

ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC, GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG, PHƯƠNG PHÁP THU HOẠCH, CHẾ BIẾN VÀ SỬ DỤNG MỘT SỐ LOÀI GIUN ĐẤT LÀM THỨC ĂN CHĂN NUÔI

Hán Quang Hạnh*, Đặng Thúy Nhung, Nguyễn Thị Xuân, Vũ Đình Tôn

Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: hqhanh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 21.08.2020

Ngày chấp nhận đăng: 23.04.2021

TÓM TẮT

Nuôi giun và sử dụng giun đất làm thức ăn chăn nuôi đã và đang phát triển ở nhiều nơi trên thế giới nhưng ở Việt Nam vẫn còn tự phát, chưa trở thành một ngành sản xuất. Bài viết này nhằm khái quát và đánh giá đặc điểm sinh học, giá trị dinh dưỡng, phương pháp thu hoạch, chế biến và sử dụng một số loài giun đất làm thức ăn chăn nuôi. Có 3 loài được nuôi phổ biến hiện nay ở nước ta là giun hỏ (*Eisenia fetida*), giun đất châu Phi (*Eudrilus eugeniae*) và giun quế (*Perionyx excavatus*), trong đó giun đất châu Phi có nhiều tiềm năng nhất để sản xuất sinh khối protein. Giun đất là loại thức ăn giàu dinh dưỡng (51,62-69,8% protein thô, 5,8-12,0% chất béo thô theo vật chất khô), có chứa đầy đủ các loại axit amin và vitamin. Có nhiều phương pháp chế biến giun đất làm thức ăn chăn nuôi, trong đó sấy khô và thủy phân giun là phù hợp, được sử dụng phổ biến. Khi sử dụng làm thức ăn chăn nuôi, cần lưu ý giảm tối đa nguy cơ về tồn dư kim loại nặng, nhiễm khuẩn hoặc ký sinh trùng và đưa về dưới ngưỡng khuyến cáo (15% với gà và 25-30% với cá). Cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện quy trình chế biến giun đất để tạo nguồn nguyên liệu thức ăn chăn nuôi an toàn, dễ sử dụng với chi phí sản xuất phù hợp.

Từ khóa: Chế biến giun, nuôi giun, sinh khối giun, thức ăn giàu protein.

Biological Characteristics, Nutritive Value, Harvesting and Processing Methods of some Earthworm Species Used as Animal Feed

ABSTRACT

Vermiculture and earthworm use as animal feed have been globally developed; however, in Vietnam, vermiculture has been spontaneously developed and not yet become a commercial industry. The objective of this paper is to highlight and evaluate the biological characteristics, nutritive values, harvesting and processing methods of some earthworm species and their use in animal feed. Currently, three main earthworm species popularly cultured in Vietnam are *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae*, and *Perionyx excavatus*, of which *Eudrilus eugeniae* is the most important species in producing protein biomass. Earthworms are nutrient-rich feed (51.62-69.8 % crude protein, 5.8-12.0% crude fat in dry matter) with sufficient amino acid composition and vitamins. Among the various methods of earthworm processing, drying and hydrolysis are the most appropriate and popular. We should minimize the risks of heavy metal residue, microbial and parasitic contamination, and utilize at a proportion below the recommended doses (15% in chicken diet and 25-30% in fish diet). Further studies should focus on improving the processing methods to produce a safe and feasible source of animal feed with acceptable production costs.

Keywords: Earthworm processing, vermiculture, worm biomass, protein - rich feed.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong nhiều năm qua, giun đất đã được nuôi và sử dụng làm thức ăn chăn nuôi ở nhiều nơi trên thế giới và chúng được đánh giá là loại thức ăn giàu dinh dưỡng, phù hợp với nhiều loại vật nuôi. Từ xa xưa, người nông dân ở Việt Nam

cũng như các nước ở châu Á thường đào giun đất từ vườn, ruộng làm thức ăn cho gà và vịt. Một trong những công trình đầu tiên khẳng định giun đất là loại thức ăn giàu protein đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của vật nuôi được công bố bởi Lawrence & Millar (1945). Nhưng phải tới năm 1978 thì thử nghiệm đầu tiên về việc sử

dụng giun đất làm thức ăn chăn nuôi mới thành công và được công bố bởi Sabine (1978, dẫn theo Edwards, 1985). Parolini & cs. (2020) cũng cho biết, trong vòng hơn 30 năm qua, đã có rất nhiều nghiên cứu về việc sử dụng giun đất và bột giun đất làm thức ăn cho động vật dạ dày đơn được tiến hành ở các nơi khác nhau trên thế giới, trong đó gần đây thường tập trung nghiên cứu là nguồn protein thay thế cho bột cá hoặc đậu tương trong khẩu phần ăn của gia cầm và thủy sản. Như vậy, việc nuôi giun và sử dụng giun đất làm thức ăn chăn nuôi vừa có ý nghĩa về mặt kinh tế, vừa có ý nghĩa về mặt môi trường vì giun có khả năng chuyển hóa nhiều loại chất thải hữu cơ thành nguồn phân bón cho cây trồng và cung cấp nguồn thức ăn phù hợp cho chăn nuôi (Edwards, 1985; Đặng Vũ Bình & cs., 2008; Vu Dinh Ton & cs., 2009; Vũ Đình Tôn & Hán Quang Hạnh, 2010).

Ở Việt Nam, nghề nuôi giun đất đã xuất hiện khá lâu và có xu hướng phát triển trong những năm gần đây, nhưng vẫn chưa thực sự trở thành một ngành sản xuất do một vài nguyên nhân. Theo Nguyễn Lâm Hùng (2005), nghề nuôi giun đất ở nước ta bắt đầu xuất hiện khá sớm (khoảng những năm 1980) nhưng lúc đó, do kinh tế hộ chưa được quan tâm đúng mức nên việc nuôi giun còn bị hạn chế. Những năm gần đây, mặc dù chưa có công trình nào công bố về số lượng trang trại nuôi giun cũng như sản lượng giun, nhưng phong trào nuôi giun ngày càng phát triển trong cả nước. Tuy nhiên, hầu hết các trang trại nuôi giun còn mang tính tự phát và tận dụng để xử lý nguồn chất thải hữu cơ trong nông nghiệp. Nhiều người nuôi giun chưa nắm rõ đặc điểm sinh học của các loại giun, giá trị dinh dưỡng cũng như phương pháp chế biến và sử dụng giun làm thức ăn chăn nuôi. Đã có một số công trình nghiên cứu về sinh trưởng, sinh sản của một số loài giun đất và thử nghiệm làm thức ăn bổ sung cho gia cầm và cá (Nguyễn Văn Bảy, 2001; Đặng Vũ Bình & cs., 2008; Vu Dinh Ton & cs., 2009; Vũ Đình Tôn & cs., 2009; Vũ Đình Tôn & Hán Quang Hạnh, 2010; Ngọc & cs., 2016; Hán Quang Hạnh & cs., 2020), nhưng chưa có nhiều thông tin tổng quan về lĩnh vực này. Bài viết này nhằm mục đích tổng hợp và đánh giá về đặc điểm sinh học, giá trị dinh dưỡng, phương pháp thu hoạch, chế

biến và sử dụng một số loài giun đất làm thức ăn chăn nuôi, góp phần bổ sung tư liệu cho thực tiễn và các nghiên cứu tiếp theo.

2. ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC VÀ GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA CÁC LOÀI GIUN ĐẤT

2.1. Đặc điểm sinh học và khả năng sản xuất của các loài giun đất

Các loài giun đất được biết đến trên thế giới được chia thành 3 nhóm dựa vào đặc điểm sinh thái học. Đặc điểm chính của các nhóm này được trình bày ở bảng 1.

Trong phân lớp giun ít tơ (Oligochaeta) có tới hơn 8.300 loài, khoảng một nửa trong số đó là các loài giun sống trong đất (Reynolds & Wetzel, 2004, dẫn theo Domínguez & Edwards, 2011). Ở Việt Nam, theo Trung tâm Nghiên cứu Động vật đất thì có khoảng trên 170 loài giun đất đã được xác định (Nguyễn Lâm Hùng, 2005). Các loài giun thuộc hai nhóm Endogeic và Anecic thường sống ở trong đất và tiêu hóa hỗn hợp đất và các chất hữu cơ, chúng đào thải ra phân (gọi là phân giun). Các loài trong nhóm Epigeic là loài cư trú ở khu vực rác thải và chuyển hóa rác thải. Chúng thường sống ở tầng đất hữu cơ, trong hoặc trên bề mặt rác thải và chủ yếu ăn các mảnh chất thải hữu cơ. Loài giun thuộc nhóm Epigeic tiêu hóa một lượng lớn các rác thải đang phân hủy và thải ra phân dạng hạt rắn. Những loài thuộc nhóm này thường thích nghi rất tốt với các điều kiện môi trường biến động ở trên bề mặt đất (Domínguez & Edwards, 2011).

Theo Domínguez & Edwards (2011), có 5 loài giun được nuôi phổ biến trong các cơ sở nuôi giun hiện nay là loài *Eisenia andrei* (Savigny), *Eisenia fetida* (Bouché), *Dendrobaena veneta* (Savigny), *Perionyx excavatus* (Perrier) và *Eudrilus eugeniae* (Kinberg). Trong 5 loài trên thì 3 loài giun được nuôi phổ biến ở Việt Nam để xử lý chất thải hữu cơ và tạo ra nguồn thức ăn giàu dinh dưỡng cho chăn nuôi là giun *Eisenia fetida* (còn gọi là giun hổ), giun *Eudrilus eugeniae* (còn gọi là giun đất châu Phi), và giun *Perionyx excavatus* (còn gọi là giun quế). Đây là 3 loài thuộc nhóm không đào hang và sống trên bề mặt (epigeic). Đặc điểm sinh học và khả năng sản xuất của 3 loài giun này được trình bày ở bảng 2.

Bảng 1. Phân loại các loài giun đất theo đặc tính sinh thái học

Đặc điểm	Nhóm không đào hang, sống trên bề mặt (Epigeic)	Nhóm đào hang nông theo chiều ngang (Endogeic)	Nhóm đào hang sâu theo chiều dọc (Anecic)
Tập tính	Khu trú tập trung ở nơi có rác thải hữu cơ, không đào hang	Thường thấy ở tầng trên của các lớp đất giàu chất hữu cơ	Thường đào hang sâu xuống phía dưới
Loại thức ăn ưa thích	Rác thải và mùn hữu cơ	Rác thải và các lớp đất giàu chất hữu cơ	Rác thải và đất giàu hữu cơ
Vòng đời	Ngắn	Trung bình	Dài
Tốc độ đẻ trứng	Cao nhất	Trung bình đến cao	Thấp

Nguồn: Bouché (1977); Suthar (2008).

Bảng 2. Đặc điểm sinh học của 3 loài giun nuôi phổ biến hiện nay ở Việt Nam

Đặc điểm	Giun hổ (<i>Eisenia fetida</i>)	Giun đất châu Phi (<i>Eudrilus eugeniae</i>)	Giun quế (<i>Perionyx excavatus</i>)
Màu sắc	Nâu và nâu nhạt	Nâu đỏ đậm	Nâu đỏ
Kích thước cơ thể giun trưởng thành (đường kính và chiều dài (mm))	4-8 × 50-100	5-7 × 80-190	4-5 × 45-70
Khối lượng giun trưởng thành (g/con)	0,55	2,7 -3,5	0,5-0,6
Thời gian thành thực (ngày)	28-30	40-49	28-42
Số trứng (kén) đẻ mỗi ngày (kén/con/ngày)	0,35 - 0,5	0,42- 0,51	1,1-1,4
Thời gian ấp nở (ngày)	18-26	12-16	18
Tỷ lệ ấp nở (%)	73-80	75-84	90
Số giun con nở ra/kén (con)	2,5-3,8	2-2,7	1-1,1
Mức tối ưu (và ngưỡng) về nhiệt độ môi trường (°C)	25 (0-35)	25 (16-30)	25-37
Mức tối ưu (và ngưỡng) về ẩm độ (%)	80-85 (70-90)	80 (70-85)	80 (75,2-83,2)

Nguồn: Hallatt & cs. (1992); Domínguez & Edwards (2011).

Đặc điểm sinh học, khả năng sinh trưởng và sinh sản của các loài giun phụ thuộc vào điều kiện môi trường (nhiệt độ, ẩm độ, lưu thông không khí) cũng như nguồn thức ăn và chất nền khi nuôi giun. Nghiên cứu ở các điều kiện khác nhau với các nguồn thức ăn và chất nền khác nhau cho kết quả khá biến động về sinh trưởng và sinh sản của giun. Ngoài ra, mật độ của giun cũng ảnh hưởng lớn tới khả năng sản xuất bởi vì mật độ thường liên quan tới sự cạnh tranh về thức ăn cũng như khả năng giao phối của giun. Vì vậy, việc tạo một môi trường nuôi tối ưu, phù hợp với tập tính và nhu cầu của giun đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao khả năng sản xuất sinh khối giun làm thức ăn chăn nuôi cũng như hiệu quả xử lý chất thải hữu cơ.

