

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ NUÔI VÀ CHẾ BIẾN DỊCH GIUN TỰ ĐỘNG

Lê Xuân Hào^{1*}, Trần Hồng Thao¹, Dương Mạnh Cường²

TÓM TẮT

Quy trình công nghệ nuôi giun, các yếu tố chính ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng của giun như: Thức ăn cho giun gồm phân bò, bã mía, rau xanh và phụ phẩm nông nghiệp được băm nhỏ, trộn đều; nhiệt độ thích hợp cho nuôi giun là $23 \div 27^\circ\text{C}$ với độ ẩm thích hợp là $60 \div 70\%$ và pH thích hợp là $\text{pH } 6.5 \div \text{pH } 7.5$. Thiết kế, chế tạo, lắp đặt được hệ thống tự động điều khiển môi trường cho quá trình nuôi giun có thể giám sát và điều khiển từ xa bằng điện thoại thông minh hoặc máy tính thông qua mạng internet đáp ứng yêu cầu công nghệ.

Về chế biến thịt giun, đã nghiên cứu đưa ra quy trình công nghệ thủy phân dịch giun (sau khi xay nghiền lạnh) với các thông số chính: Vận tốc khuấy 55 vòng/phút (Bán kính cánh khuấy 0.22 m); nhiệt độ thủy phân 55°C ; thời gian thủy phân 8 giờ; độ pH môi trường thủy phân là 7.0.

Đã xây dựng được 2 mô hình nuôi giun 300 m^2 và 200 m^2 áp dụng kỹ thuật tiên tiến, tự động điều khiển môi trường nuôi giun cùng hệ thống chế biến thủy phân dịch giun, điều khiển tự động. Về hiệu quả, so sánh với mô hình cũ trước khi ứng dụng kết quả của đề tài, thời gian nuôi giun giảm từ 3.5 tháng xuống 2.5 tháng. Mô hình công nghệ nuôi giun 300 m^2 và 200 m^2 cùng chế biến thịt giun bằng các thiết bị tiên tiến có thời gian thu hồi vốn là 3 ÷ 5 năm, khấu hao nhà xưởng và hệ thống thiết bị là 10 năm; tỷ lệ lợi nhuận ròng so với doanh thu là 23.6%; tỷ lệ lợi nhuận ròng so với vốn đầu tư là 27.7%.

Từ khóa: Công nghệ nuôi giun; nông nghiệp tuần hoàn; thiết bị nuôi giun tự động; thiết bị tự động thủy phân dịch giun.

SOME RESEARCH RESULTS ON TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR AUTOMATED EARTHWORM CULTIVATION AND PROCESSING SUMMARY

The worm farming process, the main factors affecting worm growth include: Worm feed consisting of cow manure, sugarcane bagasse, green vegetables, and agricultural by-products, all finely chopped and mixed; the suitable temperature for worm farming is $23\text{-}27^\circ\text{C}$ with a suitable humidity of $60\text{-}70\%$ and a suitable pH of $6.5\text{-}7.5$. The design, fabrication, and installation of an automated environmental control system for worm farming, capable of remote monitoring and control via smartphone or computer over the internet, meets technological requirements.

Regarding the processing of earthworm meat, research has developed a hydrolysis process for earthworm liquid (after cold grinding) with the following key parameters: Stirring speed of 55 rpm (stirring blade radius 0.22 m); hydrolysis temperature of 55°C ; hydrolysis time of 8 hours; and hydrolysis environment pH of 7.0.

Two earthworm farming models, 300 m^2 and 200 m^2 , have been developed, applying advanced techniques, automatically controlling the earthworm farming environment and the automated processing system for hydrolyzing earthworm liquid. In terms of efficiency, compared to the old model before applying the research results, the earthworm farming time has decreased from 3.5 months to 2.5 months. The 300 and 200 m^2 earthworm farming models, along with the processing of earthworm meat using advanced equipment (results of the research), have a payback period of 3-5 years, with depreciation of the factory and equipment system of 10 years. The net profit margin compared to revenue is 23.6%; the net profit margin compared to investment capital is 27.7%.

