

ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN GIA SÚC VÀ GIA CẦM VÀ CHẤT ĐỘN HỮU CƠ ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN VÀ CHẤT LƯỢNG THỊT TRÙN QUẾ

Nguyễn Thị Bạch Kim

Khoa Phát triển Nông thôn, ĐHTC

TÓM TẮT

Phân gia súc và gia cầm và chất độn hữu cơ (rác thải hữu cơ, phụ phế phẩm nông nghiệp) là một trong những nguồn thức ăn phổ biến, giàu dinh dưỡng cho trùn Quế. Quá trình phát triển và chất lượng thịt trùn phụ thuộc vào thành phần thức ăn của nó, tuy nhiên không phải thành phần thức ăn nào trùn cũng có thể tiêu hóa và hấp thu dễ dàng. Nhiều nghiên cứu đã khẳng định trùn phát triển tốt khi được cho ăn bằng phân bò, kể đến là phân heo; phát triển chậm khi ăn phân ngựa và phân gà. Trùn phát triển tốt hơn trong hỗn hợp 75% phân bò với 25% rau củ quả thừa hoặc 25% lá cây so với rơm rạ và xơ dừa. Nên phối trộn dưới 50% lục bình vào phân heo; 80% phân ngựa với 20% rác thải sinh hoạt; 50% phân heo và 50% phân bò cho trùn ăn, trùn sẽ phát triển tốt. Cho trùn ăn hỗn hợp phân bò và phân vịt với bã mía với tỷ lệ 70:30; phân heo, phân thỏ, phân gà với bã mía với tỷ lệ 100:0 và 70:30; phân dê:bã mía 100:0 sẽ đạt tốc độ tăng trưởng và sinh trưởng nhanh, thịt trùn có hàm lượng protein tổng số và đạm amin cao.

1. GIỚI THIỆU

Phân gia súc và gia cầm và chất độn hữu cơ (rác thải hữu cơ, phụ phế phẩm nông nghiệp) là một trong những nguồn gây ô nhiễm môi trường nếu không được thu gom và xử lý đúng cách. Theo phương pháp truyền thống, có thể sử dụng nguồn hữu cơ trên để tạo phân hữu cơ bón ruộng, cải tạo đất. Gần đây, chúng còn được sử dụng để làm nguyên liệu sản xuất biogas (sản xuất khí gas từ phân bằng quá trình lên men yếm khí), làm phân compost (ủ phân bằng quá trình lên men hiếu khí) và nuôi trùn. Nuôi trùn ngoài việc xử lý được phân vật nuôi và chất thải hữu cơ, có thể tạo thêm thu nhập từ việc bán trùn thịt và phân trùn.

Quá trình phát triển và chất lượng thịt trùn phụ thuộc nhiều vào yếu tố môi trường, thành phần thức ăn và cách chăm sóc. Trong đó, thành phần thức ăn có ảnh hưởng quan trọng đến quá trình tiêu hóa và hấp thụ thức ăn cũng như trao đổi chất trong cơ thể trùn. Để tận dụng nguồn rác thải sinh hoạt hàng ngày và các phụ phế phẩm nông nghiệp (lục bình, rơm rạ, xơ dừa, bã mía, mặt cưa, lá cây) để phối trộn chung với phân gia súc và gia cầm nhằm tạo độ thông thoáng khí cho trùn phát triển tốt hơn. Tuy nhiên, trong chất độn hữu cơ thường chứa thành phần cellulose khá cao, đây là một hợp chất polysaccarit cao phân tử, bền vững và khó phân giải và cần thời gian phân hủy khá dài. Do đó việc xác định tỷ lệ phối trộn hợp lý sao cho trùn sinh trưởng, phát triển nhanh nhất và chất lượng thịt tốt nhất là điều cần thiết.

Trong giới hạn bài viết sẽ trình bày một số đặc tính của phân gia súc và gia cầm cùng với chất thải hữu cơ; cơ chế chuyển hóa thức ăn của trùn Quế; giới thiệu các ảnh hưởng của phân vật nuôi và chất độn hữu cơ đến sự phát triển và chất lượng thịt trùn; kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước và định hướng nghiên cứu tại Khoa Phát triển Nông thôn.

2. ĐẶC TÍNH PHÂN GIA SÚC, GIA CẦM VÀ CHẤT ĐỘN HỮU CƠ

2.1 Phân gia súc và gia cầm

Thành phần hóa học của phân và nước tiểu gia súc và gia cầm biến động theo trọng lượng, giống, tuổi, thức ăn, nước uống của vật nuôi, các điều kiện khí hậu và phương pháp quản lý đàn (Lê Hoàng Việt và Nguyễn Võ Châu Ngân, 2015).

Phân bò có hàm lượng dinh dưỡng N, P, K cao và thường chứa nhiều vi khuẩn có khả năng phân hủy cellulose hơn các loại phân heo, gà, vịt.

Phân heo có hàm lượng N, P, K khá cao, tuy nhiên hàm lượng amoni cũng khá cao so với phân bò. Ngoài ra, trong phân heo còn chứa nhiều vi khuẩn, virus, trứng ký sinh trùng.

Phân ngựa chứa ít dinh dưỡng hơn so với phân bò, heo, gà tây và dê (bảng 2)

Phân dê chứa hàm lượng nitơ cao hơn cả phân bò, heo và ngựa (do trong quá trình chăn nuôi, nước tiểu dê thường trộn lẫn với phân đã làm tăng giá trị nitơ có trong phân).

Phân gà tây chứa hàm lượng dinh dưỡng N, P, K tương đối cao. Tuy nhiên lại chứa $\text{NH}_4\text{-N}$ cao nhất so với các loại phân còn lại, lên đến 6,32 mg/g, trong điều kiện có oxy sẽ chuyển hóa thành khí NH_3 , khí này gây ảnh hưởng cho sự phát triển và có thể gây ngộ độc cho trùn.

Phân gà và phân vịt: Do đặc tính bài tiết, phân gà và vịt không thể tách rời nước tiểu (lớp màng xám trắng trên phân) mà chúng thải ra. Trong nước tiểu lại chứa urê và axit uric, trong điều kiện có oxy sẽ được chuyển hóa thành khí NH_3 , ở nồng độ cao có thể gây độc cho trùn.

