, 2012).

Các chuyên gia càng tin tưởng rằng côn trùng sẽ trở thành một phần nguồn cung đạm trong tương lai. Chúng ta không thể tiếp tục cung cấp thức ăn cho dân số theo cách mà chúng ta vẫn làm mấy thập kỷ trước. Những phương pháp chăn nuôi truyền thống là không bền vững, vì vậy chúng ta cần khai thác những phương pháp chăn nuôi bền vững hơn. Nhiều công ty chọn đánh cược khi cho rằng côn trùng sẽ là một nguồn thay thế đạm động vật và sẽ phát triển theo cấp số nhân. Điều này chứng tỏ rằng, ngoài tính chất bền vững, côn trùng còn đem lại những lợi ích kinh tế. Các tổ chức phi chính phủ trên thế giới cũng ủng hộ xu hướng này. Ví dụ điển hình nhất là FAO, đơn vị đã công bố nhiều báo cáo về côn trùng như triển vọng an ninh lương thực và thức ăn chăn nuôi.

PHẦN 2: RUỒI LÍNH ĐEN

2.1 Giới thiệu

Công ty TNHH Entobel đã tập trung nghiên cứu và sản xuất một loài côn trùng duy nhất nhằm mục đích phục vụ chăn nuôi, đó là *Hermetia illucens* hay còn gọi là ruồi lính đen (RLĐ). Ruồi lính đen là loài côn trùng đã được lựa chọn bởi nhiều công ty lớn trên thế giới chuyên nuôi sản xuất côn trùng, ví dụ, Entera Feed tại Canada, Protix Biosystems tại Hà Lan hay AgriProtein tại Nam Phi.

Ruồi lính đen là loại côn trùng đã được nghiên cứu rất kỹ. Bản mô tả sớm nhất về loài côn trùng này, mà chúng ta biết được, là từ năm 1881 tại Floria, Mỹ (Marshall và cộng sự, 2015). Ruồi lính đen thường được tìm thấy trong môi trường ngoài trời gần gia súc hay chất hữu cơ đang phân hủy, bao gồm cả chất thải động vật (Newton và các cộng sự, 2005). Ấu trùng ruồi lính đen được tìm thấy rộng rãi trong việc quản lý chất thải trong chăn nuôi, kiểm soát ruồi nhà và chuyển đổi chất thải hữu cơ thành các sản phẩm có ích như phân bón hữu cơ. Ấu trùng này cũng được bán làm nguồn thức ăn quan trọng cho cá và những loài lưỡng cư bởi chúng chứa hàm lượng canxi cao (Kroeckel và cộng sự, 2012). Trong côn trùng học pháp y, các nhà điều tra pháp y dựa vào sự phát triển của RLĐ trong các thi thể đang phân hủy để phân tích tử thi (Lord và cộng sự, 1994; Pujol-Luz và cộng sự, 2008).

Trong mô tả của phần nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào các đặc điểm sinh học, lợi thế và độ phân bố trên thế giới của RLĐ; từ đó chứng minh rằng phát triển sinh học của ruồi lính đen là tự nhiên, thân thiện và góp phần cải thiện tình trạng ô nhiễm môi trường từ rác thải hữu cơ.

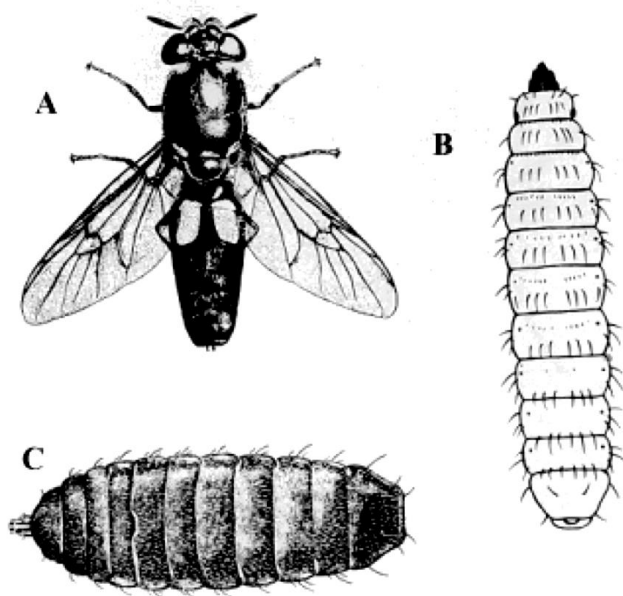
2.2 Phân loại (Linnaeus, 1758)

- Lớp: Insecta
- Bộ: Diptera
- Phân bộ: Brachycera
- Phân thứ bộ: Stratiomyomorpha (Wood, 1990)

- Họ: Stratiomyidae (Latreille, 1802)
- Phân họ: Hermetiinae (Loew, 1864)
- Chi: *Hermetia* (Latreille, 1804)
- Loài: *Hermetia illucens* hay còn gọi là Ruồi lính đen (IT IS, 2013; Woodley, 2001)

2.3 Đặc điểm sinh học

Ruồi lính đen là loài xuất hiện trên toàn thế giới, thuộc họ Stratiomyidae (Jancinto và cộng sự, 2015). Loài này tương đối lớn với hình dạng giống ong bắp cày. Mặc dù vậy, không giống như ong bắp cày, RLĐ chỉ sở hữu một đôi cánh và không có kim chích.



Ruồi Lính Đen

A. Ruồi cái trưởng thành

B. Ấu trùng

C. Nhộng

Hình 5: Ruồi lính đen

Nguồn: IPM, A&T State University

Chế độ ăn uống và thức ăn

Ruồi lính đen chủ yếu tiêu thụ thức ăn trong giai đoạn ấu trùng. Ấu trùng ruồi lính đen ăn nhiều loại chất hữu cơ khác nhau, bao gồm các nguyên liệu thực vật, phân và các chất phân rã từ động vật.

Chúng có khả năng chuyển hóa lượng lớn chất thải sinh khối thành protein dự trữ ($\geq 40\%$) và chất béo ($\geq 30\%$). Vì lẽ đó, ấu trùng ruồi lính đen được sử dụng như nguồn thức ăn chăn nuôi giàu protein với hàm lượng năng lượng cao. Ngược lại, cá thể ruồi lính đen trưởng thành không tiêu thụ thức ăn mà chỉ uống chất lỏng. Vì vậy, hầu hết các chất dinh dưỡng dự trữ được tích lũy trong giai đoạn ấu trùng, làm giảm nhu cầu ăn khi ruồi trưởng thành. Dinh dưỡng nuôi ấu trùng của ruồi lính đen đã được nghiên cứu rất nhiều trên thế giới. Ở Việt Nam, nghiên cứu thành phần dinh dưỡng cho phát triển giai đoạn ấu trùng của ruồi lính đen gần như chưa có. Vì vậy, các đề nghị nghiên cứu chuyên sâu về nhu cầu năng lượng, đạm, chất dinh dưỡng bổ sung cho chúng là rất cần thiết.

Nghiên cứu sử dụng ruồi lính đen nhằm quản lý chất thải không phải là ý kiến mới. Ấu trùng ruồi lính đen đã được sử dụng trong các trang trại nông nghiệp nhằm xử lý chất thải như phân heo, phân bò và phân gia cầm trong các vùng khí hậu có thể duy trì ruồi lính đen quanh năm: các trang trại này bao gồm trại nuôi gà, trang trại heo và bò (Sheppard và Newton 1994; Axtell 1999). Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng Ruồi lính đen cũng có khả năng tiêu hóa các chất thải khác như phần hữu cơ trong chất thải rắn đô thị, bùn xử lý nước thải và chất thải chế biến cá. Tuy nhiên, các nghiên cứu cơ bản về thành phần dinh dưỡng của thức ăn để tối ưu hóa sinh khối cho ấu trùng là hoàn toàn mới và cần thiết trong quy trình sản xuất bột nhộng ấu trùng ruồi lính đen.

Trong một nghiên cứu tiến hành bởi Nguyễn (2010), năm loại thức ăn khác nhau, chất thải chế biến cá, gan, rau quả, thức ăn gia cầm và chất thải nhà hàng đã được sử dụng cho năm nhóm ấu trùng khác nhau. Mỗi chế độ ăn cho thấy lượng tiêu thụ chất thải khác nhau và lượng càng cao thì kích thước ấu trùng càng lớn.

Trong một nghiên cứu được tiến hành bởi Sheppard (1994), ấu trùng ruồi lính đen được sử dụng để ổn định lượng chất thải của khoảng 460 con gà mái. Ấu trùng có khả năng chuyển phân chuồng thành thức ăn gia súc, chứa 42% protein và 35% chất béo. Cùng lúc đó giúp ngăn chặn việc sinh sôi của ruồi nhà và giảm lượng phân chuồng tới 50%.

Trong một nghiên cứu khác được tiến hành bởi Myers và cộng sự (2008), ấu trùng ruồi lính đen được sử dụng để ổn định phân bò sữa

trong phòng thí nghiệm có kiểm soát. Ấu trùng ruồi lính đen được cung cấp 4 mức độ phân khác nhau để đánh giá sự phát triển. Kết quả là mức thức ăn ảnh hưởng đến sự phát triển của ấu trùng: ấu trùng được cho ăn ít hơn không nặng bằng ấu trùng được cho ăn nhiều và cá thể ruồi trưởng thành của ấu trùng ăn ít chỉ sống được chưa tới 3 – 4 ngày.

Trong một nghiên cứu khác được tiến hành bởi Nguyễn Thị Tú Quyên và Bùi Xuân An (2016) đã cho thấy mật độ ấu trùng ruồi lính đen thích hợp nhất trong quá trình xử lý phân bò tươi là 1.200g ấu trùng/10 kg phân bò tươi, nếu mật độ ấu trùng thấp hơn trọng lượng phân còn lại sẽ cao do phân bò 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 chi tiết khối lượng phân thu được trước và sau sử dụng của ấu trùng ruồi lính đen được cho trong bảng sau:

Lượng ấu trùng (g)	Trọng lượng phân ban đầu (g)	Trọng 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

Nguồn: Nguyễn Thị Tú Quyên và Bùi Xuân An, 2016

Các tác giả đã cho thấy pH của phân bò khảo nghiệm luôn ổn định và rất kiềm. Đây là điều kiện thích hợp để ấu trùng tồn tại và hoạt động phân hủy vật chất hữu cơ. Kết quả chi tiết về chỉ tiêu pH_{nước} được các tác giả cho thấy ở bảng sau:

Ngày thứ	Mẫu trắng	200 g ấu trùng	400 g ấu trùng	600 g ấu trùng	600 g ấu trùng	1000 g ấu trùng
----------	-----------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------

1	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52
2	8,06	8,43	8,32	8,24	8,42	8,36
5	7,49	8,43	8,16	2,24	8,46	8,45
7	7,63	8,17	8,24	8,16	8,32	8,18
12	7,68	8,26	8,12	8,16	8,21	8,31
18	7,12	8,13	7,8	8,16	8,21	8,3

Nguồn: Nguyễn Thị Tú Quyên và Bùi Xuân An, 2016

Kết quả về chỉ tiêu pH_{KCl} được các tác giả cho thấy ở bảng sau:

Ngày thứ	Mẫu trắng	200 g ấu trùng	400 g ấu trùng	600 g ấu trùng	600 g ấu trùng	1000 g ấu trùng
1	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52
2	8,06	8,43	8,32	8,24	8,42	8,36
5	7,49	8,43	8,16	2,24	8,46	8,45
7	7,63	8,17	8,24	8,16	8,32	8,18
12	7,68	8,26	8,12	8,16	8,21	8,31
18	7,12	8,13	7,8	8,16	8,21	8,3

Nguồn: Nguyễn Thị Tú Quyên và Bùi Xuân An, 2016

Kết quả về chỉ tiêu vi sinh vật hiện diện trong môi trường nuôi của tất cả mật độ ấu trùng được các tác giả cho thấy ở bảng sau:

Lượng	Chỉ tiêu khảo sát
-------	-------------------

Ấu trùng	Tổng vi sinh vật hiếu khí (khuẩn lạc/g)	Colifom (MNP/g)	<i>E. coli</i> (MNP/g)	<i>Salmonella</i> (MNP/g)	<i>Clostridium perfinger</i> (MNP/g)
Cho tất cả các nghiệm thức	270×10^8	110×10^3	$2,8 \times 10^3$	Không phát hiện	3×10^3

Kết quả về chỉ tiêu vi sinh vật hiện diện trong môi trường nuôi của từng mật độ ấu trùng được các tác giả mô tả ở bảng sau:

Lượng ấu trùng (g)	Chỉ tiêu khảo sát				
	Tổng vi sinh vật hiếu khí (khuẩn lạc/g)	Colifom (MNP/g)	<i>E. coli</i> (MNP/g)	<i>Salmonella</i> (MNP/g)	<i>Clostridium perfinger</i> (MNP/g)
Mẫu trắng	53×10^6	46×10^6	37×10^8	Không phát hiện	4×10^5
200	68×10^6	24×10^3	$3,2 \times 10^3$	Không phát hiện	14×10^3
400	224×10^5	$4,3 \times 10^3$	$5,8 \times 10^2$	Không phát hiện	1×10^4
600	225×10^5	36×10^2	$4,3 \times 10^5$	Không phát hiện	36×10^2
800	278×10^6	15×10^3	$2,8 \times 10^2$	Không phát hiện	53×10^2
1.000	168×10^5	3×10^3	6×10^3	Không phát hiện	12×10^2

Ngoài ra, nhóm tác giả còn khảo sát khả năng giảm mùi hôi của phân bò tươi trong quá trình nuôi ấu trùng ruồi lính đen, kết quả này được so sánh với mẫu đối chứng là phân bò tươi. Kết quả được cho thấy chi tiết ở bảng sau:

Ngày thứ	% giảm					
	Mẫu đôi chứng	200 g ấu trùng	400 g ấu trùng	600 g ấu trùng	600 g ấu trùng	1000 g ấu trùng
1	70	70	70	70	70	70
2	85	76	65	63	64	64
5	100	62	56	58	54	56
7	96	48	42	36	46	44
12	86	36	36	32	40	44
18	70	30	27	25	35	38

Qua khảo sát, các tác giả đã kết luận rằng, việc sử dụng ruồi lính đen trong quá trình xử lý chất thải chăn nuôi có những tác dụng tích cực đối với môi trường: thời gian tồn tại của chất thải trong môi trường ngắn; thể tích, khối lượng chất thải giảm đáng kể; lượng khí độc sinh ra giảm, ít gây những ảnh hưởng không tốt đối với sức khỏe.

Hành vi giao phối và đẻ trứng

Các cá thể RLĐ được thể hiện hành vi hấp dẫn bạn tình trong vùng lãnh thổ sinh sống (Tomberlin và cộng sự, 2001). Ở ven rừng, các nhà quan sát đã thấy những con đực nằm trên lá cây và chờ đợi bạn tình. Những con đực cũng có xu hướng tập hợp số lượng lớn tại một số khu vực đặc biệt trong tự nhiên khi giao phối. Tính hung hăng cũng được cho thấy khi một con đực khác xâm nhập vào vùng lãnh thổ nơi con đực này đang nghỉ ngơi. Điều này thường xuất hiện dưới hình thức chiến đấu xoắn vào nhau trên không của hai ruồi đực này, trong đó một con đực cố gắng chống đỡ con đực còn lại. Cuối trận chiến, "kẻ chiến thắng" sẽ quay trở lại nơi nghỉ ngơi của mình trong khi kẻ còn lại rời đi. Khi con đực gặp con cái đi ngang qua, nó sẽ bay về phía đó để tóm lấy con cái. Cặp đôi sau đó sẽ bay xuống để thực hiện hành vi giao phối. Ánh sáng mặt trời có quan hệ với việc giao phối và thụ tinh trứng thành công của ruồi lính đen. Mặc dù vậy, vẫn cần phải bổ sung các nghiên cứu nữa để xác định mối liên hệ giữa các bước sóng ánh sáng và hành vi giao phối của ruồi lính đen. Nghiên cứu hoạt động sinh học này sẽ góp phần tối ưu hóa sinh khối sản xuất của ấu trùng ruồi lính đen, từ đó

tăng khả năng xử lý chất thải hữu cơ và cung cấp nguồn đạm giá trị cho chăn nuôi.



Hình 6: Ruồi lính đen giao phối

Nguồn: Courtesy of Mike C., 2012

2.4 Vòng đời

Vòng đời của RLĐ có thể được chia thành năm giai đoạn: trứng, ấu trùng, tiền nhộng, nhộng và thành trùng (Alvarez, 2012).

2.4.1. Trứng

Ruồi cái đẻ khoảng 500 đến 1.000 trứng mỗi lần. Chúng thích đẻ trứng trong các khe tối nhỏ, gần các chất hữu cơ đang phân hủy để đảm bảo trứng không bị khô và có đủ nguồn thức ăn cung cấp cho ấu trùng non. Trứng của RLĐ nặng tầm 0,05 g và cần tới 102 – 105 giờ (+/- 4 ngày) để nở, với nhiệt độ trung bình khoảng 24°C và độ ẩm tương đối lớn hơn hoặc bằng 60% (Diclaro và cộng sự, 2010; Booth và cộng sự, 1984).



Hình 7: Ổ trứng Ruồi lính đen

Nguồn: Courtesy of Mike C., 2012

2.4.2. Ấu trùng

Tốc độ tăng trưởng của ấu trùng thay đổi rất nhiều và tùy thuộc điều kiện bên ngoài. Trong điều kiện bình thường, có đủ thức ăn, độ ẩm và nhiệt độ thích hợp thì giai đoạn ấu trùng kéo dài khoảng 20 ngày. Ở điều kiện tối ưu, thời gian có thể giảm xuống còn 16 ngày. Ấu trùng RLĐ có màu trắng đục và có thể dài tới 27 mm (Rozkosny, 1983).

2.4.3. Tiền nhộng

Cuối giai đoạn này, ấu trùng trưởng thành, được gọi là tiền nhộng, rời khỏi khu vực ăn, đến nơi khô ráo, để trở thành nhộng và bắt đầu biến thái thành dạng trưởng thành. Tại thời điểm này, tiền nhộng chuyển sang màu nâu đậm.

2.4.4. Nhộng

Khi ấu trùng RLĐ phát triển thành nhộng, chúng chuyển sang màu nâu đậm hoàn toàn. Quá trình chuyển từ nhộng thành thành trùng kéo dài khoảng 14 ngày. Thời gian phát triển nhộng có thể chậm lại nếu nhiệt độ môi trường dưới 18°C. Điều này cho phép nhà sản

xuất tồn trữ hay phát triển thành ruồi đẻ trứng, tùy theo nhu cầu thực tế.



Hình 8: Tiền nhộng

Theo Biopod.com, 2016

2.4.5. Ruồi trưởng thành và giao phối

Tuổi thọ thành trùng được ước tính từ khoảng 12 cho tới 17 ngày. Con đực trung bình sống lâu hơn con cái 3 ngày, có lẽ do không phải chịu áp lực sinh lý phát sinh từ việc đẻ trứng. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng chúng chỉ có thể bắt đầu sinh sản hai ngày sau khi nở và việc đẻ trứng diễn ra hai ngày sau khi giao phối.

Đáp ứng điều kiện giao phối là một trong số những thách thức lớn đặt ra khi nuôi RLĐ. Một trong số những yếu tố quan trọng cho giao phối chính là tạo môi trường ánh sáng hoàn hảo, cường độ ánh sáng là $110 \mu\text{mol-1m-2s-1}$ và tần suất bằng hoặc cao hơn 450 nm. Một đèn thạch anh iốt với quang phổ dao động từ 350 đến 2.500 nm giúp kích thích sinh sản, tuy nhiên lại kém hiệu quả hơn so với ánh sáng mặt trời tới 38%. Lưu ý rằng trong điều kiện bình thường, việc giao phối diễn ra chủ yếu vào buổi sáng, từ 8 giờ sáng đến 13 giờ trưa, giảm dần khi cường độ ánh sáng tăng, và ngừng khi cường độ ánh sáng đạt $200 \mu\text{mol-1 m-2s-1}$ hoặc hơn (Sheppard và cộng sự, 1994).