Keywords: Automatic worm farming equipment; automatic worm meat hydrolysis device; circular agriculture; worm farming technology;

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nuôi giun để xử lý các chất thải từ trồng trọt và chăn nuôi được đánh giá là một trong những biện pháp an toàn, hiệu quả. Giun xử lý các loại chất thải thành nguồn phân bón hữu cơ cho cây trồng, đồng thời tạo ra nguồn

đạm tự nhiên từ thịt giun cung cấp cho vật nuôi. Chính nhờ những lợi ích này mà nuôi giun được áp dụng từ nhiều năm nay ở nhiều nước trên thế giới.

Giun đất có giá trị dinh dưỡng, hàm lượng protein cao, đầy đủ 17-18 các loại axit amin,

¹Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch;

²Trường Kinh tế, Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: haolexuan@yahoo.com

vitamin và các nguyên tố vi lượng (như sắt, kẽm, đồng,...), giàu chất chống oxy hóa như các chất phenolic, các enzyme chống oxy hóa... Các sản phẩm từ giun được chế biến và sử dụng rất phổ biến trong chăn nuôi. Một trong các sản phẩm đó là dịch giun. Giun lớn được làm sạch rồi chế biến thành mắm giun, dịch giun,... Thức ăn cho gia súc, gia cầm làm từ giun có tới 53 – 65% chất đạm, 11 – 17% chất đường bột, 7 – 32% chất khoáng và hàm lượng chất béo khá cao [1]. Chính vì vậy việc thực hiện nhiệm vụ “*Nghiên cứu công nghệ và thiết bị nuôi và chế biến dịch giun tự động*” nhằm làm chủ công nghệ và thiết bị trong việc nuôi và sản xuất dịch giun, bổ sung cho thức ăn chăn nuôi, tạo ra sản phẩm đáp ứng nhu cầu của xã hội, góp phần hoàn thiện hệ thống thiết bị tự động nuôi và chế biến dịch giun, thúc đẩy mô hình sản xuất nông nghiệp tuần hoàn hiệu quả là vô cùng cần thiết và có ý nghĩa khoa học, thực tiễn và xã hội cao. Để hoàn thành được nhiệm vụ trên, nhóm nghiên cứu đã thực hiện được các công việc [2]:

- Đã tìm hiểu kỹ thuật nuôi giun đất, đặc điểm chuồng trại nuôi của từng loại giun, vật liệu thường dùng làm chất nền để nuôi giun các giống giun và đặc tính của giun giống. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nuôi giun đất như: Nhiệt độ, độ ẩm, sục khí, pH (độ axit-kiềm)... và tình hình nuôi giun đất trong nước và quốc tế.

- Đã nghiên cứu về thủy phân thịt giun, giới thiệu enzyme protease, đặc điểm, cơ chế xúc tác, protease nội sinh từ giun.

- Đã nêu ra các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính xúc tác của enzyme thủy phân như: nhiệt độ, pH, nồng độ cơ chất và enzyme, chất hoạt hóa và ức chế, thời gian hoạt động...

- Đã tìm hiểu sơ đồ công nghệ chế biến dịch giun:

Giun thịt → Ngâm, rửa sạch → Xay nghiền lạnh ($t^{\circ}C \leq 5$; thời gian) → Thủy phân ($t^{\circ}C$; pH; enzyme; thời gian) → Dịch giun và thu hồi dịch giun.

- Đã nghiên cứu về các thiết bị nuôi và chế biến giun trong và ngoài nước.

Như vậy qua nghiên cứu các tài liệu, kết quả nghiên cứu nuôi và chế biến một số sản phẩm giun trên thế giới và Việt Nam như đã trình bày ở trên và khảo sát sơ bộ tại một số cơ sở sản xuất, chế biến giun tại Hà Nội, có một số nhận xét chung như sau:

- Nuôi giun đất, ngoài việc xử lý môi trường phân trâu bò, rác thải hữu cơ còn chế biến thịt giun làm thức ăn bổ sung cho chăn nuôi với hàm lượng protein cao hơn bột cá và có thể sử dụng giun đất làm thuốc trong ngành dược, đông y chữa bệnh cho con người.