Khi so sánh 3 loài giun trên cho thấy chúng có hình thái rất riêng biệt và khả năng sản xuất khác nhau nên việc lựa chọn loài để nuôi và sản

xuất sinh khối cần xác định cho phù hợp. Domínguez & Edwards (2011) cho biết giun *Eisenia fetida* là loài giun vùng ôn đới với đặc điểm là thân có các sọc màu vàng và giữa các sọc thường không có màu hoặc màu vàng nhạt, vì vậy chúng còn được gọi là giun hổ. Đây là loài giun có kích thước và khối lượng tương đối nhỏ. Hai loài giun còn lại thuộc loài giun vùng nhiệt đới. Giun *Eudrilus eugeniae* có nguồn gốc ở châu Phi nên thường được gọi là giun đất châu Phi. Đây được coi là loài giun lý tưởng cho việc sản xuất thức ăn giàu protein cho chăn nuôi do chúng có kích thước và khối lượng cơ thể lớn, đồng thời có khả năng sinh trưởng và sinh sản tốt nếu như được nuôi trong điều kiện tối ưu. Nghiên cứu gần đây khi nuôi giun đất châu Phi trên khay có bổ sung thức ăn tinh cho thấy giun sinh sản và sinh trưởng tốt, khả năng sản xuất sinh khối giun khá lớn (mỗi giun sinh sản tạo ra

Đặc điểm sinh học, giá trị dinh dưỡng, phương pháp thu hoạch, chế biến và sử dụng một số loài giun đất làm thức ăn chăn nuôi

8,11g vật chất khô sinh khối sau 4 tuần) (Hán Quang Hạnh & cs., 2020). Tuy nhiên, giun đất châu Phi có khả năng chống chịu với nhiệt độ kém hơn các loài khác, nhất là nhiệt độ cao và tương đối nhạy cảm trong quá trình nuôi. Giun quế (*Perionyx excavatus*) cũng là loài giun nhiệt đới và phân bố chủ yếu ở nam Á. Chúng sống chủ yếu ở chất thải hữu cơ với độ ẩm cao và có hiệu quả cao trong việc chuyển hóa chất thải. Loài giun này cũng có kích thước và khối lượng cơ thể nhỏ nhưng có ưu điểm là sinh sản rất nhanh nên được nuôi rất phổ biến ở châu Á để xử lý chất thải và sản xuất sinh khối làm thức ăn chăn nuôi. Kết quả nuôi ở Việt Nam cho thấy giun quế (*Perionyx excavatus*) là loài giun có khả năng sản xuất cao và phù hợp để xử lý chất thải hữu cơ, tạo nguồn thức ăn giàu dinh dưỡng cho chăn nuôi. Cụ thể, khi nuôi giun quế với các công thức thức ăn phối trộn từ phân lợn, phân bò và thân cây chuối đã qua ủ, sinh khối giun tăng cao nhất (2,45-3,6 lần sau 60 ngày) khi nuôi bằng 70% phân lợn +30% thân cây chuối (Đặng Vũ Bình & cs., 2008). Tác giả Vu Dinh Ton & cs. (2009) cho biết phân trâu bò được coi là phù hợp nhất đối với sinh trưởng của giun quế (sinh khối tăng 713g sau 45 ngày nuôi, tương đương tốc độ sinh trưởng là 242,6%).

Khi so sánh 3 loài này khi nuôi ở trang trại

quy mô lớn ở phía nam châu Phi, Reinecke & cs. (1992) đã kết luận rằng về kích cỡ, tốc độ sinh trưởng, sinh sản thì giun đất châu Phi (*Eudrilus eugeniae*) có nhiều tiềm năng nhất và là loài ưu việt nhất để nuôi với mục đích sản xuất ra nguồn sinh khối protein. Giun hổ (*Eisenia fetida*) có khối lượng cơ thể nhỏ hơn, thời gian thành thực muộn hơn và thời gian ấp nở kéo dài hơn nên năng suất thấp hơn giun đất châu Phi (*Eudrilus eugeniae*). Giun quế (*Perionyx excavatus*) mặc dù có khả năng sinh sản tốt hơn nhưng do khối lượng cơ thể nhỏ và tốc độ sinh trưởng thấp hơn nên khả năng sản xuất sinh khối cũng thấp hơn so với giun đất châu Phi (*Eudrilus eugeniae*).

2.2. Giá trị dinh dưỡng của các loài giun đất

Giun đất được đánh giá là nguồn thức ăn giàu protein và được khuyến cáo sử dụng làm thức ăn chăn nuôi lần đầu tiên bởi Lawrence & Millar (1945), nhưng phải rất lâu sau đó thì mới có những phân tích đầy đủ hơn về thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của một số loài giun đất và mới bắt đầu được thử nghiệm thành công làm thức ăn chăn nuôi từ năm 1978. Bảng 3, 4, 5 trình bày thành phần hóa học và hàm lượng các loại axit amin, vitamin của bột giun một số loài nuôi phổ biến hiện nay.

Bảng 3. Thành phần hóa học của bột giun một số loài giun nuôi phổ biến hiện nay
(tính theo vật chất khô)

	Giun <i>Eisenia Fetida</i> [*]	Giun <i>Eudrilus eugeniae</i> ^{**}	Giun <i>Perionyx excavatus</i> ^{***}
Độ ẩm (%)	6,75	-	4,00
Protein thô (%)	51,62	60,4	69,80
Chất béo thô (%)	7,76	12,0	5,80
Khoáng tổng số (%)	19,74	10,5	5,40
Ca (%)	5,03	1,49	0,28
P (%)	1,21	0,89	1,00
Mg (%)	0,25	0,16	-
Fe (%)	0,07	0,13	0,013
Cu (µg/g)	420,9	7,83	-
Zn (µg/g)	183,0	122,5	-
Cd (µg/g)	-	21,0	-

Nguồn: ^{*}Gunya & cs. (2019); ^{**}Hilton (1983); ^{***}Guerrero (1983).

Bảng 4. Hàm lượng các axit amin của bột giun (g/16g N)

	Giun <i>Eisenia fetida</i>	Giun <i>Eudrilus eugeniae</i>	Giun <i>Perionyx excavatus</i>
Theronine	4,47	4,30	4,20
Serine	4,44	4,50	4,61
Valine	6,00	5,95	5,88
Methionine	1,80	1,75	1,90
Isoleucine	4,60	4,58	4,55
Leucine	9,80	9,60	9,85
Tyrosine	3,50	2,95	3,41
Phenylalanine	3,58	3,20	3,62
Histidine	3,37	3,10	3,22
Lysine	7,76	7,85	7,80
Arginine	9,56	9,20	9,33

Nguồn: Reinecke & cs. (1991).

