

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI**

BÁO CÁO TỔNG HỢP

**ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CẤP CƠ SỞ HỖ TRỢ KINH PHÍ NĂM 2024**

**NGHIÊN CỨU XỬ LÝ Bùn Thải Sinh Học Từ Hệ Thống
XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT CỦA CƠ SỞ GIẾT MỔ GIA SÚC
THÀNH SINH KHỐI NUÔI GIUN QUẾ**

MÃ SỐ: 13.01.24.K.02

Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Chủ nhiệm đề tài: ThS. Trịnh Kim Yến

Hà Nội - 2024

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

BÁO CÁO TỔNG HỢP

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CẤP CƠ SỞ HỖ TRỢ KINH PHÍ NĂM 2024

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ Bùn THẢI SINH HỌC TỪ HỆ THỐNG
XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT CỦA CƠ SỞ GIẾT MỒ GIA SÚC
THÀNH SINH KHỐI NUÔI GIUN QUẾ

MÃ SỐ : 13.01.24.K.02

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI

Trịnh Kim Yên

TRƯỜNG ĐẠI HỌC
TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG



Lê Thị Trinh

Hà Nội - 2024

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Nghiên cứu xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc thành sinh khối nuôi giun quế.

- Mã số: 13.01.24.K.02

- Chủ nhiệm đề tài: ThS. Trịnh Kim Yên

- Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

- Thời gian thực hiện: năm 2024

2. Mục tiêu:

- Đánh giá được thành phần cơ bản của bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc.

- Đề xuất được phương pháp xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc thành sinh khối nuôi giun quế.

3. Tính mới và sáng tạo:

Đã có một số nghiên cứu về xử lý chất thải thành sinh khối nuôi giun quế, tuy nhiên thường áp dụng xử lý với chất thải sinh hoạt bằng giun quế. Do vậy, nghiên cứu này sẽ cung cấp dữ liệu khoa học để tái chế bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của Nhà máy sản xuất rượu bia, nước giải khát thành sinh khối nuôi giun quế.

4. Kết quả nghiên cứu:

- Đã tiến hành lấy mẫu, xử lý mẫu và phân tích thành phần cơ bản của bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải của cơ sở giết mổ gia súc sau khi phối trộn với nước thành sinh khối nuôi giun quế.

- Đã theo dõi, đánh giá sự sinh trưởng, phát triển của giun quế ở các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước sau các khoảng thời gian nuôi. Từ đó, lựa chọn được tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước giúp giun quế phát triển tốt nhất.

- Đã tiến hành lấy mẫu, xử lý mẫu và phân tích thành phần cơ bản của phân giun quế sau quá trình nuôi. Kết quả cho thấy, phân giun ở dạng khô không có mùi hôi, màu nâu đen, mịn với khả năng giữ ẩm tốt với một số chỉ tiêu dinh dưỡng trong phân giun đạt kết quả cao.

5. Sản phẩm:

- 01 Báo cáo tổng hợp

- 01 Báo cáo tóm tắt

- 01 Bài báo “*Nghiên cứu xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải cơ sở giết mổ gia súc thành sinh khối nuôi giun quế (*perionyx excavatus*)*” đăng trên Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

6.1. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng:

- Kết quả của đề tài sẽ được chuyển giao toàn bộ cho bộ môn Độc học và quan trắc môi trường thuộc khoa Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội để phục vụ cho việc đào tạo và các nhiệm vụ khác có liên quan.

- Sản phẩm của đề tài sẽ được chuyển toàn bộ cho Trung tâm Thư viện và Công nghệ Thông tin để lưu trữ và làm tài liệu tham khảo cho cán bộ giảng viên và người học.

6.2. Tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

- Đối với lĩnh vực KH&CN có liên quan: Đề tài sẽ cung cấp những thông tin khoa học hữu ích, góp phần xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải của một số nhà máy, cơ sở sản xuất thực phẩm.

- Đối với tổ chức chủ trì và các cơ sở ứng dụng kết quả nghiên cứu: Kết quả của đề tài vừa là nguồn tài liệu có giá trị phục vụ công tác giảng dạy, vừa là cơ sở để nâng cao chất lượng giảng dạy, đào tạo nguồn nhân lực ngành Đảm bảo chất lượng và an toàn thực phẩm.

- Đối với kinh tế - xã hội và môi trường: Kết quả của đề tài về phương pháp xử lý chất thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

- Project title: Research on treating biological sludge from the wastewater treatment system of a livestock slaughterhouse into biomass for raising earthworm.
- Code number: 13.01.24.K.02
- Coordinator: Trinh Kim Yen
- Implementing institution: Hanoi University of Natural Resources and Environment
- Duration: 2024

2. Objective(s):

- Evaluate the basic components of biological sludge from the wastewater treatment system of a livestock slaughterhouse.
- Propose a method to treat biological sludge from the wastewater treatment system of a livestock slaughterhouse into biomass for earthworm farming.

3. Creativeness and innovativeness:

There have been some studies on waste treatment into biomass for earthworm farming, however, they are often applied to domestic waste treatment with earthworms. Therefore, this study will provide scientific data for recycling sludge from wastewater treatment systems of beer and beverage factories into biomass for earthworm farming.

4. Research results:

- Conducted sampling, sample processing and analysis of basic components of biological sludge from the wastewater treatment system of Bach Gia technical facility after mixing with water to create earthworm farming biomass.
- Monitored and evaluated the maturity and development of earthworms in mixed ratios between biological wastewater sludge and water after farming periods. From there,

choose the mixing ratio between biological sludge and water to help the worms grow best.

- Conducted sampling, sample processing and analysis of basic components of worm feces after the farming process. The results showed that dry worm dung has no odor, is dark brown in color, has good moisturizing ability with some nutritional indicators in worm dung achieving high results.

5. Products:

- 01 Final report

- 01 Summary report

- 01 article published "*Study on treatment of biological waste sludge from the wastewater treatment system of cattle slaughtering facility into earthworm culture biomass (perionyx excavatus)*" in the Journal of Natural Resources and Environmental Sciences

6. Transfer alternatives, application institutions, impacts and benefits of research results:

6.1. Transfer method, application address:

- The results of the project will be transferred entirely to the Department of Toxicology and Environmental Monitoring under the Faculty of Environment, Hanoi University of Natural Resources and Environment to serve training and other relevant tasks. relate to.

- All products of the project will be transferred to the Center for Library and Information Technology to store and serve as reference materials for lecturers and learners.

6.2. Impact and benefits of research results:

- For related science and technology fields: The project will provide useful scientific information, contributing to the treatment of biological sludge from wastewater treatment systems of some factories and food production facilities. .

- For the host organization and establishments applying research results: The results of the project are both a valuable resource for teaching and a basis for improving the quality of teaching. Training human resources in the food safety and quality assurance sector.

- For economy - society and environment: Results of the project on waste treatment methods and minimizing environmental pollution.

MỤC LỤC

| | |
|--|------------|
| DANH MỤC BẢNG | i |
| DANH MỤC HÌNH | ii |
| DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT | iii |
| MỞ ĐẦU | 1 |
| CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU | 4 |
| 1.1. Tổng quan về giun quế | 4 |
| 1.1.1. Đặc điểm về hình thái bên ngoài và thành phần cấu tạo cơ thể | 4 |
| 1.1.2. Đặc điểm về điều kiện sinh thái, tập tính sinh sống của giun quế | 5 |
| 1.1.3. Đặc điểm về sinh trưởng, sinh sản của giun quế..... | 7 |
| 1.1.4. Cơ chế xử lý rác thải của giun quế..... | 7 |
| 1.2. Tổng quan về nguồn phát thải chất thải tại cơ sở giết mổ gia súc..... | 8 |
| 1.2.1. Đặc tính nước thải và nguồn thải giết mổ gia súc | 8 |
| 1.2.2. Các công nghệ xử lý nước thải giết mổ..... | 10 |
| 1.3. Tổng quan về bùn thải sinh học..... | 14 |
| 1.3.1. Khái niệm | 14 |
| 1.3.2. Đặc điểm của bùn thải sinh học | 14 |
| 1.4. Tổng quan về một số phương pháp xử lý bùn thải sinh học | 15 |
| 1.4.1 Phương pháp thiêu đốt | 16 |
| 1.4.2. Phương pháp xử lý sinh học..... | 16 |
| 1.4.3 Phương pháp chôn lấp nén bùn và chôn lấp..... | 18 |
| 1.4.4. Phương pháp sử dụng bùn thải sinh học làm nguyên liệu cho các quá trình sản xuất khác | 19 |
| 1.5. Tổng quan một số nghiên cứu trong và ngoài nước thuộc lĩnh vực của đề tài..... | 21 |
| 1.5.1. Các nghiên cứu trên thế giới | 21 |
| 1.5.2. Các nghiên cứu ở Việt Nam..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU | 25 |
| 2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu | 25 |
| 2.2. Phương pháp nghiên cứu | 25 |
| 2.2.1. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu | 25 |
| 2.2.2. Phương pháp thực nghiệm..... | 25 |
| 2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu..... | 28 |
| 2.3. Quy trình phân tích trong phòng thí nghiệm | 28 |
| CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN | 43 |
| 3.1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu trong nước dùng để phối trộn bùn thải sinh học | 43 |
| 3.2. Kết quả phân tích bùn thải sinh học | 43 |
| 3.2.1. Kết quả theo dõi nhiệt độ, độ ẩm và pH..... | 43 |
| 3.2.2. Kết quả phân tích các thông số khác | 48 |
| 3.3. Kết quả theo dõi quá trình nuôi giun quế | 49 |
| 3.3.1. Đánh giá sự thay đổi khối lượng giun quế | 49 |
| 3.3.2. Đánh giá tốc độ tăng trưởng của giun quế | 51 |
| 3.4. Kết quả phân tích thành phần của phân giun quế..... | 53 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ | 57 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 58 |
| PHỤ LỤC | 63 |

DANH MỤC BẢNG

| | |
|---|----|
| Bảng 2.1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu..... | 27 |
| Bảng 2.2. Quy trình xây dựng đường chuẩn NO_3^- | 31 |
| Bảng 2.3. Quy trình xây dựng đường chuẩn xác định NH_4^+ | 33 |
| Bảng 2.4. Quy trình xây dựng đường chuẩn PO_4^{3-} | 35 |
| Bảng 3.1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu trong nước..... | 43 |
| Bảng 3.2. Kết quả theo dõi nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) ở các tỷ lệ phối trộn..... | 44 |
| Bảng 3.3. Kết quả theo dõi độ ẩm (%) ở các tỷ lệ phối trộn..... | 45 |
| Bảng 3.4. Kết quả theo dõi pH ở các tỷ lệ phối trộn..... | 47 |
| Bảng 3.5. Kết quả phân tích một số thành phần của bùn thải sinh học..... | 48 |
| Bảng 3.6. Sự thay đổi khối lượng giun quế..... | 50 |
| Bảng 3.7. Tốc độ tăng trưởng của giun quế..... | 51 |
| Bảng 3.8. Thành phần của phân giun quế..... | 54 |

DANH MỤC HÌNH

| | |
|---|----|
| Hình 1.1. Sơ đồ xử lý nước thải cơ sở giết mổ gia súc cơ bản | 13 |
| Hình 3.1. Sự thay đổi nhiệt độ ở các tỷ lệ phối trộn | 44 |
| Hình 3.2. Sự thay đổi độ ẩm ở các tỷ lệ phối trộn | 46 |
| Hình 3.3. Sự thay đổi pH ở các tỷ lệ phối trộn | 47 |
| Hình 3.4. Khối lượng của giun quế sau 14 tuần nuôi | 50 |
| Hình 3.5. Tốc độ tăng trưởng của giun quế sau các tuần nuôi so với ban đầu | 52 |
| Hình 3.6. Tốc độ tăng trưởng của giun quế giữa 2 tuần nuôi | 53 |

DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT

| | | |
|------|---------------------------------|------------------------------|
| BOD | Biological Oxygen Demand | Nhu cầu oxy sinh học |
| COD | Chemical Oxygen Demand | Nhu cầu oxy hóa học |
| PE | Polyethylen | |
| QCVN | | Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia |
| TCVN | | Tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia |
| TSS | Total suspended solids | Tổng chất rắn lơ lửng |
| UASB | Upflow Anaerobic Sludge Blanket | Bể kỵ khí |
| VSV | | Vi sinh vật |

MỞ ĐẦU

Trong nông nghiệp, giun quế được xem là loại thức ăn sạch, giàu đạm, bổ sung dinh dưỡng cho gia súc, gia cầm. Bên cạnh đó, phân giun quế cũng được đánh giá là một chế phẩm phân hữu cơ sinh học rất tốt cho nhiều loại cây trồng, sử dụng thay thế phân vô cơ, như là giải pháp để sản xuất các loại rau sạch, an toàn. Tuy nhiên, tại nhiều địa phương, các trang trại chăn nuôi thường tận dụng phân gia súc, gia cầm kết hợp với rơm rạ hoặc rác thải sinh hoạt để nuôi giun quế [1]. Nuôi giun quế bằng phân tươi của động vật có thể gây ra các vấn đề liên quan đến an toàn vệ sinh và ô nhiễm môi trường.

Bùn thải sinh học phát sinh từ các hệ thống xử lý nước thải từ các hoạt động nông nghiệp như chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản, chế biến thực phẩm, giết mổ gia súc thường chứa một lượng lớn chất hữu cơ, N, P rất thích hợp cho việc sử dụng làm phân bón [5]. Tuy nhiên, bùn thải sinh học phát sinh chưa được tận dụng cũng như tái sử dụng một cách hiệu quả. Các phương pháp xử lý bùn thải sinh học phát sinh từ các hoạt động nông nghiệp chủ yếu là chôn lấp, chế biến phân vi sinh (compost),... [7]. Các biện pháp xử lý bùn thải sinh học hiện nay ở nước ta không chỉ gây các vấn đề ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng mà còn gây lãng phí nguồn tài nguyên có thể tái sử dụng. Vì vậy, việc nghiên cứu phương pháp xử lý bùn thải sinh học phát sinh từ hệ thống xử lý nước thải từ hoạt động nông nghiệp hiệu quả có ý nghĩa thực tiễn, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Phương pháp xử lý bùn thải bằng giun quế thực sự thuyết phục được nhiều nhà khoa học, các doanh nghiệp, nông dân do sản phẩm đã không những đem lại lợi ích kinh tế - xã hội đáng kể trong sản xuất nông nghiệp mà còn có tác dụng bảo vệ môi trường, rất tích cực do đảm bảo sự cân bằng sinh thái. Nhận thấy phương pháp này rất phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế nước ta, phù hợp với tập quán sinh hoạt của người dân nên dễ áp dụng, dễ nhân rộng và thu được hiệu quả cao.

Với các vấn đề đã đề cập ở trên chúng tôi lựa chọn thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc thành sinh khối nuôi giun quế*”.

Mục tiêu của đề tài

- Đánh giá được thành phần cơ bản của bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc.

- Đề xuất được phương pháp xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc thành sinh khối nuôi giun quế.

Nội dung nghiên cứu

Đề tài được thực hiện với 04 nội dung chính sau:

Nội dung 1: Nghiên cứu tổng quan về các vấn đề liên quan đến đề tài nghiên cứu

- Nội dung 1.1: Tổng quan về bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc

- Nội dung 1.2: Tổng quan về các nghiên cứu xử lý bùn thải sinh học ở trong và ngoài nước

- Nội dung 1.3: Tổng quan về phương pháp nuôi giun xử lý bùn thải sinh học

Nội dung 2: Đánh giá thành phần cơ bản của bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất của cơ sở giết mổ gia súc

- Nội dung 2.1: Lấy mẫu và bảo quản mẫu bùn thải

- Nội dung 2.2: Phân tích thành phần cơ bản của bùn thải (pH, độ ẩm, C tổng, N tổng, P tổng...)

Nội dung 3: Nghiên cứu, xử lý bùn thải sinh học thành sinh khối nuôi giun quế

- Nội dung 3.1: Nghiên cứu sử dụng bùn thải sinh học (dạng rắn) trực tiếp làm chất nền bên dưới trong quá trình nuôi giun quế

- Nội dung 3.2: Nghiên cứu trộn bùn thải sinh học với nước với các tỷ lệ khác nhau thành sinh khối nuôi giun quế

- Nội dung 3.3: Đánh giá sự sinh trưởng của giun quế (tăng trọng lượng, số lượng giun) ở 2 phương pháp sử dụng giun quế xử lý bùn thải sinh học

Thời gian thực hiện: năm 2024

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của kết quả nghiên cứu

- Đề tài sẽ cung cấp những thông tin khoa học hữu ích, góp phần xử lý bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải của một số nhà máy, cơ sở sản xuất thực phẩm.

- Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp dữ liệu khoa học về phương pháp xử lý chất thải, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

- Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu của đề tài vừa là nguồn tài liệu có giá trị phục vụ công tác giảng dạy, vừa là cơ sở để nâng cao chất lượng giảng dạy, đào tạo nguồn nhân lực ngành Đảm bảo chất lượng và an toàn thực phẩm.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Tổng quan về giun quế

1.1.1. Đặc điểm về hình thái bên ngoài và thành phần cấu tạo cơ thể

a. Đặc điểm hình thái bên ngoài

Giun quế có tên khoa học là *Peryonix excavatus*, thuộc chi *Pheretima*, họ Megascocidae (họ cự dẫ), ngành ruột khoang. Giống giun quế là một loại giun đất, có mùi gần giống như mùi quế nên gọi là giun quế. Chúng là nhóm giun ăn phân, thường sống trong môi trường có nhiều chất hữu cơ đang phân hủy. Đây là loài giun mắn đẻ, xuất hiện rải rác ở vùng nhiệt đới, dễ bắt bằng tay, vì vậy rất dễ thu hoạch. Chúng được sử dụng rộng rãi trong việc xử lý, chuyển hóa chất thải hữu cơ. Ở Việt Nam có trên 110 loài giun đất, nhưng đặc biệt chỉ có 6 - 8 loài được nuôi để sử dụng và sản xuất phân bón, thì trong đó giun quế được sử dụng phổ biến hơn nhất [35].

Giun quế có kích thước tương đối nhỏ. Khi trưởng thành, chúng có độ dài vào khoảng 10 -15cm, thân hơi dẹt, bề ngang của con trưởng thành có thể đạt 1 - 2 mm, có màu từ nâu đỏ đến màu mận chín (tùy theo tuổi), màu nhạt dần về phía bụng, hai đầu hơi nhọn. Cơ thể giun có hình thon dài nối với nhau bởi nhiều đốt (khoảng 120 đốt), trên mỗi đốt có một vành tơ. Khi di chuyển, các đốt co duỗi kết hợp các lông tơ phía bên dưới các đốt bám vào cơ chất, đầu cơ thể di chuyển một cách dễ dàng.

Trong cơ thể giun quế, nước chiếm khoảng 80 - 85%, chất thô khoảng 15 - 20%. Hàm lượng các chất (tính trên trọng lượng chất khô) như sau: Protein: 68 - 70%, lipit: 7 - 8%, chất đường: 12 - 14%, tro 11 - 12%. Ngoài ra, trong thịt giun Quế còn có một lượng axit glutamic đáng kể (8%). Đây chính là thành phần cơ bản của bột ngọt hay mì chính nên khi sử dụng làm thức ăn chăn nuôi thì vật nuôi ăn khỏe, chóng lớn, đẻ khỏe, ít bệnh tật và sẽ cho thịt thơm ngon hơn hẳn so với vật nuôi thông thường [3].

b. Các cơ quan của giun quế

Hệ tiêu hóa: Là một hệ thống bắt đầu từ lỗ miệng ở đỉnh đầu tiếp nhận thức ăn và tận cùng là hậu môn ở đốt cuối. Tham gia tiêu hóa thức ăn có mề, dạ dày và manh tràng. Thức ăn từ dạ dày vào ruột có dạng hỗn nhuyễn thuận lợi cho việc hấp thụ các dưỡng chất ở ruột. Các chất không tiêu hóa được tích tụ ở trực tràng và được đẩy ra ngoài dưới dạng các viên tròn rất nhỏ (phân giun).

Hệ sinh dục: Giun quế là động vật lưỡng tính, trên một cơ thể có đủ cả cơ quan sinh dục đực và cái. Tuy nhiên để sinh sản được, giun phải tiến hành thụ tinh chéo nhau. Giun quế sinh sản rất nhanh trong điều kiện khí hậu nhiệt đới tương đối ổn định và có độ ẩm cao. Khả năng sinh sản này đảm bảo cho sự duy trì mật độ và khả năng xử lý chất thải khá ổn định.