- Giun đất rất nhạy cảm với môi trường như ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, oxy tầng đáy, tiếng ồn... và nhất là chất lượng thức ăn cần phải với độ ẩm, tỉ lệ C/N, pH, độ nhớt hợp lý. Giun thích bóng tối, do vậy cần phải che luống nuôi giun. Ở nước ngoài, việc nuôi giun là theo hướng công nghiệp, tự động, năng suất cao. Môi trường nuôi giun được điều khiển với công nghệ mới nhất, điều khiển từ xa. Ở Việt Nam, các nghiên cứu cho việc nuôi giun có chất lượng và năng suất cao chưa thấy nhiều. Các nhà xưởng để nuôi giun hầu hết là đơn giản, chưa áp dụng nhiều công nghệ mới, điều khiển môi trường như nhà nuôi trồng nấm và hoa lan. Trên cơ sở các thông tin kết quả đã nghiên cứu về công nghệ, thiết bị điều khiển môi trường nuôi tự động, chúng ta hoàn toàn có thể nghiên cứu hoàn thiện được công nghệ nuôi giun phù hợp và chế tạo, lắp ráp các thiết bị, máy móc tự động cho nuôi giun.

- Chế biến dịch giun có hàm lượng protein tổng số cao nhằm bảo quản được lâu, dễ vận chuyển làm nguyên liệu bổ sung cho thức ăn chăn nuôi, thúc đẩy nghề nuôi giun và phát triển ngành chăn nuôi nói chung ở Việt Nam là cần thiết. Sử dụng enzyme protease để thủy phân thịt giun sẽ tăng hiệu quả quá trình thủy phân thịt giun, tạo các sản phẩm mới chứa hàm lượng protein hòa tan cao hơn, dễ hấp thụ cho vật nuôi.

- Hệ thống các thiết bị thủy phân trong công nghiệp là đa dạng, tuy nhiên cần nghiên cứu tính toán thiết kế, chế tạo, lựa chọn và áp dụng tốt cho từng mô hình sản xuất. Cần

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Giun giống (chủng *Eisenia fetida*); giun thịt; hệ thống thiết bị điều khiển môi trường nuôi giun tự động; hệ thống thiết bị thủy phân dịch giun.

2.2. Trang thiết bị

Thiết bị, dụng cụ trong phòng thí nghiệm phục vụ thủy phân thịt giun của Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch.

2.3. Phương pháp phân tích

Áp dụng các phương pháp phân tích phổ biến hiện nay có liên quan nội dung nghiên cứu như: Tỷ lệ tăng trưởng giun (mg/con/ngày); Hiệu suất thủy phân (%) = $N/No \times 100$; Hoạt độ enzyme alcalase được xác định theo phương pháp Anson cải tiến (1938); Hàm lượng protein thô theo %, $W_p = 6,25 \times W_n$.

2.4. Phương pháp nghiên cứu chung

- Sử dụng phương pháp kết hợp nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm;

nghiên cứu tính toán, lắp đặt hệ thống điều khiển, sản xuất tự động cho chế biến dịch giun.

- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm đơn yếu tố;

- Phương pháp đánh giá, phân tích các yếu tố ảnh hưởng của nguyên vật liệu đầu vào, yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến quá trình nuôi, chế biến dịch giun và yêu cầu chất lượng, số lượng sản phẩm đầu ra;

- Lập sơ đồ mẫu cho quá trình nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và thực tiễn tại cơ sở sản xuất. Các thí nghiệm được thực hiện với mức độ lặp lại ít nhất 3 lần;

- Quy trình công nghệ được thử nghiệm, hiệu chỉnh ở trong phòng thí nghiệm, quy mô pilot và cuối cùng là có thể áp dụng ở quy mô sản xuất.

- Đối với các máy móc, hệ thống thiết bị áp dụng phương pháp tính toán, thiết kế vẽ trên phần mềm AutoCad, Inventor; Phương pháp thiết kế điều khiển tự động logic bằng phần mềm lập trình PLC kết nối màn hình HMI, hiển thị cài đặt giá trị các tham số, trạng thái hoạt động các thiết bị. PLC giao tiếp với smartphone qua internet.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hoàn thiện quy trình nuôi giun, thiết kế, lựa chọn, lắp đặt hệ thống thiết bị nuôi giun tự động