Bảng 5. Hàm lượng một số loại vitamin trong bột giun đất nói chung

Loại vitamin	Hàm lượng (mg/kg)
Niacin (PP)	358
Riboflavin (B2)	147
Pantothenic axit (B complex)	16
Thiamin (B1)	15
Pyridoxine (B6)	2
Vitamin B12	4
Folic axit	0,5
Biotin (B complex)	0,35

Nguồn: Edwards (1985).

Giun đất là nguồn thức ăn giàu protein và các chất dinh dưỡng khác, phù hợp sử dụng làm thức ăn chăn nuôi. Hàm lượng vật chất khô của giun là 14,7-14,8% (Guerrero, 1983; Hilton, 1983). Khi so sánh 3 loài giun nuôi phổ biến hiện nay, tác giả Reinecke & cs. (1991) đã kết luận không có sự khác nhau rõ rệt về hàm lượng protein và axit amin giữa 3 loài này và chúng đều cho kết quả tương đương khi sử dụng làm thức ăn cho vật nuôi. Hàm lượng protein và các axit amin trong bột giun là tương đương với bột cá và các loại nguyên liệu giàu protein khác trong chăn nuôi. Bột giun có chứa các axit béo mạch dài là loại chất béo mà nhiều loài động vật không thể tự tổng hợp được. Hàm lượng các chất khoáng trong giun là không cao do giun là loài sinh vật không có xương sống. Trong bột giun,

ngoài canxi và phospho, còn có một số loại chất khoáng vi lượng.

Giun đất có chứa đầy đủ các loại axit amin, đặc biệt là có đầy đủ các loại axit amin không thay thế và giàu vitamin. Bột giun rất giàu lysine, hàm lượng lysine trong bột giun cao hơn so với hàm lượng lysine trong một số loại bột cá, trứng gà và sữa bò (Zhenjun & cs., 1997). Trong bột giun có chứa đầy đủ các cặp axit amin thường thiếu trong thức ăn chăn nuôi như methionine và cysteine, phenylalanine và tyrosine. Về hàm lượng vitamin, bột giun đất rất giàu vitamin, đặc biệt là các loại vitamin nhóm B. Hàm lượng niacin trong bột giun cũng rất tốt để đáp ứng với nhu cầu của vật nuôi. Với sự đầy đủ và cân đối các loại axit amin và

Đặc điểm sinh học, giá trị dinh dưỡng, phương pháp thu hoạch, chế biến và sử dụng một số loài giun đất làm thức ăn chăn nuôi

vitamin nên bột giun được khuyến cáo là một nguồn thức ăn lý tưởng cho vật nuôi bởi Tổ chức Nông nghiệp và Lương thực liên hợp quốc (Edwards, 1985).

3. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP THU HOẠCH, CHẾ BIẾN GIUN ĐẤT LÀM THỨC ĂN CHĂN NUÔI

Giun đất có thể được sử dụng ở dạng tươi hoặc đã qua chế biến để làm thức ăn chăn nuôi nhưng cho hiệu quả khác nhau. Khi sử dụng giun đất dạng tươi làm thức ăn chăn nuôi, chúng ta cần lưu ý rằng chất nền nuôi giun có thể còn lẫn vào giun và trong ruột giun cũng có thể còn chứa phân giun nếu chưa được làm sạch. Ngoài ra, chất lượng của giun tươi giảm nhanh chóng sau khi khai thác ra khỏi chất nền, nhất là trong điều kiện thời tiết nóng ẩm, thậm chí có thể sinh ra các loại độc tố. Trong điều kiện chăn nuôi quy mô lớn, việc sử dụng giun đất ở dạng đã qua chế biến sẽ thuận tiện hơn so với giun tươi. Vì vậy, chế biến giun đất là cần thiết để làm thức ăn chăn nuôi.

Có nhiều phương pháp chế biến giun đất làm thức ăn chăn nuôi đã được áp dụng, bao gồm cả những phương pháp truyền thống đơn giản cho tới những phương pháp tiên tiến. Theo Edwards (1985), việc áp dụng phương pháp chế biến giun đất cần lưu ý tới các yếu tố là: (1) Yêu cầu của từng loại thức ăn chăn nuôi; (2) Chi phí của việc sản xuất thức ăn giàu protein; (3) Giảm thiểu tối đa việc thất thoát vật chất khô và (4) Giảm thiểu tối đa việc mất các chất dinh dưỡng.

Phương pháp thu hoạch, sơ chế, chế biến và bảo quản giun đất để làm thức ăn chăn nuôi đóng vai trò quan trọng bởi vì sẽ ảnh hưởng tới giá trị dinh dưỡng, độ ngon miệng, khả năng nhiễm khuẩn cũng như nguy cơ sinh độc tố của sản phẩm.

3.1. Phương pháp thu hoạch giun đất từ chất nền

Việc thu hoạch giun từ chất nền thường tốn nhiều công do chất nền thường có độ ẩm cao. Thu hoạch giun đất từ chất nền có thể thực hiện

bằng phương pháp thủ công bằng tay hoặc theo phương pháp cơ giới bằng máy.

Thu hoạch bằng tay thường dựa vào tập tính của giun. Musyoka & cs. (2019) cho biết giun thường sợ ánh sáng nên có thể dùng lưới đặt ở phía đối diện với nguồn ánh sáng, giun sẽ chui qua lưới để ẩn nấp, từ đó có thể thu được giun trong lưới. Cũng dựa vào tập tính đi tìm thức ăn mới, có thể đặt tấm lưới trên bề mặt luống rồi cho thêm chất nền mới lên, giun sẽ từ từ chui qua tấm lưới để lên trên ăn thức ăn mới, khi đó sẽ thu được giun. Ở Việt Nam, nông dân thường rải chất nền có chứa giun lên tấm bạt và để dưới ánh sáng, giun sẽ chui xuống phía dưới, sau đó gạt lớp chất nền phía trên thì sẽ thu được giun ở dưới đáy tấm bạt. Phương pháp thủ công ít ảnh hưởng tới giun nhưng hiệu suất thu hoạch thường thấp và cần nhiều nhân công.