Bảng 1. Thành phần dưỡng chất trong phân gia súc và gia cầm

Loại phân	Bò	Heo	Ngựa	Dê	Gà tây	Gà	Vịt
Vật chất khô (%)	16,8-19,6	13,5-22,9	21,7	34,6	17,7	32,9-29,1	–
Tổng C (%)	41,41	37,9	33,55	–	35,2	26,47	–
Tổng N (%)	1,4-2,2	1,3-2,6	1,8	1,3 - 4,9	2,6	2,1	2,74
Tổng P (%)	0,6	0,9-2,1	0,3	0,84	0,8	0,54	1,4
Tổng K (%)	2,15	0,2- 0,4	0,6	0,3	0,5	0,85	0,5
pH	6,6- 7,7	7,7	7	8,6-8,7	8,4	7,4 - 7,8	6,76
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/g)	0,1- 3,6	5,1	2,1	–	6,32	–	–
Tỷ lệ C/N	18,8	14,5	18,6	17,5-30,1	13,5	13	–

Nguồn: Edwards et al., 1998; Awodun M.A. et al., 2007; Nguyễn Hữu Yến Nhi và ctv, 2010; Zirbes et al, 2010; Adeniyana O. N. et al, 2011; Odedina et al., 2011; Maria et al., 2013; Sajal Roy and Md. Abul Kashem, 2014; Peiretti P. G. et al., 2014; Varma et al., 2016;

2.2 Chất độn hữu cơ

Thành phần cellulose trong chất độn hữu cơ khá cao, gây khó khăn cho quá trình tiêu hóa của trùn, đặc biệt là xơ dừa, rom rạ, mạt cưa với tỷ lệ cellulose lần lượt là 74%, 60% và 53%.

Vi khuẩn thường tiêu thụ nhiều carbon hơn nitơ khoảng 25 – 30 lần, do đó tỷ lệ C/N thích hợp của nguyên liệu là 25:1 – 30:1. Nếu tỷ lệ C/N quá cao, quá trình phản ứng xảy ra chậm; quá thấp, quá trình phản ứng bị ngừng trệ vì tích lũy nhiều amonia, một độc tố với vi khuẩn. Tỷ lệ C/N của mạt cưa cao nhất (200 – 750), kể đến là rom rạ, bã mía và xơ dừa.

Bảng 2. Thành phần hóa học của một số nguyên liệu hữu cơ

Thành phần	Lục bình	Rơm rạ	Xơ dừa	Bã mía	Mạt cưa	Lá cây	Rác thải sinh hoạt
Cellulose (%)	22	60	74	40 – 50	53	–	27,26
Protein (%)	2,9	3 – 5	7,2	4,88	–	–	60,51
Lignin (%)	6,1	14	31	18 – 24	20 – 29	–	–
Nitơ (% vật chất khô)	3,2	–	0,26	0,67	0,06 – 0,8	0,5 – 1,3	0,8 – 1,0
Tỷ lệ C/N	8 – 15	48 – 117	100	85	200 - 750	40 - 80	19 - 25

Nguồn: Nguyễn Nhật Xuân Dung và ctv, 2006; Hà Thanh Toàn và ctv., 2010; Nguyễn Hữu Chí, 2012; Rawat et al., 2012; Prabha et al., 2013; Koh May Hong, 2013; Mashavira et al., 2014; Sở KH&CN tỉnh Thừa Thiên Huế, 2016;

3. ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN GIA SỨC VÀ GIA CÀM VÀ CHẤT THẢI HỮU CƠ ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN VÀ CHẤT LƯỢNG THỊT TRÙN QUẾ

3.1 Khả năng chuyển hóa thức ăn trong cơ thể trùn Quế

Trùn Quế là động vật dị dưỡng chỉ có thể tồn tại và phát triển nhờ lấy các chất dinh dưỡng (có trong thức ăn) từ môi trường ngoài. Các chất dinh dưỡng hữu cơ có trong thức ăn (như protein, lipid và carbohydrat,...) thường có cấu trúc phức tạp, các chất này phải trải qua quá trình biến đổi trong hệ tiêu hóa của trùn tạo thành các chất dinh dưỡng đơn giản mà cơ thể trùn hấp thụ được. Thức ăn đi qua ống tiêu hóa trùn (một ống thẳng chạy từ miệng đến hậu môn) được biến đổi cơ học và hóa học trở thành những chất dinh dưỡng đơn giản và được hấp thụ vào máu. Các chất không được tiêu hóa trong ống tiêu hóa sẽ tạo thành phân và được thải ra ngoài.

Thức ăn của trùn rất đa dạng bao gồm tinh bột, cellulose, xylan, galactine, protein và các chất khác. Để chuyển hóa nguồn thức ăn này, trùn đã tiết ra nhiều loại enzyme khác nhau như cellulaza (phân giải cellulose), mucin (giúp “bôi trơn” thức ăn) và protease (phân giải protein), amylase, protease, urease, lipase, kitinase, pepsin.... Tuy nhiên, lượng enzym tiết ra từ ống tiêu hóa trùn khá ít và trùn không có các tuyến axit mạnh thường thấy ở các động vật khác, nên bộ máy tiêu hóa của trùn Quế không có đủ khả năng chuyển hóa trực tiếp protein, carbohydrat thành năng lượng hoặc các chất cần thiết cho chúng một cách độc lập (Trịnh Thị Hồng và Phan Thị Hồng Hải, 2003); Nguyễn Xuân Giao, 2008). Do đó, để phân giải nguồn thức ăn trên, trùn phải “hợp tác” với hệ vi sinh vật cộng sinh trong ống tiêu hóa trùn (Prabha and Priya, 2011). Hệ vi sinh vật này tiết ra một lượng lớn enzyme với nhiều loại enzyme khác nhau giúp trùn chuyển hóa thức ăn (Trịnh Thị Hồng và Phan Thị Hồng Hải, 2003; Nguyễn Xuân Giao, 2008). Hệ vi sinh vật cộng sinh trong ruột trùn rất đa dạng gồm cả hiếu khí và yếm khí (Trịnh Thị Hồng và Phan Thị Hồng Hải, 2003), hệ vi sinh vật này chủ yếu được trùn nuốt từ môi trường bên ngoài (thức ăn của trùn Quế) vào cơ thể trùn như động vật nguyên sinh, tuyến trùng, vi khuẩn, nấm, vi khuẩn và các vi sinh vật khác (Jolly et al., 1993). Sau khi nuốt vào ống tiêu hóa trùn, hệ vi sinh vật này sẽ được trùn tạo điều kiện thích hợp để phát triển về mặt số lượng bằng cách tiết ra một lượng lớn chất nhầy rất giàu dinh dưỡng (bao gồm nhiều hợp chất cấu tạo từ nitơ như glucoprotein và các phân tử glucosidic và proteic nhỏ) để chúng hấp thu dưỡng chất và phát triển (Lattaud et al. 1999; Morris, 2005). Việc này đã làm tăng hoạt động của vi sinh vật, khiến chúng tiết ra nhiều enzyme giúp cho quá trình tiêu hóa thức ăn trong cơ thể trùn diễn ra nhanh hơn và hiệu quả hơn (Kiyasudeen et al., 2016).