3.1.1. Hoàn thiện quy trình công nghệ nuôi giun (chủng *Eisenia fetida*) qui mô $200m^2 \div 300m^2$

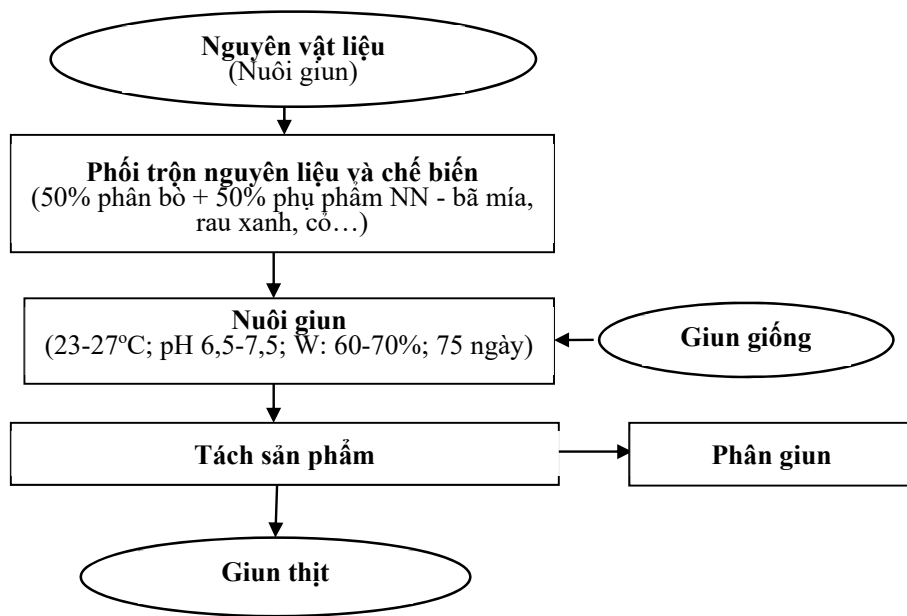
Đề tài đã tiến hành các thí nghiệm xác định điều kiện tối ưu của các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng của giun gồm: công thức thức ăn, nhiệt độ, độ ẩm, độ pH môi trường sống của giun để đưa vào điều khiển tự động, được thể hiện trên hình 1.

Kết quả nghiên cứu đã xác định các yếu tố ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của giun:

- Với thức ăn nuôi giun, đề tài đã chế tạo được máy để chế biến băm nghiền trộn rau xanh, phân bò với tỷ lệ 50% phân bò và 50% rau xanh, phụ phẩm nông nghiệp đạt kích thước từ $3 \div 5$ mm theo yêu cầu công nghệ thức ăn nuôi giun (Bảng độc quyền sáng chế số 38898) [3].

- Nhiệt độ môi trường nuôi giun: $23 - 27^{\circ}C$;

- Độ ẩm môi trường nuôi giun: 60-70%; Độ pH: pH 6,5 – 7,5.

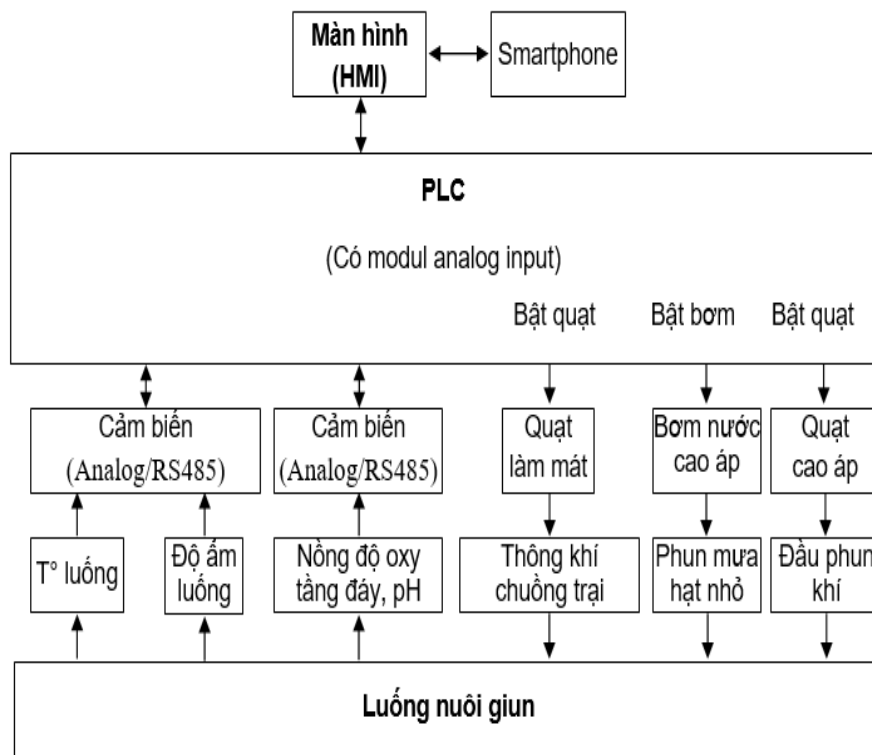


Hình 1. Sơ đồ quy trình công nghệ nuôi giun

3.1.2. Tính toán, thiết kế, lựa chọn, các thiết bị điều khiển và thiết bị chấp hành của hệ thống thiết bị môi trường nuôi giun tự động