Thu hoạch giun có thể được tiến hành theo phương pháp cơ giới. Máy thu giun được sáng chế đầu tiên bởi Phillips (1985) tại Rothamsted và Viện nghiên cứu Cơ khí Nông nghiệp tại Anh (dẫn theo Edwards, 1985). Máy tách giun sẽ sử dụng lỗ sàng để sàng chất nền (phân giun) và tách giun ra với hiệu suất 1 tấn chất nền/1 giờ. Ngày nay, có nhiều kiểu máy tách giun được sản xuất với hiệu suất lớn hơn. Ngoài ra, gần đây người ta còn sử dụng điện để tách giun. Tác giả Moraes & cs. (2012) cho biết sử dụng dòng điện tần số 1Hz, điều chế rung động 2×10^{-3} giây và điện áp 200 Volt cho hiệu suất tách giun cao nhất (là 85%) với tỷ lệ sống của giun là 100%. Tuy nhiên, tách giun bằng các biện pháp cơ giới sẽ làm giun bị stress và ảnh hưởng tới chất lượng giun.

Khi lựa chọn phương pháp thu hoạch giun cần lưu ý nhẹ nhàng, tránh gây stress cho giun bởi vì khi chúng bị stress thì cơ thể của chúng sẽ tiết ra dịch coelomic (tức coelom), đây là chất gây độc đối với động vật có xương sống bởi vì protein lysenin có trong dịch sẽ gây ra cơ cơ trơn và phân giải các tế bào máu nên sẽ giết chết tinh trùng của động vật có xương sống (Kobayashi & cs., 2004). Vì vậy, sau khi thu hoạch, việc làm sạch giun trước khi chế biến làm thức ăn chăn nuôi là rất cần thiết. Edwards (1985) khuyến cáo rằng nên rửa sạch

giun sau đó ngâm trong nước ít nhất là 3 giờ đồng hồ để chúng đào thải hết các chất cặn bã có trong đường ruột của chúng. Sau khi thu hoạch và làm sạch đường ruột, cần làm cho giun chết trước khi chế biến bằng các biện pháp như đông khô, gây sốc thẩm thấu, hoặc chần bằng nước nóng (Medina & cs., 2003). Theo Edwards (1985), phương pháp chần giun với nước sôi trong 1 phút được khuyến cáo sử dụng vì sẽ ít ảnh hưởng tới giá trị dinh dưỡng của giun. Hơn nữa, protein lysenin là loại không bền với nhiệt nên phương pháp chần cũng giúp loại bỏ độc tố có trong dịch coelom của giun (Kobayashi & cs., 2004).

3.2. Phương pháp chế biến giun đất

Chế biến và bảo quản giun vừa giúp kéo dài thời gian sử dụng sản phẩm, giảm khối lượng và dễ dàng vận chuyển. Theo Edwards (1985), có 6 phương pháp cơ bản để chế biến giun như sau: (1) Kết dính giun với rỉ mật; (2) Ủ xilô giun đất với axit formic; (3) Sấy khô giun bằng nhiệt độ phòng thông thường; (4) Sấy giun đông khô; (5) Sấy khô giun bằng lò sấy ở 95°C. (6) Nhúng giun trong dung dịch acetone rồi sấy bằng lò sấy ở 95°C. Như vậy, hai trong số sáu phương pháp trên là các sản phẩm dạng ướt, còn lại bốn phương pháp cho sản phẩm khô (dạng bột). Phương pháp tiến hành cụ thể như sau:

3.2.1. Kết dính giun với rỉ mật (bánh giun)

Giun sau khi được thu hoạch thì được rửa bằng nước để loại bỏ chất bẩn còn dính và ngâm trong nước khoảng 8 tiếng để loại bỏ hoàn toàn chất cặn bã. Nhúng giun qua nước sôi trong thời gian 1 phút để làm giun chết trước khi chế biến. Sau đó trộn chúng với khoảng 30% rỉ mật với 0,3% kali sorbat (một loại chất bảo quản) để tạo thành dạng bánh với khả năng thấm nước rất thấp. Với độ ẩm rất thấp sẽ ngăn cản sự phát triển của các loại nấm và vi khuẩn, giúp bảo quản được sản phẩm ở điều kiện nhiệt độ phòng.

3.2.2. Ủ xilô giun đất với axit formic

Đối với phương pháp ủ xilô với axit formic, cách sơ chế cũng tương tự như phương pháp kết dính giun với rỉ mật, nhưng sử dụng 3% axit formic. Dung dịch này sau khi được trộn đều với

giun thì tiến hành ủ xilô cho tới khi nó tạo thành bánh hoặc dung dịch đặc ổn định.

3.2.3. Sấy khô giun bằng nhiệt độ phòng thông thường

Đối với phương pháp sấy khô bằng nhiệt độ phòng, giun sẽ được nhúng vào nước sôi khoảng 1 phút cho chúng chết, sau đó rải ra nền nhà và phơi khô. Phương pháp đòi hỏi nhiệt độ môi trường phải cao. Tuy nhiên, phương pháp phơi khô có nhược điểm là quá trình làm khô lâu, đòi hỏi nhiệt độ môi trường cao và dễ gây ra biến tính protein của giun.

3.2.4. Sấy giun đông khô

Đối với phương pháp đông khô, giun sau khi làm sạch, để ráo nước sẽ được làm đông đá ngay, sau đó làm khô bằng hơi lạnh rồi nghiền chúng thành bột. Phương pháp này giúp duy trì giá trị dinh dưỡng của protein trong thời gian dài. Tuy nhiên, do nhiệt độ thấp của đông đá nên đã có ảnh hưởng tiêu cực đến độ bền của protein bởi vì một số loại protein cũng có thể bị biến tính ở điều kiện nhiệt độ thấp và một số loại protein có thể bị suy giảm hoặc phá vỡ cấu trúc trong quá trình bảo quản. Hơn nữa, quá trình đông đá đòi hỏi chi phí cao do cần năng lượng (điện) để làm lạnh. Ngoài ra, phương pháp này cũng ảnh hưởng tới hàm lượng axit amin tổng số và các axit amin thiết yếu, nhất là hàm lượng lysine có thể bị giảm nhẹ so với các phương pháp khác.

3.2.5. Sấy khô giun bằng lò sấy

Đối với phương pháp này, giun cũng được nhúng vào nước cho sạch và cho chúng chết, sau đó rải đều vào khay rồi cho vào lò sấy. Cũng có thể sấy ở nhiệt độ 85°C trong thời gian 2-4 giờ rồi khi chúng khô thì tiến hành nghiền thành bột. Phương pháp này đòi hỏi nhiệt độ cao nên có thể làm biến tính protein (nhiệt độ cao phá vỡ các liên kết hydro, dẫn đến phá hủy cấu trúc của protein). Bou-Maroun & cs. (2013) cho biết nhiệt độ sấy trên 42°C dẫn đến biến tính protein và làm giảm khả năng hòa tan của chúng.