Hệ vi sinh vật cộng sinh trong ống tiêu hóa trùn có thể tiết ra rất nhiều loại enzyme có vai trò cụ thể như sau:

Bảng 3. Vai trò của enzyme tiết ra từ hệ vi sinh vật trong ống tiêu hóa trùn Quế

Loại enzyme	Cơ chất	Sản phẩm	Nhóm vi khuẩn phân giải
<i>Phosphatase</i>	Photpho hữu cơ (phosphate este và orthophosphate), carbohydrat, nucleotic và phospholipid	Hợp chất dễ hòa tan	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Bacillus sp.</i> <i>Micrococcus</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i>
<i>Amylase</i>	Tinh bột (amilo và amilopectin)	Đường glucose	
<i>Urease</i>	Ure	NH ₃	Nấm: <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> <i>Mucor sp.</i> và <i>Rhizopus sp.</i> Vi khuẩn: <i>Bacillus sp.</i>
<i>Enzym tạo amoniac</i>	Protein	NH ₃ hoặc NH ₄ ⁺	
<i>Protease</i>	Hợp chất nitơ (axít nucleic và protein,...)	Nitơ hữu cơ hòa tan	
<i>Cellulase</i>	Cellulose (có trong rơm rạ, lục bình, xơ dừa, bã mía,...)	Đường glucose	

3.2 Ảnh hưởng của phân gia súc và gia cầm đến sự phát triển của trùn Quế

Trùn Quế có cấu tạo đa bào, mỗi tế bào đều được cấu tạo từ hai nhóm nguyên tố đa lượng và vi lượng. Nhóm đa lượng chủ yếu gồm các nguyên tố C, H, O, N; chiếm khối lượng lớn trong tế bào vì chúng tham gia cấu tạo nên các đại phân tử hữu cơ như protein, carbohydrat, lipit và các axít nucleic, đây là những chất hóa học chính cấu tạo nên tế bào. Nhóm vi lượng gồm các nguyên tố như F, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, Zn, Co,... chúng chỉ chiếm tỷ lệ nhỏ, dưới 0,01% khối lượng tế bào. Trong bốn nguyên tố đa lượng, cacbon và nitơ là hai nguồn dinh dưỡng cần thiết cho quá trình tổng hợp tế bào của trùn Quế, từ đó quyết định quá trình sinh trưởng, phát triển của trùn Quế (Usman Ali *et al.*, 2015).

Phân gia súc và gia cầm có hàm lượng dinh dưỡng khác nhau, do đó có ảnh hưởng khác nhau đến quá trình sinh trưởng và phát triển của trùn Quế, đặc biệt là hai nguyên tố carbon và nitơ. Nhiều nghiên cứu khẳng định mỗi loại “thức ăn” cho trùn sẽ có một tỷ lệ C/N tối hảo cho sinh trưởng và phát triển của trùn Quế và không có tỷ lệ C/N cố định cho các nguồn thức ăn khác nhau (Khan, 2006). Trùn đất đòi hỏi nguồn thức ăn có tỷ lệ C/N thấp như phân chuồng, chúng không/khó tiêu hóa nguồn thức ăn có tỷ lệ C/N cao như rơm rạ, bã mía, mật cưa (Ruz Jeres *et al.*, 1988 trích bởi Võ Hoàng Thúy Quỳnh, 2006).

Để đạt tỷ lệ C/N phù hợp với sinh trưởng và phát triển của trùn, có thể điều chỉnh tỷ lệ này bằng cách phối trộn nhiều nguồn thức ăn khác nhau, như bổ sung phụ phế phẩm nông nghiệp vào phân gia súc và gia cầm. Hiện tại, có nhiều kết quả nghiên cứu trái chiều như khi giảm tỷ lệ C/N sẽ làm tăng sinh khối trùn (Ndegwa và Thomson, 2000); ngược lại, Aira *et al* (2006) lại khẳng định việc tăng tỷ lệ C/N sẽ làm tăng sinh khối trùn khi sử dụng hỗn hợp phân heo và nước (pig slurry) làm thức ăn cho trùn.

3.3 Ảnh hưởng của phân gia súc và gia cầm đến chất lượng thịt trùn Quế

Mỗi ngày trùn ăn một lượng thức ăn tương đương với trọng lượng cơ thể của trùn; tuy nhiên trùn tống ra ngoài khoảng 60% thức ăn dưới dạng mùn, 40% còn lại được cơ thể đồng hóa và tiêu thụ (Satyawati *et al.*, 2009). Thức ăn đã được tiêu hóa sẽ được hấp thu qua thành ruột và đi vào mạch máu đến các bộ phận và tế bào khác của cơ thể trùn để sử dụng trong quá trình trao đổi chất và lưu trữ. Các chất dinh dưỡng được hấp thụ sẽ tham gia vào quá trình chuyển hóa bên trong tế bào (chuyển hóa nội bào). Như vậy, chất lượng thịt trùn Quế sẽ phụ thuộc vào hàm lượng dinh dưỡng có trong thức ăn, khả năng tiêu hóa và hấp thu thức ăn của trùn.

3.4 Một số điều kiện liên quan đến nguồn thức ăn ảnh hưởng đến sự phát triển và chất lượng thịt trùn Quế

3.4.1 Nồng độ ammonia (NH₃)

Trùn có thể đào thải NH₄⁺ thông qua thận, tuy nhiên khí này sẽ được khuếch tán qua da (Edwards and Bohlen, 1996). Khi nồng độ NH₃ trong môi trường cao hơn nồng độ NH₃ trong tế bào da, trùn không thể đào thải NH₃ ra khỏi cơ thể, gây độc cho trùn. Nồng độ NH₃ dưới 1 mg/g, trùn có thể sống tốt; 60% trùn có thể chết nếu nồng độ tăng đến 1,5 mg/g; đặc biệt nồng độ trên 3,5 mg/g, trùn có thể chết hoàn toàn (Dominguez and Edwards, 2004).