Hệ tuần hoàn: Là một hệ thống khép kín, có các đôi tim ở phía trước đầu. Máu không có hồng cầu, huyết sắc tố tan trong huyết tương, các mao quản huyết lan tỏa vách cơ thể, lấy oxy và nhả khí cacbonic trực tiếp qua màng cutin ẩm ướt bao bọc bên ngoài cơ thể giun quế. Vì vậy nếu màng này bị khô sẽ hạn chế sự hô hấp của giun quế, có thể làm cho giun quế chết. Ngoài ra, trong máu giun quế còn có bạch cầu, giúp giun quế chống đỡ bệnh tật.

Hệ thần kinh: Gồm có 2 hạch thần kinh ở đầu (hạch não) và các hạch thần kinh bụng, chúng được nối với nhau bởi các dây thần kinh. Ngoài ra giun còn có một số tế bào cảm nhận được ánh sáng nằm phân tán dưới da, chủ yếu ở phần đầu [14].

1.1.2. Đặc điểm về điều kiện sinh thái, tập tính sinh sống của giun quế

a. Điều kiện sinh thái

Giun quế rất nhạy cảm, chúng phản ứng mạnh với ánh sáng, nhiệt độ và biên độ nhiệt cao, độ mặn và điều kiện khô hạn.

Nhiệt độ thích hợp nhất với giun quế trong khoảng từ 20 - 30°C, ở nhiệt độ khoảng 25 - 28°C và độ ẩm thích hợp, chúng sinh trưởng và sinh sản rất nhanh. nhiệt độ quá thấp, chúng sẽ ngừng hoạt động và có thể chết; hoặc khi nhiệt độ của

lượng nuôi lên quá cao, chúng cũng bỏ đi hoặc chết. Chúng có thể chết khi điều kiện khô và nhiều ánh sáng nhưng chúng lại có thể tồn tại trong môi trường nước giàu oxy.

Độ ẩm phù hợp cho sự phát triển của giun quế khoảng 60 - 70%. Độ ẩm quá thấp hoặc quá cao có ảnh hưởng đến đời sống của chúng.

Giun quế thích sống nơi có độ pH ổn định, khoảng pH thích hợp nhất là 6,8 – 7,5, nhưng chúng có khả năng chịu đựng được phổ pH khá rộng, từ 4 - 9, nếu pH thấp có thể ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng, chúng sẽ bỏ đi. Vì vậy, pH của môi trường sống và thức ăn cho giun quế cần pH trung tính.

Giun quế có tế bào cảm nhận ánh sáng trên da ở vùng đầu. Ánh sáng mặt trời có hại cho giun quế, chúng có phản ứng né tránh [13].

b. Tập tính sinh sống

Giun quế là nhóm giun ăn phân, thường sống trong môi trường có nhiều chất hữu cơ đang phân hủy, trong tự nhiên ít tồn tại với quần thể lớn và không có khả năng cải tạo đất trực tiếp như một số loài giun địa phương sống trong đất. Giun quế là một trong những giống giun đã được thuần hóa, nhập nội và đưa vào nuôi công nghiệp với các quy mô vừa và nhỏ.

Trong tự nhiên, giun quế thích sống nơi ẩm ướt và có độ pH ổn định, gần cống rãnh hoặc nơi có nhiều chất hữu cơ dễ phân hủy và thối rữa như trong phân động vật, các đồng rác hoại mục. Chúng rất ít có mặt trên các đồng ruộng canh tác, dù nơi đây có nhiều chất thải hữu cơ. Có lẽ vì tỷ lệ C/N của những chất thải này thường cao, không hấp dẫn và không đảm bảo điều kiện độ ẩm thường xuyên. Giun quế rất năng động, sống ở nơi ẩm áp, ẩm ướt, yên tĩnh, sợ ánh sáng, thường ẩn náu ở dưới những hòn gạch, hòn đá, các miếng gỗ hoặc ngay dưới các lớp phân, rãnh nước cạnh các chuồng lợn hoặc chuồng trâu. Thích hợp nơi có nhiều chất hữu cơ thối rữa.

Giun quế sống chủ yếu trên cạn, không có phổi, hô hấp qua da, vì vậy nếu da khô là chúng bị chết. Chúng có khả năng hấp thu oxy và thải CO₂ trong môi trường nước, điều này giúp cho chúng có khả năng sống trong nước nhiều tuần, thậm chí trong nhiều tháng [43].

Giun quế thích nghi với phổ thức ăn khá rộng. Chúng ăn bất kỳ chất thải hữu

cơ nào có thể phân hủy trong tự nhiên (rác đang phân hủy, phân gia súc, gia cầm...). Tuy nhiên, những thức ăn có hàm lượng dinh dưỡng cao, giúp cho chúng sinh trưởng và sinh sản tốt hơn, sẽ hấp dẫn chúng hơn [9].

1.1.3. Đặc điểm về sinh trưởng, sinh sản của giun quế

Giun quế sinh sản nhanh vào lúc 6 - 8 tuần tuổi, là sinh vật lưỡng tính - chúng có cả cơ quan sinh dục đực lẫn sinh dục cái. Đai và các lỗ sinh dục nằm ở phía đầu của cơ thể. Mặc dù vậy, chúng không thể tự sinh sản được mà phải tìm một con khác để trao đổi tinh trùng, giao phối chéo với nhau để hình thành kén ở mỗi con.

Kén được hình thành ở đai sinh dục, trong mỗi kén chứa từ 5 - 15 trứng, kén giun di chuyển dần về phía đầu và hơi nhú ra đất. Kén áo hình dạng thon dài, hai đầu túm nhọn lại, ban đầu có màu trắng đục, sau chuyển sang nâu nhạt rồi vàng nhạt. Chiếc kén dài 2 mm này tuột ra khỏi đầu giun và đóng lại, tạo thành hình hạt bông có. Toàn bộ quá trình sinh sản diễn ra trong chiếc kén này. Đây là hình thức tiến hóa nhằm chống lại hiện tượng tự sinh sản. Sau 2 - 3 tuần, giun con tự chui ra theo đầu kén [16].

Khi mới nở, giun quế con nhỏ như đầu kim, có màu trắng, dài khoảng 2 - 3 mm, sau 5 - 7 ngày cơ thể chúng sẽ chuyển dần sang màu đỏ và bắt đầu xuất hiện một vằn đỏ thẫm trên lưng. Khoảng từ 30 ngày sau, chúng trưởng thành và bắt đầu xuất hiện đai sinh dục: từ lúc này chúng bắt đầu có khả năng cặp đôi và sinh sản. Con trưởng thành khỏe mạnh có màu nâu đỏ hoặc mận chín và có sắc ánh kim trên cơ thể. Giun quế sinh sản rất nhanh trong điều kiện thích hợp. Cứ một tuần đẻ một lần, sau 3 tuần trứng nở. Theo nhiều tài liệu, từ một cặp ban đầu trong điều kiện sống thích hợp có thể tạo ra từ 1.000 - 1.500 cá thể trong một năm [10].

1.1.4. Cơ chế xử lý rác thải của giun quế

Thức ăn của giun là phân của các loại bò, trâu, dê, heo, gà, vịt và rom rạ, rác hữu cơ... Trong đó phân bò tươi và phân trâu tươi là món ăn ưa thích nhất của giun; còn lại phân gà, phân lợn, phân vịt, cần phải ủ trước khi cho ăn. Thức ăn là chất thải hữu cơ ở dạng đang phân hủy, không nên có hàm lượng muối và amoniac quá cao; chủng loại tương đối đa dạng nhưng thích hợp nhất là những loại có tỷ lệ C/N vào khoảng 10:1 như phân gia súc, hấp dẫn giun hơn là các loại phân khô hoặc đã qua giai đoạn ủ [8].

Quá trình tiêu hóa thức ăn ở giun quế như sau: Thức ăn qua miệng → hầu → điều (chứa thức ăn) → dạ dày (nghiền nhỏ) → ruột (tiêu hóa thức ăn nhờ enzym tiết ra từ ruột tịt) → chất dinh dưỡng hấp thụ qua thành ruột và chất thải ra ngoài qua hậu môn. Ở giun quế, vùng hầu có nhiều bó cơ khỏe giúp cho quá trình co bóp, trong hầu có lớp kitin để phù hợp với lối ăn mùn, chất hữu cơ. Thực quản là một ống dài, thành mỏng.

Hệ thống bài tiết bao gồm một cặp thận ở mỗi đốt. Các cơ quan này bảo đảm cho việc bài tiết các chất thải chứa đạm dưới dạng amoniac và ure. Giun quế nuốt thức ăn bằng môi ở lỗ miệng, lượng thức ăn mỗi ngày được ghi nhận là tương đương với trọng lượng cơ thể của nó [2].

Cơ thể giun quế là một ống tròn, một đầu là miệng và đầu kia là hậu môn. Chúng ngoạm thức ăn vào mồm rồi nuốt chửng. Khi đi qua ống tiêu hóa, các chất hữu cơ, chất mùn sẽ được chúng đồng hóa, hấp thụ. Sau đó, các chất còn lại sẽ bị tống ra ngoài qua hậu môn, đó là phân giun. Phân giun là một loại đất rất tốt, chúng tơi xốp và giữ được ẩm. Mặt khác, các dạng phân lân và phân kali khó tiêu, sau khi đi qua bụng giun đã trở thành những dạng dễ tiêu mà cây hấp thụ được [17].

Thức ăn sau khi qua hệ thống tiêu hóa với nhiều vi sinh vật cộng sinh, chúng thải phân ra ngoài rất giàu dinh dưỡng. Những vi sinh vật cộng sinh có ích trong hệ thống tiêu hóa này theo phân ra khỏi cơ thể giun quế nhưng vẫn còn hoạt động ở “màng dinh dưỡng” trong một thời gian dài. Đây là một trong những nguyên nhân làm cho phân giun quế có hàm lượng dinh dưỡng cao và có hiệu quả cải tạo đất tốt hơn dạng phân hữu cơ phân hủy bình thường trong tự nhiên [6].

1.2. Tổng quan về nguồn phát thải chất thải tại cơ sở giết mổ gia súc

1.2.1. Đặc tính nước thải và nguồn thải giết mổ gia súc

Nước thải của các cơ sở giết mổ gia súc thường bị ô nhiễm do các thành phần hữu cơ như máu, mỡ, protein, nitơ, photpho, các chất tẩy rửa và chất bảo quản thực phẩm. Nồng độ cao các chất ô nhiễm chứa trong nước thải thường có nguồn gốc từ chất thải là máu trong khâu cắt tiết, phanh bụng, rửa sàn và từ khâu làm lòng. Trong nước thải có chứa hợp chất hữu cơ cao, chất béo, dầu mỡ và hợp chất nitơ (protein, axit amin) [32, 34]. Máu là nguyên nhân chính dẫn đến hàm lượng nitơ trong nước thải tăng cao và máu cũng là thành phần hữu cơ ô nhiễm

chính trong nước thải giết mổ. Trong đó hàm lượng COD: 1000 - 10.000 mg/L, BOD₅: 1000 - 8000 mg/L, tổng N: 100 - 800 mg/L, tổng P: 20 - 100 mg/L và chất béo: 20 – 400 mg/L [36, 45]. Việc hạn chế hay loại bỏ máu ra khỏi thành phần của nước thải có ý nghĩa rất quan trọng. Giảm được chi phí trong vận hành hệ thống xử lý nước thải, đồng thời máu cũng là nguồn cung cấp chế biến cho các loại thực phẩm khác. Trong nước thải giết mổ gia súc còn chứa nhiều vi khuẩn gây bệnh bao gồm salmonella và shigella, trứng giun sán, coliform [31, 46].

Khâu làm lông là một trong các bước của cơ sở giết mổ phát sinh ra một lượng lớn nước thải và chất thải rắn ô nhiễm. Đối với loại gia súc là lợn, những chất chứa bên trong lòng chiếm khoảng 6% trọng lượng sống của cơ thể (tính trung bình khoảng 6 kg/1 con lợn cân nặng 100 kg) [4]. Chất thải rắn chủ yếu là phân và thức ăn trong dạ dày do đó tách chất thải rắn riêng ở khâu này cũng rất quan trọng, giúp giảm tải chất ô nhiễm cho quá trình xử lý nước thải và cũng có thể tái sử dụng chất thải rắn, lơ lửng cho ao nuôi cá hoặc làm phụ phẩm phục vụ cho nông nghiệp [30]. Ngoài ra, nước thải giết mổ gia súc chứa nhiều loại vi trùng, virus, trứng ấu trùng giun sán gây bệnh.

Đặc trưng nước thải giết mổ gia súc cho thấy nước thải của các cơ sở giết mổ có một số đặc điểm như sau:

- Trong nước thải có chứa hợp chất hữu cơ với hàm lượng 70 - 80%, bao gồm protein, chất béo, cacbonhidrat [32]. Hầu hết là chất hữu cơ dễ phân hủy thành axit amin, axit béo, CO₂, H₂O, NH₃, H₂S, CH₄... tạo mùi hôi, gây bệnh hô hấp.

- Tại nhiều cơ sở giết mổ gia súc, không khí có mùi hôi khó chịu, tất cả các mẫu nước thải đều có hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS), các chất hữu cơ (BOD₅, COD) cao hơn tiêu chuẩn nhiều lần. Chất thải rắn tại khu chuồng tạm, khu giết mổ chủ yếu là phân, các phế thải của quá trình giết mổ (chiếm 97 - 98% tổng lượng rác) [37].

Nước thải giết mổ của các cơ sở giết mổ đều có mức độ ô nhiễm các thành phần hữu cơ cao thể hiện qua các chỉ tiêu SS, COD, BOD₅, dầu mỡ, tổng N, tổng P và không có các chất nguy hại [4].

1.2.2. Các công nghệ xử lý nước thải giết mổ

a. Phương pháp cơ học và hóa lý

** Phương pháp cơ học:*

Phương pháp này mục đích là tách cặn rắn ra khỏi hỗn hợp nước thải bằng cách thu gom, lắng cặn. Có thể dùng song chắn rác, bể lắng... để loại bỏ cặn dễ lắng tạo điều kiện xử lý và giảm thể tích khối các công trình phía sau. Sau khi tách cặn nước thải được đưa vào các công trình xử lý phía sau, còn chất rắn tách được có thể đem đi làm thức ăn cho cá hoặc ủ để làm phân bón.

** Phương pháp hóa lý:*

Mục đích của phương pháp này là sau khi xử lý cơ học, nước thải còn chứa nhiều chất hữu cơ và vô cơ dưới dạng các hạt có kích thước nhỏ, khó lắng, khó có thể tách ra được bằng các phương pháp cơ học vì tốn nhiều thời gian và hiệu quả không cao. Nhưng có thể áp dụng phương pháp keo tụ để loại bỏ chúng. Các chất keo tụ thường sử dụng là phèn nhôm, phèn sắt, phèn bùn... kết hợp với sử dụng polymer trợ keo tụ để tăng hiệu quả quá trình keo tụ. Phương pháp này có thể làm giảm 90% TSS. Phương pháp này chỉ có thể giảm được TSS và kéo theo các chỉ số ô nhiễm khác giảm nhưng hiệu quả không cao và không thể thay thế các công nghệ khác mà chỉ làm hỗ trợ cho các công nghệ phía sau.

b. Phương pháp sinh học

** Phương pháp sinh học kỵ khí:*

Sử dụng khả năng chuyển hóa trao đổi chất các vi sinh vật kỵ khí và vi sinh vật hô hấp tùy nghi để phân huỷ các chất hữu cơ ô nhiễm, trong điều kiện không có oxy hoà tan.

Nguyên tắc hoạt động bể kỵ khí: trong bể xảy ra quá trình phân huỷ chất hữu cơ trong điều kiện không có oxy. Nguyên tắc của phương pháp này là sử dụng các

vi sinh vật kỵ khí và sinh vật tùy nghi để phân hủy các hợp chất hữu cơ và vô cơ có trong nước thải, ở điều kiện không có oxy hòa tan với nhiệt độ, pH... thích hợp thành các sản phẩm dạng khí (chủ yếu là CO_2 , CH_4).

Ưu điểm của phương pháp kỵ khí:

- Khả năng chịu tải trọng cao so với quá trình xử lý hiếu khí;
- Bùn hoạt tính tạo ra ít, trong các hệ thống xử lý kỵ khí hiện nay thường là 5% so với giá trị COD ban đầu;
- Chi phí xử lý thấp (không phải cung cấp oxy như quá trình xử lý hiếu khí);
- Tạo ra một nguồn năng lượng mới có thể sử dụng (khí sinh học- Biogas);
- Hệ thống công trình xử lý đa dạng: UASB, lọc kỵ khí, kỵ khí xáo trộn hoàn toàn, kỵ khí tiếp xúc...

Nhược điểm của phương pháp kỵ khí:

- Nhạy cảm với môi trường (nhiệt độ, pH, nồng độ kim loại nặng...);
- Phát sinh mùi, thu khí không triệt để và tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm môi trường dài hạn, do có lượng nhất định CH_4 hòa tan trong nước thải sau biogas thất thoát ra ngoài môi trường gây hiệu ứng nhà kính (ảnh hưởng của khí metan đến hiệu ứng nhà kính lớn gấp 23 lần so với khí CO_2);
- Tốc độ phát triển sinh khối chậm. Thời gian khởi động hệ thống kéo dài;
- Xử lý không triệt để tạo sản phẩm trung gian, không thích hợp với đối tượng xử lý nước thải có hàm lượng tổng N, tổng P cao.

Quá trình phân hủy kỵ khí các hợp chất hữu cơ là quá trình sinh hóa phức tạp, bao gồm hàng trăm phản ứng và hợp chất trung gian, mỗi phản ứng được xúc tác bởi những enzym đặc biệt.

** Phương pháp hiếu khí:*

Xử lý hiếu khí dựa trên tác nhân là vi sinh vật chuyển hóa chất hữu cơ trong điều kiện có oxy (hô hấp hiếu khí). Dưới tác nhân là vi sinh vật, sản phẩm cuối cùng của quá trình xử lý hiếu khí là sinh khối tế bào, CO_2 và H_2O .

Phương pháp hiếu khí sử dụng nhóm vi sinh vật hiếu khí, hoạt động trong điều kiện cung cấp oxy liên tục. Các công nghệ hiếu khí hay áp dụng:

- Hồ sinh học hiếu khí: Các quá trình diễn ra trong hồ sinh học tương như quá trình tự làm sạch ở sông hồ nhưng tốc độ nhanh hơn và hiệu quả cao hơn.

- Lọc sinh học: Sử dụng hệ vi sinh vật dính bám trên các vật liệu lọc để xử lý các chất hữu cơ trong nước thải. Vi sinh vật có thể dính bám lên giá thể vì có nhiều loại VSV có khả năng tiết ra các polyme sinh học giống như keo dính vào giá thể, tạo thành màng. Lớp màng này dày lên và có khả năng oxy hóa, hấp phụ: chất hữu cơ, cặn lơ lửng.

- Aerotank: Đây là quá trình xử lý hiếu khí lơ lửng, hệ thống xử lý bằng bùn hoạt tính được phát minh bởi Arden và Lockett năm 1914 tại Anh. Vi sinh vật dính bám lên các bông cặn có trong nước thải và phát triển sinh khối tạo thành bông bùn có hoạt tính phân hủy chất hữu cơ. Các bông bùn này được cấp khí đảm bảo lượng oxy cần thiết cho hoạt động phân hủy và giữ cho bông bùn ở trạng thái lơ lửng. Các bông bùn lớn dần lên do hấp phụ các chất rắn lơ lửng, tế bào VSV, động vật nguyên sinh... qua đó nước thải được làm sạch [40].

Ưu điểm của phương pháp xử lý hiếu khí:

+ Thời gian xử lý nhanh: Thời gian khởi động ngắn hơn so với công nghệ kỵ khí;

+ Xử lý triệt để, sản phẩm cuối là sinh khối, CO₂ và nước;

+ Hiệu suất xử lý cao, thích hợp cho đối tượng giàu C, N, P.