Hình 9: Vòng đời Ruồi lính đen

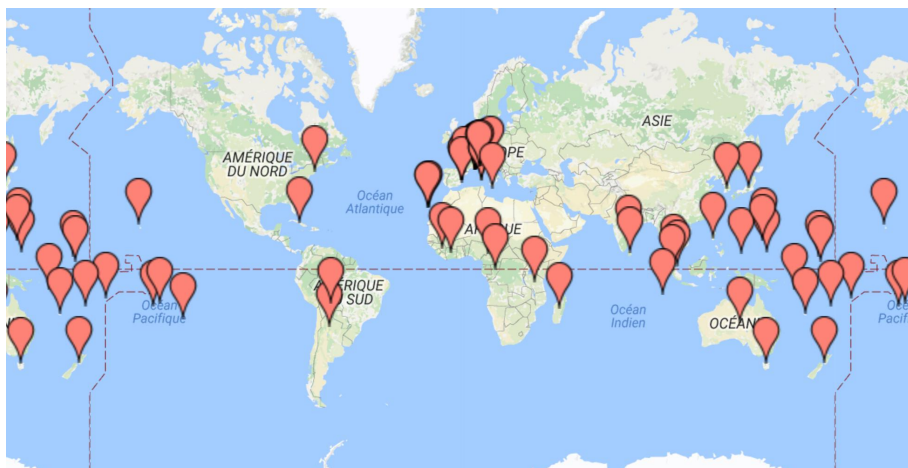
Nguồn: Entobel Ltd

Có ba lý do chính khiến RLĐ trở thành giải pháp thích hợp giúp giải quyết vấn đề được nêu trong phần một. Lý do thứ nhất là bởi RLĐ giúp tái chế hiệu quả chất thải hữu cơ và có thể trở thành giải pháp quản lý chất thải tốt hơn những phương pháp chúng ta đang sử dụng. Lý do thứ hai là hàm lượng chất dinh dưỡng cao có trong ấu trùng có thể trở thành nguồn cung cấp đạm thay thế, đặc biệt cho bột cá. Cuối cùng, RLĐ là lựa chọn hoàn hảo cho việc có thể áp dụng sản xuất chúng với quy mô công nghiệp.

2.5 Phân bố trên thế giới

Ruồi lính đen là loài ruồi phổ biến được ghi nhận có mặt tại cả năm châu lục (Oliveira, 2015). Loài ruồi này phân bố chủ yếu tại khu vực nhiệt đới và vùng khí hậu ẩm áp nằm trong khoảng 45° vĩ Bắc và 40° vĩ Nam (Diener và cộng sự, 2011). Loài côn trùng này xuất hiện trong một phạm vi địa lý rộng lớn từ Mỹ cho tới Đông Nam Á (Hardouin và cộng sự, 2003; Kim, 1997; Rozkosny, 1983). Các nhà khoa học ghi nhận RLĐ xuất hiện tại châu Á từ đầu thế kỉ 20 (Marshall, 2015). Loài gần như có tính quốc tế vì xuất hiện khắp nơi (Goddard, 2007). Thêm vào đó, các quan sát từ những năm 1937 cho thấy RLĐ phân bố rộng khắp trong khu vực Indo-Malaysia/Australia, bao gồm cả Việt Nam (Rasmussen, 2008; Rana, 2014). Vào năm 1967, McFadden từ Bảo tàng Quốc gia Hoa Kỳ coi RLĐ như một loài có tính quốc tế. Vào năm 2001, Woodley xuất bản cuốn Danh mục họ Stratiomyidae toàn thế giới (Insecta: Diptera) đề cập việc RLĐ phân bố trên khắp thế giới.

Các nhà nghiên cứu trên toàn thế giới đã khảo sát sự phân bố tự nhiên của RLĐ. Lấy ví dụ, Gayatri từ Ấn Độ đã chứng minh sự tồn tại của quần thể RLĐ tự nhiên. Gayatri khuyến khích việc sử dụng RLĐ phục vụ các hoạt động công nghiệp do khí hậu Ấn Độ rất thuận tiện cho sự phát triển của ruồi.



Hình 10: Phân bố ruồi lính đen trên thế giới

Nguồn: Rozkosny, 1983

2.6 Mức độ an toàn của ruồi lính đen

Cả ấu trùng lẫn thành trùng RLĐ đều không được coi là loài gây hại hay vật trung gian lây bệnh (Warana, 2016). Thay vào đó, ấu trùng đóng vai trò tương tự như giun quế, giúp phân hủy các chất hữu cơ, trả lại các chất dinh dưỡng về đất.

Không giống như các loài ruồi khác, RLĐ không được coi như loài gây hại (Rana và cộng sự, 2015; Newton và cộng sự, 2005; Li và cộng sự, 2011). Loài ruồi này không tìm cách vào nhà, quán ăn, mà chúng sống cách biệt với con người. Miệng của chúng thoái hóa, vì lẽ đó không cắn phá và chưa có bất kỳ trường hợp nào cho thấy chúng mang mầm bệnh truyền nhiễm (Oliveira và cộng sự, 2015). Hệ quả của việc không có miệng là chúng không ăn chất rắn, không tiếp xúc với chất thải, không nôn lên thức ăn của người và, vì vậy, chúng không thể là tác nhân lây truyền bệnh (Oliveira và cộng sự, 2015). Ruồi lính đen trưởng thành sống và đẻ trứng dựa vào lượng chất béo được tích tụ từ giai đoạn phát triển ấu trùng (Tomberlin và các cộng sự, 2002). Đặc điểm sinh học này lý giải tại sao hầu như ít ai thấy RLĐ tại Việt Nam ngay cả khi chúng hiện diện trong khu vực họ sinh sống, cả thành thị và nông thôn.

Vi khuẩn thường phát triển trên các chất thải, và có sự tương tác giữa ấu trùng RLĐ nếu chúng cũng hiện diện trên môi trường đó. Ấu trùng RLĐ sẽ cạnh tranh thức ăn với vi khuẩn, làm giảm đáng kể số lượng vi khuẩn, hoặc thậm chí loại bỏ chúng hoàn toàn (Beard và Sands, 1973; Sherman, 2000). Ấu trùng RLĐ có khả năng tiêu thụ và tiêu hóa vi sinh vật, và sản sinh các hợp chất kháng khuẩn và/hoặc nấm (Landi, 1960; Hoffmann và Hetru, 1992; Levashina và cộng sự, 1995; Landon và cộng sự, 1997). Nhờ vậy mùi hôi của chất thải hữu cơ sẽ bị giảm đi nhanh chóng khi có ấu trùng RLĐ, đồng thời phân trở nên an toàn hơn khi được sử dụng trồng rau hữu cơ. Các nghiên cứu với ấu trùng RLĐ đã cho thấy hiện tượng giảm tác nhân gây bệnh trong môi trường nhân tạo hoặc phân cây ấu trùng. Vô số nghiên cứu sử dụng ấu trùng khô, ấu trùng chiết xuất và tươi làm thức ăn chăn nuôi đã cho thấy chúng không gây ra bất kỳ vấn đề nào về sức khỏe. Kết quả nuôi cấy vi khuẩn ban đầu từ RLĐ trong một thử nghiệm trên heo gàn đây không phát hiện thấy mầm bệnh.

Các thông tin tiếp theo sẽ mô tả việc sử dụng RLĐ như công cụ tái chế rác thải và như nguồn cung cấp đạm bền vững cho ngành công nghiệp sản xuất thức ăn chăn nuôi.

2.7 Công dụng tái chế rác thải của ruồi lính đen

2.7.1 Giới thiệu

Việc kinh doanh hiệu quả thức ăn cho người trên quy mô lớn kéo theo trữ lượng lớn rác thải. Nhiều sản phẩm phụ của quá trình sản xuất thực phẩm hiện đại được coi là "chất thải" hay các mặt hàng giá trị thấp do chi phí xử lý và những vấn đề liên quan đến sức khỏe, dịch bệnh. Nhiều chất thải như vậy, còn chứa rất nhiều dinh dưỡng có giá trị, có thể được biến đổi thành thức ăn chứa hàm lượng đạm cao, giàu năng lượng nhờ vào quá trình chuyển hóa chất hữu cơ thành nguồn năng lượng của RLĐ.

Bằng việc sử dụng các chất dinh dưỡng giá trị thấp, ấu trùng RLĐ có thể nâng cấp các chất dinh dưỡng này thành thức ăn giàu đạm có giá trị cao hơn nhiều so với chất thải. RLĐ rất có ích trong việc quản lý số lượng lớn các chất rắn sinh học như bột cà phê hoặc chất thải chế biến rau quả và nhiều loại chất thải hữu cơ khác.

Ruồi lính đen cũng vô cùng hiệu quả trong việc tái chế phân động vật. Khi phân bò đã được sử dụng tại Việt Nam, ví dụ khu vực Củ Chi, để làm thức ăn cho trùn quế và sản xuất phân từ trùn, phân heo có thể được sử dụng làm thức ăn cho ấu trùng RLĐ và sản xuất sản phẩm tương tự. Phân thông tin tiếp theo sẽ cho thấy kết quả nghiên cứu của trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh trong tối ưu hóa việc nuôi ấu trùng ruồi lính đen và xử lý chất thải từ động vật. Kết quả đã cho thấy khả năng phát triển tuyệt vời của loại ấu trùng này trong xử lý phân bò, rác thải và tạo sinh khối côn trùng tối ưu.

Quá trình chuyển đổi chất hữu cơ thành nguồn năng lượng của RLĐ là một cách rất hay để quản lý lượng lớn rác thải hữu cơ, vốn là mối đe dọa cho hệ sinh thái nếu lượng lớn này phân tán trong một khu vực nhất định. Đặc biệt, lượng nitơ cao trong phân không thể được hấp thụ hoàn toàn vào đất, vì vậy sẽ gây ô nhiễm tầng nước ngầm. Mùi phát ra từ phân bón cũng là nguyên nhân chính gây ô nhiễm cho người dân địa phương. Việc quản lý phân là mối quan tâm chính tại nhiều khu vực nông thôn, nơi tập trung chăn

nuôi cao. Giải pháp sử dụng RLĐ nhằm giải quyết những vấn đề này đã được chứng minh trong thực tế sản xuất.

2.7.2 Quá trình chuyển đổi hiệu quả

Lợi thế của việc sử dụng RLĐ chuyển hóa chất hữu cơ thành nguồn năng lượng nhằm quản lý rác thải rất đa dạng:

Giảm trữ lượng

Tùy thuộc loại rác thải, khối lượng sinh khối của rác thải này có thể giảm từ 50 đến 90%. Ấu trùng RLĐ có thể tiêu thụ hầu hết chất thải hữu cơ và chuyển hóa hiệu quả chúng thành sinh khối côn trùng (30-50% đạm, 20-40% chất béo) với tỷ lệ khoảng 25% trên cơ sở vật chất khô (Giải pháp phục hồi giá trị hữu cơ, 2016).

Giảm ô nhiễm

Ấu trùng làm giảm tới 61-70% hàm lượng photpho và 30-50% hàm lượng nitơ trong phân bò. Ấu trùng RLĐ cấy trong phân heo làm giảm 80,5% hàm lượng nitơ, 75,2% hàm lượng photpho và 52% hàm lượng kali (NC University, 2006). Các thí nghiệm với phân bò cho thấy hàm lượng nitơ giảm đi 43%, hàm lượng photpho giảm 67%; chúng được chuyển thành sinh khối ấu trùng (Myers và cộng sự, 2008). Nói một cách ngắn gọn, ấu trùng có khả năng giảm nguy cơ ô nhiễm tới 50 - 60%, thậm chí còn hơn nữa.

Giảm mùi hôi

Mùi hôi thổi gây ra khi phân hủy chất hữu cơ sẽ được giảm hoặc loại bỏ nhờ quá trình tiêu hóa của ấu trùng RLĐ. Điều này được giải thích bởi hiệu quả thông khí và làm khô của RLĐ trên sinh khối. Hơn thế nữa, việc tiêu hóa nhanh chóng các chất dinh dưỡng của ấu trùng sẽ khiến vi khuẩn không có thời gian để phát triển hay sản sinh ra các loại khí độc hại như axit butyric và axit caproic. Thêm vào đó, việc tiêu hóa phân của ấu trùng sẽ loại bỏ hoặc làm giảm sự sinh sôi của ruồi nhà và mùi độc hại (Lorimor và cộng sự, 2001). Theo Newton, từ Đại học Georgia, sản phẩm cuối cùng sau khi ấu trùng RLĐ tiêu hóa phân không gây ra bất kỳ mùi khó chịu nào (Newton và cộng sự, 2005). Trong các thí nghiệm được kiểm soát hoàn hảo, những khí này được đo bằng hệ thống sắc ký khí khối phổ. Việc tiêu hóa phân heo dùng ấu trùng RLĐ đã làm giảm 97-100% năm loại khí gây khó chịu nhất. Tính trung bình, tất cả tám loại khí được đo đều giảm 91% (Phục hồi giá trị hữu cơ, 2016).

Giảm các bệnh tiềm ẩn

Ấu trùng RLĐ chuyển đổi hệ vi sinh của chất thải hữu cơ dẫn đến việc làm giảm các vi khuẩn có hại tiềm ẩn (Erickson và cộng sự, 2004). Cụ thể hơn, hoạt động của ấu trùng làm giảm đáng kể vi khuẩn *E. coli* 0157:H7 và vi khuẩn đường ruột *Salmonella*. Thêm vào đó, quần thể RLĐ giúp đẩy lùi ruồi nhà và các loài côn trùng truyền bệnh khác. Đồng thời, ấu trùng cũng chứa kháng sinh tự nhiên.

Quá trình chuyển đổi này cũng không gây ra chất thải. Phần chất thải hữu cơ không được chuyển hóa bởi RLĐ sẽ được xử lý thành phân bón hữu cơ chất lượng cao. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh lợi ích to lớn của phân bón hữu cơ sản xuất từ RLĐ.

2.8 Sử dụng ấu trùng RLĐ làm nguồn thức ăn chăn nuôi

2.8.1 Tổng quát

Ấu trùng RLĐ rất giàu đạm và có thể thay thế một phần trong khẩu phần ăn truyền thống của động vật. Entobel góp phần bảo vệ môi trường bằng cách cung cấp giải pháp thay thế bột cá và các nguồn cung cấp đạm hiện tại vốn ảnh hưởng lớn tới môi trường. Việc sản xuất bột cá là minh họa hoàn hảo cho việc khai thác tài nguyên quá mức, vô trách nhiệm của con người trên toàn thế giới.

Giá trị dinh dưỡng của RLĐ rất lớn và có thể dễ dàng đưa vào chế độ ăn uống của động vật. Ý tưởng sử dụng côn trùng làm thức ăn chăn nuôi không hề mới mẻ. Vào những năm 70 của thế kỷ trước, các nhà khoa học đã phân tích giá trị dinh dưỡng của nhiều loài côn trùng khác nhau nhằm so sánh chúng với thức ăn chăn nuôi truyền thống.

Ấu trùng RLĐ đã được chế biến chính là sản phẩm chủ yếu của Entobel. Các phân tích đã chỉ ra rằng mẫu axit amin trong ấu trùng RLĐ và trong bột cá rất giống nhau. Không phải không hợp lý khi nuôi cá bằng RLĐ bởi côn trùng vốn đã là một phần tự nhiên trong một số loại thức ăn cho cá. Nhiều thử nghiệm khác nhau đã được tiến hành nhằm đo tác động của việc sử dụng ấu trùng RLĐ trong thức ăn thủy sản. Kết quả rất đáng khích lệ. Một số chuyên gia thậm chí chứng minh rằng tốc độ tăng trưởng của cá có chế độ ăn chứa tới 30% RLĐ không chênh lệch đáng kể so với cá sử dụng

thức ăn truyền thống. Kiểm tra bằng cảm quan chất lượng thịt cá cảm giác cũng đã không phát hiện những khác biệt đáng kể.

Một số trường đại học trên thế giới đã nghiên cứu tiềm năng sử dụng RLĐ như thành phần thức ăn cho gà, cá, tôm và heo. Các hoạt động nghiên cứu đã được tiến hành trong suốt thập kỷ qua, khi mà những nhà sản xuất thức ăn chăn nuôi đang ráo riết tìm kiếm nguồn thay thế bột cá bền vững. Sự phát triển của ngành nuôi trồng thủy sản thực sự phụ thuộc rất lớn vào bột cá, tuy nhiên đây lại không phải nguồn cung cấp bền vững. Ấu trùng RLĐ đã chứng minh là nguồn thay thế bột cá hiệu quả (Lock và cộng sự, 2013; Stamer và cộng sự, 2014). Việc sử dụng ấu trùng RLĐ trong chế độ ăn uống của nhiều loại động vật khác nhau đã được nghiên cứu rộng rãi (St-Hillaire và cộng sự, 2007; Maurer và cộng sự, 2015; Bosh và cộng sự, 2014; Burtle, 2012).

Tiền nhộng RLĐ khô chứa tới 42% đạm và 35% chất béo (Newton và cộng sự, 1977). Tiền nhộng sống chứa tới 44% chất khô và dễ dàng sấy khô nhằm mục đích lưu trữ lâu dài. Khi được kết hợp trong chế độ ăn uống đầy đủ, chúng giúp hỗ trợ sự tăng trưởng của gà con (Hale, 1973), heo (Newton, 1977), cá hồi cầu vồng (St-Hillaire và cộng sự, 2007) và cá da trơn (Newton và cộng sự, 2004). Những nghiên cứu được duyệt đã cho thấy rằng bột tiền nhộng có thể thay thế ít nhất 25% bột cá trong chế độ dinh dưỡng mà không làm tăng hay giảm hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) trong cá hồi vân (St-Hillaire và cộng sự, 2007a) hay cá nheo Mỹ (Newton và cộng sự, 2004).

Việc tách chất béo và đạm trong tiền nhộng sẽ cho phép xây dựng chế độ ăn cân bằng hơn và tạo ra bữa ăn cung cấp hơn 60% đạm. Việc loại bỏ chitin sẽ giúp tăng cường hàm lượng đạm và khả năng tiêu hóa cũng như sản xuất thêm sản phẩm có giá trị. Nhiều khảo sát mới tiến hành trên cá rô phi và cá nheo Mỹ, khi chúng được cho ăn thức ăn chứa ấu trùng ruồi lính đen, không chỉ ra những khác biệt đáng kể giữa loại thức ăn này và thức ăn công nghiệp (Bondari và Sheppard, 1981).

2.8.2 Nghiên cứu sử dụng ấu trùng RLĐ làm thức ăn chăn nuôi

Sau đây là danh sách không hạn chế những thử nghiệm thức ăn chăn nuôi với RLĐ đã được công bố trên thế giới và ở Việt Nam (Feedipedia, 2016).

a) Heo

Bột ấu trùng RLĐ được coi như một thành phần thích hợp trong chế độ ăn uống của heo, đặc biệt giá trị vì hàm lượng axit amin, lipid và canxi của nó. Mặc dù vậy, hàm lượng tro lớn và việc thiếu hụt tương đối methionine, cysteine và threonine yêu cầu phải sử dụng bột ấu trùng RLĐ trong một chế độ ăn uống cân bằng. Mùi vị của bột ấu trùng cũng đem lại cảm giác ngon miệng cho heo tương tự như chế độ ăn uống từ đậu nành (Newton và cộng sự, 1977).

Bột tiền nhộng RLĐ khô được sử dụng cho heo mới cai sữa như là nguồn thay thế (0, 50, hoặc 100%) plasma khô (5% trong giai đoạn đầu, 2,5% trong giai đoạn hai và 0% trong giai đoạn ba), có hoặc không bổ sung axit amin. Nếu không bổ sung axit amin, 50% chế độ ăn đem lại hiệu quả tốt hơn chút ít trong giai đoạn đầu (đạt thêm 4%, hiệu quả thức ăn tăng 9%). Mặc dù vậy, 100% các chế độ ăn đều không đem lại kết quả tốt bởi hiệu suất tổng thể giảm từ 3 đến 13%. Chúng ta có thể cân các sản phẩm tinh chế bổ sung (đã được loại bỏ lớp biểu bì và chiết xuất) để giúp tiền nhộng RLĐ thích hợp sử dụng cho heo con mới cai sữa (Newton và cộng sự, 2005).

b) Gia cầm

Được kết hợp trong chế độ ăn uống đầy đủ, bột ấu trùng RLĐ được nhận thấy có công dụng hỗ trợ tăng trưởng khá tốt ở gà con. Gà con được cung cấp đạm từ ấu trùng RLĐ tăng cân ở mức 96% so với gà con dùng bột đậu nành kèm chất béo với khác biệt không có ý nghĩa, nhưng chỉ tiêu thụ 93% thức ăn chăn nuôi với khác biệt có ý nghĩa đáng kể (Hale, 1973).

c) Cá

Một số thí nghiệm đã chỉ ra rằng tiền nhộng RLĐ có thể thay thế một phần hoặc hoàn toàn bột cá làm thức ăn cho cá. Mặc dù vậy, chúng ta vẫn cần thêm các cuộc thử nghiệm bổ sung cũng như những phân tích kinh tế, do bởi một số trường hợp đã cho thấy có giảm hiệu quả, do yếu tố giá cả đầu ra thấp, trong khi chi phí đầu vào cao. Hơn nữa, loại chất nền chăn nuôi và phương pháp chế biến cũng ảnh hưởng đến việc sử dụng loại ấu trùng này trên cá.