Hệ thống thiết bị môi trường nuôi giun tự động được tính toán, thiết kế và lắp đặt dựa

trên sơ đồ quy trình công nghệ nuôi giun hình 1 với sơ đồ nguyên lý thể hiện trên hình 2. Các thông số được điều khiển, thiết lập trên màn hình HMI kết nối PLC giao tiếp với smartphone qua internet [4].



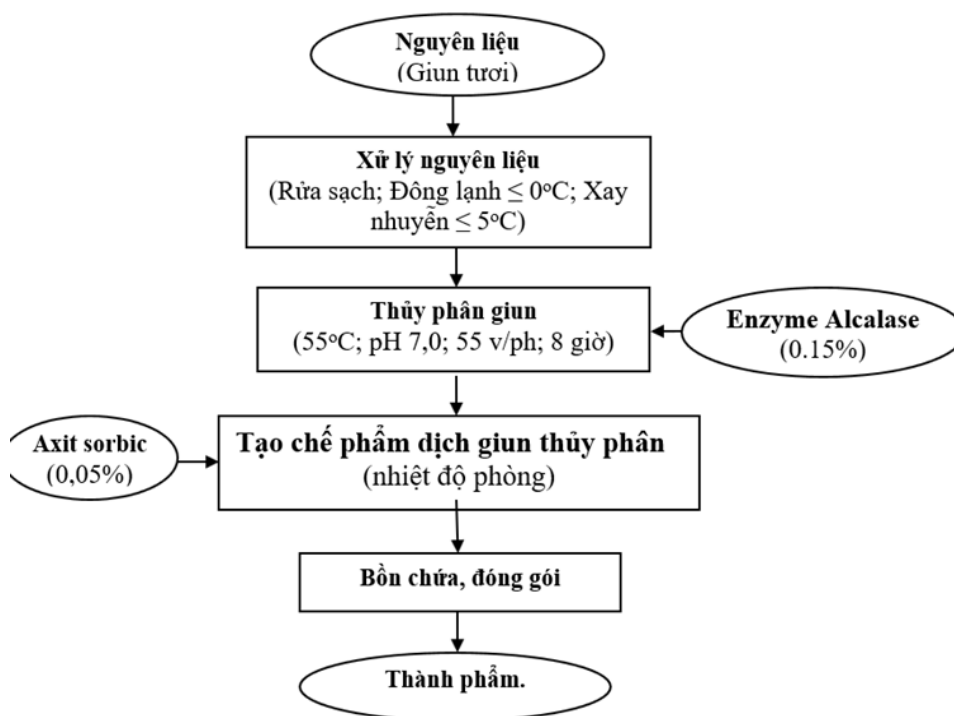
Hình 2. Sơ đồ nguyên lý làm việc hệ thống điều khiển môi trường nuôi giun

3.2. Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, nghiên cứu thiết kế, chế tạo, lựa chọn thiết bị sản xuất dịch giun tự động năng suất 500 kg giun tươi/mẻ

3.2.1. Hoàn thiện công nghệ thủy phân thịt giun bằng enzyme

Nghiên cứu phương pháp xử lý nguyên liệu giun; Nghiên cứu chế độ thủy phân dịch giun bằng enzyme; Nghiên cứu lựa chọn điều kiện thu hồi, tạo chế phẩm dịch giun giàu axit

amin và phương pháp bảo quản sản phẩm; Ảnh hưởng của loại bao bì; Nghiên cứu xác định điều kiện bảo quản chế phẩm dịch giun thủy phân (Điều kiện bảo quản ở nhiệt thường được chọn cho bảo quản chế phẩm dịch giun thủy phân); Đánh giá chất lượng chế phẩm dịch giun thủy phân sau 06 tháng bảo quản ở nhiệt độ thường; Đề xuất quy trình công nghệ sản xuất dịch giun giàu axit amin, quy mô 500 kg giun tươi/mẻ trên hình 3.