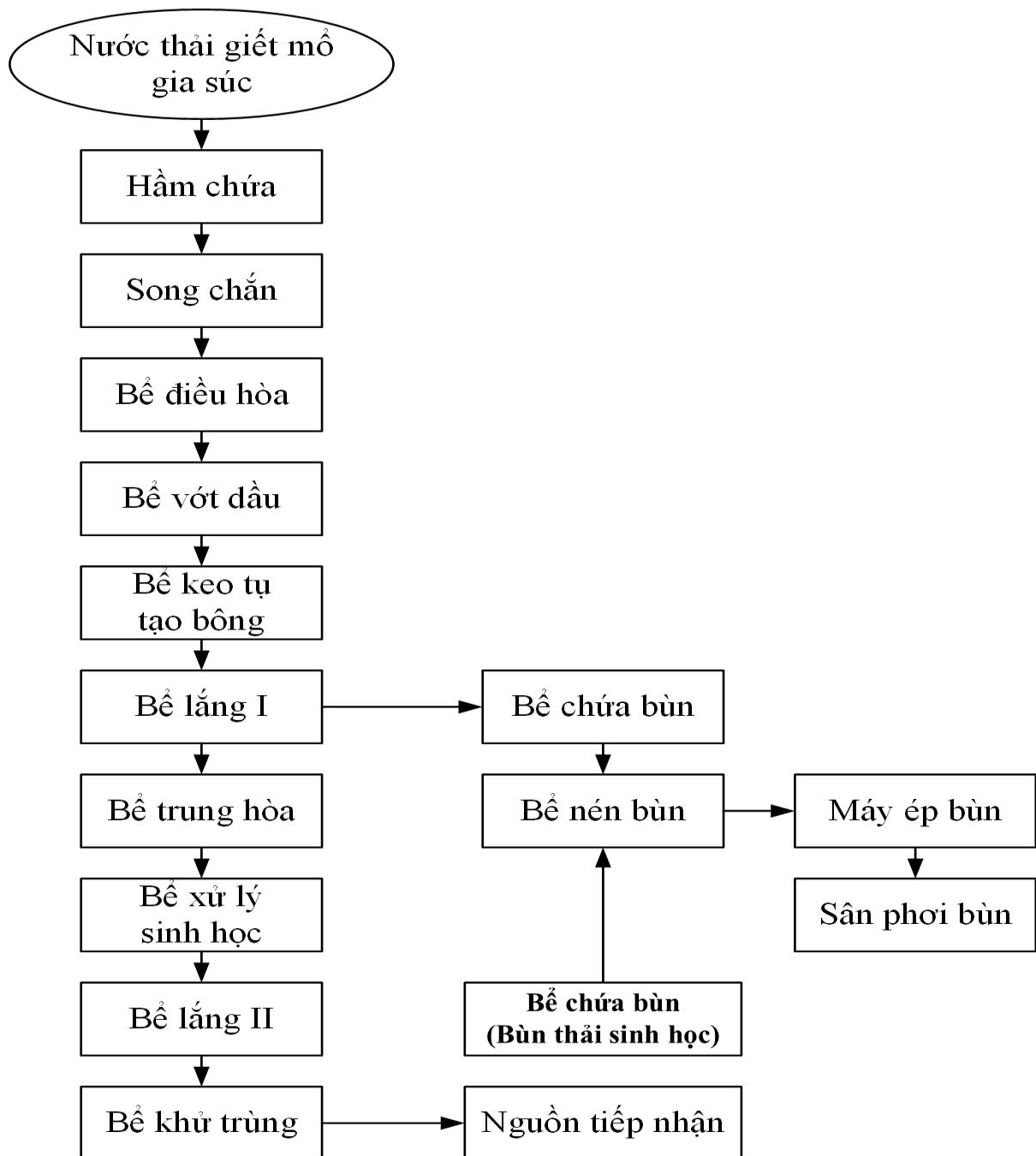
Nhược điểm của phương pháp xử lý hiếu khí:

+ Chi phí năng lượng cao cho việc cung cấp oxy cao;

+ Tạo nhiều bùn dư;

+ Diện tích mặt bằng lớn.

** Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải cơ sở giết mổ gia súc bằng phương pháp sinh học*



Hình 1.1. Sơ đồ xử lý nước thải cơ sở giết mổ gia súc cơ bản

Như vậy, xử lý nước thải của cơ sở giết mổ gia súc bằng phương pháp sinh học tạo ra lượng lớn bùn thải. Bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải có thể là tác nhân gây ô nhiễm trực tiếp và lâu dài cho môi trường. Mặt khác, bùn thải nếu không được quản lý tốt có thể làm ô nhiễm nguồn nước, phát sinh dịch bệnh, ảnh

hưởng đến hệ sinh thái và sức khỏe cộng đồng. Vì vậy, xử lý bùn thải là công đoạn không thể thiếu trong hệ thống xử lý nước thải.

1.3. Tổng quan về bùn thải sinh học

1.3.1. Khái niệm

Bùn thải là sản phẩm phụ của quá trình xử lý nước thải. Bùn thải thường chứa một lượng nước lớn, đặc tính của bùn phụ thuộc vào đặc tính của chất lỏng mà nó được tách ra. Dựa vào đặc tính của bùn có thể chia thành các loại bùn như sau: bùn thải dễ phân hủy sinh học và bùn thải khó phân hủy sinh học.

Bùn thải dễ phân hủy sinh học được tạo ra từ quá trình xử lý sinh học (còn gọi là bùn thải sinh học) hay từ nước thải có hàm lượng hữu cơ cao [11]. Bùn dễ phân hủy sinh học cũng được chia thành 02 loại: không nguy hại và nguy hại.

- Bùn thải không nguy hại được tạo ra từ quá trình xử lý nước ở các nhà máy chế biến lương thực thực phẩm, nước thải sinh hoạt. Bùn thải này có hàm lượng chất hữu cơ cao, ít chất độc và thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật. Vì vậy có thể sử dụng làm phân bón cho cây trồng hoặc làm nguyên liệu cho quá trình nuôi cấy vi sinh vật, tạo ra nguồn năng lượng, nhiên liệu có giá trị...

- Bùn thải nguy hại tạo ra từ hệ thống nước thải bệnh viện, các khu nghiên cứu..., đối với loại bùn thải này phải được xử lý nghiêm ngặt bằng phương pháp thiêu đốt trước khi chôn lấp, tuyệt đối không được tận dụng cho mục đích nông nghiệp.

1.3.2. Đặc điểm của bùn thải sinh học

Bùn thải sinh học từ các trạm xử lý nước thải sinh hoạt hay hệ thống xử lý nước thải của ngành công nghiệp thực phẩm thường chứa một lượng lớn chất hữu cơ cũng như các hợp chất chứa nitơ và photpho. Đây là các thành phần dinh dưỡng có thể tái sử dụng làm phân bón, chất cải tạo đất hay sản phẩm hữu ích khác. Bên cạnh đó, bùn thải sinh học còn chứa những quần thể vi sinh vật rất đa dạng bao gồm: vi khuẩn, nấm, protozoa. Trong đó, vi khuẩn là nhóm vi sinh vật quan trọng nhất trong việc phân hủy các hợp chất hữu cơ. Đặc biệt, bùn thải sinh học chứa rất ít kim loại nặng, phù hợp cho quá trình lên men kỵ khí thu năng lượng, đồng thời

sản phẩm sau lên men có thể được sử dụng trực tiếp làm phân bón cho nông nghiệp, không gây ảnh hưởng đến môi trường.

Việc thải bỏ bùn phát sinh chiếm đến 60% tổng chi phí xử lý nước thải. Ổn định bùn bằng phương pháp ủ phân hủy hiếu khí và kỵ khí được sử dụng để giảm lượng bùn thải, tạo ra phân sinh học, sinh ra năng lượng như khí metan. Tuy nhiên, bùn nước thải sinh hoạt hay nước thải công nghiệp, khó phân hủy do tốc độ phân hủy tế bào giảm [12].

Trong bùn thải sinh học có chứa một hàm lượng chất dinh dưỡng được sử dụng như nguồn nguyên liệu để sinh tổng hợp các hợp chất có hoạt tính sinh học và tổng hợp nguồn năng lượng mới. Hiện nay, bùn thải sinh học được ứng dụng nhiều không chỉ ở các nước phát triển mà cả những nước đang phát triển nhằm giảm thiểu lượng bùn thải được thải ra hàng triệu tấn/năm, góp phần bảo vệ môi trường [9].

1.4. Tổng quan về một số phương pháp xử lý bùn thải sinh học

Bùn sinh ra từ hệ thống xử lý nước thải thường ở dạng lỏng có chứa 0,25 - 12% chất rắn tính theo khối lượng tùy thuộc vào công nghệ xử lý nước thải được áp dụng. Trong những thành phần cần xử lý, bùn chiếm thể tích lớn nhất và kỹ thuật xử lý cũng như thải bỏ bùn là một trong những vấn đề phức tạp trong quá trình xử lý nước thải. Các thiết bị xử lý bùn chiếm 40 - 60% tổng chi phí xây dựng hệ thống xử lý nước thải và chi phí xử lý khoảng 50% chi phí vận hành toàn hệ thống.

Ngày nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu xử lý và tận dụng bùn thải để sử dụng vào các mục đích khác nhau như: phân bón vi sinh, tạo ra năng lượng (biogas, điện, nhiệt...) hay vật liệu xây dựng...

Một trong những vấn đề trong xử lý nước thải hiện nay là giải quyết lượng bùn thải phát sinh. Các phương pháp xử lý bùn thải sau xử lý nước thải bao gồm một số phương pháp như thiêu đốt, công nghệ ổn định và hóa rắn, hoặc thải bỏ trực tiếp bằng cách chôn lấp và sử dụng cho nông nghiệp. Tuy nhiên, biện pháp

nào cũng có ưu nhược điểm riêng do vậy trong thực tế muốn đạt hiệu quả xử lý mong muốn có thể kết hợp nhiều công nghệ với nhau.

1.4.1 Phương pháp thiêu đốt

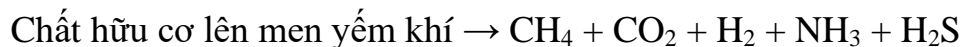
Đây là phương pháp cuối cùng được sử dụng trong xử lý bùn thải. Phương pháp này giúp làm giảm đáng kể khối lượng bùn sau khi đốt, giảm thiểu mùi hôi nhờ xử lý nhiệt, đồng thời sản phẩm cuối như tro và chất tro có thể được sử dụng làm nguyên liệu phụ để sản xuất bê tông.

Hiện nay, bùn thải nguy hại không được sử dụng cho mục đích nông nghiệp và bùn thải chôn lấp ngày càng nhiều nên việc đốt bùn thải được dự kiến sẽ ngày càng tăng để giảm lượng bùn cần phải đem đi chôn lấp. Tuy nhiên, phương pháp này cần chi phí đầu tư ban đầu cao, bị quy định nghiêm ngặt về tiêu chí đốt, quản lý dư lượng khí thải, xử lý tro bay và tro đáy, đồng thời có thể tạo ra một số khí độc cho môi trường và con người, phương pháp này chỉ được lựa chọn để xử lý các chất thải độc hại không thể áp dụng các phương pháp xử lý khác [12].

1.4.2. Phương pháp xử lý sinh học

a) Phương pháp xử lý kỵ khí

Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ là quá trình sinh hóa phức tạp xảy ra trong điều kiện không có oxy. Phương trình phản ứng sinh hóa trong điều kiện kỵ khí có thể biểu diễn đơn giản như sau:



Quá trình kỵ khí sử dụng CO_2 làm chất nhận điện tử, không cần oxy, do đó làm giảm chi phí xử lý nước thải. Lượng bùn tạo ra sau xử lý kỵ khí ít hơn so với quá trình xử lý hiếu khí do năng lượng sinh ra từ các phản ứng kỵ khí tương đối thấp. Hầu hết năng lượng có được từ sự phân hủy cơ chất đều được tìm thấy trong sản phẩm cuối cùng của quá trình, đó là khí metan. Sự tạo thành metan cũng giúp giảm thiểu lượng BOD trong bùn đã phân hủy. Tuy nhiên, quá trình xử lý kỵ khí tốn nhiều thời gian hơn xử lý hiếu khí và nồng độ cơ chất ban đầu phải tương đối cao. Hiện nay, phương pháp xử lý kỵ khí được xem là một trong những giải pháp

cải thiện môi trường có hiệu quả cao, được áp dụng rộng rãi trên thế giới. Quá trình xử lý kỵ khí có nhiều lợi thế hơn các phương pháp xử lý nước thải khác. Đây là phương pháp ổn định bùn thải và giảm thể tích, ổn định tính chất bùn; có khả năng làm giảm lượng sinh vật gây bệnh trong bùn thải. Đồng thời, sản phẩm cuối cùng của quá trình chuyển hóa là khí sinh học – biogas (trong đó, khí metan được sử dụng như nguồn năng lượng tái tạo dùng để đốt, cung cấp nhiệt hoặc tạo điện phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt). Tuy nhiên, chất thải của hệ thống này vẫn đòi hỏi công nghệ xử lý phù hợp như chôn lấp, hóa rắn hoặc tái sử dụng làm phân bón.

b) Phương pháp xử lý hiếu khí

Xử lý hiếu khí là một quá trình xử lý sinh học, các vi sinh vật hiếu khí sử dụng chất hữu cơ, chất dinh dưỡng và oxy hòa tan có sẵn trong bùn thải để sản xuất các chất rắn ổn định, cacbon đioxit và gia tăng sinh khối. Tương tự như phương pháp xử lý kỵ khí, chất thải sau quá trình xử lý hiếu khí vẫn đòi hỏi công nghệ phù hợp như chôn lấp, hóa rắn hoặc tái sử dụng làm phân bón.

Ưu điểm của xử lý hiếu khí:

- Giảm lượng chất rắn bay hơi gần giống như xử lý kỵ khí;
- Bùn thải sau khi xử lý có nồng độ BOD thấp hơn;
- Giảm mùi hôi thối từ bùn;
- Bùn sau khi xử lý có thể sử dụng làm phân bón;
- Vận hành tương đối dễ dàng hơn.

Nhược điểm:

- Chi phí năng lượng cao kết hợp với việc cung cấp oxy;
- Quá trình khử nước bằng cơ học kém;
- Quá trình này bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, vị trí địa lý và loại thiết bị chứa;
- Chi phí vận hành cao.

1.4.3 Phương pháp chôn lấp nén bùn và chôn lấp

a) Phương pháp nén bùn

Bùn thải từ bể lắng trong hệ thống xử lý nước thải có độ ẩm cao. Một phần bùn được hoàn lưu trở lại vào bể xử lý sinh học, phần còn lại được dẫn vào bể nén bùn. Bể nén bùn có nhiệm vụ làm giảm độ ẩm của bùn dư bằng cách nén cơ học để đạt độ ẩm thích hợp.

Các phương pháp thông dụng để nén bùn bao gồm ba phương pháp vật lý:

- Phương pháp nén bùn bằng trọng lực
- Phương pháp nén bùn bằng tuyến nổi khí hòa tan
- Phương pháp nén bùn bằng máy ly tâm

Bùn sau khi được xử lý sẽ được đem phơi khô làm phân bón hoặc vận chuyển đến các khu vực chôn lấp chất thải.

b) Phương pháp chôn lấp

Trong các phương pháp xử lý chất thải rắn, chôn lấp là phương pháp phổ biến và tương đối đơn giản, chi phí vận hành thấp, vốn đầu tư chủ yếu vào giai đoạn xây dựng và đòi hỏi phải có một diện tích đất lớn. Phương pháp này áp dụng rộng rãi ở hầu hết các nước trên thế giới. Thực chất, chôn lấp là phương pháp lưu giữ chất thải trong một bãi và có phủ đất lên trên. Trước kia bùn thải sinh học thường được xử lý bằng phương pháp chôn lấp, tuy nhiên biện pháp xử lý này vừa lãng phí nguồn nguyên liệu (hàm lượng chất hữu cơ trong bùn cao), tổn diện tích đồng thời vẫn là nguồn gây ô nhiễm môi trường, ô nhiễm tầng nước ngầm. Trong quá trình chôn lấp cần xác định địa điểm bãi chôn lấp cẩn thận do có thể gây ra một số vấn đề ô nhiễm dưới bề mặt đất. Các bãi chôn lấp phải đặt phía trên mực nước ngầm, hạn chế sự thẩm thấu các chất ô nhiễm bởi nước mưa, mặt hướng về tầng nước ngầm phải được giảm thiểu. Ngày nay, các nhà khoa học đang nỗ lực để nghiên cứu xử lý bùn thải sinh học theo hướng tái chế bùn thải sinh học tạo ra các sản phẩm hữu ích, thân thiện môi trường phục vụ cho các mục đích khác nhau của con người. Tuy nhiên với bùn thải nguy hại thì phương pháp chôn lấp vẫn là

một lựa chọn hữu hiệu. Cho đến thời điểm hiện tại bùn thải sinh học ở Việt Nam vẫn được xử lý theo phương pháp chôn lấp là chủ yếu.

* *Ưu điểm:*

- Giải quyết nhanh chóng lượng bùn thải phát sinh;
- Cô lập được chất thải khỏi môi trường.

* *Nhược điểm:*

- Phát sinh lượng nước thải rò rỉ làm tăng chi phí xử lý nước rò rỉ;
- Thời gian sử dụng bãi chôn lấp sẽ giảm xuống, tốn diện tích đất chôn lấp;
- Lãng phí nguồn nguyên liệu (hàm lượng chất hữu cơ trong bùn thải cao).

1.4.4. Phương pháp sử dụng bùn thải sinh học làm nguyên liệu cho các quá trình sản xuất khác

a. Sản xuất thuốc trừ sâu sinh học

Thuốc trừ sâu sinh học dựa trên chủng *Bacillus thuringiensis* là tác nhân sinh học nổi bật cho việc kiểm soát côn trùng. Hoạt tính trừ sâu của *Bacillus thuringiensis* được biết đến là không những phụ thuộc vào hoạt tính của chủng giống mà còn phụ thuộc vào các thông số vô sinh như thành phần môi trường. *Bacillus thuringiensis* được thương mại hóa để kiểm soát các côn trùng hại cây rừng và cây nông nghiệp [15]. Chi phí cho môi trường nuôi cấy sản xuất thuốc trừ sâu sinh học *Bacillus thuringiensis* chiếm 35 - 59% nên để thương mại hóa được sản phẩm này cần tìm ra những nguồn nguyên liệu sản xuất có chi phí thấp và sẵn có để sản xuất *Bacillus thuringiensis*. Một trong những loại nguyên liệu thay thế là bùn thải sinh học.

Tạo tác nhân kiểm soát sinh học từ chủng nấm *Trichoderma* nuôi cấy trên bùn thải cũng là một hướng nghiên cứu nhằm nâng cao giá trị của bùn thải sinh học. Kết quả nuôi cấy chủng nấm *Trichoderma* trên môi trường bùn thải sinh học đã qua tiền xử lý bằng kiềm và kiềm nóng cho thấy mật độ bào tử của nấm đạt $1,9.10^4$ CFU/mL trên bùn và cao hơn đối với bùn không được xử lý. Kết quả thử nghiệm với ấu trùng cây vôn sam, độc tính của chủng nấm *Trichoderma* tương

đương với độc tính của vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* nuôi cấy trên bùn và có hiệu quả so với sản phẩm thương mại tương tự bán trên thị trường khoảng 20 - 25% [44].

b. Sản xuất phân bón hữu cơ

Bùn từ nước thải có chứa các chất dinh dưỡng có giá trị cao được khuyến cáo sử dụng trong mục đích nông nghiệp. Nó làm tăng tốc độ hô hấp của vi sinh vật trong đất canh tác và tăng năng suất cây trồng vì bùn có chứa nhiều chất dinh dưỡng và hàm lượng hữu cơ cao. Việc xử lý bùn là một vấn đề nhạy cảm với môi trường, bùn làm phân bón rất tốt nhưng trong bùn có thể chứa các kim loại nặng, vi sinh vật gây bệnh, mùi hôi thối làm giảm năng suất cây trồng và rủi ro về mặt môi trường. Do đó, bùn thải cần được xử lý ổn định, trước khi đưa vào sử dụng trong môi trường tự nhiên. Bùn thải sau khi qua xử lý kỵ khí có thể được dùng làm phân bón hữu cơ thông thường cho cây trồng, các nguyên tố có trong bùn thải rất thích hợp cho sự phát triển của thực vật; đồng thời sử dụng bùn thải làm môi trường nuôi cấy vi sinh vật để sản xuất phân hữu cơ vi sinh cũng là một hướng ứng dụng khá tốt [5].

c. Sản xuất khí biogas

Khí sinh học (biogas) được sản xuất trong quá trình phân hủy kỵ khí chủ yếu gồm metan (CH_4) và cacbon đioxit (CO_2), một số lượng nhỏ sunfua hydro (H_2S), amoniac (NH_3), hydro (H_2), nitơ (N_2), cacbon monoxit (CO).

Biogas có thể được sử dụng cho các lò đốt, sưởi ấm bằng nồi hơi và cung cấp điện năng. Metan trong khí sinh học có thể được sử dụng để làm pin nhiên liệu.