Cá nheo Mỹ (*Ictalurus punctatus*)

Ấu trùng RLĐ nuôi trên phân gà được băm nhỏ và dùng làm thức ăn duy nhất cho cá nheo Mỹ hoặc kết hợp với chế độ ăn công

nghiệp đều đem đến kết quả tương tự về trọng lượng cơ thể và chiều dài thân, như chế độ ăn có kiểm soát. Hương vị và vân của cá nheo Mỹ được cho ăn bằng bột ấu trùng đã được người tiêu dùng chấp nhận (Bondari và cộng sự, 1981). Một nghiên cứu sau đó không đem lại hiệu quả như ý muốn: thay thế 10% bột cá bằng 10% ấu trùng RLĐ, kết quả cho thấy đã làm giảm tốc độ tăng trưởng của cá nheo Mỹ gần trưởng thành nuôi trong lồng tới 15 tuần. Mặc dù vậy, việc thay thế này không làm giảm tốc độ tăng trưởng đáng kể khi cá nheo Mỹ được nuôi trong bể nuôi có tốc độ tăng trưởng chậm hơn. Sử dụng thức ăn 100% ấu trùng đã cho thấy không cung cấp đủ chất khô và lượng đạm cho cá nheo Mỹ nuôi trong bể, để cho phép việc tăng trưởng được đầy đủ. Việc cho ăn ấu trùng băm nhỏ đã cải thiện tăng trọng và hiệu quả sử dụng (Bondari và cộng sự, 1987). Một so sánh giữa bột cá mè dầu và bột ấu trùng RLĐ đã cho thấy bột ấu trùng khá thuận lợi khi thay thế bột cá; tuy nhiên, việc sử dụng nhiều hơn 7,5% trong chế độ ăn là không hiệu quả (Newton và cộng sự, 2005).

Cá rô phi (*Oreochromis aureus*)

Ấu trùng RLĐ nuôi trên phân gà được dùng làm thức ăn thuần cho cá rô phi xanh hoặc kết hợp với chế độ ăn công nghiệp đều đem đến kết quả tương tự về trọng lượng cơ thể và chiều dài thân. Kết quả tương tự với công thức đối chứng. Hương vị và vân của cá rô phi xanh được cho ăn bằng bột ấu trùng đã được người tiêu dùng chấp nhận (Bondari và cộng sự, 1981). Nghiên cứu sử dụng 100% ấu trùng để nguyên đã cho thấy không cung cấp đủ chất khô và lượng đạm cho cá rô phi xanh nuôi trong bể để chúng tăng trưởng một cách đầy đủ. Tuy nhiên, việc băm nhỏ ấu trùng đã cải thiện tăng trọng của cá trong thí nghiệm (Bondari và cộng sự, 1987).

Cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*)

Tiền nhộng RLĐ nuôi trên phân bò sữa phơi khô kết hợp với 25 đến 50% nội tạng cá hồi cầu vồng được dùng để thay thế tới 50% bột cá trong khẩu phần ăn của cá trong 8 tuần mà không gây ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ tăng trưởng và chất lượng cảm quan của philê cá hồi; mặc dù theo quan sát, tốc độ tăng trưởng có giảm một chút, nhưng không đáng kể (Sealey và cộng sự, 2011). Trong tuần nghiên cứu thứ chín, thay thế 25% bột cá trong chế độ ăn của cá hồi cầu vồng bằng bột tiền nhộng RLĐ nuôi trên phân heo đã không

ảnh hưởng đến việc tăng khối lượng và hệ số chuyển đổi thức ăn (St-Hilaire và cộng sự, 2007a).

Cá bơn (*Psetta maxima*)

Cá bơn con cho chế độ ăn chứa 33% bột ấu trùng RLD được khử chất béo đã không gây ảnh hưởng đáng kể đến lượng ăn vào và chuyển hóa thức ăn. Mặc dù vậy, tỷ lệ kết hợp nào cũng gây giảm tốc độ tăng trưởng. Tỷ lệ chất dinh dưỡng càng cao sẽ càng làm chậm tốc độ tăng trưởng, có lẽ do hiện diện của chitin (Kroeckel và cộng sự, 2012).

Cá lóc bông (*Chanamicropeltes*)

Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016) đã nghiên cứu sử dụng tiền nhộng ruồi lính đen cho cá lóc bông, kết quả cho thấy tỷ lệ sống cao là 84% và hệ số chuyển hóa thức ăn thấp là 3,1. Chất lượng cơ thịt không khác biệt so với việc không sử dụng tiền nhộng. Tăng khối lượng cao nhất khi sử dụng 20% protein bột tiền nhộng ruồi thay thế bột cá là 78g như bảng sau:

Các chỉ số	Ăn cá tạp	Thức ăn hỗn hợp	Tiền nhộng ruồi
Khối lượng đầu (g)	10,4	10,5	10,7
Khối lượng cuối (g)	102,2 ^a	70,7 ^b	88,6 ^a
Tăng khối lượng (g)	91,8 ^a	60,2 ^b	78 ^a
Tăng trọng ngày (mg/ngày)	1020 ^a	668,5 ^b	867 ^a
Tỷ lệ sống (%)	78,7 ^a	68,7 ^b	84 ^a

Ghi chú: Những giá trị của các nghiệm thức trên cùng một hàng ngang nếu chứa những ký tự giống nhau là sai khác không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

Nguồn: Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016)

Hệ số chuyển hóa thức ăn khi sử dụng các loại thức ăn khác nhau khác biệt có ý nghĩa như sau:

	Ăn cá tạp	Thức ăn hỗn hợp	Tiền nhộng ruồi
Hệ số biến đổi thức ăn (FCR)	4,06 ^a	3,54 ^c	3,05 ^b

Ghi chú: Những giá trị của các nghiệm thức trên cùng một hàng ngang nếu chứa những ký tự giống nhau là sai khác không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

Nguồn: Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016)

Chất lượng thịt phi lê khi sử dụng các loại thức ăn khác nhau khác biệt có ý nghĩa như sau:

Các chỉ tiêu	Hệ số quan trọng	Ăn cá tạp	Thức ăn hỗn hợp	Tiền nhộng ruồi
Màu sắc	0,8	4,2 ^a	4,3 ^a	4,3 ^a
Trạng thái	0,8	4,6 ^a	4,1 ^b	4,2 ^{ab}
Mùi	1,6	4,4 ^a	4,3 ^{ab}	4 ^b
Vị	0,8	4,2 ^a	4,1 ^a	4,2 ^a
Điểm chung	4	17,4 ^a	16,8 ^a	16,5 ^a

Ghi chú: Những giá trị của các nghiệm thức trên cùng một hàng ngang nếu chứa những ký tự giống nhau là sai khác không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

Nguồn: Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016)

Việc sử dụng nhộng ruồi làm thức ăn trực tiếp cho cá lóc bông giúp cá đạt giá trị về tăng khối lượng, tốc độ tăng trưởng, hệ số chuyển đổi thức ăn và chất lượng thịt không khác biệt so với khi sử dụng cá tạp làm thức ăn cho cá lóc bông.

Cá trê lai (*Clarias* sp.)

Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016) đã sử dụng tiền nhộng ruồi lính đen cho cá trê lai có trọng lượng trung bình 20,1-20,6 g/cá thể với thời gian nuôi 8 tuần (56 ngày). Kết quả cho thấy tỷ lệ sống của cá sử dụng tiền nhộng ruồi đạt 96,7% và khác biệt không có ý nghĩa so với các loại thức ăn khác. Tăng trọng cao nhất khi sử dụng thức ăn tiền nhộng ruồi đạt 65 g như bảng sau:

	Phụ phẩm lò mổ heo	Thức ăn hỗn hợp	Tiền nhộng ruồi
Trọng lượng đầu (g)	20,1	20,6	20,2
Trọng lượng cuối (g)	74,1 ^a	82,7 ^b	85,2 ^b
Tăng trọng (g)	54 ^a	62,1 ^b	65 ^b
Tăng trọng ngày (mg/ngày)	963 ^a	1109 ^b	1160 ^b
Tỷ lệ sống (%)	94	97,3	96,7

Ghi chú: Những giá trị của các nghiệm thức trên cùng một hàng ngang nếu chứa những ký tự giống nhau là sai khác không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

Nguồn: Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016)

Hệ số chuyển hóa thức ăn thấp nhất ở nghiệm thức sử dụng tiền nhộng ruồi là 2,2 và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các loại thức ăn còn lại. Chất lượng cơ thịt không khác biệt giữa các loại thức ăn như sau:

Các chỉ tiêu	Hệ số quan trọng	Phụ phẩm lò mổ heo	Thức ăn hỗn hợp	Tiền nhộng ruồi
Màu sắc	0,8	4,1	4,2	4
Trạng thái	0,8	3,7	4,3	4,2
Mùi	1,6	3,8	4,2	3,9
Vị	0,8	4,1	4	4,5
Điểm chung	4	15,7	16,7	16,4

Nguồn: Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016)

d) Tôm sông (*Macrobrachium rosenbergii*)

Tại Ohio, bột ấu trùng RLĐ nuôi trên bã rượu khô, được dùng làm thức ăn cho tôm nuôi công nghiệp, đã đem lại hiệu suất tương tự như dùng thức ăn cho tôm thông thường nhưng lợi nhuận kinh tế cao hơn. Tôm nuôi bằng bột côn trùng có màu sáng hơn (Tiu, 2012).

e) Các loài khác

Cá sấu (*Alligator mississippiensis* Daudin)

Nhộng RLĐ khô, nuôi trên chất thải thực phẩm, được sử dụng làm thức ăn cho cá sấu chưa trưởng thành trong khoảng thời gian ba tháng, ít được chấp nhận hơn thức ăn công nghiệp và, vì vậy, không được khuyến dùng cho dù vẫn hỗ trợ tăng trưởng (Bodri và cộng sự, 2007).

Ếch (*Leptodactylus fallax*)

Ấu trùng RLĐ có thể cung cấp lượng khoáng chất dinh dưỡng cao mà không cần bổ sung canxi (Dierenfeld và cộng sự, 2008).

2.9 Sử dụng phân nhộng RLĐ

Sản phẩm phân nhộng

Phân nhộng là loại phân hữu cơ vi sinh chất lượng cao được tạo thành từ chất hữu cơ có nguồn gốc đầu vào là nguyên liệu thực phẩm, rau củ quả, v.v. được hệ tiêu hóa của nhộng ruồi lính đen và vi sinh vật cộng sinh trong đường tiêu hóa của nhộng trùng này tạo ra.

Phân nhộng RLĐ tạo nên từ chất nền được hấp thụ bởi ấu trùng. Sản phẩm có thể so sánh với phân trùn quế, vốn rất được ưa chuộng nhờ những công dụng vượt trội của chúng. Phân nhộng có hàm lượng nitơ cao và chứa nhiều vi sinh vật có lợi. Tại thị trường Mỹ, phân nhộng được xếp loại là phân bón cao cấp.

Phân bón hữu cơ giúp tiết kiệm giá thành hơn các loại phân bón hóa học do được sử dụng rộng rãi nhờ lượng lớn rác thải hữu cơ sẵn có - là nguồn cung dồi dào từ chế biến gia đình gây ô nhiễm (Zhu và cộng sự, 2012). Khác với phân nhộng, phân bón hữu cơ thường chứa nhiều chất dinh dưỡng thực vật ở nồng độ thấp. Trong số đó, nhiều chất cần phải được vi khuẩn và nấm trong đất biến đổi thành dạng vô cơ mới có thể sử dụng, vì vậy, chúng thường được giải phóng chậm hơn.

Phân nhộng có thể được bón cho đất trước khi gieo trồng, thời gian ít nhất một tuần. Cây trồng có thể là ngô, lúa miến, ngũ cốc hạt nhỏ, thuốc lá, củ cải đường, đậu, rau, xà lách, cải thìa, khoai tây... Phân nhộng có thể được bón với tỷ lệ ít nhất 5 tấn/héc ta.

Bởi vì khuẩn và nấm phải phân hủy phân hữu cơ trước khi cây trồng hấp thụ, các chất dinh dưỡng được giải phóng chậm hơn, đặc biệt khi thời tiết lạnh, vi khuẩn đất không hoạt động nhiều. Tuy nhiên, phân bón hữu cơ đem lại rất nhiều lợi ích. Phân bón hữu cơ làm tăng độ xốp của lớp đất mặt. Các chất hữu cơ có thể tăng cường lượng nước hấp thụ vào đất và, theo thời gian, sẽ tăng cấu trúc mùn cho đất. Các chất hữu cơ cung cấp thức ăn cho vi sinh vật có lợi, bằng cách đó khiến đất dễ dàng được canh tác hơn. Phân bón hữu cơ có thể đất hơn phân bón hóa học hay các loại phân bón vô cơ, bởi nồng độ chất dinh dưỡng thấp nhưng độ mùn cao.

Nhiều loại phân bón hóa học/vô cơ chứa nồng độ cao các chất dinh dưỡng và dễ hoà tan nên dễ dàng sử dụng quá liều, gây hại cho cây trồng. Trong lúc đó, nếu chúng ta bón phân hữu cơ tươi, phân không ỉu có thể gây ảnh hưởng xấu đến cây trồng do một số loại phân không ỉu ngoài các chất dinh dưỡng thực vật còn chứa lượng muối ở mức độc hại. Hơn nữa, phân không ỉu còn có thể chứa các giống cỏ dại.

Phân nhộng RLĐ và vi sinh vật có lợi

Vi sinh vật có lợi cải thiện tăng trưởng và năng suất cây trồng bằng cách tăng quá trình quang hợp, sản sinh các chất hoạt tính như hoóc môn và enzyme, kiểm soát bệnh của đất và đồng thời đẩy nhanh quá trình phân hủy lignin trong đất. Nhiều thực nghiệm tiến hành trên các loại cây nông nghiệp khác nhau ở nhiều nơi trên thế giới đều cho thấy tiềm năng ứng dụng thực tế vi sinh vật có lợi này vào việc tăng năng suất cây trồng, cải thiện độ phì nhiêu của đất. Việc sử dụng vi sinh vật có lợi nói chung sẽ cải thiện các đặc tính lý hóa của đất và tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật cộng sinh, như vi khuẩn nốt rễ cố định nitơ và nấm rễ cộng sinh.

Phân nhộng RLĐ giúp kiểm soát sâu bọ gây hại

Phân nhộng RLĐ đã cho thấy nhiều tác dụng tích cực đối với sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Phân nhộng có thể được sử dụng làm phân bón hoặc chất phụ gia cho đất. Phân nhộng cũng chứa các chất có tác dụng chống mầm bệnh thực vật. Phân nhộng đồng thời cũng được sử dụng để giảm thiểu hoặc ngăn ngừa tác hại của sâu bọ đối với cây trồng dễ mắc bệnh. Ví dụ, làm giảm hoặc ngăn chặn tác hại gây ra bởi sâu ăn lá.

Trong các thí nghiệm sinh học có đối chứng, phân nhộng có tác dụng trừ sâu: khi trộn chúng với đất đã tiêu diệt được ba loại sâu ăn lá như *A. lineatus*, *A. obscurus* và *L. canus*. Ví dụ, trong các thử nghiệm mẫu, 8% phân nhộng RLĐ trong đất (trọng lượng khô của phân/trọng lượng khô của phân kèm đất) tiêu diệt 90-100% *A. lineatus* chỉ trong vòng 1-6 ngày, nồng độ thấp hơn thì tỷ lệ sâu bị tiêu diệt nhỏ hơn. Nhìn chung, 8% phân nhộng RLĐ chắc chắn tiêu diệt lượng lớn sâu ăn lá trong vòng 4 ngày. Tương tự như thế, 10% phân nhộng RLĐ tiêu diệt 100% *A. obscurus* và 80% *L. canus* sau 24 tiếng. Phân nhộng RLĐ cũng thể hiện hoạt tính diệt côn trùng đối với bọ da châu Âu (Scarabidae). Các thử nghiệm chứng minh có tới hơn 20% ấu trùng bọ da (so với tiêu chuẩn) bị tiêu diệt sau 20 ngày tiếp xúc với 8% phân nhộng RLĐ. Tương tự, các thực nghiệm cũng chứng minh hiệu quả của phân nhộng RLĐ trong việc chống lại sâu đục rễ, tiêu diệt chúng ở giai đoạn ấu trùng và nhộng, làm giảm đáng kể số lượng sâu trưởng thành (Vickerson, 2013).

Trên các cánh đồng sử dụng phân nhộng, theo quan sát, bọ cánh cứng bị đẩy lùi trong lúc chúng ăn lá của cây được bón phân nhộng. Một số nghiên cứu đã phát hiện rằng khi bắt côn trùng người ta thấy các loài côn trùng gây hại này chứa phân nhộng ruồi lính đen khi chúng tiếp xúc trực tiếp với phân nhộng được bón cho cây.

Phân nhộng Ebtobel tại Việt Nam

Phân nhộng Entobel được phân phối trong nước để giúp phát triển các trang trại canh tác hữu cơ tại Việt Nam. Phân nhộng sẽ dần dần thay thế các loại phân hữu cơ nhập khẩu từ Châu Âu và nhiều nước khác như Nhật Bản. Việt Nam cần khoảng 13 triệu tấn phân bón hữu cơ để cung cấp cho 15,26 triệu héc ta đất trồng trọt (Viện Môi trường Nông nghiệp, 2012). Thống kê của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã cho thấy có hơn 150 công ty trong nước sản xuất hơn 500.000 tấn phân bón hữu cơ mỗi năm, tuy nhiên phần lớn là các đơn vị sản xuất nhỏ lẻ với công suất chỉ từ 500-2.000 tấn mỗi năm, không đủ đáp ứng nhu cầu trong nước. Hơn thế nữa, 25-35% lượng phân bón này không đạt tiêu chuẩn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.

Phân nhộng Entobel chứa hàm lượng cao chất hữu cơ (96%) và chứa các vi sinh vật có lợi. Thành phần vi sinh vật này xuất hiện một cách tự nhiên với hàm lượng cao đáp ứng tiêu chuẩn phân hữu

cơ sinh học của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Phân nhộng Entobel chứa nồng độ axit humic cao. Hàm lượng axit humic trong đất ảnh hưởng rất lớn đến độ phì của đất, vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng giữ nước. Do đó, cây trồng được trồng trong điều kiện axit humic tốt sẽ chứa nhiều chất dinh dưỡng hơn. Tầm quan trọng của axit humic nằm ở khả năng thúc đẩy các hoạt động của hoóc môn thực vật. Hoóc môn thực vật là tác nhân hóa học giúp điều chỉnh sự phát triển của thực vật và phản ứng của nó đối với môi trường xung quanh. Axit humic đồng thời cũng giúp thúc đẩy việc sản sinh các chất chống oxy hóa trong cây trồng. Phân nhộng Entobel có chứa cả axit fulvic, giúp tăng khả năng huy động các chất dinh dưỡng, khiến chúng dễ dàng được hấp thụ hơn. Nó đồng thời cũng cho phép tái tạo các chất khoáng và kéo dài thời gian lưu trữ của các chất dinh dưỡng thiết yếu. Phân nhộng Entobel chuẩn bị chất dinh dưỡng để phản ứng với tế bào. Nó cho phép các chất dinh dưỡng tự tương tác với nhau, phá vỡ chúng thành các dạng ion đơn giản nhất để kết hợp với chất điện phân axit fulvic. Thành phần dinh dưỡng của phân nhộng trùng cho thấy chi tiết ở bảng sau (Hình 11). Kết quả bảng cho thấy chất hữu cơ trong phân nhộng lên đến 96,3%, đồng thời vi sinh vật trong phân cũng cao, đặc biệt vi sinh vật cố định đạm lên đến 8×10^8 tế bào/g phân.

Hữu cơ	96,3%	Fe	563 mg/kg
Axit humic	1,93 %	Kẽm (Zn)	55,9 mg/kg
Axit fulvic	4,61 %	Mangan (Mn)	53,9 mg/kg
Đạm (N)	2,11 %	Bacillus spp	$2,3 \times 10^7$
Lân (P2O5)	0,69 %	Aspergillus spp	$1,0 \times 10^3$
Kali (K2O)	0,23 %	Vi sinh vật cố định đạm spp	$8,0 \times 10^8$
Ca	0,36 %	Cùng các hợp chất Auxin, cytokinin, gibberelin và các hoạt chất sinh học khác.	
Bo	9,55 mg/kg		
S	2928 mg/kg		
Cu	15,1 mg/kg		

Hình 11: Thành phần dinh dưỡng phân nhộng ruồi lính đen

Công dụng

- ✓ Duy trì công suất canh tác nhờ lượng chất hữu cơ và chất mùn.
- ✓ Rễ phát triển nhanh, mạnh tạo mạng lưới hấp thu dinh dưỡng, khoáng, nước cho cây.
- ✓ Giúp cây trồng vượt qua các điều kiện khô hạn, ngập úng hay sương muối.