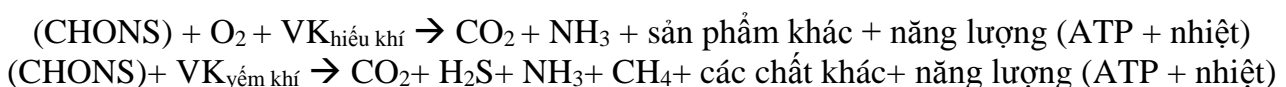
Nếu trong phân vật nuôi có chứa nước tiểu (chứa ure và axit uric), trong điều kiện có oxy sẽ được chuyển hóa thành khí NH₃, ở nồng độ cao có thể gây độc cho trùn Quế.

Tương tự, nếu thức ăn của trùn (phân vật nuôi, chất độn hữu cơ) có lượng protein cao, vi sinh vật tồn tại trong môi trường bên ngoài và trong ống tiêu hóa trùn tiết ra enzym tạo amoniac để phân giải protein thành NH₃ hoặc NH₄⁺, có thể gây ức chế sinh trưởng, phát triển và trao đổi chất của trùn.

3.4.2 Nhiệt độ

Trùn có thể sống trong nhiệt độ từ 5°C – 30°C, khoảng nhiệt độ thích hợp nhất cho trùn Quế từ 20°C – 30°C. (Bhiday, 1994; Rutikar, 1997).

Nếu thức ăn tồn đọng bên ngoài cơ thể trùn (do trùn chưa ăn hết), vi sinh vật sẵn có trong cơ chất (bao gồm cả hiếu khí và kỵ khí) sẽ phân hủy nguồn thức ăn này và giải phóng một lượng nhiệt khá lớn theo hai phương trình phản ứng bên dưới:



Nếu lượng nhiệt này đủ lớn làm tăng nhiệt độ cơ chất vượt quá 30°C trùn sẽ bỏ đi hoặc chết.

3.4.3 Thông thoáng khí

Do trùn quế hô hấp qua da nên không khí là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và sinh sản của chúng, chủ yếu là hàm lượng O₂ và CO₂. Trùn có thể chịu đựng nồng độ CO₂ từ 0,01% - 11,5%. Các khí khác như Clo, CO₂, H₂S, SO₂, SO₃, CH₄, NH₃ sẽ có hại cho trùn (Nguyễn Văn Bảy, 2005).

Khi nhiệt độ không khí tăng hoặc do nhiệt giải phóng từ quá trình phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật có trong cơ chất, sẽ thúc đẩy hoạt động của vi sinh vật phân giải cơ chất,

dẫn đến việc vi sinh vật sử dụng nhiều oxy hơn, khiến khối cơ chất thiếu oxy cho trùn hô hấp, trùn chậm phát triển hoặc có thể chết.

Nếu khối cơ chất thiếu oxy, cơ chất bị phân hủy yếm khí và phát sinh khí CH₄ và CO₂, các khí này ở nồng độ cao có thể khiến trùn bị ngộ độc và chết (Majumdar *et al.*, 2006). Bên cạnh đó, trong điều kiện yếm khí, amino axit cũng sẽ bị chuyển hóa thành NH₃ (Voet *et al.*, 2008) và trùn rất nhạy cảm với loại khí này, ở nồng độ cao trùn có thể chết (Dominguez, 2004).

4. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

4.1 Một số kết quả nghiên cứu trên thế giới

Nghiên cứu của Edwards *et al* (1998) về sự phát triển của trùn Quế (nuôi đĩa thủy tinh với đường kính 9 cm và cao 4 cm) trên phân bò, phân heo, phân ngựa, phân gà tây và bùn thải. Kết quả cho thấy, ở nhiệt độ phòng 25°C, trùn Quế tăng trưởng chậm nhất khi được cho ăn bằng phân gà tây (0,6 mg/ngày) do hàm lượng amonia của chúng nhiều nhất; kế đến phân ngựa 1,5 mg/ngày do phân ngựa chứa ít dinh dưỡng nhất. Trùn Quế tăng trưởng nhanh như nhau khi được cho ăn bằng phân bò (7,2 mg/ngày), bùn thải (5,9 mg/ngày) và phân heo (4,6 mg/ngày). Trùn Quế ít chết khi sống trong bùn thải, phân bò và phân heo trong khi chúng chết nhiều hơn khi sống trong phân gà tây và phân ngựa.

Bảng 4. Ảnh hưởng của phân gia súc và gia cầm đến tốc độ tăng trưởng của trùn Quế ở nhiệt độ phòng 25°C

Chỉ tiêu	Phân bò	Phân heo	Phân ngựa	Phân gà tây	Bùn thải
<i>Thành phần hóa học phân tươi</i>					
Độ ẩm (%)	80,40	86,50	78,30	82,30	85,70
Chất hữu cơ (%)	85,06	83,90	74,15	78,12	79,54
Tổng C (%)	41,14	37,90	33,55	35,20	37,92
Tổng N (%)	2,20	2,60	1,80	2,60	4,50
NH ₄ ⁺ -N (mg/g)	3,59	5,10	2,10	6,32	2,29
Ph	7,40	7,70	7,00	8,40	6,60
<i>Tăng trưởng của trùn Quế</i>					
Tốc độ tăng trưởng (mg/ngày) (trọng lượng tối đa/số ngày nuôi)	7,20	4,60	1,50	0,60	5,90
Trọng lượng tối đa (mg)	292	312	70	42	351

Biruntha (2016) nghiên cứu ảnh hưởng của hỗn hợp phân bò với lá cây, rơm rạ, xơ dừa, rau củ quả thừa với tỷ lệ 3:1 đến sự phát triển của trùn Quế. Trùn Quế được nuôi trong hộp nhựa (45x30x15 cm) trong 100 ngày. Tốc độ tăng trưởng cao nhất của cá thể trùn là 4,81 và 4,30 mg/ngày tại thời điểm 90 ngày tương ứng với rau củ quả thừa và lá cây; trong khi 3,04 mg/ngày với rơm rạ và 2,15 mg/ngày với xơ dừa. Tóm lại, trùn Quế phát triển tốt trong môi trường phối trộn giữa phân bò và rau củ quả và lá cây hơn là rơm rạ và xơ dừa.