Bùn thải sinh học có chứa các thành phần thích hợp lên men kỵ khí sinh ra lượng khí biogas tương đối cao, tận dụng được nguồn nguyên liệu thải để tạo ra năng lượng sinh học an toàn cho môi trường và sức khỏe con người.

d. Sản xuất vật liệu xây dựng

Hiện nay, bùn thải đang được nghiên cứu và ứng dụng trong quá trình sản

xuất vật liệu xây dựng làm giảm khả năng gây ô nhiễm, đặc biệt là bùn nguy hại. Một số phương pháp tận dụng bùn thải như: trộn bùn thải, đá, xi măng, các chất phụ gia để tạo thành vữa bê tông có tính chất hoàn toàn giống với bê tông truyền thống; sử dụng bùn thải để sản xuất gạch xây dựng [34, 45].

e. Môi trường nuôi cấy vi sinh vật

Bùn thải sinh học có tiềm năng để tái sử dụng cho các mục đích khác nhau bởi thành phần chủ yếu của bùn thải là các vi sinh vật dư thừa của công đoạn xử lý sinh học với hàm lượng chất hữu cơ, nitơ và photpho cao. Ý tưởng tái sử dụng bùn thải làm môi trường thay thế cho môi trường nhân tạo để nuôi cấy vi sinh vật nhằm nâng cao giá trị của bùn thải lần đầu tiên được phát triển bởi R.D. Tyagi thuộc Viện Nghiên cứu khoa học quốc gia, Quebec, Canada (INRS). Ưu điểm nổi bật của hướng nghiên cứu này là tận dụng thành phần dinh dưỡng trong bùn thải để thay thế cho môi trường nhân tạo đắt tiền thường sử dụng trong quá trình nuôi cấy vi sinh vật để tạo ra các sản phẩm sinh học có ích như các chế phẩm sinh học cải tạo đất, thuốc trừ sâu sinh học, màng PE, hóa chất keo tụ. Việc tận dụng bùn thải vừa giúp giảm giá thành vừa góp phần bảo vệ môi trường.

1.5. Tổng quan một số nghiên cứu trong và ngoài nước thuộc lĩnh vực của đề tài

1.5.1. Các nghiên cứu trên thế giới

Việc nuôi giun xử lý chất thải trở lên phổ biến từ rất sớm đối với một số nước tiên tiến trên thế giới. Đã có rất nhiều những nghiên cứu khẳng định hiệu quả của việc nuôi giun xử lý chất thải là thân thiện với môi trường và đảm bảo sức khỏe cộng đồng.

Trong nghiên cứu về tốc độ sinh trưởng của giun quế tại các loại rác hữu cơ khác nhau của M. Birundha và cộng sự [38] cho thấy: Tốc độ tăng trưởng thấp nhất được quan sát thấy ở hỗn hợp xơ dừa và phân bò. Tốc độ tăng trưởng tối đa 4,81 và 4,30 mg/con/ngày được quan sát thấy ở xác thực vật và bùn ép. Tốc độ tăng trưởng tối đa lần lượt là 3,20 và 2,30 mg/kén/ngày ở rơm rạ và xơ dừa. Trong toàn bộ thời gian quan sát, tốc độ tăng trưởng trung bình được ghi nhận lần lượt là 3,43; 3,13; 2,15 và 1,40 mg/kén/ngày đối với giun nuôi ở bùn ép, xác thực vật, rơm rạ và xơ dừa.

Năm 2009, Suthar S. và cộng sự đã thực hiện nghiên cứu sự sinh trưởng của giun đất trong chất thải rắn của gia súc trong điều kiện phòng thí nghiệm [42]. Giun đất được cân hàng tuần và đánh giá số lượng kén tạo ra mỗi tuần. Sản lượng sinh khối, khả năng sinh sản, sự trưởng thành, mức độ sinh sản đều khác nhau đáng kể giữa 02 loại giun *perionyx excavatus* và *perionyx sansibaricus*. Sinh khối trung bình cao nhất lần lượt là $767,7 \pm 18,4$ mg và $612,6 \pm 20,6$ mg ở *perionyx excavatus* và *perionyx sansibaricus*. Tuy nhiên, số lượng kén cao nhất xảy ra ở *perionyx excavatus* $492,3 \pm 13,6$ mg, cao hơn đáng kể so với *perionyx sansibaricus* $269,6 \pm 17,1$ mg. Khả năng sinh sản hơi khác nhau ở cả hai loài: $1,38 \pm 0,77$ kén giun trưởng thành/tuần (*perionyx excavatus*) và $1,58 \pm 0,74$ kén giun trưởng thành/tuần (*perionyx sansibaricus*). Điều này cho thấy rằng giun đất có thể nhanh chóng giun đất trong chất thải rắn của gia súc.

Ngoài ra, mô hình sử dụng giun để xử lý chất thải hữu cơ đã được áp dụng và đem lại hiệu quả đáng kể trong thực tế. Wormtech Limited là một công ty đóng tại hạt Monmouthshire (Anh) chuyên thu thập rác thải để tái chế. Wormtech đã sửa chữa năm căn nhà chứa máy bay ở Caerwent thành xưởng xử lý rác thải bằng giun, cần khoảng 18 tỷ con giun đất cho dự án tái chế của mình. Theo dự tính, phải có khoảng 30.000 tấn giun, nhờ đó tạo được công ăn việc làm cho khoảng 20 lao động địa phương [39].

Sử dụng giun để sản xuất phân bón phổ biến tại Vancouver (Canada). Trong nhiều năm qua, chính quyền thành phố Vancouver đã tài trợ một chương trình sản xuất phân bón từ giun. Vào thứ bảy hàng tuần, 25 người quan tâm tới sản xuất phân bón từ giun tham dự một lớp học kéo dài một giờ tại khu vườn thí nghiệm của City Farmer. Tại đó, họ học cách chăm sóc và quản lý giun. Đối tượng tham gia rời khỏi khu vườn với một chiếc thùng, lớp lót đáy, khoảng 0,5 kg giun và sách hướng dẫn. Đó là tất cả đồ nghề họ cần để “vận hành” giun tại nhà. Cho tới nay, chương trình đã phân phát khoảng 3.500 thùng giun. Mỗi thùng (cao 61 cm, dài 51 cm và rộng 30,5 cm) có thể xử lý khoảng 2,25 kg rác trong một tuần, giảm khoảng 60 kg rác hữu cơ được chuyển tới bãi chôn lấp của thành phố mỗi năm. Ngoài lợi ích có thể thấy được, chương trình còn thúc đẩy ý thức giảm rác thải của người dân. Ngày nay, chương trình này đã phổ biến tới mức hình thành một dịch vụ mới: sản xuất phân bón từ giun [33].

Cạnh khách sạn Mount Nelson sang trọng lâu đời vào loại bậc nhất ở thành phố nổi tiếng Cape Town của đất nước Nam Phi, là một dãy nhà được thiết kế đặc biệt để

chứa hàng trăm thùng gỗ của trang trại nuôi giun quế. Tại đây, người ta cho chúng ăn rau và các thức ăn còn sót lại từ những bữa tiệc, giải quyết vấn đề sinh thái và bảo vệ môi trường. Mary Murphy, Trưởng dự án cho biết: “Chúng giải quyết đến 70% thức ăn thừa và không để lại mùi gì cả”. Hiện nay, nhờ sử dụng giun, Mount Nelson là mô hình đầu tiên được áp dụng ở Nam Phi. Sắp tới Murphy sẽ nhân rộng sang các trường học khác [41].

1.5.2. Các nghiên cứu ở Việt Nam

Hiện nay, ở Việt Nam các nhà khoa học đã thử nghiệm thành công phương pháp nuôi giun bằng bùn thải, nhằm giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường do chất thải hữu cơ gây ra, đồng thời cung cấp thức ăn cho gia súc. Đa số các loài giun đều có ưu điểm là dễ nhận nuôi, sinh sản nhanh, thích nghi tốt với khí hậu nước ta. Tác giả Huỳnh Thị Kim Hối, thuộc Viện Sinh thái và Tài Nguyên sinh vật, đã nghiên cứu kinh nghiệm dân gian, kết hợp với các kiến thức khoa học hiện đại để cho ra đời một quy trình xử lý rác thải nhờ giun đất Philippin. Loài giun này có tên khoa học là *perionyx excavatus*, có thể tiêu hóa chất thải rắn tốt. Theo tính toán, để phân huỷ một tấn rác hữu cơ trong một năm, người ta cần khoảng 1.000 con giun giống và các thế hệ con cháu của chúng [7].

Luận văn Thạc sĩ “*Xây dựng mô hình thí điểm nuôi giun Quế xử lý rác thải tại chợ Bãi Đa xã Bảo Hiệu huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình và đề xuất giải pháp nhằm nhân rộng mô hình*” được tác giả Đào Thị Chung Thúy thực hiện năm 2014. Lượng rác hữu cơ trung bình tuần thải ra tại chợ Bãi Đa, xã Bảo Hiệu khoảng 100 kg/ngày, để xử lý hết số rác thải của chợ trong một tháng thì cần $469 \div 537$ kg giun. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, khả năng xử lý của giun phụ thuộc lớn vào nhiệt độ môi trường và thành phần thức ăn: nhiệt độ càng gần khoảng nhiệt độ sinh trưởng tối ưu của giun thì khả năng xử lý của giun càng tăng [13].

Nghiên cứu của Nguyễn Thị Thanh Mỹ, Phạm Quốc Khánh, Nguyễn Văn Phước và Lâm Minh Triết (thuộc Viện Môi trường – Tài nguyên và Trường Đại học Tôn Đức Thắng) về khả năng xử lý rác của giun quế: Nhóm nghiên cứu cho biết ban đầu khi thực hiện ở phòng thí nghiệm cho thấy giun quế ăn rất mạnh các chất hữu cơ có trong chất thải rắn. Từ kết quả trên, nhóm nghiên cứu thiết kế hai mô hình nuôi giun quy mô hộ gia đình và bố trí tại 2 hộ dân ở huyện Cần Giờ và 2 hộ dân ở quận 10 và quận 7. Kết quả cho thấy giun quế tiêu thụ chất thải rắn hữu cơ khá ổn định. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu

cũng tiến hành thí nghiệm và đưa ra kết luận phân hữu cơ sau khi giun quế phân hủy có thể dùng sử dụng an toàn đối với một số loại cây trồng.

Năm 2016, Phạm Thị Ngọc Lan đã tiến hành nghiên cứu xử lý bùn thải sinh học bằng giun quế để tạo ra sản phẩm phân bón hữu cơ dùng trong sản xuất nông nghiệp. Các thí nghiệm về tỷ lệ phối trộn khác nhau giữa bùn và bèo lục bình, bùn và chất thải nhà bếp đã được thực hiện nhằm tìm ra tỷ lệ tối ưu cho quá trình phối trộn là 75% : 25%. Kết quả phân tích cho thấy việc bổ sung thêm chất độn giúp tăng thêm hàm lượng chất hữu cơ, N tổng, P hữu hiệu và K hữu hiệu vào trong bùn thải. Cụ thể là: sau khi xử lý, hàm lượng chất hữu cơ trong phân được tạo ra đạt giá trị $19,27 \div 21,3\%$, hàm lượng N tổng số đạt $4,08 \div 5,41\%$, hàm lượng P hữu hiệu đạt giá trị $1,5 \div 1,95\%$, hàm lượng K hữu hiệu đạt giá trị $0,59 \div 0,69\%$. Bên cạnh đó, một số vi khuẩn đường ruột điển hình (*Coliforms*) cũng như kim loại nặng (Pb) đã được xác định trong bùn đầu vào và trong phân sau khi ổn định bằng giun quế cho thấy thấp hơn ngưỡng quy định trong TT 41/2014/ TT-BNNPTNT [7].

Năm 2020, tác giả Lê Thị Xuân Thùy và cộng sự tiến hành nghiên cứu “*Đánh giá khả năng nuôi trùn quế để xử lý chất thải nông nghiệp và đề xuất hệ thống nuôi trùn quế tự động*”. Kết quả cho thấy, các chất thải trồng trọt, chăn nuôi làm thức ăn tốt cho trùn quế và chất lượng phân trùn quế được đánh giá dựa vào mục 3, phụ lục V, nghị định số 108/2017/NĐ-CP về chỉ tiêu chất lượng và chất chính đối với phân hữu cơ bón rễ. Nghiên cứu cũng đánh giá rằng một số loại rau trồng với phân trùn quế này mầm, có bộ rễ phát triển mạnh, cây mọc đều, kháng sâu bệnh tốt hơn so với cây trồng trên phân hữu cơ vi sinh mua ngoài thị trường [14].

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Bùn thải sinh học
- Phạm vi nghiên cứu: Bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất cơ sở giết mổ gia súc của Công ty Cổ phần Công nghệ thực phẩm Vinh Anh
- Thời gian thực hiện: từ 1/2024 – 10/2024

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

Thu thập, nghiên cứu các tài liệu trong và ngoài nước về những vấn đề liên quan đến đặc tính bùn thải, bùn thải sinh học và phương pháp xử lý bùn thải sinh học.

Thu thập, tổng hợp tài liệu về đặc điểm sinh thái học và cơ chế xử lý chất thải hữu cơ của giun quế.

2.2.2. Phương pháp thực nghiệm

a. Phương pháp lấy mẫu và bảo quản mẫu

- TCVN 6663-13:2015 (ISO 5667-13:2011): Chất lượng nước - Lấy mẫu. Phần 13: Hướng dẫn lấy mẫu bùn;

- TCVN 6663-15:2004 (ISO 5667-15: 1999): Chất lượng nước - Lấy mẫu: Hướng dẫn bảo quản và xử lý bùn và trầm tích.

Bùn thải sau khi qua máy ép bùn sẽ được tách nước bùn tạo ra bùn ở thể rắn dễ dàng vận chuyển.

b. Phương pháp bố trí thí nghiệm

* *Chuẩn bị sinh khối nuôi giun quế*

- 5 thùng xốp có nắp đậy, kích thước 70 cm x 50 cm x 40 cm. Đáy thùng có khoan nhiều lỗ thoát nước với đường kính khoảng 5 mm và được lót một lớp lưới ngăn không cho giun quế bò ra ngoài;

- Trộn 20 kg bùn thải sinh học với các thể tích nước lần lượt là: 0, 5 L, 15 L, 20 L, 30 L. Sau đó được chuyển vào các thùng tương ứng với các tỷ lệ phối trộn về khối lượng giữa % bùn thải : % nước tương ứng là: 100% : 0% (thùng PT1); 80% : 20% (thùng PT2), 60% : 40% (thùng PT3); 50% : 50% (thùng PT4) và 40% : 60% (thùng PT5). Nước được sử dụng để phối trộn với bùn thải sinh học là nước dưới đất được lấy tại khu vực quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội.

Trong quá trình nuôi, các thùng nuôi được che chắn cẩn thận, được để ở nơi có mái che, tránh ánh sáng nắng quá mạnh hoặc mưa trực tiếp lên thùng nuôi để đảm bảo cho sự sinh trưởng và sinh sản của giun quế. Trên mỗi thùng nuôi, đặt lá cây to (như lá chuối) để bảo vệ giun quế, giữ độ ẩm trong thùng và tạo bóng tối cho giun quế có thể hoạt động lên tầng gần bề mặt chất nền và kết đôi sinh sản. Giun quế rất nhạy cảm với ánh sáng và nhiệt độ nếu không che chắn chúng chỉ hoạt động phía bên dưới như vậy sẽ ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm. Ngoài ra, khi nuôi giun quế phải xới chất nền bên trong thùng để làm thông thoáng và tránh cho giun quế khỏi tình trạng ngộ độc khí (vì trong quá trình sử dụng bùn thải sinh học làm thức ăn có thể sẽ sinh ra các loại khí độc cho giun quế như khí metan).

** Bố trí thí nghiệm*

- Cho 0,3 kg sinh khối giun quế được mua tại trại giun giống (bao gồm giun trưởng thành, giun con, trứng kén và cơ chất) vào mỗi thùng có 20 kg bùn thải sinh học với các tỷ lệ phối trộn như trên, nuôi và theo dõi sinh trưởng của giun quế. Sau các tuần nuôi, giun quế được lấy ra, sau đó cân khối lượng và được để lại vào các thùng nuôi tương ứng, tiếp tục theo dõi sự tăng khối lượng;

- Phân tích đặc tính cơ bản của bùn thải sinh học (pH, độ ẩm, độ dẫn điện, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, tổng C, tổng N, tổng P, tổng K, tổng Mg, tổng Ca) trong thùng xới nuôi giun quế sau khi phối trộn với nước;

- Phân tích thành phần cơ bản của phân giun quế (pH, độ ẩm, độ dẫn điện, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, tổng C, tổng N, tổng P, tổng K, tổng Mg, tổng Ca) sau 14 tuần nuôi.

c. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Phân tích thành phần của bùn thải sinh học và phân giun quế, nước được sử dụng phối trộn với bùn thải sinh học với các thông số theo phương pháp phân tích ở bảng 2.1.

Bảng 2.1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

| STT | THÔNG SỐ | TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG | PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH |
|-----|----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | pH | TCVN 5979:2007 | - |
| 2 | EC | TCVN 6650: 2000 | - |
| 3 | Độ ẩm | TCVN 6648:2000 | Phương pháp phân tích khối lượng |
| 4 | Hệ số khô kiệt (K) | TCVN 6648:2000 | Phương pháp phân tích khối lượng |
| 5 | Nitrit (NO_2^-) | TCVN 6178:1996 | Phương pháp trắc quang dùng thuốc thử Griess |
| | | TCVN 11069-1:2015 | Phương pháp chiết dung dịch kali clorua |
| 6 | Nitrat (NO_3^-) | TCVN 6180:1996 | Phương pháp trắc quang dùng thuốc thử sunfosalixylic |
| | | TCVN 11069-1:2015 | Phương pháp chiết dung dịch kali clorua |
| 7 | Amoni (NH_4^+) | TCVN 6179-1:1996 | Phương pháp trắc quang |
| | | TCVN 11069-1:2015 | Phương pháp chiết dung dịch kali clorua |
| 8 | PO_4^{3-} | TCVN 6202:2008 | Phương pháp đo quang phổ dùng amoni molipdat |

| STT | THÔNG SỐ | TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG | PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH |
|-----|----------------|-----------------------|--------------------------|
| 9 | Tổng C | - | Phương pháp Chiurin |
| 10 | Tổng N | - | Phương pháp Kjeldahl |
| 11 | Tổng P | TCVN 8940:2011 | Phương pháp trắc quang |
| 12 | Tổng K, Mg, Ca | - | Phương pháp ICP-MS |

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

- Số liệu sau khi phân tích được thu thập được xử lý bằng phương pháp thống kê, sử dụng công cụ xử lý là phần mềm Excel 2016. Kết quả sau xử lý được biểu thị dưới dạng bảng số liệu hay đồ thị.

- Đánh giá hiệu quả của việc sử dụng bùn thải sinh học làm sinh khối nuôi giun quế thông qua thành phần của bùn thải, phân giun quế và sự sinh trưởng của giun quế.

2.3. Quy trình phân tích trong phòng thí nghiệm

a. Xác định độ ẩm và hệ số khô kiệt (TCVN 6648:2000)

▪ Nguyên tắc:

Mẫu bùn thải mới lấy về, ngoài lượng nước hút ẩm ra còn chứa nước từ các nguồn khác nhau tùy thuộc vào trạng thái bùn thải nơi lấy mẫu, tuy nhiên với bùn thải đã hong khô không khí thì chỉ còn nước hút ẩm không khí.

Để xác định lượng nước hút ẩm, mẫu bùn thải sau khi được hong khô không khí, sẽ được sấy khô ở $105 \div 110^{\circ}\text{C}$ đến khối lượng không đổi. Khi đó toàn bộ nước hút ẩm bị bay hơi hết mà chất hữu cơ chưa bị phân hủy. Tuy nhiên ở loại bùn thải có chất hữu cơ cao thường khó đạt đến khối lượng không đổi sau sấy, nên thường sấy mẫu ở 105°C trong khoảng thời gian quy định. Đặc biệt khi hàm lượng chất hữu cơ quá cao có thể áp dụng phương pháp sấy ở $70 \div 80^{\circ}\text{C}$, áp suất 20 mmHg. Dựa vào khối lượng giảm sau khi sấy ta tính được lượng nước trong bùn thải.

▪ **Cách tiến hành:**

Xác định hệ số khô kiệt:

- Rửa sạch, ghi nhãn cốc thủy tinh cho vào tủ sấy, sấy trong 6 giờ ở nhiệt độ $105 \div 110^{\circ}\text{C}$. Lấy ra để nguội ở nhiệt độ phòng (khoảng 20 phút). Cân trọng lượng cốc, ghi trọng lượng (m_0).

- Cân 5 g mẫu đã được xử lý cho vào cốc thủy tinh, xác định khối lượng cốc và bùn thải (m_1).

- Cho vào tủ sấy, sấy ở nhiệt độ $105 \div 110^{\circ}\text{C}$ đến trọng lượng không đổi trong 6 giờ kể từ khi nhiệt độ đạt $105 \div 110^{\circ}\text{C}$, sau đó cho vào bình hút ẩm tầm 20 phút đem cân và ghi trọng lượng (m_2): là trọng lượng của cả cốc và bùn sau khi sấy.

Xác định độ ẩm:

- Rửa sạch, ghi nhãn cốc thủy tinh cho vào tủ sấy, sấy trong 6 giờ ở nhiệt độ $105 \div 110^{\circ}\text{C}$. Lấy ra để nguội ở nhiệt độ phòng (khoảng 20 phút). Cân trọng lượng cốc, ghi trọng lượng (m_0).