- ✓ Giúp phân hóa chồi, nhánh và tượng hoa tốt, tạo năng suất cao.
- ✓ Cung cấp dinh dưỡng cân đối trong quá trình tượng hoa, trái.
- ✓ Hạn chế rụng trái non, lép hạt.
- ✓ Hỗ trợ hệ miễn dịch tự nhiên của cây trồng trước vi khuẩn, virus hay nấm gây hại.

Thử nghiệm

Phân nhộng RLĐ đã được kiểm nghiệm trên toàn thế giới bởi nhiều trường đại học, viện nghiên cứu hay các công ty tư nhân. Công ty Entobel cũng đã tiến hành nhiều thí nghiệm tại Việt Nam để chứng minh tác dụng của phân nhộng. Phân nhộng được sử dụng cho cả cây trồng và rau củ.

Trong quá trình phát triển cây trồng, phân nhộng có thể giúp nông dân Việt Nam tăng năng suất đồng thời giúp hạn chế hoặc ngừng sử dụng phân bón hóa học và thuốc trừ sâu. Loại phân này vừa giúp nông dân trồng rau quả sạch đảm bảo sức khỏe cộng đồng, vừa giúp tăng thu nhập cho gia đình nông dân.

Kết quả thử nghiệm được minh họa bằng những hình ảnh sau.

Thử nghiệm 1: So sánh cây được trồng trên đất có hoặc không sử dụng phân nhộng trồng ở đồng bằng sông Cửu Long



Không sử dụng phân nhộng



Sử dụng phân nhộng

Hai tuần sau khi trồng và bón phân, dễ dàng quan sát thấy cây dùng phân nhộng phát triển nhanh hơn. Việc cây cho ra nhiều cành, lá xanh hơn cho thấy tác động tích cực của phân lên sức khỏe của cây.



Không sử dụng phân nhộng



Sử dụng phân nhộng

Sau hai tháng, cây dùng phân nhộng phát triển nhanh hơn nhiều, cho ra nhiều cành và khỏe hơn.

Thử nghiệm 2: Cải và rau muống được trồng trên đất có 10% phân nhộng trồng tại trường Trung cấp Nông nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh (2014)



Kết luận

Phân nhộng RLD được tạo nên bởi chất nền được hấp thụ từ ấu trùng. Sản phẩm này có thể được so sánh với phân trùn quế vốn được biết và ưa chuộng nhờ những công dụng của chúng và được sản xuất rộng khắp Việt Nam.

Phân nhộng RLD chứa hàm lượng nitơ cao và nhiều vi sinh vật có lợi. Hàm lượng chất hữu cơ có trong phân cũng rất cao. Hàm lượng axit humic và fulvic cũng rất đáng kể, hai loại axit này giúp thúc đẩy các hoạt động hoóc môn tích cực và giúp cây trồng có thể hấp thụ dinh dưỡng từ đất hiệu quả hơn.

Các thử nghiệm tiến hành trên nhiều loại cây trồng khác nhau ở nhiều nơi trên thế giới đều cho thấy tiềm năng ứng dụng thực tế những vi sinh vật có lợi này vào việc tăng năng suất cây trồng, cải thiện độ phì của đất. Ngoài tác dụng này, phân nhộng trùn còn có đặc tính kiểm soát sâu bệnh, giúp chống lại mầm bệnh thực vật hoặc côn trùng.

Entobel đã tiến hành thử nghiệm phân nhộng trùn ngay tại Việt Nam. Những thử nghiệm này đã chứng minh tác động tích cực của phân nhộng và đã xác nhận lại các kết quả nghiên cứu quốc tế trước đó. Phân nhộng trùn Entobel được phân phối rộng khắp trong nước để giúp phát triển các trang trại nuôi trồng hữu cơ tại Việt Nam. Phân nhộng được coi như nguồn thay thế các loại phân hữu cơ nhập khẩu từ Châu Âu và nhiều nước khác như Nhật Bản. Entobel muốn hỗ trợ các hoạt động nuôi trồng hữu cơ tại Việt Nam và tin chắc việc sản xuất phân bón hữu cơ tại địa phương sẽ giúp nông dân Việt Nam cho ra đời những sản phẩm sạch và chất lượng, đem lại nguồn thu lớn cho gia đình.

2.10 Ngành công nghiệp toàn cầu

Trong suốt thập kỷ qua, ngành sản xuất ấu trùng RLD đã và đang phát triển tăng vọt. Nhiều công ty tại nhiều quốc gia đã thiết lập nhà máy quy mô lớn sản xuất thức ăn chăn nuôi từ ấu trùng RLD. Một trong số những quốc gia tham gia vào ngành công nghiệp mới nổi này bao gồm nhưng không giới hạn Đức, Hà Lan, Pháp, Mỹ, Canada, Nam Phi, Malaysia, Trung Quốc và Indonesia.

Tập đoàn thức ăn chăn nuôi Enterra là nhà sản xuất RLD lớn nhất khu vực Bắc Mỹ. Công ty này cung cấp cho nông dân chăn nuôi gà Canada thức ăn làm từ ấu trùng RLD.

Tại Hà Lan, Protix Biosystems cung cấp hàng trăm tấn ấu trùng từ côn trùng cho các nhà sản xuất thức ăn chăn nuôi địa phương. Công ty Protix đã nhận được sự hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ Hà Lan để theo đuổi các hoạt động công nghiệp của mình. Sản phẩm của Protix được sử dụng để nuôi gà hữu cơ tại Hà Lan.

AgriProtein ở Nam Phi cũng nhận được nguồn đầu tư lớn để có thể mở rộng quy mô hoạt động của mình.

Katz Biotech, một trong những công ty tiên phong trong lĩnh vực này với hơn 10 năm kinh nghiệm nuôi trồng, chế biến RLĐ công nghiệp tại Đức. Entobel tự hào được hợp tác cùng Katz Biotech bởi họ cho ra đời một trong những sản phẩm tốt nhất trên thị trường, do sử dụng quy trình an toàn, tiêu chuẩn cao. Entobel cũng có tầm nhìn như vậy và làm việc nỗ lực để đạt chuẩn châu Âu.

Hơn thế nữa, ngành công nghiệp nuôi trồng côn trùng được hỗ trợ mạnh mẽ bởi Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hợp quốc.

Tại châu Á, Hiệp hội Thực phẩm và Thức ăn Chăn nuôi Côn trùng (AFFIA - The ASEAN Food and Feed Insects Association) ra đời với sứ mệnh làm cầu nối mang ngành công nghiệp sản xuất thức ăn chăn nuôi từ côn trùng và các nghiên cứu liên quan về với các nước ASEAN và hướng đến phong trào hợp tác nhằm ứng dụng và nhân rộng các bữa ăn côn trùng và các hoạt động liên quan. Entobel là thành viên sáng lập của Hiệp hội và đại diện cho Việt Nam đến tất cả các nước ASEAN (website: <http://affia.org/>).

Tại châu Âu, một tổ chức tương tự cũng tồn tại như Diễn đàn Quốc tế về Thực phẩm và Thức ăn Chăn nuôi Côn trùng (IPIFF - International Platform of Insects for Food and Feed). Entobel cũng là thành viên sáng lập của tổ chức này thông qua công ty Katz Biotech.

2.11 Kết luận

Ruồi lính đen là loài côn trùng được nghiên cứu chuyên sâu trên toàn thế giới. Loài côn trùng này được ghi nhận từ năm 1758 bởi phân loại của Linnaean. Những tài liệu nghiên cứu sớm nhất mà chúng ta được biết là từ năm 1881.

Các nhà khoa học đã nhấn mạnh việc phân bố toàn cầu của RLĐ. Ruồi lính đen thực sự là loại ruồi phổ biến được ghi nhận tại tất cả

năm châu lục (Oliveira, 2015). Loài ruồi này phân bố chủ yếu tại khu vực nhiệt đới và vùng khí hậu ẩm áp nằm trong khoảng 45° vĩ Bắc và 40° vĩ Nam (Diener và cộng sự, 2011).

Ruồi lính đen được nghiên cứu chủ yếu do hai lợi ích quan trọng mà nó đem lại:

- **Tái chế chất thải hữu cơ**

Việc chuyển đổi chất hữu cơ thành nguồn năng lượng của RLĐ là cách hoàn hảo để quản lý lượng lớn rác thải hữu cơ, vốn là mối đe dọa cho hệ sinh thái nếu lượng lớn chất thải hữu cơ này phân tán trong một khu vực nhất định.

Ấu trùng có thể giảm khối lượng sinh khối tới 90%.

Mùi hôi sinh ra bởi phân hủy chất thải hữu cơ được giảm hoặc loại bỏ nhờ quá trình tiêu hóa của ấu trùng RLĐ. Hầu hết tất cả khí khó chịu gây ra bởi rác thải hữu cơ đều bị loại bỏ.

Cuối cùng, ấu trùng RLĐ chuyển đổi hệ vi sinh của chất thải hữu cơ dẫn đến việc làm giảm đáng kể vi khuẩn có hại.

- **Thức ăn chăn nuôi bền vững**

Ấu trùng RLĐ rất giàu đạm và có thể thay thế một phần trong khẩu phần ăn truyền thống của động vật và thủy sản. Khi được kết hợp trong chế độ ăn uống hoàn thiện, chúng giúp hỗ trợ sự tăng trưởng của gà con (Hale, 1973), heo (Newton, 1977), cá hồi cầu vồng (St-Hilaire và cộng sự, 2007) và cá da trơn (Newton và cộng sự, 2004). Ấu trùng ruồi lính đen cũng có thể thay thế bột cá trong chế độ ăn thủy sản.

Trong suốt thập kỷ qua, ngành sản xuất ấu trùng RLĐ đã và đang phát triển tăng vọt. Nhiều công ty tại nhiều quốc gia đã thiết lập nhà máy quy mô lớn để sản xuất thức ăn chăn nuôi từ ấu trùng RLĐ.

Phần nghiên cứu trên thế giới này đã chứng minh RLĐ là loài côn trùng an toàn, phân bố rộng rãi, không gây rủi ro nào cho môi trường. Hơn thế nữa, nó còn mang đến nhiều lợi ích như làm công cụ tái chế chất thải hữu cơ hay thức ăn chăn nuôi bền vững.

PHẦN 3: Ruồi lính đen tại Việt Nam

3.1 Vị trí địa lý

Việt Nam nằm ở cực đông nam của bán đảo Đông Dương và chiếm khoảng 331.688 km vuông. Đất nước hình chữ S này có chiều dài từ Bắc tới Nam là 1.650 km, chiều rộng tại điểm hẹp nhất khoảng 50 km và bờ biển dài 3.260 km.

Việt Nam là quốc gia nhiệt đới khá đa dạng với vùng trũng, đồi và những vùng núi được rừng bao phủ, trong khi đất phẳng che phủ ít hơn 20%. Việt Nam có khí hậu nhiệt đới gió mùa, với độ ẩm trung bình khoảng 84% trong suốt cả năm. Mặc dù vậy, do bờ khác biệt về vĩ độ và đa dạng về nhóm địa hình, nên khí hậu có xu hướng khác biệt đáng kể giữa các vùng.

Ruồi lính đen có khả năng được tìm thấy tại mọi nơi trên vùng lãnh thổ từ Phú Quốc cho tới khu vực đồi núi phía Bắc. Theo báo cáo của nhiều nghiên cứu, RLĐ đã được phát hiện tại các tỉnh Cần Thơ, Long An, Đà Lạt, Bình Định, Thái Bình và Thành phố Hồ Chí Minh.

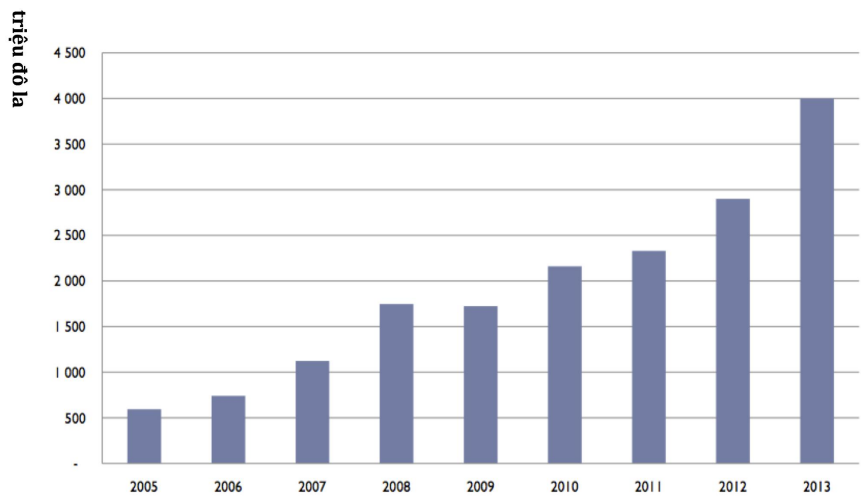
3.2 Tóm tắt hiện trạng phát triển kinh tế - xã hội

Nông nghiệp là nền tảng cho sự tăng trưởng kinh tế ở Việt Nam và thu nhập gia đình của dân. Tại Việt Nam, 55% lực lượng lao động tham gia sản xuất nông nghiệp (Farmingfirst, 2016) và nông nghiệp đóng góp khoảng 20% tổng GDP (Ngân hàng Thế giới, 2014). Thành công của Việt Nam trong việc đạt được tăng trưởng nông nghiệp nhanh chóng từ khi thực hiện cải cách chính sách cuối những năm 1980 đã được chứng minh rõ ràng bằng tư liệu (World Bank, 2004). Tăng trưởng nông nghiệp được thúc đẩy chủ yếu bằng việc tăng năng suất lúa do áp dụng nhanh chóng những giống lúa hiện đại, tăng cường sử dụng phân bón và tăng cường mức độ canh tác (Hung, 2009).

Việt Nam là nước xuất khẩu các sản phẩm thủy sản chủ yếu với giá trị lên đến 7,5 tỷ đô la (Corr, 2015). Hơn thế nữa, việc sản xuất và tiêu thụ thịt đang phát triển với một tốc độ ổn định. Các dự án của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn thể hiện tổng mức tiêu thụ

thịt theo đầu người của Việt Nam sẽ đạt 55,5 kg/người/năm trong khi con số này chỉ là 28,8 kg năm 2006. Việt Nam được dự đoán trở thành nguồn sản xuất thịt chính của khu vực Đông Nam Á (FAO, 2015).

Hệ quả của việc nuôi trồng thủy sản và phát triển ngành chăn nuôi chính là việc tiêu thụ thức ăn chăn nuôi tại Việt Nam dự đoán sẽ tăng nhanh chóng. Mặc dù vậy, việc sản xuất thức ăn chăn nuôi hiện nay của Việt Nam lại phụ thuộc chủ yếu vào các nguyên liệu nhập khẩu. Lấy ví dụ, năm 2013, Việt Nam đã nhập khẩu 5,84 triệu tấn nguyên liệu và thức ăn chăn nuôi, chiếm đến 48% các nguyên liệu cần thiết để đáp ứng nhu cầu (Boquillet, 2013).



Hình 12: Lượng nguyên liệu thức ăn chăn nuôi nhập khẩu qua các năm tại Việt Nam

Nguồn: Xavier Boquillet, 2013

Hiện nay, giá thành thức ăn chăn nuôi ở Việt Nam cao hơn từ 15 đến 20% so với các quốc gia khác trong khu vực (Saigon Times, 2015). Chi phí thức ăn chăn nuôi chiếm tới gần 70% tổng chi phí. Vì lẽ đó, nông dân địa phương khó có khả năng cạnh tranh, gây ảnh hưởng đến kế sinh nhai của người nông dân.

Nhằm giúp điều kiện sống của người nông dân Việt Nam được tăng cao, điều quan trọng là phải làm sao giảm được giá thành thức ăn

chăn nuôi. Một giải pháp khả thi là sản xuất nguyên liệu và thức ăn chăn nuôi tại địa phương. Bằng việc giảm lệ thuộc vào thị trường nước ngoài, nông dân Việt Nam sẽ được hưởng lợi từ nguồn thức ăn giá thành ổn định hơn.

Giải pháp của Entobel đóng góp cho nền kinh tế của Việt Nam với những tác động tích cực đến môi trường và xã hội.

3.3 Phân bố, nguồn thức ăn và công nghệ sản xuất ấu trùng ruồi lính đen tại Việt Nam

Ruồi lính đen là một trong số những loài được biết đến, nghiên cứu và hiểu rõ tại Việt Nam. Loài côn trùng này đã được nhiều trường đại học trên khắp cả nước tìm hiểu, từ Hà Nội cho tới Cần Thơ. Những hoạt động thương mại nhỏ lẻ cũng đã xuất hiện tại Việt Nam. Điều quan trọng là đã chứng minh được rằng thực tế RLĐ là loài xuất hiện tự nhiên tại Việt Nam. Các quần thể hoang dã RLĐ có thể dễ dàng được tìm thấy ở phía Nam Việt Nam. Nhiều nghiên cứu cũng như những dự án thương mại nhỏ đã chứng minh điều này.

Entobel đã nghiên cứu và sản xuất ấu trùng RLĐ bằng việc sử dụng giống ruồi tại chỗ này ở Việt Nam. Entobel đã nghiên cứu và áp dụng kỹ thuật tiên tiến để nhân nuôi và phát triển chính giống ruồi lính đen tại địa phương của Việt Nam. Đây cũng là một phần trong chính sách nội bộ của Entobel khi phát triển ruồi lính đen cho các nước khác.

3.3.1 Phân bố

Loại côn trùng này đã được nghiên cứu rộng rãi tại các trường đại học ở Việt Nam. Đặc biệt, Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã thực hiện nghiên cứu chuyên sâu về RLĐ từ năm 2000 cho đến nay. Các nghiên cứu này đã được hỗ trợ ngân sách từ Bộ Giáo dục và Đào tạo, và một nghiên cứu khác đã được hỗ trợ từ tỉnh. Trong suốt khoảng thời gian đó, nhiều sinh viên đã nghiên cứu và chứng minh lợi ích của loại côn trùng này. Hơn thế nữa, vào năm 2006, nhóm nghiên cứu của Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh, đứng đầu bởi tiến sĩ Trần Tấn Việt, đã giành giải Ba trong cuộc thi của WIPO với đề tài nghiên cứu về RLĐ của mình.

Ruồi lính đen và đặc điểm sinh học của nó đã được nghiên cứu sâu tại Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh bởi Đỗ Nguyễn Hương Thảo, Nguyễn Hữu Trúc và Trần Tấn Việt. Báo cáo “Nghiên cứu đặc điểm hình thái, sinh học và hành vi ruồi lính đen” trong phần nghiên cứu chi tiết của các tác giả đã được công bố trên tạp chí hoặc hội thảo khoa học đã cho phép hiểu biết tốt hơn về loài côn trùng này trong môi trường ở Việt Nam. Cần lưu ý và rất thú vị là tất cả những nghiên cứu này đều sử dụng RLĐ bắt tại Việt Nam, không có cá thể nào được nhập khẩu từ nước ngoài để sử dụng trong nghiên cứu của họ.

Năm 2001, Trần Tấn Việt đã bắt đầu nghiên cứu RLĐ tại Việt Nam và luận án đầu tiên về khả năng chuyển đổi chất hữu cơ thành năng lượng của loài côn trùng này đã được soạn thảo và hoàn thành năm 2002, “Xử lý chất thải bằng phương pháp tái chế”. Trong luận án này, 15 năm trước, Trần Tấn Việt đã đề cập đến RLĐ như một loài côn trùng không gây hại sống tại các khu vực nhiệt đới và trích dẫn báo cáo khoa học “*Hermetia illucens* (L.) (Diptera, Stratiomyidae), loại côn trùng Mỹ có tính quốc tế đã tồn tại lâu đời tại Úc và New Zealand” xuất bản năm 1974 bởi Callan.

Tiến sĩ Trần Tấn Việt, thành viên ban cố vấn của Entobel, đã tiếp tục xuất bản nhiều bài báo và nghiên cứu về RLĐ tại Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh. Các nghiên cứu do tiến sĩ Trần Tấn Việt đứng đầu bao gồm:

- Nghiên cứu và thiết kế nhà vệ sinh sinh học sử dụng ấu trùng của RLĐ làm chất phân hủy (Trần Tấn Việt, 2008). Nghiên cứu, được hỗ trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo, Việt Nam, đã cho thấy RLĐ có khả năng nhanh chóng phân hủy các chất hữu cơ, đồng thời cung cấp nguồn thức ăn chất lượng cao cho vật nuôi.
- Sử dụng ấu trùng RLĐ để xử lý phân heo cũng như sản xuất phân compost và các nguồn cung cấp đạm, dự án nghiên cứu khoa học, Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường Đồng Nai (Trần Tấn Việt và Nguyễn Hữu Trúc, 2005).
- Tái chế phân heo bằng cách sử dụng RLĐ làm chất phân hủy (Trần Tấn Việt, 2005).
- Đặc điểm sinh học của RLĐ (Trần Tấn Việt, Nguyễn Hữu Trúc và Đỗ Nguyễn Hương Thảo, 2005).