Bảng 5. Tốc độ tăng trưởng của trùn Quế (mg/ngày) khi được cho ăn bằng hỗn hợp phân bò với ở các nguồn hữu khác nhau

Tuổi trùn (ngày)	Lá cây	Rơm rạ	Xơ dừa	Rau củ quả
10	0,95 ± 0,05	0,73 ± 0,04	0,26 ± 0,01	1,09 ± 0,09
20	1,93 ± 0,12	0,90 ± 0,07	0,35 ± 0,03	1,98 ± 0,15
30	2,35 ± 0,16	1,41 ± 0,11	0,74 ± 0,05	2,43 ± 0,18
40	2,91 ± 0,23	1,86 ± 0,14	0,98 ± 0,07	2,99 ± 0,25
50	3,04 ± 0,25	2,13 ± 0,19	1,46 ± 0,13	3,52 ± 0,27
60	3,82 ± 0,32	2,48 ± 0,25	1,57 ± 0,13	3,95 ± 0,29
70	3,91 ± 0,34	2,82 ± 0,21	2,08 ± 0,19	4,25 ± 0,38
80	4,12 ± 0,35	3,20 ± 0,29	2,30 ± 0,17	4,57 ± 0,33
90	4,30 ± 0,38	3,04 ± 0,26	2,15 ± 0,19	4,81 ± 0,47
100	3,65 ± 0,31	2,88 ± 0,27	2,06 ± 0,18	4,73 ± 0,44

Zirbes *et al* (2010) nghiên cứu ảnh hưởng của lục bình đến sự phát triển của trùn Quế. Trùn Quế (100 con) được nuôi trong hộp nhựa (thể tích 0,045 m³, có nắp đậy), được cho ăn 1 kg thức ăn theo mẻ trong 8 tuần. Thức ăn cho trùn Quế là hỗn hợp phân heo (được nghiền nhỏ và phơi khô tự nhiên) và lục bình (được cắt nhỏ và sấy khô 50% so với ẩm độ tươi) với nhiều tỷ lệ khác nhau 100:0, 85:15, 70:30, 50:50, 25:75 và 0:100. Kết quả cho thấy số lượng trùn giảm khi tăng tỷ lệ lục bình vào khẩu phần ăn của trùn. Số lượng trùn ở các nghiệm thức có 0%, 15%, 30% và 50% lục bình có số lượng trùn cao hơn các nghiệm thức còn lại. Nguyên nhân là do khi thêm lục bình vào quá nhiều (trên 50%), khối cơ chất (phân heo và lục bình) bị nén chặt lại, dẫn đến thiếu oxy, khiến cho trùn chậm phát triển. Trong điều kiện yếm khí, cơ chất bị phân hủy và phát sinh khí CH₄ và CO₂, các khí này ở nồng độ cao có thể khiến trùn bị ngộ độc và chết (Majumdar *et al.*, 2006). Bên cạnh đó, trong điều kiện yếm khí, amino axit cũng sẽ bị chuyển hóa thành NH₃ (Voet *et al.*, 2008) và trùn rất nhạy cảm với loại khí này, ở nồng độ cao trùn có thể chết (Dominguez, 2004). Bên cạnh đó, một số độc tố tiết ra từ lục bình cũng có thể giết chết trùn (Zirbes *et al.*, 2010). Trong khẩu phần có chứa nhiều lục bình (trên 50%) chứa ít chất hữu cơ dễ tiêu hóa cho trùn, khiến cho trùn không đủ dinh dưỡng nên chậm lớn (Edwards *et al.*, 1996).

Brintha *et al.* (2015) nghiên cứu tỷ lệ phối trộn phân ngựa và rác thải sinh hoạt thích hợp cho sự phát triển của trùn Quế ở quy mô phòng thí nghiệm. Thí nghiệm được thực hiện với 6 nghiệm thức với tỷ lệ phân ngựa:rác thải sinh hoạt lần lượt là 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4 và 5:5. Mỗi nghiệm thức thả 15 g con trùn, thức ăn cho trùn là hỗn hợp phân ngựa và rác thải sinh hoạt (sau khi đã loại bỏ thủy tinh, kim loại, túi nylon,..) đã được ủ trong 15 – 30 ngày, tổng khối lượng thức ăn ở mỗi nghiệm thức là 1.000 g. Kết quả cho thấy nghiệm thức 8:2 cho khối lượng cá thể trùn cao nhất so với các nghiệm thức còn lại vì ở tỷ lệ này trùn có đủ dinh dưỡng và đủ thông thoáng khí.

Varma *et al.* (2016) nghiên cứu về ảnh hưởng của hỗn hợp lục bình:phân bò:mạt cưa với các tỷ lệ 8:1:1, 7:2:1, 6:3:1, 5:4:1 và 10:0:0 đến sự phát triển của trùn Quế. Trùn Quế được nuôi trong ống tre (đường kính 120 mm và cao 90 mm) đặt tại phòng thí nghiệm ở nhiệt độ phòng. Chất nền cho trùn cao 10 cm bao gồm cỏ khô (155 g), phân bò (375 g), lá chuối và lá cây (280 g) đã ủ trước 2 tuần. Thả 50 g (tương đương 100 – 120 con trùn) trùn Quế vào ống tre, sau đó cho thức ăn vào. Tổng lượng thức ăn ở mỗi nghiệm thức là 1,5 kg

và trùn được nuôi trong 45 ngày. Kết quả cho thấy trùn Quế không thích hợp với hỗn hợp thức ăn lục bình, phân bò và mật cưa vì số lượng trùn Quế giảm từ 40,8% – 64%.

4.2 Một số kết quả nghiên cứu tại Việt Nam

Nguyễn Hữu Yến Nhi và *ctv* (2010) nghiên cứu sự phát triển của trùn Quế trên 04 thành phần thức ăn khác nhau: phân bò: lục bình tỷ lệ 100:0 và 75:25; phân trâu: lục bình với tỷ lệ 100:0 và 75:25. Trùn Quế (100 g) được nuôi trong xô nhựa với 500 g thức ăn. Khi thêm lục bình vào phân sẽ làm giảm số lượng trùn và hệ số chuyển hóa thức ăn cũng như tốc độ tăng trưởng của trùn Quế. Ảnh hưởng này nhiều hơn với hỗn hợp 75% phân trâu với 25% lục bình. Trọng lượng khô của trùn ở tất cả các nghiệm thức như nhau.