Hình 3. Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất dịch giun giàu axit amin

3.2.2. Nghiên cứu thiết kế, chế tạo, lựa chọn hệ thống thiết bị sản xuất dịch giun tự động, công suất 500 kg nguyên liệu giun tươi/mẻ

Sau quá trình tính toán thiết kế, đề tài đã xác định được một số thông số chính của thiết bị thủy phân điều khiển tự động trên màn hình HMI như sau:

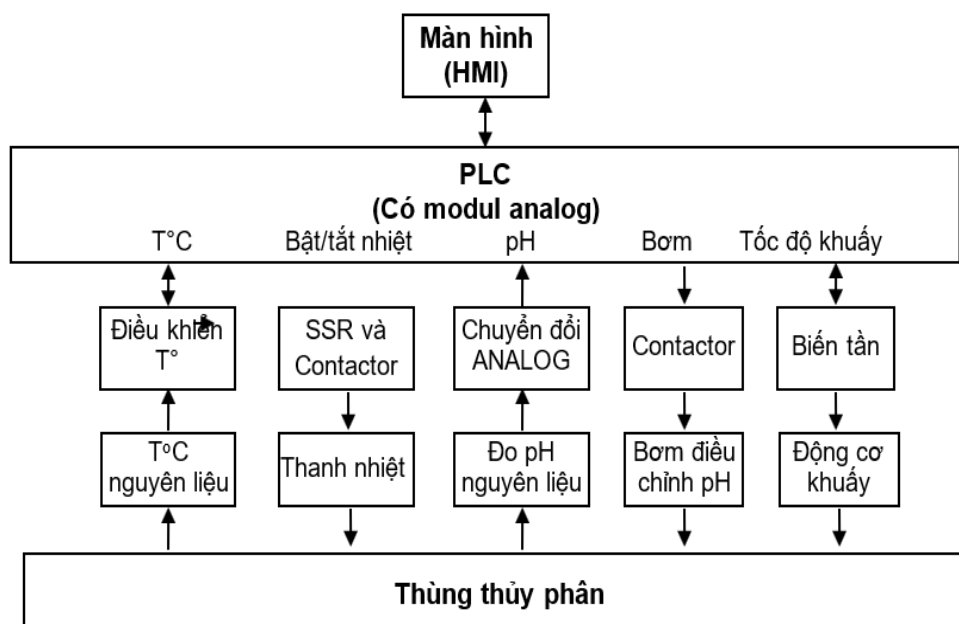
Thể tích bồn chứa dung dịch $V = 0,75 \text{ m}^3$; Công suất động cơ khuấy $N = 1,5 \text{ kW}$; Số vòng quay trục khuấy $n = 40-70$ vòng/phút (Tuy nhiên trong quá trình nghiên cứu công nghệ thiết bị này có lắp biến tần điều khiển tốc độ từ 10 - 200 vòng/phút); Bán kính cánh khuấy $r_k = 0,22 \text{ m}$; Nhiệt độ làm việc của thiết

bị 40 - 100 °C; Chiều dày thân thiết bị, đáy thiết bị $\delta = 1.5 \text{ mm}$; Bán kính thân thiết bị $r_t = 0,44 \text{ m}$; Chiều cao tổng thể $h = 2 \text{ m}$; Công suất gia nhiệt $Q_1 = 24 \text{ kW.h}$.

3.2.3. Tính toán, thiết kế, lựa chọn các thiết bị điều khiển và thiết bị chấp hành của hệ thống thiết bị thủy phân thịt giun tự động, công suất 500 kg nguyên liệu giun tươi/mẻ

a) hệ thống thiết bị điện - điều khiển thiết bị thủy phân thịt giun

* Sơ đồ nguyên lý điều khiển các thông số trong quá trình thủy phân thịt giun được trình bày trên hình 4.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý làm việc hệ thống điều khiển máy thủy phân

Yêu cầu điều khiển và công suất lắp đặt của các thiết bị thủy phân dịch giun gồm có các thành phần chính như trong bảng 1.