3.2.6. Nhúng giun trong dung dịch acetone rồi sấy bằng lò sấy

Giun được nhúng vào nước cho sạch, sau đó nhúng vào dung dịch acetone trong vòng 1 giờ

Đặc điểm sinh học, giá trị dinh dưỡng, phương pháp thu hoạch, chế biến và sử dụng một số loài giun đất làm thức ăn chăn nuôi

đồng hồ, vớt ra để cho khô ở nhiệt độ môi trường rồi sấy ở nhiệt độ 95°C cho tới khô.

Hầu hết các phương pháp trên giúp tạo ra sản phẩm thịt giun giàu protein và có thể sử dụng làm thức ăn chăn nuôi. Tuy nhiên, có sự khác nhau về hàm lượng vật chất khô của sản phẩm thịt giun sau khi chế biến giữa các phương pháp trên. Edwards (1985) cho biết đối với phương pháp giết chết giun bằng nước nóng sau đó sấy trong lò sấy sẽ cho hàm lượng vật chất khô là thấp nhất (11,6%). Phương pháp sấy giun đông khô cho hàm lượng vật chất khô là 13,5%. Phương pháp giết chết giun trong môi trường acetone và phơi khô chúng ở nhiệt độ môi trường cho hàm lượng vật chất khô là 14,5%, nhưng sau đó chuyển vào lò sấy thì hàm lượng vật chất khô giảm còn 12,8%. Giết và sấy giun trong lò sấy ở nhiệt độ 95°C sẽ cho hàm lượng vật chất khô cao nhất là 15,2%. Bou-Maroun & cs. (2013) công bố rằng sấy bằng lò sấy thì hàm lượng các hợp chất của phản ứng Maillard và các hợp chất oxy hóa lipid là cao hơn so với phương pháp sấy đông khô.

Phương pháp chế biến cũng ảnh hưởng nhỏ tới hàm lượng các axit amin tổng số và axit amin thiết yếu (bảng 6). Hàm lượng Lysine bị giảm đi đôi chút khi ủ xilô với rỉ mật sử dụng axit formic và khi làm khô đông lạnh so với các phương pháp khác.

Ngoài các phương pháp nêu trên, còn có một số phương pháp khác như làm mắm giun hay thủy phân giun. Theo Rodrigues & cs. (2017) thủy phân protein của giun đất có thể được sử dụng trong ngành sản xuất thức ăn chăn nuôi. Những protein sau khi được thủy phân có khối lượng phân tử nhỏ hơn và chứa nhiều các mạch peptit và axit amin tự do giúp tăng cường các chức năng sinh học. Quá trình phân cắt cách mạch peptit thông qua thủy phân protein có thể được thực hiện bởi enzyme hoặc sử dụng các hóa chất. Tuy nhiên, việc sử dụng các hóa chất để thủy phân dường như rất khó kiểm soát và chất lượng sản phẩm tạo ra thường không đảm bảo. Vì vậy, việc sử dụng enzym để thủy phân được áp dụng do yêu cầu về điều kiện thực hiện đơn giản hơn. Thông thường thủy phân protein bằng

enzyme sẽ tránh được các phản ứng phụ và không làm giảm chất lượng của protein.

4. NHỮNG LƯU Ý KHI SỬ DỤNG GIUN ĐẤT LÀM THỨC ĂN CHĂN NUÔI

4.1. Tính an toàn của giun đất khi làm thức ăn chăn nuôi

Mặc dù giun đất được đánh giá là loại thức ăn phù hợp cho chăn nuôi, tuy nhiên khi sử dụng các loài giun đất làm thức ăn chăn nuôi, cần lưu ý một số nguy cơ có thể tồn tại, đặc biệt là vấn đề về an toàn vệ sinh. Byambas & cs. (2019) đã chỉ ra một số nguy cơ chính có thể có từ giun đất là tồn dư kim loại nặng, tồn dư thuốc bảo vệ thực vật, có thể có chứa vi khuẩn và nấm.

Đối với kim loại nặng, giun đất khi sống ở trong đất có thể tích trữ một số loại kim loại nặng như cadmium, chromium, đồng, sắt, mangan, nikel, thủy ngân, kẽm, uranium,... Các kim loại nặng từ giun có thể được chuyển sang các loài động vật khác. Tuy nhiên, cần lưu ý, mức độ tồn dư kim loại nặng ở trong giun phụ thuộc chủ yếu vào loại chất nền mà giun sống. Arroyo & cs. (2014) cho biết hàm lượng các kim loại nặng như cadmium, kẽm, thủy ngân ở giun đất tăng lên khi chúng sống ở trong đất được bón phân gà (có đệm lót là mùn gỗ) so với giun sống trong đất tự nhiên. Trong thức ăn chăn nuôi, hàm lượng một số kim loại nặng vẫn được cho phép ở mức thấp. Cộng đồng chung châu Âu cho phép hàm lượng tối đa kim loại nặng trong thức ăn chăn nuôi đối với đồng và kẽm lần lượt là 175 mg/kg và 250 mg/kg (European Commission, 2003). Vì vậy, nếu sử dụng giun đất nuôi từ nguồn chất nền ít có kim loại nặng và sử dụng giun với một lượng phù hợp trong khẩu phần ăn của vật nuôi thì sẽ giảm nguy cơ tồn dư kim loại nặng.

Một nguy cơ khác là khi giun đất trong môi trường đất có nhiễm khuẩn thì một số loại vi khuẩn có thể sinh ra độc tố và ảnh hưởng tới chất lượng thức ăn chăn nuôi khi có sử dụng giun đất bị nhiễm khuẩn (Byambas & cs., 2019). Ở trong đất có chứa rất nhiều loại vi sinh vật,

và khi giun sống ở trong đất hoặc chất có chứa một số loại vi khuẩn thì trong phần sau của ruột giun có thể có một số loại nấm hoặc vi khuẩn. Chẳng hạn như ở loài giun *Eisenia fetida* trong đường tiêu hóa có chứa 91 loại vi khuẩn (Kim & cs., 2004). Những độc tố do một số loại vi sinh vật sản sinh ra ở trong giun có thể ảnh hưởng tới các loại vật nuôi nếu sử dụng giun đất bị nhiễm khuẩn. Ngoài ra, giun đất cũng có thể là vector của một số loại ký sinh trùng truyền lây sang động vật như tuyến trùng hay một số loại nguyên sinh động vật khác. Tuy nhiên, Byambas & cs. (2019) cho biết xử lý nhiệt trong quá trình chế biến giun đất làm thức ăn chăn nuôi đảm bảo tiêu diệt được các vi sinh vật có hại, tránh nhiễm khuẩn vào thức ăn chăn nuôi. Một số loại vi khuẩn có thể chịu được nhiệt, vì vậy khi chế biến giun cần lưu ý đến mức nhiệt độ và thời gian để đảm bảo tiêu diệt hết các loại vi khuẩn này. Byambas & cs. (2019) khuyến cáo nên sấy ở 80°C trong vòng 2-4 giờ (trừ một số loại phải sấy ở 100°C trong 30 phút).