Đặng Vũ Bình và *ctv*. (2008) đánh giá khả năng sinh trưởng của trùn Quế trên các nguồn thức ăn khác nhau. Tỷ lệ phân heo:phân bò:thân cây chuối trong thí nghiệm lần lượt là CT1-70:0:30, CT2-60:20:20 và CT3-50:50:0. Khối lượng trùn giống ban đầu là 1.000 g được thả vào ô nuôi bằng gạch – xi măng với diện tích 1 m². Phân heo, phân bò và thân cây chuối được trộn lẫn với nhau, sau đó đem ủ rồi cho trùn Quế ăn trong 60 ngày. Kết quả cho thấy hệ số sinh trưởng của trùn (tỷ lệ giữa khối lượng trùn cuối kỳ và khối lượng trùn ban đầu) ở CT3 là thấp nhất và không có sự khác biệt giữa CT1 và CT2. Mức độ tiêu tốn thức ăn/1 kg trùn tăng ở CT1 và CT2 không có sự khác biệt nhưng chúng thấp hơn ở CT3. Như vậy, tốc độ tăng sinh khối trùn càng lớn, mức tiêu tốn thức ăn càng thấp.

Trong năm 2014, Đại học Cần Thơ có 06 nghiên cứu về ảnh hưởng của phân gia súc (phân bò, dê, heo, thỏ) và phân gia cầm (phân và vịt) đến sự phát triển và chất lượng thịt trùn Quế. Phân vật nuôi được trộn với bã mía theo tỷ lệ đã định sẵn (10:1, 7:3, 5:5 và 3:7) rồi ủ trong khoảng 3 – 4 tuần trước khi cho trùn Quế ăn. Trùn được cho ăn liên tục, thức ăn được chia thành nhiều đợt, mỗi lần cho ăn 0,5 kg phân vật nuôi, khi nào trùn ăn hết thì tiếp tục cho ăn (Trần Minh Sáng, 2014; Vũ Văn Xuân, 2014; Nguyễn Văn Ben, 2014, Thạch Thị Ngọc Tâm, 2014; Trần Ngọc My, 2014; Trần Tú Linh, 2014). Kết quả cho thấy:

Vật chất khô của thịt trùn không bị ảnh hưởng trong trường hợp có bổ sung bã mía và phân vật nuôi, chúng dao động trong khoảng 15,56 – 23,41%. Do trong quá trình nuôi thường xuyên tưới nước, theo dõi nhiệt độ và giữ độ ẩm của môi trường nuôi ở các nghiệm thức tương đương nhau nên trùn cho hàm lượng vật chất khô tương đương nhau.

Phôi trộn phân bò và bã mía với tỷ lệ 70:30 cho tốc độ tăng trưởng cao nhất (1,28 g/ngày), protein tổng số (70%), đạm amin (1,2 mg/kg) cao hơn so với các nghiệm thức còn lại, trong thịt trùn không phát hiện Coliform và Ecoli.

Khi cho trùn ăn hỗn hợp phân heo:bã mía với tỷ lệ 100:0 và 70:30, hệ số sinh trưởng (185,86% và 179,17%) và tốc độ tăng trưởng của trùn (0,95 và 0,88 g/ngày) cao nhất so với các nghiệm thức còn lại. Hàm lượng protein ở nghiệm thức phân heo:bã mía 100:0 và 70:30 lần lượt là 72,87% và 72,67% và đạm amin 0,856 và 0,837 mg/kg.

Không bổ sung bã mía vào phân dê cho tốc độ tăng trưởng (1,67 g/ngày), hệ số sinh trưởng (183,42%), protein tổng số (77,5%), đạm amin (0,74 mg/kg) cao hơn so với các nghiệm thức còn lại.

Ở tỷ lệ phân thỏ:bã mía là 100:0 và 70:30, trùn sinh trưởng (202,6% và 198%) và tăng trưởng (0,86 và 0,82 mg/kg) tốt hơn các nghiệm thức còn lại, thịt trùn có hàm lượng protein lần lượt là 71,9% và 71,1% và hàm lượng đạm amin lần lượt là 0,74 và 0,73 mg/kg.

Không bổ sung bã mía hoặc bổ sung 30% bã mía vào phân gà, trùn sinh trưởng (165,34% và 158,26%) và phát triển (0,54 và 0,49 mg/kg) cao hơn so với các nghiệm thức còn lại. Tương tự, thịt trùn có hàm lượng protein (15,56% và 15,82%) và đạm amin (0,73 và 0,7 mg/kg) cũng cao hơn so với các nghiệm thức còn lại.

Ở tỷ lệ phân vịt:bã mía 70:30, trùn sinh trưởng (174,07%) và tăng trưởng (1,11 mg/kg) tốt hơn các nghiệm thức còn lại, thịt trùn có hàm lượng protein 65,67% và hàm lượng đạm amin/trọng lượng khô là 0,58 mg/kg.

Bảng 6. Ảnh hưởng của phân vật nuôi và bã mía đến sự phát triển của trùn Quế

Thành phần thức ăn		Hệ số sinh trưởng của trùn (%)	Tốc độ tăng trưởng (g/ngày)		Nguồn tham khảo	
Phân bò	Bã mía					
100%	0%	181,48	a	1,22	a	Trần Thị Minh Sáng, 2014
70%	30%	185,19	a	1,28	a	
50%	50%	150,00	b	0,75	b	
30%	70%	135,19	c	0,53	c	
Phân heo	Bã mía					
100%	0%	185,86	a	0,95	a	Nguyễn Văn Ben, 2014
70%	30%	179,14	a	0,88	a	
50%	50%	162,94	b	0,70	b	
30%	70%	136,12	c	0,40	c	
Phân dê	Bã mía					
100%	0%	183,42	a	1,67	a	Vũ Văn Xuân, 2014
70%	30%	146,63	b	0,93	b	
50%	50%	129,93	c	0,60	c	
30%	70%	109,94	d	0,20	d	
Phân thỏ	Bã mía					
100%	0%	202,60	a	0,86	a	Thạch Thị Ngọc Trâm, 2014
70%	30%	198,00	a	0,82	a	
50%	50%	151,40	b	0,43	b	
30%	70%	124,00	c	0,20	c	
Phân gà	Bã mía					
100%	0%	165,34	a	0,54	a	Trần Tú Linh, 2014
70%	30%	158,26	a	0,49	a	
50%	50%	135,86	b	0,30	b	
30%	70%	118,60	c	0,16	c	
Phân vịt	Bã mía					
100%	0%	148,15	b	0,72	b	Trần Ngọc My, 2014
70%	30%	174,07	a	1,11	a	
50%	50%	127,41	c	0,41	c	
30%	70%	105,19	d	0,08	d	

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 7. Ảnh hưởng của phân vật nuôi và bã mía đến chất lượng thịt trùn Quế