- Tái chế chất thải hữu cơ hộ gia đình bằng cách sử dụng công nghệ biến đổi sinh học: Kết quả và tính khả dụng (Trần Tân Việt, 2002).

Vào năm 2011, Cơ quan Phát triển Kỹ thuật Vương quốc Bỉ (BTC) phối hợp cùng chính phủ Việt Nam công bố một ấn bản với tựa đề "Kết quả kiểm tra sự tồn tại của RLĐ tại tỉnh Bình Định". Nhiều nông dân tham gia vào nghiên cứu và kết quả cho thấy tất cả nông dân đều có thể thu RLĐ trong tự nhiên chỉ sau vài ngày, điều này đã chứng minh được sự tồn tại của loài côn trùng này trên khắp Việt Nam. Công trình được hoàn thành bởi Cơ quan Phát triển Bỉ, đứng đầu bởi Jozef De Smet, đã chứng minh được lợi ích trong việc sử dụng RLĐ như công cụ chuyển đổi chất thải hữu cơ.

Ngoài ra, một vài tác giả đã miêu tả việc tìm kiếm ấu trùng RLĐ tại Việt Nam (Phan và cộng sự, 2003; Ute, 2009). PGS.TS Ngô Ngọc Hưng, Đại học Cần Thơ, năm 2008 đã nghiên cứu và thực hiện mô hình tăng trưởng cho RLĐ. Cá thể ruồi sử dụng cho mục đích nghiên cứu tại Việt Nam đều được bắt trong môi trường hoang dã tại địa phương. Không nghiên cứu nào đề cập việc các cá thể này được nhập khẩu. Điều này cho thấy tiềm năng phát triển, tăng sinh khối tự nhiên tại chỗ của giống ruồi lính đen này. Việc nghiên cứu xây dựng quy trình bắt, nuôi cấy, phát triển, tăng sinh khối,... là hoàn toàn phụ thuộc vào thu nhận ruồi giống, môi trường nuôi dưỡng ruồi giống và ấu trùng, nguồn chất thải hữu cơ cho ấu trùng,... Hơn nữa, những nghiên cứu và phát triển quy trình cho công nghệ này tùy thuộc vào từng địa phương và cách quản lý. Vì vậy, nghiên cứu và tối ưu hóa quy trình công nghệ sản xuất sinh khối là rất cần thiết cho các nhà khoa học và công ty.

Lấy ví dụ, trong nghiên cứu thực hiện tại Đại học Văn Lang, các nhà khoa học giải thích việc họ tìm thấy ấu trùng dễ dàng như thế nào trong môi trường hoang dã ở Việt Nam. Trần Thị Mỹ Diệu, Hiệu trưởng Đại học Văn Lang, Chủ nhiệm Bộ môn Công nghệ Quản lý Môi trường đã tiến hành nhiều nghiên cứu trên RLĐ. Nhóm nghiên cứu đã phân tích khả năng phân hủy lục bình của RLĐ. Nhóm này ủng hộ thực tế rằng nên thực hiện sản xuất quy mô công nghiệp để tăng lợi nhuận từ sản xuất loại côn trùng này (Dieu và cộng sự, 2015).

Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh cũng đang tăng cường hoạt động nghiên cứu RLĐ. Trịnh Thị Bích Huyền, Khoa Môi trường và Tài nguyên, đã báo cáo đề tài nghiên cứu trên RLĐ tại Tạp chí Khoa học và Công nghệ: Phân hủy sinh học Bèo tây bằng ấu trùng RLĐ dựa trên tốc độ tăng trưởng và tiêu thụ thực phẩm (Huyen và cộng sự, 2015).

Bên cạnh những nghiên cứu khoa học, nhiều dự án nhỏ liên quan đến RLĐ cũng đã xuất hiện tại Việt Nam. Tại tỉnh Long An, một giáo viên tiểu học đã sản xuất RLĐ làm thức ăn cho bò câu. Họ đã bắt RLĐ trong môi trường hoang dã ở tỉnh, phát triển, nuôi và sử dụng ấu trùng. Dự án này đạt giải Ba tại cuộc thi khởi nghiệp năm 2015 tổ chức bởi Trung tâm Hỗ trợ Thanh niên Khởi nghiệp TP Hồ Chí Minh và Hội Doanh nghiệp Trẻ Thành phố Hồ Chí Minh vào tháng Tám, 2015 (Tuoitrenews, 2016). Cho dù kinh nghiệm và công nghệ của giáo viên này không được hiệu quả như Entobel, nhưng dự án đã thể hiện những kết quả tích cực và đầy tiềm năng cho Việt Nam nếu công nghệ này được lan rộng trên khắp đất nước ở quy mô nhỏ.

Hơn thế nữa, vào năm 2013, Tổng công ty BBB đã phát triển một dự án tại Thái Bình nhằm biến phân động vật thành phân hữu cơ và thức ăn chăn nuôi. Nhận ra tiềm năng của dự án này, đặc biệt đối với các trại chăn nuôi quy mô lớn, Cục Phát triển Công nghệ và Ứng dụng, Bộ Khoa học và Công nghệ, đã chủ động liên lạc với đối tác để áp dụng công nghệ này tại Thái Bình, nơi ngành chăn nuôi tương đối phát triển (Talkvietnam, 2013).

Công nghệ chuyển đổi chất hữu cơ thành năng lượng của RLĐ cũng được phát triển bởi Fablab Saigon. Fablab hướng tới mục tiêu cung cấp quyền truy cập rộng rãi tới những phương tiện sáng chế hiện đại và đã được khởi xướng bởi Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) (Fablab Sài Gòn, 2014).

3.3.2 Ruồi lính đen được sử dụng như thức ăn chăn nuôi

Tại Việt Nam, một số nghiên cứu và thử nghiệm đã được tiến hành để đánh giá chất lượng ấu trùng RLĐ làm nguồn bổ sung đạm hoặc chất phụ gia trong thức ăn chăn nuôi.

Tại Cần Thơ, PGS.TS Bùi Xuân Mến, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ, năm 2004, đã tiến hành thử nghiệm tại Trại gia

cầm, Khu Thục nghiệm, Trường Đại học Cần Thơ, để đánh giá kỹ thuật nuôi mối và ấu trùng ruồi cũng như hiệu quả sử dụng hai loài này làm nguồn bổ sung đạm trong chế độ ăn bắp của gà địa phương. Họ đã kết luận rằng ấu trùng tằm rất ngon miệng và là nguồn thay thế đạm tuyệt vời cho bột cá trong chăn nuôi gia cầm.

Tại Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Nguyễn Văn Dũng và Nguyễn Phú Hoà đã tiến hành hai thí nghiệm trên ruồi lính đen về:

- Giá trị sinh khối và dinh dưỡng của nhộng RLĐ được nuôi trong những nguồn phân động vật khác nhau.
- Tỷ lệ tăng trưởng, sống và chất lượng phôi cá trê lai khi sử dụng nhộng RLĐ làm nguồn đạm trong khẩu phần ăn.

Nguyễn Hồng Đăng, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, HUNRE, đã nghiên cứu giá trị dinh dưỡng của ấu trùng RLĐ khi cho ăn một số loại chất thải hữu cơ.

3.3.3 Công nghệ chuyển đổi năng lượng sinh khối

Như đã nêu ở phần trên về hoạt động sinh học và phân bố của ruồi lính đen, tiến sĩ Trần Tấn Việt đã nghiên cứu và xuất bản nhiều bài báo nghiên cứu về tiềm năng sử dụng loài côn trùng này trong việc tái chế chất thải hữu cơ. Các nghiên cứu được thực hiện bởi Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh gồm:

- Nghiên cứu và thiết kế nhà vệ sinh sinh học sử dụng ấu trùng của ruồi Lính Đen làm chất phân hủy (Trần Tấn Việt, 2008). Nghiên cứu đã kết luận rằng RLĐ có khả năng phân hủy nhanh chất hữu cơ và cung cấp nguồn đạm côn trùng chất lượng cao cho vật nuôi.
- Sử dụng ấu trùng RLĐ để xử lý phân heo cũng như sản xuất phân hữu cơ và các nguồn cung cấp đạm (Trần Tấn Việt và Nguyễn Hữu Trúc, 2005). Kết quả đã cho thấy khả năng sử dụng phân heo của ấu trùng ruồi lính đen trong việc tạo sinh khối làm nguồn đạm cho vật nuôi.
- Tái chế phân heo bằng cách sử dụng RLĐ làm chất phân hủy (Trần Tấn Việt, 2005).
- Tái chế chất thải hữu cơ hộ gia đình bằng cách sử dụng công nghệ biến đổi sinh học: kết quả và tính khả dụng (Trần Tấn

Việt, 2002). Báo cáo cho thấy khả năng xử lý chất thải hữu cơ từ hộ gia đình và tạo sinh khối ấu trùng cho vật nuôi.

Entobel cũng đã nhận ra có nhiều nông dân Việt Nam biết tới loại côn trùng này và đã sử dụng chúng nhiều năm với quy mô nhỏ. Hầu hết họ tìm thấy chúng trong trang trại, trên đồng, nơi chúng đẻ trứng trên phân heo hay các chất thải hữu cơ khác. Họ cũng đã sử dụng ấu trùng này làm thức ăn cho cá và gà.

3.4 Độ an toàn và lợi ích của ruồi lính đen tại Việt Nam

3.4.1 Độ an toàn của ruồi lính đen trong môi trường khí hậu nhiệt đới

Chưa ghi nhận được tác hại lây các bệnh truyền nhiễm từ ruồi lính đen tại Việt Nam. Ruồi lính đen được nuôi tại Việt Nam đến giai đoạn hiện nay, chủ yếu dùng cho mục đích nghiên cứu. Trong lúc đó, chúng đã được nuôi trồng với quy mô công nghiệp ở nhiều nước có khí hậu tương tự Việt Nam như Indonesia, Malaysia, Campuchia, Singapore và Bangladesh.

Nhiều dự án RLĐ quy mô lớn đang được phát triển tại Indonesia. Một dự án hàng đầu đã được tài trợ bởi Viện Nghiên cứu Pháp (IRD - Institut de recherche pour le development) và Bộ Ngoại giao Pháp. Dự án này nhận được hỗ trợ mạnh mẽ của chính quyền nước sở tại thông qua Sở Thủy sản và Hàng hải. Điều này thể hiện tiềm năng lớn trong việc sử dụng công nghệ RLĐ nhằm chuyển hóa chất thải hữu cơ thành thức ăn chất lượng cao cho chăn nuôi và thủy sản (Project Fish-DIVA, 2011).

Dự án thứ hai, có tên gọi FROWARD, hiện tại cũng đang được phát triển tại Indonesia. FROWARD là dự án nghiên cứu ứng dụng giúp phát triển các chiến lược và công nghệ thích hợp nhằm quản lý chất thải hữu cơ rắn ở các thành phố tâm trung của Indonesia. Công nghệ cốt lõi của cơ sở thí điểm này là chuyển hóa chất thải hữu cơ từ chợ và nhà bếp thông qua hoạt động sinh khối của ấu trùng RLĐ thành thức ăn chăn nuôi giàu đạm cho cá và gia cầm. FORWARD là dự án nghiên cứu và phát triển độc lập, không lợi nhuận và được tài trợ bởi Ban Thư ký Nhà nước của Thụy Sĩ về các vấn đề kinh tế (SECO, the Swiss State Secretariat for Economic Affairs) theo thỏa thuận khung với Bộ Công trình Công cộng và Nhà ở Indonesia (Eawag, 2016). Do bởi công nghệ phát triển RLĐ có tiềm năng và

đem lại lợi ích lớn cho đất nước, nên các dự án này đều nhận được sự hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ Indonesia.

Tại Malaysia, hoạt động nghiên cứu và phát triển ấu trùng ruồi lính đen thông qua công ty Entofood. Entofood là công ty tư nhân phát triển nuôi công nghiệp ấu trùng RLĐ. Vào năm 2013, công ty đã được trao giải thưởng Bionexus Status từ Tổng công ty Công nghệ Sinh học Malaysia vì đã có phát minh và sáng kiến trong công nghệ chuyển đổi chất hữu cơ thành đạm côn trùng làm thức ăn chăn nuôi và sản xuất phân bón hữu cơ cho cây trồng.

Tóm lại, những dự án công nghiệp sản xuất ấu trùng RLĐ đều nhận được sự ủng hộ mạnh mẽ từ chính quyền địa phương. Kết quả cũng đã ghi nhận chưa có bệnh truyền nhiễm hoặc tác động đa dạng sinh học địa phương của RLĐ tại các nước này. Hoạt động sản xuất ấu trùng của ruồi lính đen tại các nước nêu trên cũng đã dự báo sự phát triển công nghệ tương tự ở Việt Nam, nguyên nhân là do đặc điểm khí hậu của Indonesia và Malaysia gần giống với khí hậu tại miền Nam Việt Nam.

3.4.2 Lợi ích cho Việt Nam

Việc sử dụng RLĐ làm thức ăn chăn nuôi hay giải pháp quản lý rác thải trong điều kiện kiểm soát ở quy mô lớn, và nếu được quản lý bởi đội ngũ có kinh nghiệm thì kết quả có thể đem đến nhiều tác động tích cực mà không gây ra nguy cơ bất lợi nào. Những tác động tích cực gồm môi trường, xã hội và kinh tế.

Môi trường

Khoảng 70% rác thải chuyển đến bãi rác là rác thải hữu cơ. Chúng có thể dùng làm thức ăn cho ấu trùng RLĐ. Chúng sẽ là nguồn thức ăn thô được sử dụng trực tiếp ngay cho ấu trùng RLĐ. Điều này sẽ tránh sản sinh khối lượng lớn nước thải lỏng từ rác thải gây đe dọa lớn cho môi trường. Nghiêm trọng hơn nữa, trong một số trường hợp, các bãi rác được xây dựng trên tầng nước ngầm sẽ là mối nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước.

Lưu ý rằng, nhiều chất thải hữu cơ được sản sinh trong quá trình chế biến nông sản sẽ là nguồn gây ô nhiễm nếu không quản lý tốt. Ví dụ, ngành sản xuất cà phê tại Việt Nam đã sản sinh lượng lớn rác thải chế biến gồm cả vỏ và bột cà phê. Chất hữu cơ này tác động đến môi trường, gây ra hiện tượng phú dưỡng và axit hóa đất.

Trữ lượng vỏ và bột cà phê sản xuất tại Việt Nam rất lớn, trong khi phương pháp sử dụng hoặc xử lý không ổn định. Vỏ và bột cà phê cùng với phân động vật thải ra là rất lớn tại Việt Nam sẽ có thể được sử dụng và tái chế bằng công nghệ chuyển đổi sinh học của ấu trùng ruồi lính đen.

Xã hội

Dĩ nhiên là, sẽ có lượng lớn công việc được tạo ra nhờ vào ngành công nghiệp tái chế mới qua công nghệ nuôi và phát triển ấu trùng ruồi lính đen này. Mùi và nguy cơ gây bệnh đến từ chất thải sẽ bị loại bỏ. Hơn thế nữa, việc tránh đưa chất thải hữu cơ đến bãi rác sẽ làm giảm đáng kể công việc của những người nhặt rác bởi họ không cần phải xử lý đồng rác hữu cơ phân hủy lộn xộn, hôi thối. Khi chất thải thực phẩm được giữ riêng, các chất có thể tái chế sẽ sạch sẽ và có giá cao hơn, và như thế gia tăng được số lượng chất tái chế và giảm số lượng thời gian không cần thiết do quy trình xử lý chất thải truyền thống.

Kinh tế

Khoảng 75% rác thải tới bãi rác có thể được tái chế nhờ vào quy trình chuyển đổi sinh học của ấu trùng ruồi lính đen, từ đó sẽ không cần quản lý quá nhiều bãi rác và chi phí liên quan đến việc chôn lấp chất thải thực phẩm.

Ngoài ra, Việt Nam hiện nay đang phụ thuộc chủ yếu vào nguồn nhập khẩu để đáp ứng nhu cầu thức ăn chăn nuôi. Vào năm 2011, Việt Nam đã nhập khẩu 2 tỷ đô la thức ăn chăn nuôi để thỏa mãn 30% nhu cầu cho cả nước. Việc sản xuất thành phần thức ăn ngay trong nước sẽ giúp giảm bớt áp lực từ thị trường nước ngoài và trong tương lai sẽ giảm chi phí sản xuất của nông dân.

Trong thực tế, nông dân nuôi tôm và cá chịu ảnh hưởng bởi giá thức ăn liên tục tăng. Năm 2010 giá thức ăn đã tăng 35% và vấn đề ngày càng trở nên nặng nề. Nông dân bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi biến động giá cả do chi phí thức ăn chăn nuôi đã chiếm tới 70% tổng chi phí. Vì lẽ đó, sản phẩm của Entobel có thể giúp Việt Nam giảm lệ thuộc vào việc nhập khẩu một cách bền vững.

Tương tự như vậy, ngành nông nghiệp tiêu thụ 8 triệu tấn phân bón mỗi năm trong khi việc sản xuất trong nước chỉ đáp ứng được 50%

nhu cầu. Vì lẽ đó, sản phẩm phân hữu cơ từ ấu trùng ruồi lính đen có thể giúp Việt Nam giảm lệ thuộc vào việc nhập khẩu phân bón vô cơ một cách bền vững.

Cuối cùng, mô hình kinh doanh này hỗ trợ việc phát triển quy trình sản xuất nông nghiệp hữu cơ, một ngành đang ngày càng có giá trị cả ở thị trường trong và ngoài nước.

3.5 Thảo luận

Ruồi lính đen hoàn toàn không phải là loài côn trùng xa lạ tại Việt Nam. Chúng đã được nghiên cứu bởi nhiều trường đại học lớn. Những dự án thương mại đang xuất hiện ngày càng nhiều và một số dự án thậm chí còn được hỗ trợ bởi các cơ quan nhà nước. Theo Stefan Diener (2011), RLĐ xuất hiện tự nhiên trong tất cả các khu vực nhiệt đới và vùng khí hậu ẩm áp nằm trong khoảng 45° vĩ Bắc và 40° vĩ Nam. Việt Nam vì vậy cũng được bao gồm, bởi nước ta nằm giữa 8°B (Đất Mũi) và 23°B (Lũng Cú). Hơn nữa, loài côn trùng này đã được bẫy bắt trên khắp đất nước Việt Nam nhằm mục đích thương mại và nghiên cứu: Cần Thơ, Long An, Đà Lạt, Bình Định, Thái Bình và Thành phố Hồ Chí Minh.

Từ năm 2001, Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã bắt đầu bẫy bắt RLĐ ngoài tự nhiên trên khuôn viên của Trường ở quận Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh nhằm mục đích nghiên cứu. Ruồi có thể được tìm thấy dễ dàng ở hầu hết mọi nơi ở khu vực phía Nam. Dự án tái chế rác thải của Cơ quan Phát triển Bể (BTC) đã chứng minh sự xuất hiện tự nhiên của RLĐ tại tỉnh Bình Định. Vì lẽ đó, Entobel sẽ sử dụng giống RLĐ địa phương có sẵn này cho việc phát triển công nghệ sản xuất ấu trùng ruồi lính đen. Việc nhập khẩu côn trùng nước ngoài bị nghiêm cấm trong chính sách của Entobel. Entobel đã lập luận rằng, không có ý nghĩa gì khi nhập khẩu giống hay loài côn trùng nước ngoài vì mục đích thương mại trong khi giống địa phương đã thuần hóa và thích nghi được với môi trường tại Việt Nam từ ngàn năm. Việc nhập giống và loài từ nước ngoài khi đó sẽ kém hiệu quả hơn nhiều trong điều kiện sản xuất tại chỗ ở Việt Nam.

Ngoài ra, nhiều nghiên cứu ở các trường đại học Việt Nam đã chứng minh lợi ích của RLĐ trong việc sử dụng làm công cụ tái

chế rác thải, sản xuất đạm làm thức ăn bổ sung cho chăn nuôi và cung cấp nguồn phân bón hữu cơ có giá trị sinh học cao.

3.6 Kết luận

Thông qua nhiều nghiên cứu được thực hiện bởi các trường đại học ở Việt Nam và các dự án tài trợ bởi nước ngoài, có thể kết luận rằng RLĐ xuất hiện tự nhiên tại miền Nam Việt Nam. Ruồi lính đen đã được bẫy bắt trên cả nước cho mục đích nghiên cứu các yếu tố hoạt động sinh học của loài này.