Để hạn chế những nguy cơ nêu trên (về kim loại nặng, thuốc bảo vệ thực vật, vi khuẩn và nấm), Byambas & cs. (2019) khuyến cáo nên sử dụng giun đất được nuôi ở các cơ sở nuôi giun (thay vì sử dụng giun thu từ các vùng đất bị ô nhiễm) để làm thức ăn chăn nuôi.

4.2. Triển vọng sử dụng giun đất trong khẩu phần ăn của vật nuôi

Từ trước đến nay, giun đất đã được thử nghiệm sử dụng làm thức ăn cho gia cầm, lợn và thủy sản ở dạng giun tươi hoặc bột giun với nhiều tỷ lệ khác nhau và ở nhiều nơi trên thế giới.

Đối với dạng giun tươi, tác giả Taboga (1980) cho biết giun đất là nguồn thức ăn rất phù hợp với gia cầm và đáp ứng đầy đủ nhu cầu các axit amin cho chúng, đồng thời không nhận thấy có sự truyền lây bất kì loại kí sinh trùng nào từ giun sang gia cầm. Tương tự, Vũ Đình Tôn & cs. (2009) cho biết bổ sung 2% giun quế (*Perionyx excavatus*) dạng tươi trong khẩu phần của gà thịt cho sinh trưởng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn tốt hơn và không làm ảnh hưởng tới chất lượng thịt gà.

Đối với dạng bột giun, khi tổng kết các nghiên cứu đã được thực hiện trong vòng 30 năm qua, Parolini & cs. (2020) đã tổng hợp các khuyến cáo về tỷ lệ bột giun được chấp nhận trong khẩu phần ăn của gà thịt là dưới 15% trong khi tỷ lệ có thể sử dụng trong thức ăn của cá là khoảng 25-30%. Với mức sử dụng như vậy, hầu hết các nghiên cứu đều cho kết quả làm tăng năng suất chăn nuôi (sinh trưởng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn) mà không có ảnh hưởng gì tới chất lượng của sản phẩm.

Bảng 6. Thành phần các loại axit amin trong sản phẩm giun hổ (*Eisenia fetida*) khi chế biến bằng các phương pháp khác nhau (g/100g protein)

Amino axit	Phương pháp chế biến					
	Ủ xi lô với rỉ mật	Ủ xi lô với axit formic	Sấy đông khô	Nhúng acetone rồi sấy bằng lò sấy	Sấy bằng lò sấy	Nhúng nước sôi và sấy ở nhiệt độ phòng
Arginine	6,5	6,7	6,4	7,0	3,8	4,1
Cysteine	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4
Histidine	2,8	2,7	2,7	2,5	2,3	2,3
Isoleucine	4,2	4,3	4,0	4,3	4,4	4,3
Leucine	7,3	7,1	6,9	7,5	8,3	8,5
Lysine	5,4	5,9	5,7	6,1	6,2	6,5
Methionine	1,6	1,1	1,2	1,2	1,1	0,9
Phenylalanine	3,0	2,8	3,1	3,2	3,1	3,6
Treonine	4,8	5,1	8,5	5,1	5,5	5,6
Tyrosine	2,0	2,4	4,0	2,8	2,8	3,0
Valine	5,1	4,9	4,7	5,0	5,5	4,6

Nguồn: Edwards (1985).

Cản trở lớn nhất đối với việc phát triển nguồn thức ăn chăn nuôi từ giun đất ở quy mô công nghiệp chính là khía cạnh về hiệu quả kinh tế. Việc ứng dụng các công nghệ hiện đại trong việc nuôi giun đất quy mô công nghiệp là có thể khả thi. Tuy nhiên, việc tách giun ra khỏi lớp chất nền cần rất nhiều lao động. Việc nghiên cứu và đưa vào sử dụng các thiết bị giúp tách giun ra khỏi lớp chất nền sẽ giúp cho ngành nuôi giun mở rộng và phát triển ở quy mô công nghiệp. Ở các nước với nguồn lao động dồi dào và chi phí nhân công thấp thì việc nuôi giun để tạo nguồn thức ăn giàu protein cho chăn nuôi mang tính khả thi cao hơn (Edwards & Norman, 2006).

5. KẾT LUẬN

Sử dụng giun đất làm thức ăn chăn nuôi là một hướng đi phù hợp và cần tiếp tục được khuyến khích phát triển ở nước ta. Để đạt được hiệu quả cao, cần lựa chọn phương pháp thu hoạch và chế biến giun phù hợp nhằm giảm thiểu tối đa sự biến đổi chất lượng sản phẩm, những nguy cơ liên quan đến an toàn vệ sinh, giảm hao hụt và giảm chi phí sản xuất. Người chăn nuôi có thể sử dụng sản phẩm chế biến từ giun đất để thay thế một số nguồn protein truyền thống với tỷ lệ khác nhau trong khẩu phần tùy theo nhu cầu dinh dưỡng của từng loài vật nuôi, nhưng không nên sử dụng nhiều hơn so với tỷ lệ khuyến cáo với từng loài. Cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện các quy trình chế biến giun đất để tạo nguồn thức ăn chăn nuôi an toàn và dễ sử dụng với chi phí sản xuất phù hợp. Khi các cơ sở nuôi giun tạo ra được nguồn sản phẩm có chất lượng tốt và giá thành phù hợp thì sẽ tăng tính cạnh tranh trên thị trường và nuôi giun mới thực sự trở thành một ngành nghề sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Arroyo M.d.M.D., Hornedo R.M.d.I., Peralta F.A., Almestre C.R. & J.V.M. Sánchez (2014). Heavy metals concentration in soil, plant, earthworm and leachate from poultry manure applied to

agricultural land. *Revista Internacional De Contaminacion Ambiental*. 30: 43-50.