- Cân 5 g mẫu cho vào cốc thủy tinh sau đó đem đi cân, ghi khối lượng (m_3)

- Sấy khô ở 105°C rồi cân khối lượng cốc và đất khô (m_4)

▪ **Tính kết quả:**

Công thức tính hệ số khô kiệt:
$$K = \frac{m_1 - m_0}{m_2 - m_0}$$

Công thức tính độ ẩm:
$$W (\%) = \frac{m_3 - m_4}{m_3 - m_0}$$

b. Xác định pH (TCVN 5979:2007)

▪ **Nguyên tắc:**

Điều chế huyền phù mẫu từ một trong các dung dịch dưới đây với thể tích dung dịch được sử dụng gấp 5 lần thể tích mẫu:

- Nước

- Dung dịch kali clorua (KCl) 1 mol/L trong nước

- Dung dịch axit clorua (CaCl_2) 0,01 mol/L trong nước

Giá trị pH của huyền phù đất được đo bằng pH meter

▪ **Cách tiến hành:**

- Cân 5 gam mẫu (đã phơi khô không khí, nghiền nhỏ rồi sàng qua rây 1 mm) cho vào cốc có mỏ 100 mL

- Dùng cốc đong và ống đong lấy 25mL KCl 1M cho vào cốc có mỏ 100 mL

- Lắc tay 30 phút (hoặc 15 phút trên máy), rồi để yên trong 2 giờ

- Lắc 2 – 3 lần rồi đo pH ngay trong dung dịch huyền phù

- Ghi kết quả đo

c Xác định độ dẫn điện riêng EC (TCVN 6650: 2000)

▪ **Nguyên tắc:**

Chiết các mẫu đất được làm khô trong không khí bằng nước ở nhiệt độ $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ theo tỷ lệ chiết 1 : 5 (m/V), để hoà tan các chất điện phân. Đo độ dẫn điện riêng của dịch chiết đã lọc và kết quả được hiệu chỉnh đến nhiệt độ 25°C .

▪ **Cách tiến hành:**

Cân 10 g đất hong khô không khí (đã qua rây 1mm), thêm 50 mL nước cất và tiến hành lắc chiết trong 30 phút, để lắng vài giờ hoặc qua đêm. Gạn phần nước lọc vào cốc và cắm điện cực đo độ dẫn điện riêng ở nhiệt độ 25°C .

d. Xác định Nitrat (NO_3^-) bằng phương pháp trắc quang sử dụng thuốc thử axit sunfoxalixylic (TCVN 6180:1996, TCVN 11069-1:2015)

▪ **Nguyên tắc:**

Ion NO_3^- tác dụng với dung dịch sunfoxalixylic (được hình thành do việc thêm Natrisalixylat và axit H_2SO_4 vào mẫu) trong môi trường kiềm tạo phức màu vàng. Đo Abs ở bước sóng 415 nm.

▪ **Cách tiến hành:**

Xây dựng đường chuẩn:

- Chuẩn bị 6 cốc thủy tinh và đánh số từ 0 – 5
- Chuẩn bị 6 bình định mức 25 mL đánh số từ 0 – 5
- Tiến hành xây dựng đường chuẩn theo thứ tự như bảng 2.2:

Bảng 2.2. Quy trình xây dựng đường chuẩn NO_3^-

| STT | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dung dịch NO_3^- 2 mgN/l (mL) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| Dung dịch Natri salixylat | 1 mL | | | | | |
| Đun trên bếp cách cát đến cạn (chú ý không để cháy), để nguội | | | | | | |
| H_2SO_4 đặc | 1 mL | | | | | |
| Lắc kỹ cho tan hết cạn, để yên trong 10 phút | | | | | | |
| Nước cất 2 lần | 5 mL | | | | | |
| Dung dịch EDTA/NaOH | 10 mL | | | | | |
| Định mức bằng nước cất đến vạch 25 mL, để yên 10 phút sau đó đem đo Abs ở bước sóng 415 nm. | | | | | | |
| Nồng độ NO_3^- (mgN/l) | 0 | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,2 |
| Abs | 0 | 0,039 | 0,065 | 0,114 | 0,145 | 0,182 |

Phương trình đường chuẩn của NO_3^- : $y = 0,9121x - 0,0004$; $R^2 = 0,9961$

Phân tích mẫu môi trường:

*** Mẫu nước:**

- Trước khi tiến hành phải lọc mẫu để loại bỏ cặn.
- Hút 2 mL mẫu môi trường vào cốc thủy tinh, tiến hành thêm các hóa chất tương tự như đường chuẩn.
- Sau 15 phút, đo Abs mẫu môi trường.

*** Mẫu bùn thải, mẫu phân giun quế:**

Cân 1 g mẫu cho vào bình tam giác 250mL. Thêm 100mL KCl 0,1N rồi lắc trong 5 phút rồi để yên trong 1 giờ sau đó lọc qua giấy lọc.

- Hút 10 mL mẫu cho vào cốc thủy tinh, tiến hành các bước tương tự như đối với đường chuẩn.

- Đo Abs của mẫu môi trường

▪ **Tính kết quả:**

* Mẫu nước:

Từ Abs của mẫu môi trường đo được tính:

$$C_{đo} = \frac{Abs - b}{a} \text{ (mgN/L)}$$

$$C_{mẫu} = C_{đo} \times f \text{ (mgN/L)}$$

Trong đó: f là hệ số pha loãng.

* Mẫu bùn thải, mẫu phân giun quế:

- Từ Abs của mẫu môi trường đo được tính $C_{đo}$:

$$C_{đo} = \frac{Abs - b}{a} \text{ (mgN/L)}$$

$$NO_3^- - N \text{ (mg/100g)} = \frac{C_d \cdot V \cdot V_2 \cdot 10^{-3}}{W \cdot V_1} \cdot k \cdot 100$$

Trong đó:

C_d : Nồng độ NO_3^- trong dung dịch đo mật độ quang (mgN/L)

V_1 : Số mL dung dịch lấy so màu (mL)

V_2 : Thể tích hiện màu (mL).

V: Số mL dung dịch chiết rút mẫu (mL)

W: Lượng bùn thải cân (g).

k: Hệ số khô kiệt

e. Xác định Amoni (NH_4^+) bằng phương pháp trắc quang (TCVN 6179-1:1996, TCVN 11069-1:2015)

▪ **Nguyên tắc:**

Ion amoni phản ứng với hypochlorite và phenol tạo phức màu xanh đậm trong môi trường kiềm, chất xúc tác là natri nitroprusside. Đo độ hấp thụ của dung dịch ở bước sóng 640 nm.

▪ **Cách tiến hành:**

Xây dựng đường chuẩn:

Chuẩn bị 6 ống nghiệm có đánh số từ 0 – 5

Tiến hành xây dựng đường chuẩn theo thứ tự như bảng 2.3 sau:

Bảng 2.3. Quy trình xây dựng đường chuẩn xác định NH_4^+

| Ống nghiệm | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dung dịch NH_4^+ 1 mgN/L (mL) | 0 | 0,3 | 0,5 | 1 | 2,5 | 4 |
| Thể tích nước (mL) | 5 | 4,7 | 4,5 | 4 | 2,5 | 1 |
| Dung dịch phenol | 0,2 mL | | | | | |
| Dung dịch xúc tác | 0,2 mL | | | | | |
| Dung dịch hỗn hợp | 0,5 mL | | | | | |
| Nồng độ NH_4^+ (mgN/L) | 0 | 0,06 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,8 |
| Abs | 0 | 0,065 | 0,104 | 0,245 | 0,51 | 0,835 |

Phương trình đường chuẩn của NH_4^+ : $y = 1,0316x + 0,0078$; $R^2 = 0,9975$

Phân tích mẫu môi trường:

*** Mẫu nước:**

- Tiến hành các bước tương tự như đối với đường chuẩn, hút 5 mL mẫu môi trường vào ống nghiệm, thêm các hóa chất khác như đường chuẩn.

- Đo Abs của mẫu môi trường.

*** Mẫu bùn thải, mẫu phân giun quế:**

- Cân 1 gam mẫu bùn thải đã rây qua rây 1mm lắc với 100 mL dung dịch KCl 0,1N trong 1 phút rồi lọc, dịch lọc trong suốt.

- Hút 5 mL mẫu môi trường vào ống nghiệm, thêm các hóa chất khác như đường chuẩn.

- Đo Abs của mẫu môi trường.

▪ **Tính kết quả:**

* Mẫu nước:

Từ Abs của mẫu môi trường đo được tính $C_{mẫu}$:

$$C_{đo} = \frac{Abs - b}{a} \text{ (mgN/L)}$$

$$C_{mẫu} = C_{đo} \times f \text{ (mgN/L)}$$

Trong đó: f là hệ số pha loãng.

* Mẫu bùn thải, mẫu phân giun quế:

- Từ Abs của mẫu môi trường đo được tính $C_{đo}$:

$$C_{đo} = \frac{Abs - b}{a} \text{ (mgN/L)}$$

$$NH_4^+ - N \text{ (mg/100g)} = \frac{C_d \cdot V \cdot V_2 \cdot 10^{-3}}{W \cdot V_1} \cdot k \cdot 100$$

Trong đó:

C_d : Nồng độ NH_4^+ trong dung dịch đo mật độ quang (mgN/L)

V_1 : Số mL dung dịch lấy so màu

V_2 : Thể tích hiện màu (mL)

V: Số mL dung dịch chiết rút mẫu

W: Lượng bùn thải cân (g)

k: Hệ số khô kiệt

f. Xác định hàm lượng Photphat (PO_4^{3-}) (TCVN 6202:2008), tổng photpho (TCVN 8940:2011)

▪ **Nguyên tắc:**

Phản ứng giữa ion PO_4^{3-} và dung dịch hỗn hợp axit molipdat và antimony sẽ tạo ra phức chất antimony photphomolipdat màu vàng. Khử phức chất bằng axit ascorbic tạo thành phức chất molipdat màu xanh đậm.

Đo độ hấp thụ ánh sáng của dung dịch phức màu xanh đậm ở bước sóng 880 nm, từ đó xác định nồng độ của ion PO_4^{3-} .

▪ **Cách tiến hành:**

Xây dựng đường chuẩn:

Chuẩn bị 6 bình định mức 25 mL có đánh số từ 0 – 5

Tiến hành xây dựng đường chuẩn theo thứ tự như bảng 2.4:

Bảng 2.4. Quy trình xây dựng đường chuẩn PO_4^{3-}

| STT | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Thể tích dung dịch làm việc 1 mgP/l (mL) | 0 | 1 | 2 | 4 | 10 | 20 |
| Thuốc thử molipdat | 1 mL | | | | | |
| Ascorbic 1% | 1 mL | | | | | |
| Định mức đến vạch 25 mL bằng nước cất, để yên 30 phút, đo Abs ở bước sóng 880 nm | | | | | | |
| Nồng độ (mgP/L) | 0 | 0,04 | 0,08 | 0,16 | 0,4 | 0,8 |
| Abs | 0 | 0,023 | 0,037 | 0,059 | 0,165 | 0,328 |

Phương trình đường chuẩn của PO_4^{3-} : $y = 0,8143 + 0,0016x$; $R^2 = 0,9987$

Phân tích mẫu môi trường:

*** Xác định PO_4^{3-} trong nước:**

Chuẩn bị mẫu trước khi phân tích:

- Lọc mẫu bằng giấy lọc có kích thước lỗ 0,45 μ m, nếu mẫu được giữ lạnh cần đưa về nhiệt độ phòng trước khi lọc.

- Tiến hành lọc mẫu qua màng lọc và đổ bỏ 10 mL dịch lọc đầu tiên.
- Nếu dịch lọc có pH nằm ngoài khoảng 3 – 10 thì điều chỉnh pH của dịch lọc bằng dung dịch H_2SO_4 2,5M hoặc dung dịch NaOH 2M.
- Hút 15 mL mẫu môi trường vào bình định mức 25 mL.
- Tiến hành tạo màu cho mẫu môi trường tương tự như đối với đường chuẩn rồi định mức bằng nước cất đến vạch.

- Đo Abs mẫu môi trường ở bước sóng 880 nm.

*** *Xác định tổng P trong nước:*** khảo sát xử lý mẫu trên thiết bị Hach DRB200

Trước khi xử lý mẫu cần chuẩn bị một dãy ống nghiệm sạch, bật máy gia nhiệt và đặt thời gian phá mẫu ở 150°C trong 30 phút

- Hút chính xác 5 mL dung dịch mẫu đã axit hóa về (pH < 2) cho vào ống nghiệm

- Thêm 0,5 mL dung dịch $K_2S_2O_8$, lắc, trộn đều dung dịch

- Lau sạch bên ngoài rồi đem đặt vào bộ phá mẫu Hach DRB200 đã gia nhiệt ở 150°C trong 30 phút

- Sau khi phá mẫu xong để mẫu nguội, lấy ra điều chỉnh pH từ 3 đến 10 bằng dung dịch NaOH 2M

- Chuyển toàn bộ mẫu vào bình định mức 25 mL, dùng nước cất định mức tới vạch

- Hút chính xác 5 mL mẫu đã phá ở trên cho vào bình định mức 25 mL

- Thêm 1 mL dung dịch thuốc thử hỗn hợp rồi dùng nước cất định mức tới vạch. Trộn đều, để yên 10 phút để ổn định màu rồi đem đo độ hấp thụ ở bước sóng 880 nm

*** *Xác định tổng P trong bùn thải, phân giun quế:***

- Phá hủy mẫu bằng hỗn hợp H_2SO_4 đặc và $HClO_4$ (TCVN 8940:2011): Dùng cân phân tích cân 1,00g đất đã rây qua rây 1 mm, cho đất vào bình Kendan

dung tích 50 mL. Thêm vào bình một ít nước cất cho mẫu đất hơi ẩm rồi cho vào 10 mL H₂SO₄ đặc, lắc đều, cho vào 3 giọt HClO₄ 70%. Đậy bình bằng một chiếc phễu nhỏ. Đun từ từ cho nhiệt độ tăng dần. Khi có cặn trắng và dung dịch trong suốt thì tiếp tục đun thêm 20 phút nữa. Toàn bộ thời gian phá huỷ mẫu hết khoảng 30 - 40 phút. Để nguội, dùng nước cất rửa và chuyển dung dịch vào bình định mức 100mL, định mức đến vạch.

Chú ý: Nếu mẫu nhiều chất hữu cơ cho thêm 5 mL axit nitric đặc và đun cho oxi hóa hết chất hữu cơ; Thêm 5 giọt axit pecloric 70% và tiếp tục đun tới trắng mẫu.

- Lấy 5 mL dung dịch sau khi phá huỷ mẫu cho vào bình định mức 100 mL, pha loãng bằng nước cất đến khoảng 50 mL. Trung hoà lượng axit dư bằng NH₃ 10% (thêm vào từng giọt cho đến khi dung dịch đục do có tạo thành các kết tủa hiđroxit). Nhỏ vài giọt H₂SO₄ 10% làm mất độ đục của dung dịch rồi định mức đến vạch.

- Hút 5 mL mẫu môi trường vào bình định mức 25 mL, thêm các hóa chất khác như đường chuẩn.

- Tiến hành tạo màu cho mẫu môi trường tương tự như đối với đường chuẩn rồi định mức bằng nước cất đến vạch.

- Đo Abs mẫu môi trường ở bước sóng 880 nm.

▪ **Tính kết quả:**

* **Xác định PO₄³⁻, tổng P của mẫu nước:**

Từ Abs của mẫu môi trường đo được tính:

$$C_{đo} = \frac{Abs - b}{a} \text{ (mgP/L)}$$

$$C_{mẫu} = C_{đo} \times f \text{ (mgP/L)}$$

Trong đó:

f: hệ số pha loãng

* **Xác định tổng P của mẫu bùn thải, phân giun quế:**

Hàm lượng Ptổng trong 100g đất

$$P_2O_5 \text{ (mg/g)} = \frac{C_d \cdot V \cdot V_2}{W \cdot V_1} \cdot k$$

Trong đó:

C_d : Nồng độ P trong dung dịch đo mật độ quang (mg P_2O_5 /mL)

V_1 : Số mL dung dịch lấy so màu

V_2 : Thể tích hiện màu (mL)

V : Số mL dung dịch mẫu sau khi phá

W : Lượng đất cân (g)

k : Hệ số khô kiệt

g. Xác định tổng Nitơ theo phương pháp Kendan (TCVN 6498:1999)

▪ **Nguyên tắc:**

Nitơ trong các hợp chất hữu cơ được vô cơ hóa bởi axit sunfuric đặc thành muối amoni (có xử dụng Kalisunfat để tăng điểm sôi và Selen làm xúc tác), muối amoni kết hợp với NaOH sẽ giải phóng ra ammoniac. Hơi ammoniac giải phóng ra được cuốn theo hơi nước và sục vào bình có chứa sẵn dung dịch axit dư đã biết nồng độ (dung dịch H_3BO_3 hoặc H_2SO_4) và chỉ thị màu.

▪ **Cách tiến hành:**

Phá mẫu:

* *Mẫu nước:*

Lấy khoảng 100mL mẫu cho vào bình Kendan, thêm 10mL axit sunfuric đặc, 5,0 g hỗn hợp xúc tác, Thêm vài viên bi thủy tinh rồi đậy bình bằng một phễu có cuống dài. Đặt bình nghiêng, điều chỉnh bếp để hỗn hợp nóng lên từ từ rồi tăng dần nhiệt độ tới khi sôi và đun mạnh dung dịch trong bình cho sôi nhanh. Sau khi nước bay hơi hết, khói trắng bắt đầu bốc lên. Sau khi hết khói trắng, dung dịch trong bình trở nên trong suốt, không màu hoặc vàng nhạt thì tiếp tục đun thêm 60 phút.

Mẫu bùn thải, mẫu phân giun quế:

Cân 1,00g mẫu vào bình Kendan khô. Thêm 10,00g K₂SO₄, 0,50g CuSO₄ và 1,00g FeSO₄ (0,20g Selen). Thêm 25mL dung dịch H₂SO₄ đặc, để mẫu thấm đều, lắc nhẹ bình (chú ý không để làm bám lên thành bình). Đậy bình bằng phễu, đun nhẹ đến sôi rồi mới đun mạnh. Khi dung dịch trong suốt và có cặn trắng thì đun sôi tiếp 15 phút để đuổi hết khói trắng. Để nguội, chuyển sang bình cất NH₃.

Cất và chuẩn độ:

- Cất NH₃: Chuẩn bị 30mL dung dịch H₃BO₃ vào bình tam giác, thêm vài giọt chỉ thị hỗn hợp (dung dịch có màu tím đỏ). Lắp bình cất vào thiết bị, điều chỉnh lượng NaOH 40% thêm vào và tiến hành cất NH₃. Cất đến khi dung dịch có thể tích khoảng 100mL (dung dịch có màu xanh).

- Chuẩn độ: Chuẩn độ dung dịch hấp thụ NH₃ bằng dung dịch HCl 0,1N đến khi xuất hiện màu tím đỏ thì dừng lại (V1).

▪ **Tính kết quả:**

- Hàm lượng Nitơ trong mẫu nước được tính theo công thức:

$$C_N \text{ (mgN/L)} = \frac{(a-b) \cdot C \cdot 14}{V} \cdot 1000$$

Trong đó:

a: Thể tích dung dịch HCl tiêu tốn để chuẩn độ mẫu môi trường sau khi cất (mL)

b: Thể tích dung dịch NaOH tiêu tốn để chuẩn mẫu trắng sau khi cất (mL)

C: Nồng độ đương lượng của dung dịch HCl (N)

V: Thể tích mẫu nước cho vào bình Kendan để tiến hành phá mẫu (mL)

- Hàm lượng nitơ tổng trong 100g đất:

$$\%N = \frac{V_1 \cdot C \cdot 0,014}{W} \cdot k \cdot 100$$

Trong đó:

W: Khối lượng của mẫu (g)

C: Nồng độ đương lượng của dung dịch HCl (N)

k: Hệ số khô kiệt

h. Xác định tổng Cacbon bằng phương pháp Chiurin

▪ Nguyên tắc:

Chất hữu cơ trong bùn thải dưới tác dụng của nhiệt độ, bị $K_2Cr_2O_7$ và H_2SO_4 đặc oxi hóa mạnh tạo thành khí cacbonic



Lượng $K_2Cr_2O_7$ còn dư được chuẩn độ lại bằng dung dịch muối $FeSO_4$ hoặc muối Morh.

Dùng chỉ thị Feroin, Trong quá trình chuẩn độ màu của dung dịch chuyển từ màu xanh sang đỏ nâu.