Hơn thế nữa, các trường đại học ở Việt Nam đã chứng minh được lợi ích của RLĐ như công cụ tái chế chất thải hữu cơ, sản xuất thức ăn bổ sung cho chăn nuôi và cung cấp phân hữu cơ sinh học tốt cho cây trồng. Tại Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, RLĐ được nghiên cứu như là nhân tố chuyển đổi sinh khối hiệu quả bởi TS Trần Tấn Việt và nhóm nghiên cứu. Vai trò của ấu trùng RLĐ như là nguồn cung thức ăn chăn nuôi giàu đạm cho thủy sản cũng đã được nghiên cứu bởi TS Nguyễn Phú Hoà. Tương tự, các trường đại học khác cũng đã từng nghiên cứu về RLĐ bao gồm Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội (HUNRE), Đại học Cần Thơ, Đại học Bách Khoa (Đại học Quốc gia TP HCM) và Đại học Văn Lang.

Ngoài nghiên cứu của các trường đại học, Cơ quan Phát triển Bỉ cũng đã tài trợ một dự án tái chế rác thải sử dụng ấu trùng RLĐ và đã nhận được sự ủng hộ từ chính phủ Việt Nam. Tại tỉnh Thái Bình, một công ty phát triển công nghệ tương tự cũng đã được chính quyền địa phương ủng hộ nhiệt tình. Các dự án thương mại khác cũng đang bắt đầu nổi lên. Việc sản xuất thành phần thức ăn chăn nuôi trong nước sẽ đem lại lợi ích cho Việt Nam bởi nó giúp giảm chi phí chăn nuôi của nông dân và sự lệ thuộc vào việc nhập khẩu nguyên liệu.

Tóm lại, RLĐ là loài côn trùng an toàn và có ích, nên được nuôi trồng với quy mô công nghiệp bởi nó có tiềm năng đem lại những kết quả tích cực cho Việt Nam.

PHẦN 4: Công nghệ và kinh nghiệm sản xuất ấu trùng ruồi lính đen của Entobel

4.1 Giới thiệu

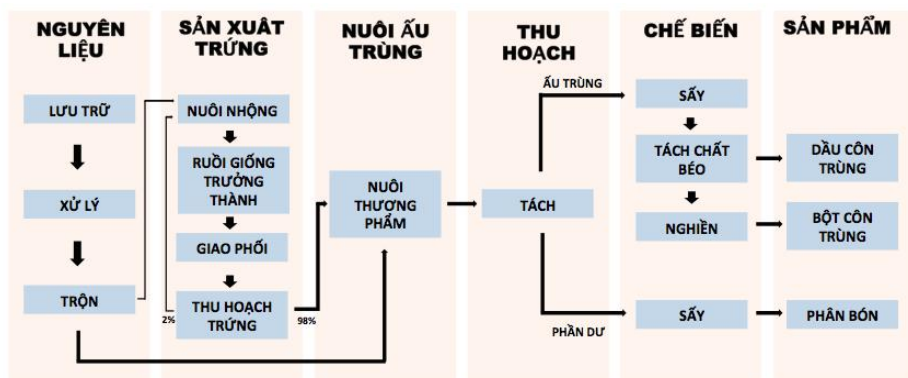
Công nghệ chế biến ấu trùng ruồi lính đen của Entobel, được chuyển giao từ Đức, đã được chỉnh sửa cho phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế tại Việt Nam. Công ty Hermetia GmbH được giới thiệu sau đây có kinh nghiệm chuyên sâu trong việc vận hành nhà máy sản xuất an toàn, ổn định và bền vững. Entobel và Hermetia GmbH là đối tác chủ động và gần gũi. Vì vậy, những kinh nghiệm tích lũy từ hai đội ngũ này là đảm bảo cho tất cả hoạt động đều nằm trong tầm kiểm soát với quy trình an toàn, ổn định, từ khâu nuôi ấu trùng/xử lý chất nền cho đến khâu chế biến ấu trùng thành bột côn trùng chất lượng cao.

Entobel đã có kinh nghiệm phát triển loại hình hoạt động này tại Việt Nam. Khác với các công ty sản xuất côn trùng khác, có thể một trong số họ đang có ý định tiến vào thị trường Việt Nam, Entobel làm việc cùng các trường đại học, các nhà khoa học, nông dân Việt Nam để kiểm tra sản phẩm của mình và chứng minh lợi ích của nó trong suốt ba năm qua. Đội ngũ Entobel nhận được sự hỗ trợ và tư vấn bởi TS Trần Tấn Việt, nhà khoa học đầu tiên nghiên cứu loại côn trùng này tại Việt Nam.

4.2 Quy trình sản xuất

4.2.1 Giới thiệu

Quy trình chế biến của Entobel đã được miêu tả theo thứ tự thời gian từ nguyên liệu đầu vào cho tới thành phẩm đầu ra. Mỗi bước trong quy trình công nghệ sản xuất được miêu tả cụ thể trong các phần tiếp theo sau đây.



Hình 13: Quy trình sản xuất của Entobel

4.2.2 Nguyên liệu đầu vào

Nguyên liệu đầu vào là chất hữu cơ dùng làm thức ăn cho ấu trùng. Entobel đã chọn đầu vào có giá trị thấp, nguồn cung cấp liên tục, được sản xuất tại địa phương và với quy mô sản xuất công nghiệp. Những vật liệu có sẵn cần phải được kết hợp cụ thể:

- Trái cây và rau quả phân hủy;
- Phế thải từ nhà máy chế biến thực phẩm;
- Phụ phẩm có nguồn gốc thực vật trong quá trình sản xuất.

Entobel và đối tác có kinh nghiệm chuyên sâu trong việc sử dụng chất nền khác nhau. Những sản phẩm phụ được Entobel lựa chọn cẩn thận để đảm bảo sức khỏe của ấu trùng và tốc độ tăng trưởng ổn định. Đây chính là nguyên nhân tại sao nguyên liệu đầu vào được lựa chọn cẩn thận và theo dõi chặt chẽ để đảm bảo an toàn và thân thiện với môi trường. Không một loại hóa chất nào được thêm vào trong suốt quy trình sản xuất. Mỗi khâu đều mô phỏng sinh học những gì thiên nhiên đã làm trong nhiều năm. Không gây ô nhiễm, thay vào đó, Entobel hoạt động như một trung tâm xử lý chất thải hữu cơ và hạn chế đáng kể ô nhiễm.

4.2.3 Sản xuất trứng

Sản xuất trứng diễn ra trong lồng kính, nơi mà ruồi không thể thoát ra ngoài. Ruồi sẽ giao phối, đẻ trứng rồi chết bên trong lồng. Những lồng này mỗi ngày được rửa sạch sẽ. Ruồi chết sẽ không có liên quan đến quy trình sản xuất. Nguyên tắc phòng ngừa được áp dụng tại đây.



Hình 14: Quá trình biến thái hoàn toàn

4.2.4 Sản xuất ấu trùng

Ấu trùng được cấy trong chất nền. Nhờ có công nghệ của Entobel và kinh nghiệm của Đức, tất cả ấu trùng đều được giới hạn trong khu vực phát triển này và không thoát ra khỏi vùng chất nền. Khi giai đoạn giao phối bắt đầu, ấu trùng không còn cơ hội thoát ra ngoài.

Cuối cùng, tất cả ấu trùng sẽ được thu hoạch trước khi chúng đạt đến giai đoạn nhộng và thành trùng. Trong bối cảnh này, không ấu trùng nào trong khu vực nuôi có thể thành trùng và thoát ra khỏi môi trường này. Mặc dù có một vài cá thể trốn được ra ngoài, chúng sẽ chết mà không đạt đến giai đoạn trưởng thành.



Hình 15: Ấu trùng ăn phụ phẩm ngũ cốc (Crielaard, Baruth, 2014)

Tóm lại, quy trình sản xuất của Entobel sẽ đảm bảo được hoạt động của mình mà không gây ảnh hưởng đến môi trường.

4.2.5 Chế biến ấu trùng

Ấu trùng có thể được sấy khô hoặc làm thành dạng bột đã khử chất béo. Ấu trùng tươi được thu gom và rửa sạch trước khi chế biến. Bột sấy sau khi khử chất béo có độ ẩm dưới 10%. Trong thực tế, ấu trùng được sấy khô trong nhiều giờ ở nhiệt độ thấp sau khi đã rửa sạch. Quá trình này đảm bảo sản phẩm giữ được giá trị dinh dưỡng nhiều nhất và có thể được lưu trữ lâu mà không lo ô nhiễm hay hình thành mầm bệnh.

Bột côn trùng Entobel đã được thử nghiệm và đem lại kết quả rất tốt tại Đức; và khi sử dụng cho gà, heo và cá tại Việt Nam. Entobel tôn trọng sự an toàn và các tiêu chuẩn vệ sinh an toàn trong quá trình sản xuất. Phần cuối quyển sách sẽ cho thấy bảng phân tích bột ấu trùng ruồi lính đen của Entobel bao gồm cả khía cạnh vi khuẩn cũng như phân tích kim loại nặng.

Các nhà nghiên cứu tại Trung Quốc, Nga, Mỹ, Mexico và Đông Âu đã sử dụng loại bột này làm thức ăn cho gia cầm, heo, tôm và một số loại cá, rùa và ếch. Không có vấn đề về sức khỏe nào được ghi nhận. Các nhà nghiên cứu Chilê cũng đã nghiên cứu việc phục hồi giá trị từ phân heo, sản xuất ruồi nhà thành thức ăn chăn nuôi. Họ báo cáo việc tìm thấy tác nhân kháng khuẩn trong ấu trùng ruồi nhà. Những chất kháng khuẩn tự nhiên này có thể làm giảm nguy cơ cho thức ăn chăn nuôi về lây truyền mầm bệnh, đặc biệt tăng sức khỏe vật nuôi, trong khi mầm bệnh này được giảm trong phân của ấu trùng sẽ được dùng làm phân bón cho cây.

4.2.6 Ghi nhận và giám sát

Trong suốt quá trình sản xuất và chế biến, tất cả các dữ liệu cần phải được ghi nhận. Từ số lượng trứng đầu vào/đầu ra cho đến kích cỡ, khối lượng ấu trùng, tất cả các dữ liệu đều được thu thập và ghi chép trong báo cáo hàng ngày của Entobel. Điều này đảm bảo giúp cho Entobel có một quy trình ổn định và được kiểm soát chặt chẽ. Nếu bất kỳ điều gì bất thường xảy ra, Entobel sẽ ngay lập tức tìm ra nguyên nhân của nó là gì, và nằm ở khâu nào. Hệ thống giám sát, ghi âm này cho phép tăng thêm mức độ an toàn thông qua việc quản lý ổn định.

4.3 Đối tác công nghệ: Hermetia GmbH

4.3.1 Giới thiệu

Hermetia GmbH, công ty Spin-off của Katz Biotech, đang hợp tác cùng Entobel về công nghệ sản xuất. Kinh nghiệm cùng với công nghệ được phát triển và chứng minh hàng thập kỷ của Hermetia GmbH được tích hợp trong sản xuất của Entobel, đảm bảo hoạt động an toàn.

Hermetia GmbH đã thành lập cơ sở sản xuất đầu tiên của mình tại Đức với sự hỗ trợ từ chính quyền nước sở tại và đã được trao giấy Chứng nhận Thú y cần thiết để phát triển hoạt động, thương mại hóa sản phẩm của mình.

4.3.2 Nghiên cứu và phát triển, kinh nghiệm sản xuất và năng lực

Hermetia GmbH đã chứng minh thành tích tuyệt vời của mình khi duy trì việc sản xuất ổn định ở quy mô lớn, họ cũng đã chứng minh tính an toàn, có kiểm soát tại Đức. Mô hình sản xuất của Entobel tại Việt nam cũng đã đi theo con đường tương tự. Kết quả của Hermetia GmbH cho thấy như sau.

Sản xuất trứng

- ✓ 10 năm nghiên cứu và phát triển (2006 – ngày nay)
- ✓ Cho sinh sản liên tục trong 10 năm
- ✓ Sản lượng hiện tại: 3 kg trứng/tuần
- ✓ Có thể lên tới 5 kg trứng/tuần tại cơ sở hiện tại

Sản xuất bột Hermetia

- ✓ Sản lượng hiện tại 1.000 tấn khối lượng khô/năm
- ✓ Đang xây dựng cơ sở sản xuất công suất 2.000 tấn khối lượng khô/năm

4.3.3 Lịch sử

2004 - 2005:

Cùng với Naturland e.V., dự án nghiên cứu của Katz Biotech AG được tài trợ bởi Cơ quan Phát triển nguồn đạm thay bột cá và làm thức ăn cho cá hồi tại Đức. Mục tiêu chính là tính khả thi về kỹ thuật và kinh tế của việc nuôi công nghiệp nhộng ruồi và chế biến chúng thành bột côn trùng để thay thế bột cá làm thức ăn chăn nuôi do giá bột cá tăng mạnh trong thời gian này. Hơn nữa dự án còn tăng cường nghiên cứu và phát triển các giải pháp thay thế phù hợp.

Trường Đại học Munick phân loại Hermetia là đạm chất lượng cao. Các dự án nghiên cứu khác, như Brandenburg, và thử nghiệm nuôi cá, bao gồm Đại học Gottingen, trên cơ sở đạm/bột côn trùng được tiến hành và đã thu được những kết quả khả quan. Sau khi phát triển nghiên cứu, bao gồm kết quả nghiên cứu, Katz Biotech-AG/Hermetia Futtermittel GbR đã cho thấy rằng việc sử dụng thành công bột côn trùng giàu đạm làm thức ăn chăn nuôi được lựa chọn tốt nhất khi ấu trùng phát triển đến giai đoạn tiền nhộng.

2010:

Hermetia Futtermittel GbR có 10 nhân viên:

- Bắt đầu sản xuất tại Ahaus-Alstätte, tháng 05 năm 2010
- Mô phỏng các phản ứng sinh học mới
- Dự án nghiên cứu và phát triển được tài trợ kinh phí từ tiểu bang Brandenburg

Hiện nay:

Mở rộng quy mô hoạt động sản xuất.

4.3.3 Liên hệ

<http://www.hermetia.de/>

An der Birkenpfuhlheide 1015837 Baruth / Mark

Heinrich Katz, CEO: h.katz@hermetia.de



Hình 16: Cơ sở của Katz Biotech

Katz Biotech, Baruth, Germany

4.4 Đội ngũ Entobel

Đội ngũ của Entobel có kinh nghiệm và đủ tiêu chuẩn cho hoạt động sản xuất nhộng và phân trùng ruồi lính đen, bao gồm:

Gaëtan Crielaard và Alexandre de Caters – người sáng lập (Vương quốc Bỉ)

- Kỹ sư kinh doanh (Solvay – Brussels, Vương quốc Bỉ)
- Phát triển kinh doanh cho công ty mới thành lập với những hoạt động tương tự tại Brazil
- Luận văn Thạc sĩ về khám phá tiềm năng của RLĐ từ góc nhìn kinh tế
- Đào tạo chuyên sâu tại Hermetia GmbH, thăm và trao đổi với Heinrich Katz tại Đức.

TS Trần Tấn Việt – nghiên cứu và phát triển (Việt Nam)

- Đào tạo chuyên ngành Côn trùng học

- Nguyên Trưởng Khoa Nông học, Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh
- Triển khai thành công dự án kiểm soát sinh học dịch bọ dừa tại Việt Nam
- Kiến thức chuyên sâu về lĩnh vực nông nghiệp Việt Nam
- Nghiên cứu RLĐ từ năm 2000.

TS Peter Katz – tư vấn sản xuất (Đức)

- Đào tạo chuyên ngành Côn trùng học
- Kỹ sư Khoa học Nông nghiệp
- Phó Giáo sư tại Đại học Khoa học Nông nghiệp Hohenheim/Stuttgart
- Người sáng lập PK Nutzlingszuchten và Katz Biotech AG.

Heinrich Katz – tư vấn sản xuất (Đức)

- Kỹ sư cơ khí tại Đại học Stuttgart
- Kinh nghiệm sản xuất và quản lý chuỗi cung ứng, tư vấn quốc tế, thiết kế sản xuất cho IBM, Ernst và Young, và Capgemini
- Thiết kế, lập kế hoạch và vận hành sản xuất côn trùng có ích lớn nhất ở Đức
- Phát triển Katz Biotech Services và Katz Biotech AG.

Hình 17: Nhóm nghiên cứu Entobel



Gaëtan Crielgaard
Co-Founder



Alexandre de Caters
Co-Founder



Tran Tan Viet
Scientific Advisor
Entomologist



Heinrich Katz
Scientific Advisor
Katz Biotech CEO



Partner
9 year experience in insect
rearing and processing



**Advisors from the
feed industry**

Entobel đã tham gia khóa đào tạo chuyên sâu để đảm bảo các tiêu chuẩn tương tự và thực hiện tốt các quy trình trong hoạt động của chính

mình. Khóa huấn luyện nhằm giúp các chuyên gia có kỹ năng thực hành, kiến thức cơ bản và quy trình chăn nuôi côn trùng. Khóa huấn luyện được thực hiện thông qua việc học tập với giáo viên

hướng dẫn có kinh nghiệm chuyên sâu và làm việc dưới sự giám sát của người chịu trách nhiệm cho mỗi khu vực.

Chủ đề học tập và nghiên cứu

- Kế hoạch sản xuất và quản lý
- Sản xuất trứng
- Chuẩn bị chất nền
- Sự phát triển của ấu trùng
- Tách ấu trùng
- Xử lý nhộng
- Nhộng vũ hóa
- Giao phối
- Thống kê
- Vệ sinh, sát trùng chuồng trại

Giấy Chứng nhận Đào tạo sẽ được cung cấp sau quá trình huấn luyện.

4.5 Sản phẩm của Entobel

Entobel sản xuất hai loại sản phẩm, một là bột côn trùng cho thức ăn chăn nuôi, hai là phân bón hữu cơ cho cây trồng.

4.5.1 Bột nhộng Ruồi lính đen

Sản phẩm chính của Entobel là bột côn trùng. Bột này được sản xuất sau khi đã sấy khô và khử hết chất béo từ ấu trùng. Bột côn trùng chứa 55-60% đạm và 10-15% chất béo. Đồng thời, bột côn trùng cũng chứa nhiều chất khoáng. Kết quả được trình bày trong bảng phân tích thành phần dinh dưỡng bột nhộng trùng. Kết quả cũng cho thấy không phát hiện vi khuẩn độc hại trong sản phẩm. Mức độ kim loại nặng dưới ngưỡng châu Âu. Bột côn trùng Entobel nhằm mục tiêu thay thế dần nguồn bột cá trong thức ăn nuôi trồng thủy sản đang ngày càng phát triển ở Việt Nam. Entobel có ý định trở thành doanh nghiệp cung cấp đạm bột nhộng trùng chất lượng cao và bền vững thay thế bột cá trong thức ăn nuôi trồng thủy sản tại Việt Nam.

Các công ty sản xuất thức ăn chăn nuôi địa phương lẫn nước ngoài đang quan tâm mạnh mẽ đối với sản phẩm của Entobel. Điều này cũng đồng thời ủng hộ xu hướng sử dụng sản phẩm sản xuất tại Việt Nam thay vì phụ thuộc vào nhập khẩu nguyên liệu từ nước ngoài.

Bột côn trùng cải tiến chứa tới 60-65% đạm bằng cách chiết ép dầu. Lượng dầu loại ra có thể được dùng làm dầu diesel sinh học. Đây cũng là ý tưởng mới cho nghiên cứu tiếp theo.

Bột côn trùng được cung cấp cho nhà sản xuất thực phẩm chăn nuôi, chúng được thay thế phần nào nguồn đạm trong thức ăn của vật nuôi. Bột côn trùng có thể thay thế nguồn đạm trong thức ăn hỗn hợp từ 1% đến 30%.



Hình 18: Bột nhộng ruồi lính đen, sản phẩm của Entobel

4.5.2 Phân bón hữu cơ

Entobel sản xuất phân bón hữu cơ từ quy trình phát triển bột nhộng trùng như là sản phẩm phụ của quá trình sản xuất. Phân bón này được so sánh ngang với phân trùn quế, vốn rất phổ biến tại Việt Nam. Phân bón nhộng trùng chứa vi sinh vật có lợi thúc đẩy phát triển cây trồng. Thành phần dinh dưỡng được trình bày trong phần sau của sách.



Hình 19: Phân bón hữu cơ của Entobel

Mục tiêu phát triển của Entobel về phân bón nhộng trùng là phân hữu cơ theo chuẩn quốc tế. Phân bón này sẽ chỉ cung cấp cho khu vực canh tác để tạo sản phẩm nông nghiệp hữu cơ sạch. Entobel đảm bảo khả năng truy xuất nguồn gốc, do đó sản phẩm phân bón nhộng trùng phải đảm bảo chất lượng cao nhất và không gây ô nhiễm.