Bou-Maroun E., Loupiac C., Loison A.I., Rollin B., Cayot P., Cayot N., Marquez E. & Medina A.L. (2013). Impact of Preparation Process on the Protein Structure and on the Volatile Compounds in *Eisenia foetida* Protein Powders. *Food and Nutrition Sciences*. 4(11): 9.

Bouché M.B. (1977). *Strategies lombriciennes*. *Ecological Bulletins*. 25: 122-132.

Byambas P., Hornick J.R., Marlier D. & Francis F. (2019). Vermiculture in animal farming: A review on the biological and nonbiological risks related to earthworms in animal feed. *Cogent Environmental Science*. 5.

Domínguez J.H.L. & Edwards C.A. (2011). *Biology and Ecology of Earthworm Species Used for Vermicomposting*, Taylor & Francis Group.

Đặng Vũ Bình, Vũ Đình Tôn & Nguyễn Đình Linh (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*. 6(4).

Edwards C.A. (1985). Production of feed protein from animal waste by earthworms. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 310: 299-307.

Edwards C.A. & Norman Q.A. (2006). The science of vermiculture: The use of earthworms in organic waste management. *The International Symposium-Workshop on Vermi-technologies for Developing Countries*. MRA, G.-d. C. Los Banos, the Philippines, Philippine Fisheries Association, Inc. pp. 1-30.

European Commission (2003). Opinion of the scientific committee on animal nutrition on the use of zinc in feedstuffs. *Health and Consumer Protection Directorate*. Brussels, Belgium.

Guerrero R. D. (1983). The culture and use of *Perionyx excavatus* as a protein resource in the Philippines. pp. 309-313.

Gunya B., Muchenje V. & Masika P.J. (2019). The Potential of *Eisenia foetida* as a Protein Source on the Growth Performance, Digestive Organs Size, Bone Strength and Carcass Characteristics of Broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 28(2): 374-382.

Hallatt L., Viljoen S.A. & Reinecke A.J. (1992). Moisture requirements in the life cycle of *Perionyx excavatus* (Oligochaeta). *Soil Biology and Biochemistry*. 24(12): 1333-1340.

Hán Quang Hạnh, Nguyễn Thị Xuân & Vũ Đình Tôn (2020). Đặc điểm sinh học và khả năng sản xuất của giun đất châu Phi (*Eudrilus eugeniae*) khi nuôi

- trên khay có bổ sung thức ăn tinh. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 18(5): 323-331.
- Hilton J.W. (1983). Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fish meal in trout diet formulaions. *Aquaculture*. 32(3): 277-283.
- Kim H.J., Shin K.H., Cha C.J. & Hur H.G. (2004). Analysis of aerobic and culturable bacterial community structures in earthworm (*Eisenia fetida*) intestine. *Journal of Applied Biological Chemistry*. 47(3): 137-142.
- Kobayashi H., Ohta N. & Umeda M. (2004). Biology of lysenin, a protein in the coelomic fluid of the earthworm *Eisenia foetida*. *International review of cytology*. 236(Journal Article): 45.
- Lawrence R.D. & Millar H.R. (1945). Protein Content of Earthworms. *Nature*. 155(3939): 517-517.
- Medina A.L., Cova J.A., Vielma R.A., Pujic P., Carlos M.P. & Torres J.V. (2003). Immunological and chemical analysis of proteins from *Eisenia foetida* earthworm. *Food and Agricultural Immunology*. 15(3-4): 255-263.
- Moraes M.J.d., Oliveira Filho D., Martins J.H. & Santos L.C. (2012). Electric signals for separation of earthworms (*Eudrilus eugeniae*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 16: 1137-1142.
- Musyoka S.N., Liti D.M., Ogello E. & Waidbacher H. (2019). Utilization of the earthworm, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) as an alternative protein source in fish feeds processing: A review. *Aquaculture Research*. 50(9): 2301-2315.
- Ngoc T.N., Pucher J., Becker K. & Focken U. (2016). Earthworm powder as an alternative protein source in diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research*. 47(9): 2917-2927.
- Nguyễn Lâm Hùng (2005). Hướng dẫn nuôi giun đất. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Nguyễn Văn Bảy (2001). Nghiên cứu sản xuất và sử dụng trùn đất (loài *Perionyx excavatus*) làm thức ăn bổ sung cho gà để góp phần nâng cao hiệu quả nuôi gà thả vườn ở hộ nông dân, Luận văn tiến sĩ
- Parolini M., Ganzaroli A. & Bacenetti J. (2020). Earthworm as an alternative protein source in poultry and fish farming: Current applications and future perspectives. *The Science of the total environment*. p. 734.
- Reinecke A.J., Hayes J.P. & Cillier S.C.(1991). Protein quality of three different species of earthworms. *South African Journal of Animal Science*. 21(2): 99-103.
- Reinecke A.J., Viljoen S.A., Saayman R.J. (1992). The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biology and Biochemistry*. 24(12): 1295-1307.
- Rodrigues M., Carlesso W.M., Kuhn D., Altmayer T., Martini M.C., Tamiosso C.D., Mallmann C.A., De Souza C.F.V., Ethur E.M. & Hoehne L. (2017). Enzymatic hydrolysis of the *Eisenia andrei* earthworm: Characterization and evaluation of its properties. *Biocatalysis and Biotransformation* 35(2): 110-119.
- Suthar S. (2008). Microbial and decomposition efficiencies of monoculture and polyculture vermireactors, based on epigeic and anecic earthworms. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 24(8): 1471-1479.
- Taboga L. (1980). The nutritional value of earthworms for chickens. *British Poultry Science*. 21(5): 405-410.
- Vũ Đình Tôn, Hán Quang Hạnh, Nguyễn Đình Linh & Nguyễn Văn Duy (2009). Use of redworms (*Perionyx excavatus*) to manage agricultural wastes and supply valuable feed for poultry. *Livestock Research for Rural Development*. 21(11).
- Vũ Đình Tôn & Hán Quang Hạnh (2010). Xác định mức sử dụng bột giun quế (*Perionyx Excavatus*) thích hợp trong khẩu phần ăn của gà broiler (Hồ x Lương Phượng) nuôi thả vườn. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 8(6).
- Vũ Đình Tôn, Hán Quang Hạnh, Nguyễn Đình Linh & Đặng Vũ Bình (2009). Bổ sung giun quế (*Perionyx Excavatus*) cho gà thịt (Hồ x Lương Phượng) từ 4-10 tuần tuổi. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 7(2): 186-191.
- Zhenjun S., Xianchun L., Lihui S. & Chunyang S. (1997). Earthworm as a potential protein resource. *Ecology of Food and Nutrition*. 36(2-4): 221-236.