Thành phần thức ăn	Vật chất khô (%)	Protein tổng số (%)	Đạm amin (mg/kg)	Mật số coliform (MPN/g)	Mật số Ecoli (MPN/g)	Nguồn
Phân bò	Bã mía					
100%	0%	19,51 a	68,44 b	0,95 c	0	Trần Thị Minh Sáng, 2014
70%	30%	19,54 a	70,00 a	1,2 a	0	
50%	50%	19,70 a	69,22 ab	1,11 ab	36	
30%	70%	20,34 b	67,08 c	0,99 bc	0	
Phân heo	Bã mía					
100%	0%	17,30 a	72,87 a	0,856 a	9,3 x 10 ²	Nguyễn Văn Ben, 2014
70%	30%	18,55 a	72,67 ab	0,837 a	9,3 x 10 ²	
50%	50%	18,06 a	72,38 ab	0,798 a	9,3 x 10 ²	
30%	70%	18,55 a	71,99 b	0,798 a	9,3 x 10 ²	
Phân dê	Bã mía					
100%	0%	16,98 a	77,50 a	0,74 a	94	Vũ Văn Xuân, 2014
70%	30%	17,10 a	76,87 a	0,71 b	94	
50%	50%	17,90 a	76,03 a	0,69 b	94	
30%	70%	17,10 a	68,91 b	0,53 c	94	
Phân thỏ	Bã mía					
100%	0%	18,52 a	71,90 a	0,74 a	7,5 x 10 ²	Thạch Thị Ngọc Trâm, 2014
70%	30%	20,54 a	71,10 a	0,73 a	7,5 x 10 ²	
50%	50%	20,00 a	70,90 ab	0,68 ab	7,5 x 10 ²	
30%	70%	19,35 a	69,70 b	0,59 b	7,5 x 10 ²	
Phân gà	Bã mía					
100%	0%	15,56 a	75,5 a	0,73 a	93	Trần Tú Linh, 2014
70%	30%	15,82 a	72,52 a	0,7 a	74	
50%	50%	16,36 a	71,45 a	0,67 a	36	
30%	70%	16,73 a	66,70 b	0,53 b	23	
Phân vịt	Bã mía					
100%	0%	21,59 a	66,21 a	0,59 a	92	Trần Ngọc My, 2014
70%	30%	23,41 a	65,67 a	0,58 a	36	
50%	50%	24,90 a	64,95 a	0,57 a	74	
30%	70%	22,88 a	58,87 b	0,43 b	72	

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

5. KẾT LUẬN

Trùn Quế phát triển tốt khi được cho ăn bằng phân bò, kể đến là phân heo; phát triển chậm khi ăn phân ngựa và phân gà.

Các hỗn hợp thức ăn thích hợp cho trùn Quế gồm: 75% phân bò với 25% rau củ quả thừa hoặc lá cây; dưới 50% lục bình và phân heo; 80% phân ngựa với 20% rác thải sinh hoạt; 50% phân heo và 50% phân bò; phân bò và phân vịt với bã mía với tỷ lệ 70:30; phân heo, phân thỏ, phân gà với bã mía với tỷ lệ 100:0 và 70:30; phân dê:bã mía 100:0.

6. ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TẠI KHOA PTNT

Các kết quả trên chỉ dừng lại ở quy mô phòng thí nghiệm, có thể thực hiện lại các thí nghiệm trên ở quy mô hộ gia đình hoặc trang trại.

Nghiên cứu thêm ảnh hưởng của thành phần thức ăn đến sự phát triển của trùn Quế với các nguồn hữu cơ sẵn có tại Hòa An như:

- Phân vật nuôi: phân bò, phân heo, phân dê, phân bồ câu,...
- Chất độn hữu cơ: bèo tấm, bèo tai chuột, bèo tai tượng, cỏ,...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adeniyani O. N. *et al.*, 2011. Comparative study of different organic manures and NPK fertilizer for improvement of soil chemical properties and dry matter yield of maize in two different soils. *Journal of Soil Science and Environmental Management* Vol. 2(1), pp. 9-13, January, 2011.
- Awodun M.A., L.I. Omonijo and S.O. Ojeniyi , 2007. Effect of Goat Dung and NPK Fertilizer on Soil and Leaf Nutrient Content, Growth and Yield of Pepper. *International Journal of Soil Science*, 2: 142-147.
- Bhiday, 1994. Earthworms in agriculture. *Indian Farm* 43:32
- Brintha *et al.*, 2015. Utilization of Municipal Solid Waste mixed with Horse dung by using earthworm *Perionyx excavatus*. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences* 2(3): (2015): 295–300. ISSN: 2348-8069.
- Biruntha, 2016. Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* in different organic wastes. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2013) 2(2):28-35
- Đặng Vũ Bình và *ctv.*, 2008. Đánh giá khả năng sinh trưởng của giun Quế (*Perionyx excavatus*) trên các nguồn thức ăn khác nhau. *Tạp chí Khoa học và Phát triển Đại học Nông nghiệp Hà Nội* năm 2008: Tập VI, Số 4: 321-325.
- Dominguez, 2004. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: Edwards C.A., ed. *Earthworm ecology*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 401-424.
- Dominguez and Edwards, 2004. Vermicomposting organic waste: A review. *Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century*.
- Edwards, C.A., & Bohlen, P.J., 1996. *Biology and ecology of earthworms*, London: Chapman and Hall, 1996.
- Edwards C. A. *et al.*, 1998. Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr. Megascoleciadae) as factors in organic waste management. *Biol Fertil Soils* (1998) 27:155-161.
- Hà Thanh Toàn và *ctv.*, 2010. Phân hủy rác thải hữu cơ bằng phương pháp sinh học: Thí nghiệm thùng lên men 10-L. *Tạp chí Khoa học* 2010:15b 197-205. *Tạp chí Nghiên cứu Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 2006:6 1-8
- Jolly J.M. *et al.*, 1993. Scanning electron-microscopy of the gut microflora of 2 earthworms – *Lumbricus terrestris* and *Octolasion cyaneum*. *Microb Ecol* 26:235–245