4.6 Thành lập nhà máy Entobel

4.6.1 Giới thiệu

Sau khi tham khảo và phân tích thị trường, Entobel quyết định chọn Việt Nam là địa điểm xây dựng nhà máy với những lý do sau:

- Việt Nam thực sự cung cấp môi trường đầu tư, kinh doanh lý tưởng để có thể phát triển ngành sản xuất bột côn trùng lành mạnh và ổn định.
- Việt Nam đi đầu trong việc sản xuất nuôi trồng thủy sản với hơn 3 triệu tấn cá nuôi trong năm 2012, chỉ sau Ấn Độ (FAO, 2014). Về lĩnh vực sản xuất tôm, Việt Nam dẫn đầu với sản lượng lên tới 615.000 tấn tôm nuôi năm 2015 (GSO, 2016). Việt Nam cũng dẫn đầu trong việc nuôi trồng tôm sú. Đây thực sự là thị trường phát triển rất lớn cho sản phẩm bột nhộng trùng của Entobel. Bột nhộng trùng Entobel hướng tới mục tiêu hỗ trợ việc nuôi trồng thủy sản chất lượng cao đồng thời cung cấp tính bền vững cho quá trình chăn nuôi động vật.
- Việt Nam đang có xu hướng tập trung vào chất lượng cũng như

tính an toàn và sạch thay vì sản lượng.

- Việt Nam là một trong những nước phát triển nhanh nhất khu vực Đông Nam Á và trên thế giới, điều này mang đến nhiều cơ hội đầu tư.

- Ngoài ra, việc thúc đẩy sản xuất nông nghiệp bền vững đã được đặt ra là mục tiêu chính cho phát triển đất nước bởi Bộ Kế hoạch và Đầu tư trong năm 2016. Các mục tiêu khác bao gồm việc bảo tồn đại dương, biển và tài nguyên biển để phát triển bền vững (Phuong, N. T., MPI, 2016).

Đội ngũ quản lý của Entobel cũng đã cân nhắc môi trường đầu tư cho các nguồn vốn nước ngoài. Việt Nam xếp thứ 82 trên 190 quốc gia về môi trường kinh doanh, tốt hơn so với các nước khác trong khu vực như Indonesia, Philippines và Campuchia (Ngân hàng Thế giới, 2016).

Hiệp định thương mại với châu Âu (FTA) và châu Mỹ (TPP) gần đây đã cho thấy Việt Nam đang mở cửa biên giới để hội nhập với nền kinh tế quốc tế. Vào đầu năm 2016, đầu tư trực tiếp nước ngoài tăng 46% so với cùng kỳ năm 2015 (Tổng cục Thống kê, 2016). Bộ Kế hoạch và Đầu tư cũng đã đưa ra những ưu đãi tài chính và chính sách thuế quan trọng để thu hút đầu tư nước ngoài, xác nhận xu hướng mở cửa của đất nước. Theo Luật Đầu tư, Cơ quan cấp phép sẽ kiểm tra giấy tờ và cấp giấy chứng nhận đầu tư trong vòng 15 ngày làm việc sau khi nhận đủ hồ sơ hợp lệ.

- Cuối cùng, Việt Nam là đối tác ưu tiên của Vương quốc Bỉ. Mỗi quan hệ kinh tế song phương giữa hai nước đã được tăng cường đáng kể trong suốt thập kỷ qua. Nguyên nhân chính là bởi hoạt động kinh tế mạnh mẽ của Việt Nam cũng như chính sách tăng cường tập trung quốc tế của các công ty Bỉ. Các khoản đầu tư lên tới 98 triệu euro với hơn 40 dự án. Một khoản đầu tư của Bỉ trong khu công nghiệp và cảng lớn Đình Vũ (Hải Phòng) chính là ví dụ, hoặc như các khoản đầu tư vào ngành vận chuyển cả phê đã đóng góp vào việc quá cảnh qua Antwerp khoảng 80% cả phê Việt Nam dành cho thị trường châu Âu. Đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ, Bỉ đã giúp tạo ra giá trị gia tăng cao hơn, ví dụ phát triển ngành cao Việt Nam (Đại sứ quán Vương quốc Bỉ tại Việt Nam, 2016). Bỉ và Việt Nam cũng đã tăng cường hợp tác trong lĩnh vực nông nghiệp. Tháng 12 năm 2016, Thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Eastern

Flanders của Bỉ đã kí Biên bản ghi nhớ nhằm thúc đẩy hợp tác nông nghiệp tập trung vào những dự án công nghệ cao. Việc hợp tác trong giáo dục cũng thể hiện mối liên kết mạnh mẽ giữa hai quốc gia. Ví dụ, Đại học Ghent đã hợp tác chặt chẽ với Đại học Cần Thơ về nuôi trồng thủy sản, với Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh về lai tạo giống bò BBB, trong khi Gembloux Agro-Bio Tech cũng đã thực hiện nhiều chương trình phát triển nông nghiệp khác nhau.

4.6.2 Giải thưởng của Entobel

Entobel đã vinh dự được chính phủ Việt Nam tặng thưởng do những kế hoạch phát triển tại Việt Nam và tiềm năng hỗ trợ phát triển nông nghiệp bền vững. Cụ thể, Bộ Khoa học và Công nghệ đã hoan nghênh Entobel trong một chương trình phát triển khởi nghiệp (IPP Program) năm 2015.

Chương trình Đối tác đổi mới sáng tạo Việt Nam - Phần Lan (IPP) là hình thức hỗ trợ Phát triển, chính thức đồng tổ chức và tài trợ bởi chính phủ Việt Nam và Phần Lan. IPP đang trong giai đoạn thứ hai (IPP2) từ năm 2014 đến năm 2018 với tổng ngân sách 11 triệu euro. IPP hỗ trợ mục tiêu tổng thể của Việt Nam trở thành nền kinh tế tri thức công nghiệp hóa có mức thu nhập trung bình trước năm 2020. Mục tiêu của chương trình chính là thúc đẩy tăng trưởng kinh tế bền vững ở Việt Nam thông qua việc tăng gia sản xuất và xuất khẩu các sản phẩm và dịch vụ sáng tạo.

IPP nhắm đến mục tiêu dài hạn cho nền kinh tế và hệ thống đổi mới của Việt Nam. Chương trình hợp tác cùng những đối tác quan trọng trong nước cũng như quốc tế để mở rộng đổi mới thiết thực, đào tạo doanh nhân cũng như cải thiện cơ chế hỗ trợ địa phương và các chương trình dành cho các công ty sáng tạo Việt mới thành lập. IPP làm việc cùng những nhân vật chủ chốt để xây dựng nền móng vững chắc cho các thể hệ doanh nhân đời tiếp theo của Việt Nam và tăng cường quan hệ đối tác đổi mới và kinh doanh giữa Việt Nam và các nước khác, đặc biệt là Phần Lan.

Trong suốt chương trình này, Entobel có thể tăng cường chuyên môn cũng như làm việc cùng doanh nhân địa phương, huấn luyện viên và quan chức để tiến lên trong các giai đoạn tiếp theo. Entobel rất vinh dự khi nhận được sự hỗ trợ từ địa phương và được Bộ

Khoa học và Công nghệ công nhận là đơn vị khởi nghiệp tiềm năng cao.



4.6.3 Nhà máy Entobel

Công ty Entobel đã dự định thiết lập nhà máy đầu tiên tại miền Nam Việt Nam. Công suất nhà máy dự kiến đạt sản lượng 500 tấn bột nhộng trùng và 2.500 tấn phân hữu cơ mỗi năm. Nhà máy đầu tiên này dự kiến có 50 nhân công. Nhà máy Entobel sẽ tôn trọng tất cả những tiêu chuẩn quốc tế về vệ sinh và truy xuất nguồn gốc.

Tiềm năng ngành sản xuất bột côn trùng tại Việt Nam rất lớn. Entobel hướng tới mục tiêu thiết lập thêm một số nhà máy trên khắp đất nước; qua đó, sẽ giúp Việt Nam lên vị trí dẫn đầu trong ngành công nghiệp sản xuất bột côn trùng trong khu vực Đông Nam Á và trên thế giới.

Entobel đang chờ Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE) và Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (MARD) chấp thuận các hoạt động của mình tại Việt Nam. Sau khi được phê duyệt, Entobel sẽ xin cấp giấy chứng nhận đầu tư theo đúng pháp luật Việt Nam.

4.7 Thảo luận

Entobel thu được nhiều lợi ích nhờ kinh nghiệm lâu năm phát triển các dự án chăn nuôi RLĐ công nghiệp tại các khu vực khí hậu khác nhau trên toàn thế giới. Điều này có nghĩa rằng công nghệ của Entobel dễ dàng được nhân rộng mà vẫn đảm bảo độ an toàn tối đa. Đối tác của Entobel đã nhân rộng mô hình sản xuất tại các quốc gia nhiệt đới như Tanzania và Kenya. Tại mỗi quốc gia, các dự án đều nhận được sự ủng hộ nhiệt tình từ bộ nông nghiệp, chính quyền địa phương. Các dự án cũng đang được tiến hành tại Quảng Châu, Trung Quốc. Tất cả những hoạt động này đều được quản lý với tiêu chuẩn an toàn và vệ sinh cao. Không công ty sản xuất RLĐ nào trên thế giới có thể cam kết có kinh nghiệm với những vùng khí hậu,

khu vực đa dạng như Entobel.

Ngoài ra, đội ngũ quản lý của Entobel đã có nhiều năm kinh nghiệm làm việc tại Việt Nam, nghiên cứu tiềm năng để thực hiện các hoạt động như vậy. Vì vậy, Entobel là một trong những công ty tốt nhất có thể phát triển các hoạt động liên quan đến RLĐ công nghiệp tại Việt Nam.

4.8 Kết luận

Công nghệ chế biến của Entobel đã được chuyển giao từ Đức và thay đổi cho phù hợp với điều kiện ở Việt Nam thông qua đối tác Hermetia HmbH. Hermetia GmbH đã xây dựng cơ sở sản xuất đầu tiên tại Đức năm 2004 với sự hỗ trợ từ chính phủ Đức và đã được nhận giấy Chứng nhận Thú y để đủ điều kiện phát triển các hoạt động của mình cũng như thương mại hóa sản phẩm. Hermetia HmbH đã chứng minh thành tích tuyệt vời của mình khi duy trì việc sản xuất ổn định, an toàn ở quy mô lớn.

Tất cả các bước trong quy trình chế biến đều được Entobel nắm vững và thành thạo. Bước đầu tiên chính là chuẩn bị nguyên liệu đầu vào, hay dễ hiểu hơn chính là chế độ ăn cho ấu trùng. Nguyên liệu đầu vào chủ yếu là phế thải từ nhà máy chế biến thực vật được dùng để cung cấp dinh dưỡng cho ấu trùng trong giai đoạn nuôi đến khi thu hoạch. Trứng được sản xuất trong môi trường riêng biệt khép kín và an toàn. Bước cuối cùng bao gồm việc chế biến ấu trùng sau khi thu hoạch nhằm cho ra đời thành phẩm cuối: bột côn trùng. Bột côn trùng chứa 55-60% đạm và 10-15% chất béo, được cung cấp cho nhà sản xuất thức ăn chăn nuôi nhằm thay thế bột cá.

Entobel quyết định chọn Việt Nam làm địa điểm xây dựng nhà máy. Công suất của nhà máy đầu tiên đạt 500 tấn bột côn trùng mỗi năm. Mặc dù vậy, Entobel hy vọng sẽ thiết lập thêm nhiều nhà máy tại Việt Nam trong tương lai.

Kết luận và đề nghị

Kết luận

Nghiên cứu này chứng minh tiềm năng sử dụng RLD như là một trong những công cụ tái chế chất thải hữu cơ thành thức ăn chăn nuôi giàu đạm và phân bón hữu cơ có giá trị sinh học cao. Hơn thế nữa, khi làm chủ một công nghệ an toàn và ổn định, những hoạt động này sẽ được phát triển an toàn với quy mô công nghiệp tại Việt Nam. Entobel cùng đối tác của mình đã có kinh nghiệm chuyên sâu trong việc sản xuất có kiểm soát và chuyển hóa ấu trùng RLD. Một công nghệ an toàn và có khả năng mở rộng đã được thiết kế cho mục đích này.

Ruồi lính đen là một loài côn trùng không gây hại đặc hữu tại Việt Nam và phân bố trên toàn thế giới. Loại côn trùng này đã được nghiên cứu rộng rãi tại các trường đại học ở Việt Nam. Chúng đã được chứng minh có công dụng tái chế rác thải hữu cơ thành nguồn thức ăn đậm thay thế trong khẩu phần thức ăn chăn nuôi gia súc, gia cầm và thủy sản bền vững. Những lợi ích cả về kinh tế lẫn môi trường của chúng đã được nghiên cứu tại Việt Nam và trên thế giới từ năm 2001.

Trong bối cảnh này, Entobel tin rằng việc thiết lập một cơ sở sản xuất và chuyển hóa RLD sẽ góp phần tăng cường các nỗ lực, chính sách quản lý môi trường của nhà nước Việt Nam, đồng thời đề xuất một giải pháp bền vững, sáng tạo thay thế các nguồn đạm nhập khẩu khác. Entobel cũng có ý định hỗ trợ sự phát triển của ngành nuôi trồng thủy sản chất lượng cao của Việt Nam thông qua việc cung cấp các sản phẩm đạm từ côn trùng. Việc nghiên cứu và phát triển đối với ngành sản xuất bột nhộng trùng và phân hữu cơ sinh học giá trị cao nhằm tối ưu hóa quy trình sản xuất chắc chắn vẫn còn tiếp tục. Vì vậy, Entobel sẽ phối hợp chặt chẽ với các trường đại học trong việc nghiên cứu phát triển kỹ thuật, quy trình công nghệ, chế biến, bảo quản và sử dụng sản phẩm.

Entobel và đối tác đã làm việc chặt chẽ cùng Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh để soạn thảo quyền sách này, chứng

minh RLD là loài đặc hữu của Việt Nam và rằng Entobel có đội ngũ có chuyên môn, kinh nghiệm để sử dụng loại côn trùng này ở quy mô lớn.

Đề nghị

Ruồi lính đen không gây ra bất kỳ rủi ro nào cho môi trường. Đây là một loại ruồi khá yếu, chúng sẽ chết sau vài ngày trong vòng đời phát triển. Loài ruồi này không vào nhà, quán ăn, mà chúng sống cách biệt với con người. Chúng không có miệng, vì lẽ đó không cắn phá và chưa có bất kỳ trường hợp nào cho thấy chúng mang mầm bệnh truyền nhiễm. Vì vậy, tác giả đề nghị cho phép nuôi trồng RLD với quy mô công nghiệp tại Việt Nam.

Nhóm tác giả cũng đề nghị phát triển cơ sở công nghiệp sản xuất RLD tại Việt Nam dựa trên việc sử dụng công nghệ của Entobel. Entobel thực sự là công ty duy nhất trên thế giới có kinh nghiệm phát triển những cơ sở này trong nhiều vùng khí hậu, bao gồm khí hậu nhiệt đới, và các châu lục khác nhau. Vì lẽ đó, công nghệ của Entobel là lựa chọn thích hợp nhất, đảm bảo phát triển an toàn tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

- Trần Tấn Việt, 2002. *Xử lý rác hũu cơ từ rác sinh hoạt bằng kỹ thuật chuyển hóa sinh học: Kết quả thí nghiệm và khả năng ứng dụng*, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.
- Trần Tấn Việt, 2008. *Nghiên cứu thí nghiệm: toilet sinh học, sử dụng ấu trùng *Hermetia illucens* làm tác nhân phân huỷ*, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh. Đề tài cấp Bộ, Mã số: B2006-12-09.
- Trần Tấn Việt và Nguyễn Hữu Trúc, 2005. *Sử dụng ấu trùng *Hermetia illucens* để xử lý phân heo từ nguồn protein và phân hũu cơ* - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Sở, Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường tỉnh Đồng Nai.
- Trần Tấn Việt, Nguyễn Hữu Trúc và Đỗ Nguyên Hương Thảo, 2005. *Nghiên cứu đặc điểm hình thái, sinh học và hành vi RLĐ *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae)*, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Tiếng Anh

- Abu-Ghazaleh A. A., Schingoethe D. J., Hippen A. R., 2001. Conjugated linoleic acid and other beneficial fatty acids in milk fat from cows fed soybean meal, fish meal, or both, *Journal Dairy Science*. 84(8).1845-50.
- Agriculture Information Bulletin, 2002. China's Food and Agriculture. Issues for the 21st Century, Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, U.S.
- Agriprotein 2013. Website. <http://www.agriprotein.com/>
- Albert G. J. Tacona, Marc Metian, 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds. Trends and future prospects, Elsevier.
- Aldrichl A., 2012. Rendered products in pet food, National Renderers Association, sine dato ARBIA và al, Chitin Extraction from Crustacean Shells by Biological Methods – A review.

- Barclay Eliza, 2012. How Fly Farming May Help More Fish Stay In The Sea, NPR. <http://www.npr.org/blogs/thesalt/2012/10/15/162961073/how-fly-farming-may-help-more-fish-stay-in-the-sea>.
- Bary T., 2004. Valuation of the economic, social, and biological feasibility of bioconverting food wastes with the black soldier fly *Hermetia illucens*, University of North Texas.
- Biomar, 2013. Website. www.biomar.com.
- Bjomsson S., 2012. Aquafeed production from lower life forms, Aarhus University.
- Bondari K., Sheppard D. C., 1981. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture*. 24.103-109.
- Born Free USA, 2012. What's Really in Pet Food, bornfreeusa.org.
- Bosch G., Zhang S., Oonincx D. G. A. B., Hendriks W. H., 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods, *Journal of Nutritional Science*, 329, pp. 1-4.
- Brown D., 2000. The recipe for disaster' that killed 80 and left a £5bn bill, *The Telegraph*.
- Burtle G., Newton G. L., Sheppard D. C., 2012. Mass Production of Black Soldier Fly Prepupae for Aquaculture Diets, University of Georgia, A Manuscript for Aquaculture International.
- Butler A., 2012. Deforestation in the Amazon, Mongabay.com, CRIOC, La consummation de viande.
- Craig Sheppard D., Gary Burtle, Larry Newton G., 2008. The Future of Aquafeeds in 2013, Fishmeal Replacement with Black Soldier Fly, NOAA Aquaculture Programs and the NOAA-USDA Alternative Feeds Initiative.
- Dale A., 2004. Alternative Proteins in Companion Animal Nutrition, ADM Animal Health và Nutrition.
- David C. Wilson, Anne Scheinberg, Ljiljana Rodic. Global challenges of managing organic waste, Waste Management World Website. <http://www.waste-management-world.com/articles/print/volume-12/issue-1/features/global-challenges-of-managing-organic-waste.html>.

- Dennis G. A. B. Oonincx, Joost van Itterbeeck, Marcel J. W. Heetkamp, Henry van den Brand, Joop J A van Loon, Arnold van Huis, 2010. An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption, Immo A. Hansen, New Mexico State University, United States of America.
- Diener S., Zurbrugg C., Gutierrez F. R., Nguyen D. H., Morel A., Kootatep T., Tockner K., 2011. Black soldier fly larvae for organic waste treatment – prospects and constraints, Proceedings of the WasteSafe 2011 – 2nd International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries 13-15 February 2011, Khulna, Bangladesh.
- Dieu T. T. M., Thien N. N., Hang N. T. T., Chung P. B., 2015. Possibility to degrade water hyacinth by black soldier larvae, International Journal of Innovative Science, Engineering và Technology, 22, pp. 174-180.
- Direction générale opérationnelle de l'agriculture, des ressources naturelles et de l'environnement 2013. Evolution de l'économie agricole et horticole de la wallonie 2011 – 2012, Service Public de Wallonie.
- Dove C. R., Newton G. L., Sheppard D. C., 2013. The use of soldier fly prepupae as a replacement for blood plasma in phase 1 and 2 nursery diets, Journal of Animal Science.
- Dung N. V., Hoa N. P., 2010. Use of soldier fly *Hermetia illucens* pupae reared in different manure sources as protein source for hybrid catfish *Clarias* sp. culture, MEKARN Conference 2010.
- Elwert Christian, Ivonne Knips Ivonne, Katz Peter, 2010. A novel protein source. Maggot meal of the Black Soldier fly *Hermetia illucens* in broiler feed”, Baruth Enviroflight, 2013. Website. <http://www.enviroflight.net/>.
- Erickson M. C., Islam M., Sheppard C., Liao J., Doyle M. P., 2004. Reduction of *Escherichia coli* 0157.H7 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. J Food Prot. 2004 Apr; 67(4). 685 – 90.
- Erickson M. C., Islam M., Sheppard C., Liao J., Doyle M. P., 2004. Reduction of *Escherichia coli* 0157.H7 and *Salmonella enterica*

- serovar Enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *J. Food Protection*. 67.685-690.
- 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.
- F Manzano-Agugliar, M. J. Sanchez-Muros, F. G. Barros, A. Martínez-Sánchez, S. Rojo, C. Pérez-Bañón, 2012. *Insects for biodiesel production*, Elsevier.
- FAO 2004. Protein sources for the animal feed industry, Rome, 2004
FAO, Quest for Novel Food Sources, Rome Conference, 2012
FAO, The state of world fisheries and aquaculture, Rome, 2012
FAO, Edible insects Future prospects for food and feed security, 2013
Forestry paper 171.
- Finke M. D., 2008. *Encyclopedia of Entomology*, Springer, 4441p., 2008.
Forrester, A., The Effects of El Niño on Marine Life, CSA, 1997
Globefish, A quarterly update on world seafood markets, FAO, 2011, April 30.
- Gabler F., 2014. Using Black Soldier Fly for waste recycling and effective *Salmonella* spp. Reduction, Swedish University of Agricultural Sciences Department of Energy and Technology.
- Goddard J., 2007. *Physician's guide to arthropods of medical importance*, Fifth edition, CRC Press, pp. 114-115.
- Greenpeace, 2009. Amazon cattle footprint, Brazil.
- Gujarathi G. R., Pejaver M. K., 2013. Occurrence of Black Soldier Fly *Hermetia illucens* Diptera. Stratiomyidae in Biocompost, *Research Journal of Recent Sciences*, 24, pp. 65-66.
- Hale O. M., 1973. Dried *Hermetia illucens* larvae Stratiomyidae as a feed additive for poultry. *J. Ga. Entomol. Soc.* 8.16-20.
- Hamilton C. R., 2004. Real and perceived issues involving animal proteins, FAO.
- Heaton Lauren, 2013. Enviroflight in the spotlight, YS News, March 15, 2013 Website. <http://ysnews.com/news/2013/03/enviroflight-in-the-spotlight>.