▪ Cách tiến hành:

- Dùng cân kỹ thuật cân 0,1 gam bùn cho vào bình tam giác 100mL
- Lắc nhẹ cho bùn dàn đều dưới đáy bình
- Dùng pipet hút 10mL $K_2Cr_2O_7$ trong H_2SO_4 (1:1) vào bình. Lắc nhẹ bình, tránh để đất bám lên thành bình.
- Đặt phễu lên thành bình đun trên bếp cách cát, đun sôi nhẹ 5 phút kể từ khi bắt đầu sôi
- Dùng cặp gỗ lấy xuống, để nguội
- Cho vào 3 – 5 giọt Feroin lắc nhẹ
- Chuẩn độ bằng dung dịch muối Morh 0,2N đến khi xuất hiện màu đỏ nâu.

▪ Tính kết quả:

$$\text{Chất hữu cơ (\%)} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot C_N \cdot 0,003 \cdot 1,724 \cdot 100 \cdot k}{W}$$

Trong đó:

V_0 : Thể tích muối Morh dùng để chuẩn độ mẫu trắng (mL)

V_1 : Thể tích muối Morh dùng để chuẩn độ mẫu môi trường (mL)

C_N : Nồng độ đương lượng của muối Morh

k: Hệ số khô kiệt, chuyển đổi từ đất khô không khí sang đất khô kiệt

1,742: Hệ số thực nghiệm (hiện nay người ta có thể lấy hệ số này là 2), là hệ số chuyển đổi từ hàm lượng cacbon sang hàm lượng chất hữu cơ

W: Khối lượng bùn thải cân ban đầu (g)

i) Xác định một số kim loại bằng phương pháp ICP-MS

▪ Nguyên tắc:

Mẫu được phơi khô đồng nhất hoàn toàn và được phân huỷ bằng. Mẫu sau khi xử lý được phân tích trên thiết bị ICP-MS. Tại đây mẫu bị nguyên tử hóa sau đó sẽ bị ion hóa. Luồng ion được chiết suất qua bộ giao diện và các buồng chân không của máy để làm sạch và loại những thành phần không mang điện (có thể được loại nhiều đa phần từ trong buồng phản ứng ORS) sau đó những ion có số khối mong muốn được tách nhờ bộ lọc khối. Tín hiệu từ những con này được khuếch đại trước khi được ghi nhận bởi detector. Tín hiệu từ detector được xử lý nhờ máy tính và phần mềm chuyên dụng.

▪ Cách tiến hành:

Quy trình xử lý mẫu

- Cân 1 g mẫu vào cốc đun. Thêm 5 mL dung dịch HNO_3 đặc:HCl đặc (1:3). Đậy nắp thủy tinh, đặt lên bếp đun đến cạn. Hạ mẫu để nguội.

- Thêm 5 mL dung dịch H_2O_2 30% vào cốc trên, đậy nắp thủy tinh, đặt lên bếp đun đến khi xuất hiện khói trắng, cạn trắng. Hạ mẫu để nguội.

- Hoà tan mẫu bằng nước cất, lọc mẫu bằng giấy lọc, tráng rửa cốc. Chuyển dịch lọc vào bình định mức 50 mL, định mức bằng nước cất đến vạch.

Quy trình đo ICP-MS

- Khởi động máy bao gồm các bước bật nguồn điện tổng, bật bơm mẫu tự động, bật máy ICP, bật nguồn máy tính liên kết với máy ICP.

- Sau khi khởi động máy xong tiến hành thiết lập phương án đo. Chọn nguyên tố cần đo chọn thời gian ghi nhận.

- Sau khi thiết lập phương pháp đo trên máy tính, hệ thống sẽ tự động đo các mẫu đường chuẩn và mẫu môi trường.

▪ **Tính kết quả:**

$$C_x (\text{mg/g}) = \frac{C_{\text{đo}} \cdot V \cdot f}{W} \cdot k$$

Trong đó:

$C_{\text{đo}}$: Nồng độ nguyên tố trong dung dịch cuối cùng của mẫu thử đo được trên máy (mg/L)

V: Thể tích mẫu định mức đo đạc (L)

f: Hệ số pha loãng mẫu (nếu có)

W: Khối lượng mẫu phân tích (g)

k: Hệ số khô kiệt của mẫu phân tích

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu trong nước dùng để phối trộn bùn thải sinh học

Tiến hành phân tích một số chỉ tiêu trong nước dưới đất được sử dụng phối trộn với bùn thải, kết quả thu được ở bảng 3.1.

Bảng 3.1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu trong nước

| STT | THÔNG SỐ | ĐƠN VỊ | KẾT QUẢ | QCVN 09:2023/BTNMT |
|-----|-------------------------------|--------|---------|-----------------------|
| 1 | pH | - | 6,5 | 5,8 - 8,5 |
| 1 | NO ₂ ⁻ | mg/L | 0,014 | 1 |
| 2 | NO ₃ ⁻ | mg/L | 0,145 | 15 |
| 3 | NH ₄ ⁺ | mg/L | 0,04 | 1 |
| 4 | PO ₄ ³⁻ | mg/L | 0,028 | - |
| 5 | Tổng N | mg/L | 0,483 | - |
| 6 | Tổng P | mg/L | 0,106 | - |

Kết quả phân tích cho thấy, các thông số đều nằm trong mức giá trị giới hạn theo QCVN 09:2023/BTNMT [18]. Như vậy, nước được sử dụng sẽ không làm ảnh hưởng đến cấu trúc thành phần của bùn thải sinh học. Nước có môi trường trung tính, phù hợp với điều kiện sinh trưởng và phát triển của giun quế [6, 9].

3.2. Kết quả phân tích bùn thải sinh học

3.2.1. Kết quả theo dõi nhiệt độ, độ ẩm và pH

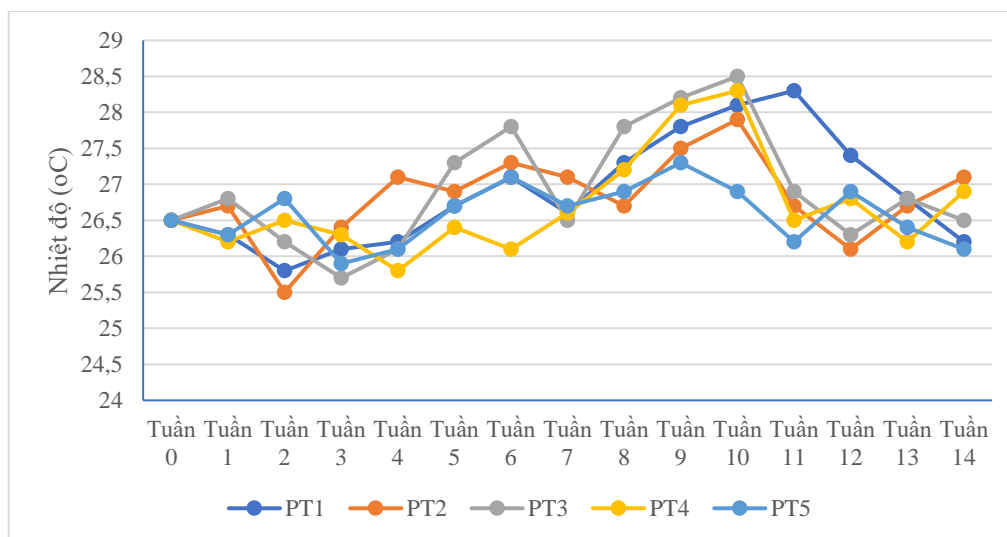
Bùn thải sinh học được lấy từ hệ thống xử lý nước thải của cơ sở giết mổ gia súc, phối trộn với nước tạo thành sinh khối nuôi giun quế. Yếu tố nhiệt độ (t°), độ ẩm và pH rất nhạy cảm với giun quế nên được kiểm tra thường xuyên.

a. Kết quả theo dõi nhiệt độ

Kết quả theo dõi nhiệt độ ở các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải và nước để nuôi giun quế được trình bày ở bảng 3.2 và hình 3.1.

Bảng 3.2. Kết quả theo dõi nhiệt độ (°C) ở các tỷ lệ phối trộn

| Tuần | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 |
| 1 | 26,3 | 26,7 | 26,8 | 26,2 | 26,3 |
| 2 | 25,8 | 25,5 | 26,2 | 26,5 | 26,8 |
| 3 | 26,1 | 26,4 | 25,7 | 26,3 | 25,9 |
| 4 | 26,2 | 27,1 | 26,1 | 25,8 | 26,1 |
| 5 | 26,7 | 26,9 | 27,3 | 26,4 | 26,7 |
| 6 | 27,1 | 27,3 | 27,8 | 26,1 | 27,1 |
| 7 | 26,6 | 27,1 | 26,5 | 26,6 | 26,7 |
| 8 | 27,3 | 26,7 | 27,8 | 27,2 | 26,9 |
| 9 | 27,8 | 27,5 | 28,2 | 28,1 | 27,3 |
| 10 | 28,1 | 27,9 | 28,6 | 28,3 | 26,9 |
| 11 | 28,3 | 26,7 | 26,9 | 26,5 | 26,2 |
| 12 | 27,4 | 26,1 | 26,3 | 26,8 | 26,9 |
| 13 | 26,8 | 26,7 | 26,8 | 26,2 | 26,4 |
| 14 | 26,2 | 27,1 | 26,5 | 26,9 | 26,1 |



Hình 3.1. Sự thay đổi nhiệt độ ở các tỷ lệ phối trộn

Qua bảng 3.2 và hình 3.1 cho thấy, nhiệt độ biến động không nhiều giữa các tuần và các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải và nước trong các thùng nuôi giun quế. Điều này thích hợp cho giun phát triển với sự dao động nhiệt độ từ 25,5°C đến 28,6°C. Quá trình hô hấp của giun quế hấp thụ oxy và thải ra cacbonic có thể là nguyên nhân dẫn đến sự dao động nhẹ về nhiệt độ ở các thùng nuôi và giữa các khoảng thời gian nuôi giun quế. Giun quế rất nhạy cảm, chúng phản ứng mạnh với ánh sáng, nhiệt độ và biên độ nhiệt cao, và điều kiện khô hạn. Nhiệt độ thích hợp nhất với trùn quế nằm trong khoảng 20 ÷ 30°C, ở nhiệt độ khoảng 30°C và độ ẩm thích hợp, chúng sinh trưởng và sinh sản rất nhanh. Ở nhiệt độ quá thấp, chúng sẽ ngừng hoạt động và có thể chết; hoặc khi nhiệt độ lên quá cao thì chúng có thể cũng bỏ đi hoặc chết [6, 9].

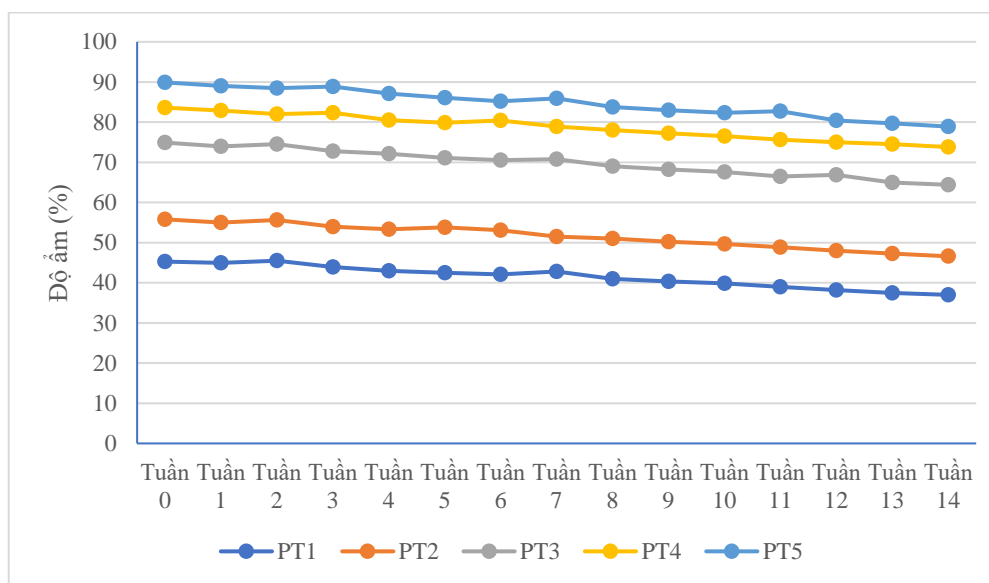
b. Kết quả theo dõi độ ẩm

Kết quả theo dõi độ ẩm ở các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải và nước để nuôi giun quế PT1, PT2, PT3, PT4 và PT5 được trình bày ở bảng 3.3 và hình 3.2.

Bảng 3.3. Kết quả theo dõi độ ẩm (%) ở các tỷ lệ phối trộn

| Tuần | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | 45,3 | 55,8 | 74,9 | 83,6 | 89,9 |
| 1 | 45 | 55 | 74 | 82,9 | 89 |
| 2 | 45,5 | 55,6 | 74,5 | 82 | 88,5 |
| 3 | 43,9 | 54 | 72,8 | 82,3 | 88,9 |
| 4 | 43 | 53,3 | 72,1 | 80,5 | 87,1 |
| 5 | 42,5 | 53,8 | 71,1 | 79,9 | 86,1 |
| 6 | 42,1 | 53,1 | 70,5 | 80,4 | 85,2 |
| 7 | 42,8 | 51,5 | 70,8 | 78,9 | 85,9 |
| 8 | 41 | 51 | 69 | 78 | 83,8 |
| 9 | 40,3 | 50,2 | 68,2 | 77,2 | 83 |
| 10 | 39,9 | 49,7 | 67,6 | 76,5 | 82,3 |
| 11 | 39 | 48,9 | 66,5 | 75,6 | 82,7 |

| Tuần | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 12 | 38,2 | 48 | 66,9 | 75 | 80,4 |
| 13 | 37,5 | 47,3 | 65 | 74,5 | 79,7 |
| 14 | 37 | 46,6 | 64,4 | 73,8 | 78,9 |



Hình 3.2. Sự thay đổi độ ẩm ở các tỷ lệ phối trộn

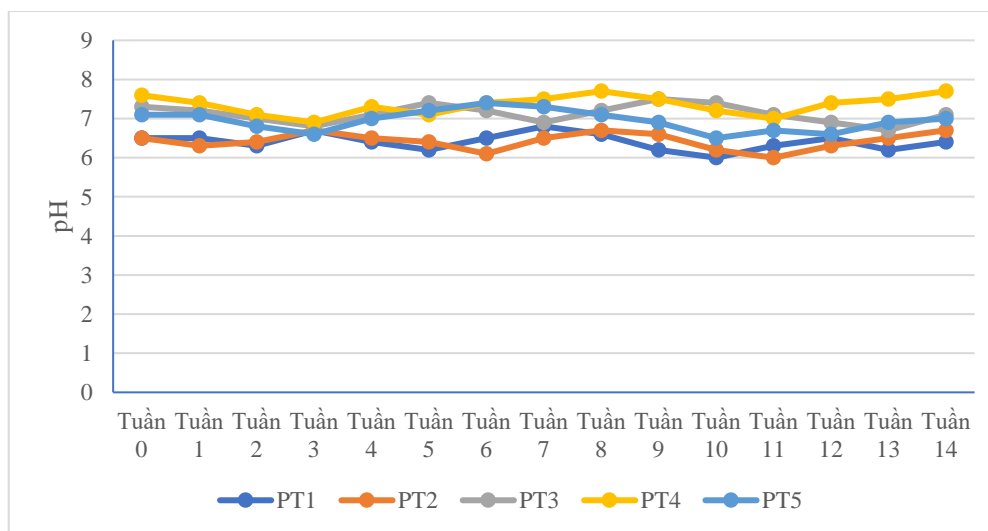
Về độ ẩm, theo bảng 3.3 và hình 3.2 cho thấy, độ ẩm giảm không đáng kể sau 14 tuần khảo sát ở tất cả các các tỷ lệ phối trộn do các thùng nuôi giun được che chắn cẩn thận. Độ ẩm ở các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải và nước lần lượt là: $37 \div 45,3\%$ (PT1); $46,6 \div 55,8\%$ (PT2); $64,4 \div 74,9\%$ (PT3); $73,8 \div 83,6\%$ (PT4) và $78,9 \div 89,9\%$ (PT5). Ở các thùng nuôi giun quá không bổ sung thêm nước dẫn đến sự thay đổi về độ ẩm theo thời gian.

c. Kết quả theo dõi pH

pH môi trường ảnh hưởng khá lớn đến quá trình sinh trưởng và phát triển của sinh vật sống trong môi trường lỏng, rắn vì mỗi sinh vật thích nghi với một khoảng pH nhất định.

Bảng 3.4. Kết quả theo dõi pH ở các tỷ lệ phối trộn

| Tuần | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 6,5 | 6,5 | 7,3 | 7,6 | 7,1 |
| 1 | 6,5 | 6,3 | 7,2 | 7,4 | 7,1 |
| 2 | 6,3 | 6,4 | 7 | 7,1 | 6,8 |
| 3 | 6,7 | 6,7 | 6,8 | 6,9 | 6,6 |
| 4 | 6,4 | 6,5 | 7,1 | 7,3 | 7 |
| 5 | 6,2 | 6,4 | 7,4 | 7,1 | 7,2 |
| 6 | 6,5 | 6,1 | 7,2 | 7,4 | 7,4 |
| 7 | 6,8 | 6,5 | 6,9 | 7,5 | 7,3 |
| 8 | 6,6 | 6,7 | 7,2 | 7,7 | 7,1 |
| 9 | 6,2 | 6,6 | 7,5 | 7,5 | 6,9 |
| 10 | 6 | 6,2 | 7,4 | 7,2 | 6,5 |
| 11 | 6,3 | 6 | 7,1 | 7 | 6,7 |
| 12 | 6,5 | 6,3 | 6,9 | 7,4 | 6,6 |
| 13 | 6,2 | 6,5 | 6,7 | 7,5 | 6,9 |
| 14 | 6,4 | 6,7 | 7,1 | 7,7 | 7 |



Hình 3.3. Sự thay đổi pH ở các tỷ lệ phối trộn

Bảng 3.4 và hình 3.3 cho thấy, pH trung bình ở tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải và nước nằm trong khoảng từ 6 đến 7,7. Đây là pH thích hợp cho giun quế sinh trưởng và phát triển. Vì đặc tính sinh trưởng của giun quế là thích sống trong môi trường ẩm ướt và có độ pH ổn định trong khoảng 4 ÷ 9, thích hợp nhất vào khoảng 7,0 ÷ 7,5, pH quá thấp chúng sẽ chết hoặc bỏ đi [6, 9]. Vì vậy, đây môi trường tạo điều kiện thuận lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của giun quế.

3.2.2. Kết quả phân tích các thông số khác

Kết quả phân tích các chỉ tiêu khác của bùn thải sinh học được thể hiện tại bảng 3.5.

Bảng 3.5. Kết quả phân tích một số thành phần của bùn thải sinh học

| STT | THÔNG SỐ | ĐƠN VỊ | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
|-----|---------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | EC | mS/cm | 0,52 | 0,54 | 0,55 | 0,51 | 0,57 |
| 2 | NO ₃ ⁻ -N | (mg/100g) | 0,157 | 0,141 | 0,135 | 0,148 | 0,129 |
| 3 | NH ₄ ⁺ -N | (mg/100g) | 0,56 | 0,498 | 0,472 | 0,454 | 0,432 |
| 4 | Tổng C | % | 14,24 | 13,96 | 13,8 | 13,19 | 12,81 |
| 5 | Tổng N | % | 2,38 | 2,31 | 2,31 | 2,25 | 2,23 |
| 6 | Tổng P | (% P ₂ O ₅) | 1,34 | 1,31 | 1,31 | 1,27 | 1,27 |
| 7 | Tổng K | (% K ₂ O) | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,012 | 0,011 |
| 8 | Tổng Mg | (% Mg) | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,014 | 0,013 |
| 9 | Tổng Ca | (% Ca) | 0,136 | 0,135 | 0,136 | 0,132 | 0,131 |

Bảng 3.5 cho thấy, kết quả đối với thông số độ dẫn điện riêng EC dao động trong khoảng 0,52 ÷ 0,57 mS/cm, giá trị giữa các tỷ lệ phối trộn không có sự chênh lệch nhau nhiều. Độ dẫn điện riêng EC là mức độ truyền tải dòng điện, là chỉ số đánh giá tổng lượng ion có trong bùn thải sinh học. Đây cũng là thông số quan trọng hàm lượng của các chất dinh dưỡng khoáng có trong bùn thải sinh học.

Hàm lượng chất hữu cơ (tổng C) và các chất dinh dưỡng khá cao. Trong đó, hàm lượng chất hữu cơ dao động từ 81% đến 14,24%, hàm lượng NO_3^- có giá trị $0,129 \div 0,157\%$ cao nhất ở PT1 và thấp nhất ở PT5, hàm lượng NH_4^+ có giá trị $0,432 \div 0,560\%$, hàm lượng tổng N dao động trong khoảng $2,23 \div 2,38\%$, hàm lượng tổng P có giá trị từ $1,27 \div 1,34\%$.