- Koh May Hong, 2013. Preparation and characterization of carboxymethyl cellulose from sugarcane bagasse. Bachelor of Science (Hons.) Chemistry. Department of Chemical Science, Faculty of Science, Universiti Tunku Abdul Rahman
- Khan, 2006. Vermicomposting of poultry litter using *Eisenia foetida*. Master of Science dissertation, Oklahoma State University, Norman, Oklahoma, US.
- Kiyasudeen *et al.*, 2016. Prospect of organic waste management and the significance of earthworms. Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future. ISBN 978-3-319-24706-9.
- Lattaud *et al.*, 1999. Enzymatic digestive capabilities in geophagus earthworms – origin and activities of cellulolytic enzymes. *Pedobiologia* 43:842–850.
- Lê Hoàng Việt và Nguyễn Võ Châu Ngân, 2005. Giáo trình quản lý và tái sử dụng chất thải hữu cơ. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Majumdar *et al.*, 2006. Emission of methane and carbon dioxide and earthworm survival during composting of pharmaceutical sludge and spent mycelia. *Bioresour. Technol.*, 97, 648-658.
- Maria *et al.*, 2013. Changes in chemical and microbiological properties of rabbit manure in a continuous-feeding vermicomposting system. *Bioresource Technology* 128 (2013) 310–316.
- Mashavira *et al.*, 2014. The Effect of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Compost on Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Growth Attributes, Yield Potential and Heavy Metal Levels. *American Journal of Plant Sciences*, 2015, 6, 545-553.
- Morris, 2005. Secretory cells in the clitellar epithelium of *Eisenia fetida* (Annelida, Oligochaeta): A Histochemical and ultrastructural study. *J Morphol* 185:89–100.
- Ndegwa P.M *et al.*, 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids, *Bioresource Technology*, Volume 71, Issue 1, January 2000, Pages 5-12, ISSN 0960-8524, [http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00055-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00055-3).
- Nguyễn Hữu Chí, 2012. Phổ biến hoa h c – thuật: hong đốt rom rạ để trả lại nguồn h u cơ cho đất, *Tạp chí thông tin Khoa h c và Công nghệ Nghệ An*. số 6 – 2012.
- Nguyễn Hữu Yến Nhi và *ctv* (2010). Growth of earthworms (*Perionyx excavatus*) on cattle or buffalo manure with or without water hyacinth. *Livestock Research for Rural Development* 22 (9) 2010.
- Nguyễn Nhật Xuân Dung và *ctv.*, 2006. Ảnh hưởng của bã mía ủ urea hay mật đường so sánh với rom lên tỉ lệ tiêu hóa, tăng trọng và tiêu tốn thức ăn trên khẩu phần của bò tăng trưởng.
- Nguyễn Văn Bảy, 2005. Hướng dẫn kỹ thuật nuôi trùn đất. Nhà xuất bản Nông nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Văn Ben, 2014. Nghiên cứu khả năng sử dụng trùn Quế (*Perionyx excavatus*) để xử lý phân heo. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ, 41 trang
- Nguyễn Xuân Giao, 2008. Kỹ thuật nuôi giun đất làm thức ăn cho vật nuôi. Nhà xuất bản Thanh Hóa, 55 trang.

- Odedina *et al.*, 2011. Effect of Types of Manure on Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). *Researcher*. 2011;3(5):1-8]. (ISSN: 1553-9865).
- Parthasarathi, K., & Ranganathan, L., 2000. Chemical characterization of mono and polycultured soil wormcasts by tropical earthworms, *Environment and Ecology*, 18, 742–746.
- Peiretti P. G. *et al.*, 2014. Rabbit Feces as Feed for Ruminants and as an Energy Source. *Animals* 2014, 4, 755-766; doi:10.3390/ani4040755.
- Prabha *et al.*, 2013. Composting of Coir Pith Using Biopond Effluent from Effluent Treatment Plant of Petrochemical Division. *IJAPBC – Vol. 2(1)*, Jan- Mar, 2013 ISSN: 2277 – 4688.
- Prabha and Priya, 2011. Comparative studies on enzymatic levels of vegetable wastes decomposed by *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida*. *Adv Biotechnol* 1(4):3–5
- Rawat *et al.*, 2012. Characterisation of Municipal Solid Waste Compost (MSWC) from Selected Indian Cities—A Case Study for Its Sustainable Utilisation. *Journal of Environmental Protection*, 2013, 4, 163-171.
- Rutikar, 1997. Some useful information about vermicomposts. *Inora* Oct (4), 2.
- Sajal Roy and Md. Abul Kashem, 2014. Effects of Organic Manures in Changes of Some Soil Properties at Different Incubation Periods. *Journal of Soil Science*, 2014, 4, 81-86.
- Satyawati *et al.*, 2009. Earthworms and vermitechnology – A review. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*.
- Sở KH&CN tỉnh Thừa Thiên Huế, 2016. *Bản tin Khoa học và Công nghệ*. ISSN 1859 – 0144. Tháng 03/2016.
- Thạch Thị Ngọc Tâm, 2014. Nghiên cứu khả năng sử dụng trùn Quế (*Perionyx excavatus*) để xử lý phân thỏ. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ, 39 trang.
- Trần Ngọc My, 2014. Nghiên cứu khả năng sử dụng trùn Quế (*Perionyx excavatus*) để xử lý phân vịt. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ, 39 trang
- Trịnh Thị Hồng và Phan Thị Hồng Hải, 2003. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học: Phân lập, khảo sát vi sinh vật trong ống tiêu hóa trùn đất (chủ yếu vi khuẩn). Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Trần Thị Minh Sáng, 2014. Nghiên cứu khả năng sử dụng trùn Quế (*Perionyx excavatus*) để xử lý phân bò. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ, 44 trang.
- Trần Tú Linh, 2014. Nghiên cứu khả năng sử dụng trùn Quế (*Perionyx excavatus*) để xử lý phân gà. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ, 41 trang.
- Usman Ali *et al.*, 2015. A review on vermicomposting of organic wastes. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, Vol. 34, No. 4.

- Varma *et al.*, 2016. Feasibility of *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* in vermicomposting of water hyacinth. *Ecological Engineering* 94 (2016) 127–135.
- Voet *et al.*, 2008. *Principles of biochemistry*. New York, USA: Wiley.
- Võ Hoàng Thúy Quỳnh, 2006. Khảo sát mật độ trùn đất trong xử lý phụ phẩm rau cải. Luận văn Kỹ sư chuyên ngành Công nghệ Sinh học. Bộ môn Công nghệ Sinh học, trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, 35 trang.
- Vũ Văn Xuân, 2014. Nghiên cứu khả năng xử lý phân dê của trùn Quế (*Perionyx excavatus*). Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ, 47 trang.
- Zirbes L. *et al*, 2010. Valorisation of a water hyacinth in vermicomposting using an epigeic earthworm *Perionyx excavatus* in Central Vietnam. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2011 15(1), 85-93.