Bảng 1. Yêu cầu điều khiển và công suất lắp đặt máy thủy phân thịt giun

TT	Thiết bị	Công suất, kW	SL	Yêu cầu điều khiển và diễn giải
1	Động cơ khuấy	1,5 kW (3P)	1	Điều chỉnh tốc độ vô cấp
2	Gia nhiệt gián tiếp	24 kW (1P)	1	- Gia nhiệt bằng điện được chia làm 2 cấp; - Dải nhiệt độ điều chỉnh: 50 ÷ 55°C.
3	Bơm hoá chất điều chỉnh pH	0,2 kW (1P)	1	Định lượng theo thời gian
Tổng công suất lắp đặt:		25,7 kW		

b) Thiết kế, tính toán mạch động lực, điều khiển và lựa chọn các thiết bị thừa hành

Tổng công suất lắp đặt của thiết bị thủy phân thịt giun là 25,7 kW. Máy được phân thành hai nhóm chính: Nhóm các thiết bị động lực (Thiết bị khuấy và thiết bị gia nhiệt bằng điện) và nhóm các thiết bị điều khiển (PLC, HMI, SSR, bộ điều khiển t°C, điều khiển pH, v.v...)

* Cơ sở tính toán thiết kế mạch điện

Công thức chung tính toán các thông số của động cơ điện:

$$P_{dm} = \sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot I_{dm} \cdot \cos \varphi \cdot \eta$$

* Tính toán, lựa chọn thiết bị đóng cắt và thiết bị bảo vệ máy thủy phân thịt giun điều

khiển PLC trong hệ thống thủy phân dịch giun dựa trên các thông số đã tính toán ở trên.

3.2.4. Chế tạo hệ thống thiết bị sản xuất dịch giun, năng suất 500 kg nguyên liệu giun tươi/mẻ

Sử dụng các máy cuộn tôn, tiện, phay, các máy cắt tôn, máy hàn tig, hàn mig để chế tạo các chi tiết của thiết bị.

Đề tài đã đưa ra quy trình công nghệ và chế tạo ra các bộ phận của thiết bị, lắp ghép thành thiết bị hoàn chỉnh.

3.2.5. Lắp đặt vận hành hệ thống thủy phân dịch giun

Đã lắp đặt thiết bị và vận hành tại 2 mô hình sản xuất, thể hiện trên hình 5, hình 6 và hình 7.

3.3. Kết quả xây dựng 2 mô hình trên 2 vùng chăn nuôi bò trọng điểm của Hà Nội

3.3.1. Xây dựng mô hình nuôi giun tự động và chế biến giun quy mô 300m² làm nguyên liệu để sản xuất thức ăn chăn nuôi

Với các kết quả nghiên cứu đạt được ở các mục 3.1 và 3.2 ở trên, Viện Cơ điện nông

ng nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch đã kết hợp với HTX nông nghiệp và dịch vụ thương mại Hiệp Thụ (Thôn Phù Đồng 2, xã Phù Đồng, TP. Hà Nội) để triển khai xây dựng mô hình nuôi giun tự động và chế biến giun quy mô 300 m² làm nguyên liệu để sản xuất thức ăn chăn nuôi, hình 5 và hình 6.



Hình 5. Hệ thống thiết bị điều khiển môi trường nuôi giun Hình 6. Hệ thống TB thủy phân

3.3.2. Xây dựng mô hình nuôi giun quy mô 200 m²

Địa điểm: Trang trại hữu cơ Hoa Viên, Thôn Dục, xã Thạch Thất, TP. Hà Nội



Hình 7. Hệ thống thiết bị nuôi giun tại mô hình 200 m²

IV. HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG

Kết quả xây dựng mô hình sản xuất trong thực tế tại 2 địa điểm lựa chọn, đề tài đã sơ bộ tính toán hiệu quả kinh tế như sau: Thời gian thu hồi vốn là khoảng 3÷5 năm, khấu hao nhà xưởng và hệ thống thiết bị là 10 năm; tỷ lệ lợi nhuận ròng so với doanh thu là 23,6%; tỷ lệ lợi nhuận ròng so với vốn đầu tư là 27,7%. Khi so sánh với mô hình cũ trước khi ứng dụng kết quả của đề tài (mô hình 300

m²), thời gian nuôi giun giảm từ 3,5 tháng xuống còn 2,5 tháng.