Hàm lượng một số kim loại như K, Ca, Mg có trong bùn thải sinh học sẽ ảnh hưởng đến thành phần, tính chất của phân giun quế với hàm lượng của tổng Ca có giá trị cao nhất, dao động trong khoảng $0,131 \div 0,136\%$, sau đó là hàm lượng tổng K và tổng Mg có giá trị tương đương nhau, hàm lượng tổng K có giá trị $0,011 \div 0,014\%$, hàm lượng tổng Mg có giá trị $0,013 \div 0,015\%$.

Từ kết quả phân tích các thông số cho thấy, đa số các thông số có giá trị cao nhất ở công thức phối trộn PT1 và thấp nhất ở công thức phối trộn PT5 do khi hòa tan bùn thải trong nước thì một số chất tan sẽ hòa tan vào nước khiến cho hàm lượng của chúng trong bùn thải sinh học thay đổi. Tuy nhiên, giá trị hàm lượng các thông số chênh lệch không nhiều, cho thấy ảnh hưởng của nước trộn vào bùn thải là không đáng kể. Kết quả đánh giá hàm lượng các chất dinh dưỡng, kim loại kiềm và kiềm thổ đã khẳng định bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải cơ sở giết mổ gia súc có thể thích hợp để làm thức ăn cho giun quế [9].

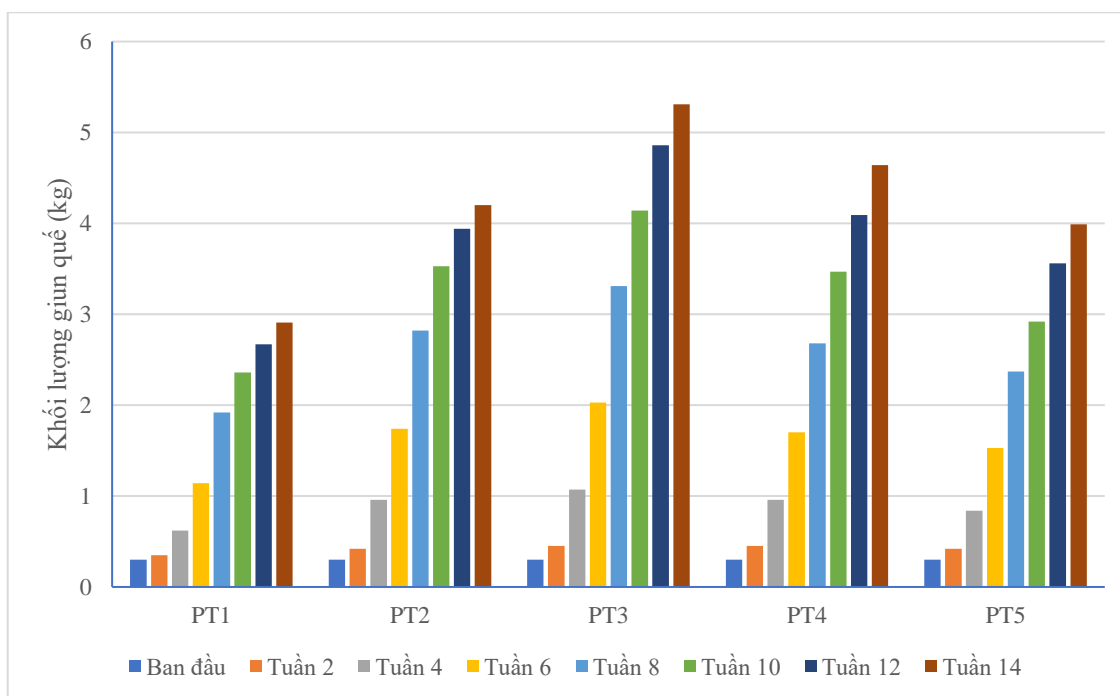
3.3. Kết quả theo dõi quá trình nuôi giun quế

3.3.1. Đánh giá sự thay đổi khối lượng giun quế

Kết quả khối lượng giun quế thu được trong quá trình nuôi ở các khoảng thời gian 2 tuần, 4 tuần, 6 tuần, 8 tuần, 10 tuần, 12 tuần, 14 tuần. Với các khoảng thời gian này phù hợp với chu kỳ sống của giun quế.

Bảng 3.6. Sự thay đổi khối lượng giun quế

| STT | Thời gian | Khối lượng giun quế (kg) | | | | |
|-----|-----------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
| 1 | Ban đầu | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 2 | Tuần 2 | 0,35 | 0,42 | 0,45 | 0,45 | 0,42 |
| 3 | Tuần 4 | 0,62 | 0,96 | 1,07 | 0,96 | 0,84 |
| 4 | Tuần 6 | 1,14 | 1,74 | 2,03 | 1,7 | 1,53 |
| 5 | Tuần 8 | 1,92 | 2,82 | 3,31 | 2,68 | 2,37 |
| 6 | Tuần 10 | 2,36 | 3,53 | 4,14 | 3,47 | 2,92 |
| 7 | Tuần 12 | 2,67 | 3,94 | 4,86 | 4,09 | 3,56 |
| 8 | Tuần 14 | 2,91 | 4,2 | 5,31 | 4,64 | 3,99 |



Hình 3.4. Khối lượng của giun quế sau 14 tuần nuôi

Bảng 3.6 và hình 3.4 cho thấy, khối lượng giun quế đều tăng ở tất cả các tỷ lệ phối trộn, trong đó giun quế ở PT1 (100% bùn thải sinh học) khối lượng giun quế thấp nhất. Chứng tỏ khi phối trộn bùn thải sinh học với nước làm tăng độ ẩm của bùn thải thích hợp với điều kiện phát triển của giun quế. Hơn nữa, độ ẩm tăng, bùn mềm hơn, toi xốp giúp giun dễ hấp thụ các chất có trong bùn thải sinh học hơn. Giun quế là loài mắn đẻ và sinh sản nhanh quanh năm, thời gian thành thực thì lại ngắn. Vì vậy, nếu điều kiện nuôi tốt, trong thời gian ngắn có thể tạo ra số lượng cá thể rất nhiều và tăng trọng lượng ban đầu.

Sau 14 tuần nuôi, ở các tỷ lệ phối trộn PT1 - PT5 đạt khối lượng giun quế tương ứng là: 2,91; 4,2; 5,31; 4,64 và 3,99 kg. Khi so sánh ở các tỷ lệ phối trộn bùn thải sinh học và nước làm tạo thành sinh khối nuôi giun quế, ở tỷ lệ phối trộn PT3, giun quế phát triển nhanh nhất, đạt giá trị lớn nhất (5,31 kg), tăng trưởng mạnh nhất, tăng 5,01 kg so với khối lượng giun ban đầu. Như vậy, lựa chọn tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước ở PT3 (60% bùn thải : 40% nước) với các điều kiện pH = 6,7 ÷ 7,5, nhiệt độ 25,7 ÷ 28,6°C và độ ẩm 64,4 ÷ 74,9% là môi trường thích hợp nhất để nuôi giun quế. Kết quả này cho thấy hiệu quả của việc sử dụng bùn thải sinh học nuôi giun quế, tương tự với nghiên cứu của tác giả Lữ Trọng Bắc [1] và tác giả Phạm Thị Ngọc Lan [7] đã nêu ra.

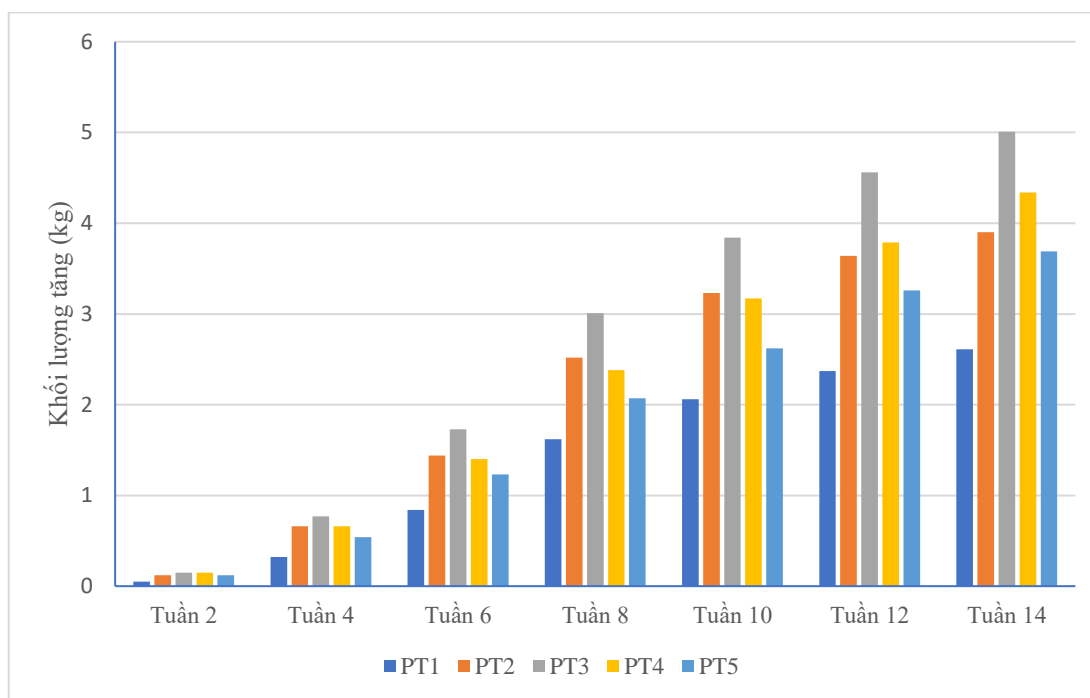
3.3.2. Đánh giá tốc độ tăng trưởng của giun quế

Tốc độ tăng trưởng của giun quế giữa các khoảng thời gian nuôi so với ban đầu và giữa các khoảng thời gian 2 tuần nuôi liên tiếp ở các tỷ lệ phối trộn bùn thải sinh học và nước được thể hiện trong bảng 3.7, hình 3.5 và hình 3.6 dưới đây:

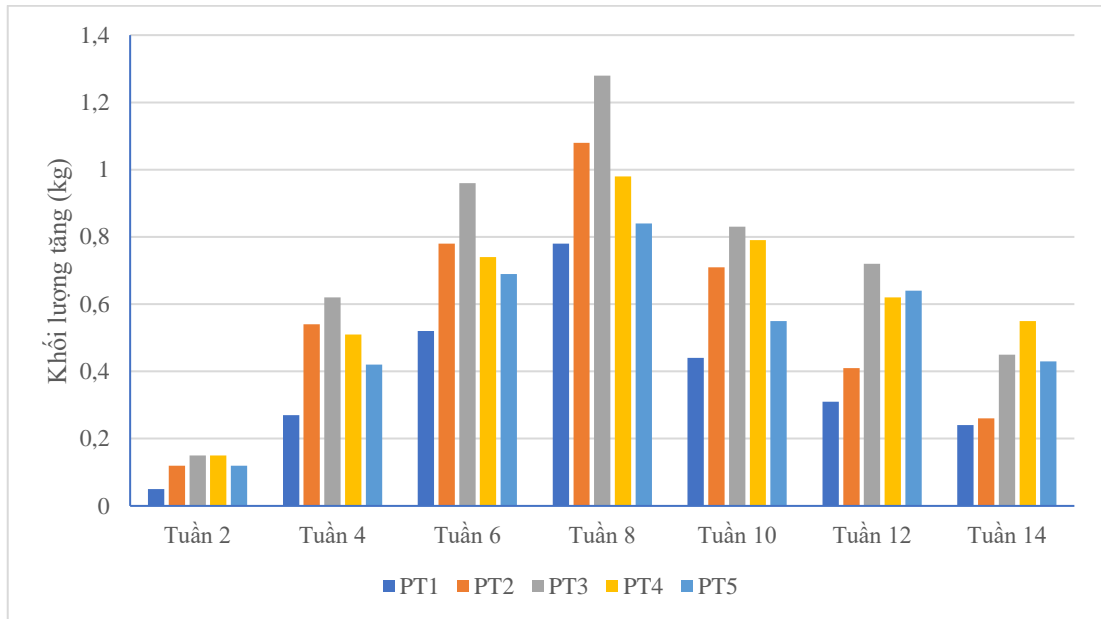
Bảng 3.7. Tốc độ tăng trưởng của giun quế

| STT | Thời gian | Tốc độ tăng trưởng (kg) | | | | | | | | | |
|-----|-----------|-------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | | PT1 | | PT2 | | PT3 | | PT4 | | PT5 | |
| | | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần |
| 1 | Tuần 2 | 0,05 | 0,05 | 0,12 | 0,12 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,12 |

| STT | Thời gian | Tốc độ tăng trưởng (kg) | | | | | | | | | |
|-----|-----------|-------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | | PT1 | | PT2 | | PT3 | | PT4 | | PT5 | |
| | | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần | Ban đầu | 2 tuần |
| 2 | Tuần 4 | 0,27 | 0,27 | 0,54 | 0,54 | 0,62 | 0,62 | 0,51 | 0,51 | 0,42 | 0,42 |
| 3 | Tuần 6 | 0,52 | 0,52 | 0,78 | 0,78 | 0,96 | 0,96 | 0,74 | 0,74 | 0,69 | 0,69 |
| 4 | Tuần 8 | 0,78 | 0,78 | 1,08 | 1,08 | 1,28 | 1,28 | 0,98 | 0,98 | 0,84 | 0,84 |
| 5 | Tuần 10 | 0,44 | 0,44 | 0,71 | 0,71 | 0,83 | 0,83 | 0,79 | 0,79 | 0,55 | 0,55 |
| 6 | Tuần 12 | 0,31 | 0,31 | 0,41 | 0,41 | 0,72 | 0,72 | 0,62 | 0,62 | 0,64 | 0,64 |
| 7 | Tuần 14 | 0,24 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,43 | 0,43 |



Hình 3.5. Tốc độ tăng trưởng của giun quế sau các tuần nuôi so với ban đầu



Hình 3.6. Tốc độ tăng trưởng của giun quế giữa 2 tuần nuôi

Từ kết quả ở bảng 3.7, hình 3.5 và hình 3.6 cho thấy, tốc độ tăng trưởng về khối lượng của giun quế ở tỷ lệ phối trộn 60% bùn thải : 40% nước (PT3) hầu hết mạnh nhất ở các tuần so với các tỷ lệ phối trộn khác.

Giun quế bắt đầu tăng trưởng mạnh vào tuần thứ 6 ÷ 8 phù hợp với thời gian sinh sản nhanh. Vì vậy, sau 8 tuần nuôi, khối lượng giun quế tăng mạnh nhất so với các khoảng thời gian khác. Ở các tuần 10 ÷ 14 là giai đoạn cuối của chu kỳ phát triển của giun quế, tỷ lệ tăng trưởng của giun quế giảm dần.

Trong những tuần đầu giun quế chậm phát triển vì những tuần này giun quế phải thích nghi với môi trường sống. Tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước ảnh hưởng rất lớn đến sự sinh trưởng và phát triển của giun quế vì trong môi trường quá khô hay quá ẩm thì giun quế cũng chậm phát triển.

3.4. Kết quả phân tích thành phần của phân giun quế

Kết quả phân tích các thông số pH, độ ẩm, NO_3^- , NH_4^+ , tổng C, tổng N, tổng P, tổng K, tổng Ca và tổng Mg trong phân giun quế được thể hiện ở bảng 3.8.

Bảng 3.8. Thành phần của phân giun quế

| STT | THÔNG SỐ | ĐƠN VỊ | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | PT5 |
|-----|---------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | pH | - | 7,3 | 7,4 | 7,1 | 6,8 | 6,5 |
| 2 | EC | mS/cm | 1,35 | 1,32 | 1,27 | 1,25 | 1,38 |
| 3 | W | (%) | 66,8 | 69,3 | 70,5 | 71,8 | 73,3 |
| 4 | NO ₃ ⁻ -N | (mg/100g) | 0,004 | 0,005 | 0,006 | 0,006 | 0,005 |
| 5 | NH ₄ ⁺ -N | (mg/100g) | 0,092 | 0,101 | 0,135 | 0,108 | 0,091 |
| 6 | Tổng C | % | 6,46 | 6,6 | 6,76 | 6,4 | 5,72 |
| 7 | Tổng N | % | 0,228 | 0,235 | 0,262 | 0,259 | 0,254 |
| 8 | Tổng P | (% P ₂ O ₅) | 0,055 | 0,057 | 0,066 | 0,048 | 0,052 |
| 9 | Tổng K | (% K ₂ O) | 0,026 | 0,029 | 0,023 | 0,036 | 0,032 |
| 10 | Tổng Mg | (%) | 0,011 | 0,012 | 0,016 | 0,018 | 0,011 |
| 11 | Tổng Ca | (%) | 0,014 | 0,018 | 0,01 | 0,018 | 0,013 |
| 12 | Tỉ lệ C/N | - | 28,33 | 28,09 | 25,8 | 24,71 | 22,52 |

Từ kết quả của bảng 3.8, pH trong phân giun quế dao động trong khoảng 6,5 ÷ 7,4, pH ở môi trường trung tính, độ dẫn điện EC có giá trị 1,25 ÷ 1,38 mS/cm. Giá trị của các thông số đo nhanh này là môi trường thích hợp đối với nhiều loại cây khi sử dụng phân giun quế làm phân bón hữu cơ.

Theo kết quả tính toán trên thì hàm lượng của các chất hữu cơ và dinh dưỡng hầu hết có giá trị cao nhất ở tỷ lệ phối trộn PT3. Trong đó, hàm lượng chất hữu cơ cao nhất ở PT3 đạt 6,76% và thấp nhất ở PT5 đạt 5,72%. Khi so sánh với tỷ lệ phối trộn PT1 ở bảng 3.8 ta thấy, hàm lượng chất hữu cơ tăng lên ở tỷ lệ phối trộn PT2 và PT3, như vậy sự có mặt của giun với tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước phù hợp góp phần tăng hàm lượng chất hữu cơ, nâng cao chất lượng phân thành phần.

Hàm lượng các chất dinh dưỡng, đa số đạt giá trị cao nhất ở tỷ lệ phối trộn PT3 với các giá trị hàm lượng như sau: hàm lượng NO_3^- ở các tỷ lệ phối trộn gần như tương đương nhau, hàm lượng NH_4^+ có giá trị $0,091 \div 0,135\%$, hàm lượng tổng N có giá trị lớn nhất là $0,262\%$ và hàm lượng tổng P ít chênh lệch giữa các tỷ lệ phối trộn, dao động trong khoảng $0,048 \div 0,066\%$. Khi phối trộn bùn thải sinh học và nước với tỷ lệ nước quá cao làm cho môi trường sống của giun quế bị ảnh hưởng, các thành phần, tính chất trong bùn thay đổi, độ ẩm quá cao cũng là nguyên nhân dẫn tới giun chậm phát triển hơn và ảnh hưởng đến thành phần các chất trong phân giun quế.

Hàm lượng các kim loại tổng K, tổng Ca và tổng Mg trong phân giun quế ở các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước không chênh lệch nhau nhiều, với hàm lượng tổng K có giá trị cao nhất.

Chỉ số C/N là tỷ lệ giữa lượng cacbon (C) và lượng nitơ (N) trong phân hữu cơ. Khi bón phân cacbon vào đất, vi sinh vật sẽ sử dụng các chất hữu cơ sinh năng lượng, tăng trưởng, đồng thời tiêu hóa nitơ tạo ra protein và sinh sản để cân bằng tỷ lệ C/N. Nếu lượng chất hữu cơ nhiều thì vi sinh vật sẽ thiếu nguồn nitơ, do đó chúng sẽ sử dụng nguồn đạm dinh dưỡng của cây trồng. Do đó, tỷ lệ C/N là tỷ lệ tương đối quan trọng để đánh giá chất lượng của phân bón hữu cơ. Trong các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải và nước trên, giá trị C/N trong khoảng $22,52 \div 28,33$, chưa đạt giá trị của phân bón hữu cơ theo QCVN 01-189:2019/BNNPTNT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón ($\text{C/N} \leq 12$) [17] nên cần bổ sung thêm các nguồn nguyên liệu giàu N vào phân giun quế tạo nên sản phẩm phân bón hữu cơ.