- Heidi M. Myers, Jeffery K. Tomberlin, Barry D. Lambert, David Kattes, 2008. Development of Black Soldier Fly Diptera. Stratiomyidae Larvae Fed Dairy Manure.
- Hem Saurin, Toure S., Sagbla S., Legendre Marc, 2008. Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture. Experiences from the forest region Republic of Guinea. African Journal of Biotechnology, 2008, 7 (8), p. 1192-1198. ISSN 1684-5315.
- Hoekstra A. Y., 2008. The water footprint of food, Twente Water Centre, University of Twente, The Netherlands.
- Hung N. N., Hoa V. T. L., 2008. Mô phỏng vòng đời và hoạt động phân hủy rác thải của ruồi lính đen. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Số 10, 49-54.
- Institut national de la statistique et des études économiques. Atlas transfrontalier Tome 9. Histoire - Terre de prospérité. agriculture.
- Jackson A., 2009. The continuing demand for sustainable fishmeal and fish oil in aquaculture diets, Ergomix.com, December 2009.
- Jagran, 2013. Website. <http://www.jagran.nl>.
- James M. MacDonald, Erik J. O'Donoghue, William D. McBride, Richard F. Nehring, Carmen L. Sandretto, Roberto Mosheim, 2007. Changes in the size and location of U.S. dairy farms, Economic Research Service/USDA.
- Jenny Gustavsson, Christel Cederberg and Ulf Sonesson, 2011. Global food losses and food waste, FAO, 2011.
- Keating D., 2012. Showdown over fish quotas, EuropeanVoice, KHARAS H, The Emerging Middle Class in Developing Countries, Brookings.
- Ken Hammond, Dana Downic, R. Faidutti, Gene Alexander, H. Wagner, Nicholas Schareika, 2006. Livestock's long shadow, environmental issues and options, FAO.
- Kim W., Bae S., Park H., Park K., Lee S., Choi Y., Han S., Koh Y., 2010. The larval age and mouth morphology of the black soldier fly, *Hermetia illucens* Diptera. Stratiomyidae, Int. J. Indust. Entomol. 21 2, pp. 185-187.
- Klaus Deininger, Derek Byerlee, 2011. The rise of large farms in land abundant countries, the World Bank.

- Krishen J. Rana, Sunil Siriwardena, 2009. Impact of rising feed ingredient on aquafeeds and aquaculture production, FAO.
- 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*, 364-365, 345–352. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.08.041.
- L'Observatoire Bruxellois de la Consommation Durable - OBCD, 2007. Consommation de viande. Un lourd tribut environnemental, CRIOC.be.
- Lalander C., Diener S., Magri M. E., Zurbrügg C., Lindström A., Vinnerås B., 2013. Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly *Hermetia illucens* - From a hygiene aspect. *Science of The Total Environment*. Volumes 458–460, 1 August 2013, Pages 312–318.
- Larde G., 1990. Recycling of Coffee Pulp by *Hermetia illucens* Diptera. Stratiomyidae Larvae. *Biological wastes*. Volume 33.4, 307-310 Volume 33, Issue 4, 1990, Pages 307-310 Volume 33, Issue 4, 1990, Pages 307-310 Volume 33, Issue 4, 1990, Pages 307-310 Volume 33, Issue 4, 1990, Pages 307-310 Volume 33, Issue 4, 1990, Pages 307-310.
- Larsen J., 2012. Meat Consumption in China Now Double That in the United States, Earth Policy Institute, 2012, April 24. Website. http://www.earth-policy.org/plan_b_updates/2012/update102.
- Li Q., Zheng L., Qiu N., Cai H., Tomberlin K., Yu Z., 2011. Bioconversion of dairy manure by black soldier fly Diptera. Stratiomyidae for biodiesel and sugar production.
- Liu Q., Tomberlin J. K., Brady J. A., Sanford M. R., And Yu Z., 2008. Black Soldier Fly Diptera. Stratiomyidae Larvae Reduce *Escherichia coli* in Dairy Manure, *Environ. Entomol.* 376, pp. 1525-1530.
- Lock E. J., Arsiwalla T., Waagbo T., 2013. Insect larvae meal as an alternative source of nutrients in the diet of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolt, *Aquaculture Nutrition*, ANU-13-317.
- Longyu Zhenga, Qing Lia, Jibin Zhanga, Ziniu Yua, 2011. Double the biodiesel yield. Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*,

on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production.

- Lorimor J., Fulhage C., Zhang R., Funk T., Sheffield R., Sheppard D. C., Newton G. L., 2006. Manure Management Strategies and Technologies. In: J. M. Rice, D. F. Caldwell, F. J. Humenik, eds. Animal and the Environment. National Center for Manure and Animal Waste Management White Papers. ASABE, St. Joseph, MI. P. 409-434.
- MarketsandMarkets, 2013. Aquafeeds Market By End Consumption Fish, Crustaceans, Mollusks, Others, By Additives, Antibiotics, Vitamins, Antioxidants, Amino Acids, Feed Enzymes, Feed Acidifiers, Others, By Geography. Global Trends và Forecasts To 2018.
- Marks J., 2009. Colruyt, l'épicier renouvelable, energymag.
- Marshall S. A., Wooddey N. E., Hauser M., 2015. The historical spread of the Black Soldier Fly *Hermetia illucens* L. (Diptera, Stratiomyidae, Hermetiinae), and its establishment in Canada, Journal of the Entomological society in Ontario, 146. pp. 51-54.
- Masuda T., Goldsmith P., 2009. World soybean production area harvested, yield and long-term projections, International Food and Agribusiness Management Review IFAMR, IAMA.
- Maurer V., Holinger M., Amsler Z., Fruh B., Wohlfahrt J., Stamer A., Leiber F., 2015. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers, Journal of Insects as Food and Feed, 0071.
- Mcfadden M. W., 1967. Soldier fly larvae in America north of Mexico. Proceedings of the United States National Museum. 1967; 12.1-72.
- Men B. X., Ogle B., Preston T. R., 2010. Production and evaluation of Black Soldier Fly larvae and termites as protein supplements for chickens, Can Tho University, Workshop-seminar, 23-25 May, 2005, MEKARN-CTU.
- Mercopress, 2012. Peru slashes anchovy quota by 68%, fish meal prices forecasted to soar, en.mercopres.com Website. <http://en.mercopress.com/2012/11/04/peru-slashes-anchovy-quota-by-68-fish-meal-prices-forecasted-to-soar>.

- Miles R. D., Chapman F. A., 2012. The benefits of fish meal in aquaculture diets, University of Florida.
- Newton G. L., Booram C. V., Barker R. W., Hale O. M., 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. J. Anim. Sci. 44:395-399.
- Newton G. L., Booram C. V., Barker R. W., Hale O. M., 2005. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine, 1977 NEWTON.
- Newton G. L., Sheppard D. C., Burtle G. J., 2004. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure, Univ. Of Georgia, College of Agric. và Environ. Sci., Dept. Of Anim. và Dairy Sci. Annual Report.
- Newton L., Sheppard C., Watson D. W., Burtle G., Dove G., 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value added tool or the management of swine manure.
- Newton L., Sheppard C., Watson W., Burtle G., Dove R., 2004. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. Univ. Of Georgia, College of Agric. và Environ. Sci., Dept. Of Anim. và Dairy Sci. Annual Report.
- Nguyen H. D., 2010. Decomposition of organic wastes by Black Soldier fly larvae, Hanoi Natural Resources and Environment University, LAP Lambert Academic Publishing.
- Nitin Agrawal, Marissa Chacko, Meena Ramachandran Min Thian, 2011. Assessing the commercial viability of bsf as biodiesel và animal feed, university of California Berkeley Agricultural Outlook, confined animal production poses manure management problems, economic research service/USDA, 2000.
- NUTRECO, 2013. Website. www.nutreco.com.
- Oliveira F., Doelle K., List R., 2015. Assessment of Diptera. Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* L., 1758 using electron microscopy, Journal of Entomology and Zoology Studies 35. pp. 147-152.
- Organic Nutrition, 2013. Website. <http://www.neptuneindustries.net/>

- Papp P., Merz B., Földvári M., 2006. A summary of the families and genera with references to the species representations, *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 522, pp. 97-269.
- Phan T. T., Huynh L. N., Quyen T. T. K., Tam T. N. T., Watanabe T., 2003. Control of environmental pollution by livestock excreta in rural area in the Mekong Delta. Composting of swine feces. In. Final Workshop of Mekong Delta Project. Development of new technologies and their practice for sustainable farming systems in the Mekong Delta ed. Jircas-CTU-CLRRRI-SOFRI pp. 353-361. CTU, Can Tho.
- PRNewswire, 2012. Global Pet Food Market is Forecasted to Reach USD 74.8 Billion by 2017. Transparency Market Research.
- Project PROteINSECT, 2013. Website. <http://www.proteinsect.eu/index.php?id=19>
- Protix 2013. Website. <http://www.protix-bs.com>
- Qing Li, Longyu Zheng, Hao Cai, E. Garza, Ziniu Yu, Shengde Zhou, 2010. From organic waste to biodiesel. Black soldier fly, *Hermetia illucens* makes it feasible, Elsevier.
- Nguyễn Thị Tú Quyên và Bùi Xuân An, 2016. Ảnh hưởng của mật độ ấu trùng Ruồi Lính Đen (*Hermetia illucens*) đến khả năng chuyển hoá phân bò và một số ảnh hưởng tới môi trường. Luận văn Thạc sĩ. Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh
- Rana K. M. S., 2014. Development of black soldier fly larvae rearing technique to supplement fish feed, Department of Aquaculture Bangladesh Agricultural University Mymensingh.
- Rana K. M. S., Salam M. A., Hashem S., Islam M. A., 2015. Development of Black Soldier Fly Larvae Production Technique as an Alternate Fish Feed, *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 5 1, pp. 41-47.
- Rasmussen C., 2008. *Zootaxa*. Catalog of the Indo-Malayan/Australasian stingless bees Hymenoptera. Apidae. Meliponini, Magnolia Press, pp 6-7.
- Roderick E., 2013. REUTERS, Nutreco shares fall, client wants to buy fishmeal firm, Brazil, Potential Next Big Aquaculture Producer. World Aquaculture 2011 Natal, Brazil, Panoramaacuicola.com, 2011, August 30.

- Sheppard C., Burtle G., Newton L., 2008. The Future of Aquafeeds in 2013, Fishmeal Replacement with Black Soldier Fly Pre-pupae, Organic Value Recovery Solutions LLC.
- Sheppard D. C., 2000. A Brief Discussion of Food Safety Issues Associated with Production and Feeding of Black Soldier Fly Larvae to Food Animals, University of Georgia.
- Sheppard D. C., Newton G., 1994. A value added manure management system using the black soldier Fly.
- Sheppard D. C., Newton G. L., Burtle G., 2007. Black Soldier Fly Prepupae A Compelling Alternative to Fish Meal and Fish Oil, University of Georgia.
- Sheppard D. C., Tomberlain J. K., 2002. Rearing methods for the Black Soldier Fly Diptera. Stratiomyidae.
- Sophie St-Hilaire, Craig Sheppard, Jeffery K Tomberlin, Stephen Irving, Larry Newton, Mark A McGuire, Erin E Mosley, Ronald W Hardy, Wendy Sealey, 2007. Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*.
- Sophie St-Hilaire, Katie Cranfill, Mark A McGuire, Erin E Mosley, Jeffery K Tomberlin, Larry Newton, Wendy Sealey, Craig Sheppard, Stephen Irving, 2007. Fish Offal Recycling by the Black Soldier Fly Produces a Foodstuff High in Omega-3 Fatty Acids.
- Stamer A., Wesselss S., Neidigk R., Hoerstgen-Shwark G., 2014. Black Soldier Fly *Hermetia illucens* larvae-meal as an example for a new feed ingredients' class in aquaculture diets.
- Stefan Diener, Christian Zurbrügg, Floria Roa Gutiérrez, Dang Hong Nguyen, Antoine Morel and Thammarat Koottatep, 2011. Black soldier fly larvae for organic waste treatment – prospects and constraints. Conference. WasteSafe 2011, 2nd International Conference on Solid Waste Management in Developing Countries, 13-15 February 2011, Khulna, Bangladesh WasteSafe 2011, 2nd International Conference on Solid Waste Management in Developing Countries, 13-15 February 2011, Khulna, Bangladesh.
- St-Hilaire S., Cranfill K., McGuire M. A., Mosley E. E., Tomberlin J. K., Newton L., Sealey W., Sheppard C., Irvin S., 2007b. Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in Omega-3 fatty acids. J. World Aquaculture Soc. 38.309-313.

- ST-Hilaire S., Sheppard C., Tomberlin J. K., Irving S., Newton L., Mcguire M. A., Mosley E. E., Hardy R. W., Sealey W., 2007a. Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. J. World Aquaculture Soc. 38:59-67.
- St-Hillaire S., Sheppard C., Tomberlin J. K., Irving S., Newton L., Mcguire M. A., Mosley E. E., Hardy R. W., Sealy W., 2007b. Fly Prepupae as a Feedstuff for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Journal of the world aquaculture society, 381, pp. 59-67.
- Taylor J., 2012. The protein problem. Ingredient shortages and alternative sources, PetfoodIndustry.com, The McKinsey Quarterly, The value of China's emerging middle class, Andrew Leung International Ltd, 2006.
- The Telegraph, 2012. China now eats twice as much meat as the United States, Website. <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/china/9605048/China-now-eats-twice-as-much-meat-as-the-United-States.html>.
- Tomberlin J. K., 2001. Biological, behavioral, and toxicological studies on the black soldier fly diptera. Stratiomyidae, University of Georgia.
- Tomberlin J. K., Adler P. H., Myers H. M., 2009. Development of the black soldier fly Diptera. Stratiomyidae in relation to temperature, Entomol. 38 3, pp. 930-934.
- Tomberlin J. K., Sheppard D. C., Joyce J. A., 2002. Selected Life-History Traits of Black Soldier Flies Diptera. Stratiomyidae Reared on Three Artificial Diets, Ann. Entomol. Soc. Am. 953, pp. 379-386.
- Treloar V., 2013. Cermaq Offers \$600 Million to Acquire Copeinca in Expansion, Bloomberg.
- UTE A., 2009. Options for reuse of nutrients from waste water in the Mekong Delta, Vietnam, Bonn University.
- Venter Irma, 2013. Large-scale fly farms could feed the food that feeds the world, Cape entrepreneur claims, Engineering News, Website: <http://www.engineeringnews.co.za/article/large-scale-fly-farms-could-feed-the-food-that-feeds-the-world-cape-entrepreneur-claims-2013-03-29>.

- Vercaeren M., Créer une valeur ajoutée durable, Groupe Colruyt, website. <https://www.colruytgroup.be/fr/%C3%A0-notre-propos/mission-et-valeurs>.
- Victoria Soldevila, Lourdes Viladomiu, Gemma Francès, 2009. Catalanian pork value chain's resilience ready for environmental challenge?
- Wardhana A. H., 2016. Black soldier fly hermetia illucens as an alternative protein source for animal feed, Indonesian bulletin of animal and veterinary science.
- Wolkers H., 2010. Wageningen gets the bug, Wageningen World, 2010 Ynsect, 2013 Website. <http://www.ynsect.com/>
- Woodley N. E., 2001. A world catalogue of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera), North American Dipterists' Society.
- Washington, D.C., USA Zhou F., Tomberlin J. K., Zheng L., Yu Z. and Zhang J., 2013. Developmental and Waste Reduction Plasticity of Three Black Soldier Fly Strains Diptera. Stratiomyidae Raised on Different Livestock Manures, Journal of Medical Entomology, 506. pp. 1224-1230.

**RUỒI LÍNH ĐEN
(*Hermetia illucens*):
LOẠI CÔN TRÙNG AN
TOÀN, HỮU ÍCH CHO CHĂN
NUÔI CÔNG NGHIỆP**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP HCM
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU VÀ CHUYÊN
GIAO CÔNG NGHỆ
DƯƠNG NGUYỄN KHANG (CB)
TRẦN TẤN VIỆT
LÊ TRỊNH HẢI
ALEXANDRE DE CATERS
GAETAN CRIELAARD**

Nhà xuất bản ĐHQG-HCM và tác giả/đối tác
liên kết giữ bản quyền®

Copyright © by VNU-HCM Press and author/
co-partnership All rights reserved

Xuất bản năm 2017

Số lượng 200 cuốn,
Khổ 16 x 24 cm,
ĐKKHXB số: 1317- 2017/CXBIPH/
13-71/ĐHQGTPHCM,
Quyết định XB số 93/QĐ -
ĐHQGTPHCM
của NXB ĐHQG-HCM
cấp ngày 30-05-2017
In tại: Công ty TNHH MTV In ấn
Mai Thịnh Đức
Đ/c: 71 đường Kha Vạn Cân –
Q. Thủ Đức – TP HCM.
Nộp lưu chiểu: Quý II/2017

**NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**
Khu phố 6, Phường Linh Trung, Quận Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh
Dãy C, số 10-12 Đinh Tiên Hoàng, Phường Bến Nghé,
Quận 1, TP Hồ Chí Minh
ĐT: 08 6272 6361 – 08 6272 6390
E-mail: vnuhp@vnuhcm.edu.vn

PHÒNG PHÁT HÀNH
Dãy C, số 10-12 Đinh Tiên Hoàng, Phường Bến Nghé,
Quận 1, TP Hồ Chí Minh
ĐT: 08 6272 6361 – 08 6272 6390
Website: www.nxbdhqghcm.edu.vn

TRUNG TÂM SÁCH ĐẠI HỌC
Tầng hầm, Dãy C, số 10-12 Đinh Tiên Hoàng, Phường Bến
Nghé, Quận 1, TP Hồ Chí Minh
ĐT: 08 6272 6350 - 08 6272 6353
Website: www.sachdaihoc.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN HOÀNG DŨNG

Chịu trách nhiệm nội dung
NGUYỄN HOÀNG DŨNG

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm về tác quyền
CÔNG TY TNHH TOP PRINTING

Biên tập
PHẠM THỊ ANH TÚ

Sửa bản in
THUỖ DƯƠNG

Trình bày bìa
CÔNG TY TNHH TOP PRINTING

**ISBN: 978 – 604 –
73 – 5275 – 3**

ISBN: 978-604-73-5275-3



GIÁ: 50.000 Đ

**RUỒI LÍNH ĐEN
(HERMETIA ILLUCENS):
LOẠI CÔN TRÙNG AN TOÀN, HỮU ÍCH
CHỖ CHĂN NUÔI CÔNG NGHIỆP**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP HCM
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU VÀ CHUYÊN
GIAO CÔNG NGHỆ
DƯƠNG NGUYỄN KHANG (CB)
TRẦN TẤN VIỆT
LÊ TRỊNH HẢI
ALEXANDRE DE CATER
GAETAN CRIELAARD

Bản tiếng Việt ©, CÔNG TY TNHH TOP PRINTING, NXB ĐHQG-HCM và CÁC TÁC GIẢ.
Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật Xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam.
Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý
của tác giả và Nhà xuất bản.

ĐỂ CÓ SÁCH HAY, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!