Về khả năng ứng dụng, ngoài các đơn vị ứng dụng theo đề tài như HTX nông nghiệp và dịch vụ thương mại Hiệp Thụ và Trang trại hữu cơ Hoa Viên, đề tài còn ký hợp đồng cung cấp hệ thống thiết bị và công nghệ chế biến thức ăn và điều khiển môi trường nuôi giun quy mô 500 m² với Công ty Cổ phần sản xuất và thương mại GeenCoop Việt Nam. Hệ thống được thiết kế theo các quy mô khác

nhau như: hộ gia đình, trang trại, HTX, công ty... Hệ thống cũng có thể tách thành 2 modul nuôi và chế biến riêng biệt để dễ dàng tiếp

V. KẾT LUẬN

1. Đã hoàn thiện quy trình công nghệ nuôi giun thiết kế, lắp đặt hệ thống thiết bị nuôi giun tự động (chúng *Eisenia fetida*) qui mô $200\div 300\text{ m}^2$ bao gồm:

- Điều kiện tối ưu để mô hình nuôi giun đất đạt năng suất và hiệu quả cao: Thức ăn cho giun có thành phần là phân bò và bã mía, rau xanh với tỷ lệ phối trộn là 50% phân bò và 50% bã mía và rau xanh và một số phụ phẩm nông nghiệp; Nhiệt độ thích hợp cho nuôi giun là $23 - 27\text{ }^{\circ}\text{C}$; Độ ẩm thích hợp cho nuôi giun là 60 – 70%; pH thích hợp cho nuôi giun là pH 6,5 – 7,5.

- Tính toán, thiết kế, lựa chọn, các thiết bị điều khiển và thiết bị chấp hành của hệ thống thiết bị môi trường nuôi giun tự động quy mô 300 m^2 .

KIẾN NGHỊ

Tập trung nhân rộng mô hình có điều khiển môi trường nuôi giun tự động, kỹ thuật cao góp phần xử lý tốt môi trường đầu vào, tận dụng phế phụ phẩm nông nghiệp, kết hợp chế

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Bảy. “Nghiên cứu sản xuất và sử dụng giun đất (*Perionyx excavatus*) làm thức ăn bổ sung cho gà để góp phần nâng cao hiệu quả nuôi gà thả vườn ở nông hộ”. *Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM*: 178, 2002.

2. Lê Xuân Hào, Nguyễn Đức Vinh, Trần Hồng Thao, Nguyễn Thị Hoài Trâm, Nguyễn Bá Tân và CS (2023), *Nghiên cứu phát triển công nghệ và chế tạo thiết bị phục vụ cho nuôi và sản xuất một số chế phẩm từ giun làm nguyên liệu cho thức ăn chăn nuôi*, Đề tài

cận nhu cầu và quy mô của từng đơn vị đầu tư.

2. Đã nghiên cứu hoàn thiện qui trình công nghệ và nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thiết bị sản xuất dịch giun tự động công suất 500 kg nguyên liệu giun tươi/mẻ.

3. Đã xây dựng 2 mô hình nuôi giun trên 2 vùng chăn nuôi bò trọng điểm của Hà Nội theo mô hình nông nghiệp tuần hoàn, bao gồm:

* Đã xây dựng mô hình nuôi giun tự động và chế biến giun quy mô 300 m^2 làm nguyên liệu để sản xuất thức ăn chăn nuôi tại HTX nông nghiệp và dịch vụ thương mại Hiệp Thụ, thôn Phù Đồng 2, xã Phù Đồng, TP. Hà Nội.

* Đã xây dựng mô hình nuôi giun quy mô 200 m^2 tại Trang trại hữu cơ Hoa Viên, Thôn Dục, xã Thạch Thất, TP. Hà Nội.

biến các sản phẩm từ nuôi giun trên các thiết bị tự động theo kết quả nghiên cứu, đạt hiệu quả kinh tế cao, phù hợp xu hướng sản xuất nông nghiệp xanh, tuần hoàn khép kín hiện nay.

Nghiên cứu khoa học cấp TP. Hà Nội, Mã số 01C-06/2020-3.

3. Bằng độc quyền sáng chế số 38898, *Máy chế biến thức ăn nuôi giun từ chất thải hữu cơ*, Chủ bằng độc quyền: Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch, Các tác giả: Lê Xuân Hào, Nguyễn Bạch Xuyên, Phạm Nguyễn Minh Hiếu.

4. Trần Hồng Thao, Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Đức Vinh và CS, *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ và hệ thống thiết bị sấy gỗ rừng trồng bằng bơm nhiệt chân không, dung tích 20 m^3 gỗ/mẻ*, Đề tài trọng điểm cấp Bộ của Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn. Hà Nội, tháng 12 năm 2020.

- Ngày nhận bài: 04/05/2026

- Ngày phản biện: 01/06/2026

- Ngày duyệt đăng: 03/06/2026