Từ những kết quả trên cho thấy, phân giun quế trên có thể sử dụng làm nguồn phân bón hữu cơ hiệu quả, có thể bổ sung thêm các chất độn, chất phối trộn sẽ giúp tăng hàm lượng chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng nhóm N, P, các kim loại K, Ca, Mg, là những chất rất cần thiết đối với sự phát triển của cây trồng. Phân giun nói chung và phân giun quế nói riêng là một loại phân hữu cơ thiên nhiên giàu chất dinh dưỡng. Phân giun cung cấp các chất khoáng cần thiết cho sự phát

triển của cây trồng như đạm, lân, kali, canxi... Phân giun hoạt động như một máy ổn định độ pH, giúp cây phát triển trong đất ở độ pH quá cao hay quá thấp. Phân giun thích hợp với nhiều loại cây trồng, chúng chứa các khoáng chất mà cây trồng có khả năng hấp thụ một cách trực tiếp mà không cần quá trình phân huỷ trong đất như những loại phân hữu cơ khác. Chất mùn trong phân giun còn loại trừ độc tố nấm có hại và vi khuẩn trong đất nên nó có thể đẩy lùi những bệnh của cây trồng. Axit humic trong phân giun kích thích sự phát triển của cây trồng, đồng thời kích thích sự phát triển của vi khuẩn trong đất. Với thành phần chủ yếu là hữu cơ, phân giun tăng khả năng giữ nước của đất, góp phần làm cho đất tơi xốp và giữ ẩm được lâu. Đặc biệt phân giun thích hợp bón cho các loại hoa cảnh, làm giá thể vườn ươm và là nguồn phân thích hợp cho việc sản xuất rau sạch.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Nghiên cứu đã thu được các kết quả như sau:

1. Đã khảo sát một số yếu tố (pH, nhiệt độ, độ ẩm) ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng của giun quế. Các điều kiện pH trung tính, nhiệt độ $25,5 \div 28,6^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm $37 \div 89,9\%$ thuận lợi cho sự phát triển của giun quế.

2. Đã phân tích được thành phần cơ bản của bùn thải sinh học từ hệ thống xử lý nước thải của cơ sở sản xuất giết mổ gia súc phối trộn với nước thành sinh khối nuôi giun quế. Kết quả cho thấy, trong mẫu bùn thải sinh học có hàm lượng các chất dinh dưỡng (tổng C, tổng N, tổng P...) khá cao có thể thích hợp để làm thức ăn cho giun quế.

3. Đã đánh giá sự sinh trưởng của giun quế sau khoảng thời gian nuôi ở các tỷ lệ phối trộn giữa bùn thải sinh học và nước. Sau 14 tuần, khối lượng giun quế tăng mạnh nhất (tăng 5,01 kg) so với ban đầu. Từ đó, lựa chọn được tỷ lệ phối trộn 60% bùn thải sinh học và 40% nước về khối lượng là thích hợp nhất để tạo sinh khối nuôi giun quế với các điều kiện pH = $6,7 \div 7,5$, nhiệt độ $25,7 \div 28,6^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm $64,4 \div 74,9\%$.

4. Đã đánh giá thành phần của phân giun quế cho thấy phân giun quế có thể sử dụng làm nguồn phân bón hữu cơ hiệu quả, có thể bổ sung thêm các chất độn, chất phối trộn sẽ giúp tăng hàm lượng chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng nhóm N, P, các kim loại K, Ca, Mg là những chất rất cần thiết đối với sự phát triển của cây trồng.

Kiến nghị

Với các dữ liệu về thành phần của bùn thải sinh học, cần có thêm nghiên cứu mở rộng quy mô, áp dụng cho các nguồn bùn thải và các loại giun khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

TIẾNG VIỆT

- [1]. Lữ Trọng Bắc, Phạm Thị Mỹ Trâm (2017), *Nghiên cứu tỉ lệ phối trộn giữa phân bò và lục bình để nuôi giun quế và sử dụng giun quế tươi làm thức ăn cho gà ri*, Tạp chí Khoa học Đại học Thủ Dầu Một, số 1(32)-2017.
- [2]. 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).
- [3]. Hán Quang Hạnh, Đặng Thúy Nhung, Nguyễn Thị Xuân, Vũ Đình Tôn (2021), *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*, Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, 19(5): 705-715.
- [4]. Dương Thị Thu Hằng (2015), *Nghiên cứu xử lý nước thải giết mổ và chế biến gia súc bằng công nghệ xử lý sinh học kỵ khí kết hợp màng vi lọc AnMBR*, đề tài Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Thị Hòa (2015), *Nghiên cứu sử dụng bùn thải sinh học từ trạm xử lý nước thải chế biến nhà bếp làm nguyên liệu nuôi cấy Bacillus thuringiensis sinh độc tố, diệt trừ sâu*, Luận án tiến sĩ Môi trường, Viện Công nghệ Môi trường.
- [6]. Nguyễn Lâm Hùng (2022), *Cách nuôi giun đất*, NXB Nông nghiệp.
- [7]. Phạm Thị Ngọc Lan (2016), *Xử lý bùn thải sinh hoạt bằng giun quế tạo ra sản phẩm phân bón hữu cơ*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2016), ISSN 1859-4581, số 8 tr.53-60.
- [8]. Nguyễn Thị Loan (2011), *Nghiên cứu xử lý rác thải sinh hoạt bằng giun quế (Peryonyx excavatus) có bổ sung chế phẩm vi sinh*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Lâm nghiệp.
- [9]. Đặng Bửu Long (2010), *Kỹ thuật nuôi trùn quế*, NXB Nông nghiệp.

- [10]. Lê Thị Nhất (2019), *Nuôi giun công nghiệp để làm thức ăn trong chăn nuôi và sử dụng phân giun làm phân bón cho cây trồng*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học An Giang.
- [11]. Nguyễn Văn Phước (2010), *Giáo trình xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp bằng phương pháp sinh học*, NXB Xây dựng.
- [12]. Nguyễn Văn Phước, Trịnh Bảo Sơn, Trần Minh Hương, Nguyễn Thị Thu Hiền (2012), *Giáo trình Công nghệ xử lý bùn*, NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [13]. Đào Thị Chung Thúy (2014), *Xây dựng mô hình thí điểm nuôi giun quế xử lý rác thải chợ Bãi Đa, xã Bảo Hiệu, huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình và đề xuất các giải pháp nhằm nhân rộng mô hình*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [14]. Lê Thị Xuân Thùy, Lê Hoài Nam (2020), *Đánh giá khả năng nuôi trùn quế để xử lý chất thải nông nghiệp và đề xuất hệ thống nuôi trùn quế tự động*, Tạp chí Khoa học và công nghệ, Đại học Đà Nẵng, Vol. 18, No. 1, 2020.
- [15]. Nguyễn Thị Vân Trang, Đặng Thị Mai Anh, Phạm Tuấn Linh, Tăng Thị Chính, Nguyễn Hồng Khánh (2012), *Nghiên cứu tiềm năng tái sử dụng bùn thải thành nguyên liệu nuôi cấy vi sinh vật hữu ích*, Tạp chí khoa học và Công nghệ, 50 (2B), tr 236-244.
- [16]. Phan Thị Bích Trâm, Phạm Thị Quỳnh Trâm, Hà Thanh Toàn, Phạm Thị Ánh Hồng (2008), *Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất đạm amin của quá trình tự phân giải trùn quế (*Perionyx excavatus*)*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 4: 53-63.
- [17]. QCVN 01-189:2019/BNNPTNT: *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón*.
- [18]. QCVN 09:2023/BTNMT: *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất*.
- [19]. TCVN 4048:2011: *Chất lượng đất - Phương pháp xác định độ ẩm và hệ số*

khô kiệt.

- [20]. TCVN 5979:2007 (ISO 10390 : 2005): *Chất lượng đất - Xác định pH.*
- [21]. TCVN 6179-1:1996 (ISO 7150/1: 1984 (E)): *Chất lượng nước - Xác định amoni - Phần 1: Phương pháp trắc phổ thao tác bằng tay.*
- [22]. TCVN 6180:1996 (ISO 7890/3:1988 (E)): *Chất lượng nước - Xác định nitrat - Phương pháp trắc phổ dùng axit sunfosalixylic.*
- [23]. TCVN 6202:2008 (ISO 6878:2004): *Chất lượng nước - Xác định phospho - Phương pháp đo phổ dùng amoni molipdat.*
- [24]. TCVN 6498:1999 (ISO 11261 : 1995): *Chất lượng đất - xác định nitơ tổng – phương pháp Kendan (Kjeldahl) cải biên.*
- [25]. TCVN 6650: 2000 (ISO 11265 : 1994): *Chất lượng đất - xác định độ dẫn điện riêng.*
- [26]. TCVN 6663-13:2015 (ISO 5667-13:2011): *Chất lượng nước - Lấy mẫu. Phần 13: Hướng dẫn lấy mẫu bùn.*
- [27]. TCVN 6663-15: 2004 (ISO 5667-15: 1999): *Chất lượng nước - Lấy mẫu: Hướng dẫn bảo quản và xử lý bùn và trầm tích.*
- [28]. TCVN 8940:2011: *Chất lượng đất - Xác định phospho tổng số - Phương pháp so màu.*
- [29]. TCVN 11069-1:2015 (ISO/TS 14256-1:2003): *Chất lượng đất - Xác định nitrat, nitrit và amoni trong đất ẩm hiện trường bằng cách chiết với dung dịch kali clorua.*

TIẾNG ANH

- [30]. Ahmad J (2013) *Biogas from Slaughterhouse Waste: Towards an Energy Self-Sufficient Industry with Economical Analysis in India.* J Microb Biochem Technol. doi: 10.4172/1948-5948.S12-001.
- [31]. Amenu D (2014), *Characterization of Wastewater and Evaluation of the Effectiveness of.* World J Life Sci Res, 1, 1–11.

- [32]. Bustillo-Lecompte CF., Mehrvar M., Quiñones-Bolaños E (2013) *Combined anaerobic-aerobic and UV/H₂O₂ processes for the treatment of synthetic slaughterhouse wastewater*. J Environ Sci Heal Part A, 48, 1122–1135.
- [33]. C. A. Edwards & J. Dominguez & E. F. Neuhauser (1997), *Growth and reproduction of Perionyx excavatus (Perr.) (Megascolecidae) as factors in organic waste management*, Springer-Verlag 1998.
- [34]. Cao W., Mehrvar M (2011), *Slaughterhouse wastewater treatment by combined anaerobic baffled reactor and UV/H₂O₂ processes*, Chem Eng Res Des, 89, 1136–1143.
- [35]. Domínguez J.H.L. & Edwards C.A. (2011), *Biology and Ecology of Earthworm Species Used for Vermicomposting*, Taylor & Francis Group.
- [36]. Kundu P., Debsarkar A., Mukherjee S (2013), *Treatment of Slaughter House Wastewater in a Sequencing Batch Reactor: Performance Evaluation and Biodegradation Kinetics*, Biomed Res Int, 2013, 1–11.
- [37]. Massé DI., Masse L (2000), *Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems*, Can Biosyst Eng / Le Genie des Biosyst au Canada, 42, 139–146.
- [38]. M. Birundha, J.A. John Paul, P. Mariappan (2013), *Growth and reproduction of Perionyx excavatus in different organic wastes*, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, ISSN 2319-7692, Volume 2 number 2, pp 28-35.
- [39]. ISWA's Working Group on Sewage & Waterworks Sludge: Albrecht R. Bresters (The Netherlands), Isabelle Coulomb (France), Bela Deak (Hungary), Bernhard Matter (Switzerland), Alice Saabye (Denmark), Ludivico Spinosa (Italy), Ådne Ø, Utvik (Norway) (1997), *Sludge Treatment and Disposal*, Environmental Issues Series, No7.

- [40]. James E. Alleman (2011) *Activated Sludge Process Control: Training Manual for Wastewater*.
- [41]. P. Przewrocki, J. Kulczycka, z. Wzorek, Z. Wzorek, Z. Kowalski, k. gorazda, M. jodko (2004), *Risk Analysis of Sewage sludge – Poland and EU Comparative Approach*, Polish journal of environmental Studies, 13 (2), pp. 237 - 244.
- [42]. Suthar S., (2009), *Growth and fecundity of earthworms: Perionyx excavatus and Perionyx sansibaricus in cattle waste solids*, *The Environmentalist*, 29 (1), trang 78 - 84.
- [43]. V.A. Biradar, S.D. Amoji, U.M. Shagoti, P.M. Biradar, *Seasonal variations in growth and reproduction of the earthworm Perionyx excavatus*, *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 28, Issue 4, pp 389-392, 1999.
- [44]. Khanh Dang Vu, S. Yan, R.D. Tyagi, J.R. Valero, R.Y. Surampali (2009), *Induced production of chitin to enhance entomotoxicity of Bacillus thuringiensis employing starch industry wastewater as substrate*, *Bioresource Technology*, 100, pp. 5260-5269.
- [45]. Yasuda Yasuhiro (1991), *Sewage sludge utilization technology in Tokyo*, *Water Science & Technology*; 23 (10-12) pp. 1743-1752.
- [46]. Wu PF., Mittal GS (2012) *Characterization of provincially inspected slaughterhouse wastewater in Ontario, Canada*. *Can. Biosyst. Eng. / Le Genie des Biosyst. au Canada* 54.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH CÁC THÔNG SỐ

Phụ lục 1.1. Kết quả phân tích các thông số trong nước dùng để phối trộn với bùn thải sinh học

| STT | THÔNG SỐ | ĐƠN VỊ | KẾT QUẢ | | |
|-----|-------------------------------|--------|---------|-------|-------|
| | | | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 |
| 1 | pH | - | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 1 | NO ₂ ⁻ | mg/L | 0,014 | 0,015 | 0,014 |
| 2 | NO ₃ ⁻ | mg/L | 0,145 | 0,146 | 0,144 |
| 3 | NH ₄ ⁺ | mg/L | 0,04 | 0,04 | 0,041 |
| 4 | PO ₄ ³⁻ | mg/L | 0,028 | 0,029 | 0,028 |
| 5 | Tổng N | mg/L | 0,483 | 0,484 | 0,483 |
| 6 | Tổng P | mg/L | 0,106 | 0,106 | 0,105 |

Phụ lục 1.2. Kết quả phân tích các thông số trong bùn thải sinh học sau khi phối trộn với nước

| Tỷ lệ phối trộn | EC (mS/cm) | NO₃⁻-N (mg/100g) | NH₄⁺-N (mg/100g) | Tổng C (%) | Tổng N (%) | Tổng P (% P₂O₅) | Tổng K (% K₂O) | Tổng Mg (% Mg) | Tổng Ca (% Ca) |
|------------------------|-------------------|---|---|-------------------|-------------------|--|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PT1 | 0,52 | 0,156 | 0,56 | 14,24 | 2,38 | 1,34 | 0,014 | 0,015 | 0,136 |
| | 0,52 | 0,157 | 0,55 | 14,24 | 2,38 | 1,34 | 0,014 | 0,015 | 0,135 |
| | 0,51 | 0,157 | 0,56 | 14,25 | 2,39 | 1,35 | 0,013 | 0,016 | 0,136 |
| PT2 | 0,53 | 0,14 | 0,499 | 13,96 | 2,31 | 1,30 | 0,014 | 0,016 | 0,135 |
| | 0,54 | 0,142 | 0,498 | 13,97 | 2,31 | 1,31 | 0,014 | 0,015 | 0,134 |
| | 0,54 | 0,141 | 0,497 | 13,95 | 2,31 | 1,32 | 0,015 | 0,014 | 0,136 |
| PT3 | 0,55 | 0,135 | 0,472 | 13,81 | 2,31 | 1,31 | 0,013 | 0,014 | 0,135 |
| | 0,55 | 0,135 | 0,472 | 13,81 | 2,3 | 1,30 | 0,014 | 0,013 | 0,137 |
| | 0,54 | 0,134 | 0,471 | 13,79 | 2,32 | 1,31 | 0,015 | 0,017 | 0,137 |
| PT4 | 0,51 | 0,148 | 0,455 | 13,19 | 2,24 | 1,28 | 0,012 | 0,014 | 0,132 |
| | 0,50 | 0,149 | 0,453 | 13,21 | 2,26 | 1,26 | 0,012 | 0,014 | 0,132 |
| | 0,51 | 0,147 | 0,454 | 13,18 | 2,26 | 1,26 | 0,011 | 0,013 | 0,133 |
| PT5 | 0,57 | 0,129 | 0,431 | 12,8 | 2,23 | 1,27 | 0,01 | 0,012 | 0,13 |
| | 0,58 | 0,129 | 0,434 | 12,8 | 2,23 | 1,28 | 0,013 | 0,013 | 0,13 |
| | 0,57 | 0,128 | 0,431 | 12,82 | 2,24 | 1,27 | 0,01 | 0,014 | 0,134 |

Phụ lục 1.3. Kết quả phân tích các thông số trong phân giun quế

| Tỷ lệ phối trộn | pH | EC (mS/cm) | Độ ẩm (%) | NO₃⁻-N (mg/100g) | NH₄⁺-N (mg/100g) | Tổng C (%) | Tổng N (%) | Tổng P (% P₂O₅) | Tổng K (% K₂O) | Tổng Mg (% Mg) | Tổng Ca (% Ca) |
|------------------------|-----------|-------------------|------------------|---|---|-------------------|-------------------|--|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PT1 | 7,3 | 1,35 | 66,8 | 0,004 | 0,092 | 6,47 | 0,228 | 0,055 | 0,026 | 0,011 | 0,014 |
| | 7,4 | 1,35 | 66,7 | 0,004 | 0,092 | 6,46 | 0,228 | 0,055 | 0,027 | 0,011 | 0,014 |
| | 7,3 | 1,34 | 66,8 | 0,005 | 0,093 | 6,47 | 0,229 | 0,056 | 0,026 | 0,01 | 0,015 |
| PT2 | 7,4 | 1,32 | 69,4 | 0,005 | 0,101 | 6,61 | 0,234 | 0,058 | 0,029 | 0,012 | 0,019 |
| | 7,4 | 1,33 | 69,3 | 0,005 | 0,101 | 6,6 | 0,235 | 0,056 | 0,029 | 0,011 | 0,017 |
| | 7,5 | 1,32 | 69,3 | 0,004 | 0,102 | 6,6 | 0,236 | 0,057 | 0,028 | 0,012 | 0,018 |
| PT3 | 7 | 1,27 | 70,5 | 0,006 | 0,134 | 6,78 | 0,261 | 0,066 | 0,024 | 0,016 | 0,01 |
| | 7,2 | 1,28 | 70,5 | 0,007 | 0,135 | 6,75 | 0,264 | 0,066 | 0,023 | 0,017 | 0,01 |
| | 7,1 | 1,27 | 70,4 | 0,006 | 0,136 | 6,76 | 0,261 | 0,067 | 0,022 | 0,016 | 0,011 |
| PT4 | 6,9 | 1,24 | 71,9 | 0,006 | 0,108 | 6,4 | 0,259 | 0,048 | 0,038 | 0,019 | 0,019 |
| | 6,8 | 1,25 | 71,8 | 0,006 | 0,108 | 6,41 | 0,259 | 0,047 | 0,036 | 0,018 | 0,018 |
| | 6,8 | 1,26 | 71,7 | 0,007 | 0,107 | 6,4 | 0,26 | 0,048 | 0,034 | 0,016 | 0,018 |
| PT5 | 6,5 | 1,38 | 73,3 | 0,005 | 0,09 | 5,73 | 0,255 | 0,05 | 0,033 | 0,012 | 0,014 |
| | 6,5 | 1,38 | 73,4 | 0,005 | 0,092 | 5,72 | 0,254 | 0,054 | 0,032 | 0,013 | 0,013 |
| | 6,6 | 1,39 | 73,3 | 0,006 | 0,09 | 5,71 | 0,253 | 0,051 | 0,032 | 0,014 | 0,013 |

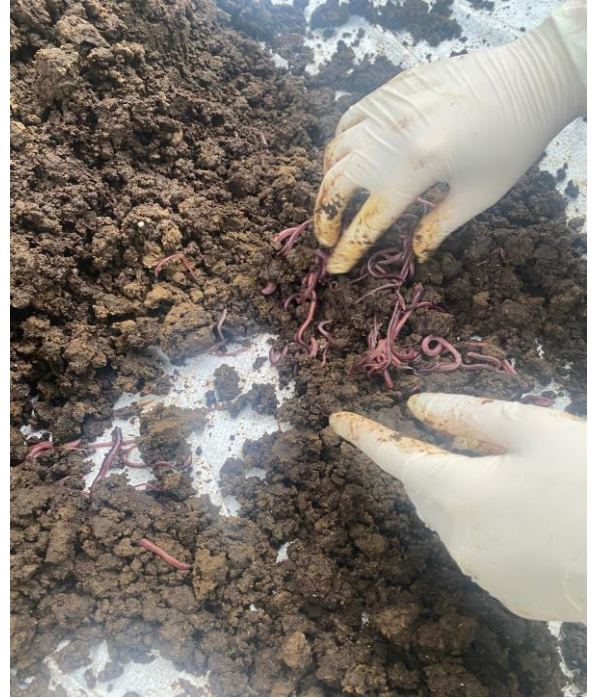
PHỤ LỤC 2. MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC NGHIỆM



Thùng xốp nuôi giun quế



Bùn thải sinh học nuôi giun quế



Xác định khối lượng giun quế sau các tuần nuôi