Đồ án tốt nghiệp

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT COMPOST TỪ VỎ TIÊU ĐEN ĐỂ PHỤC VỤ CHO NÔNG NGHIỆP

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trong vài thập kỷ qua, sự phát triển của khoa học kỹ thuật kéo theo sự phát triển về kinh tế và sự bùng nổ vấn đề tăng dân số đã nên vấn đề ô nhiễm môi trường không chỉ riêng quốc gia nào mà trên tất cả các quốc gia trên thế giới đều bị tác động. Một trong những nguồn gây ô nhiễm và đang là vấn đề nan giải là ô nhiễm chất thải rắn. Nếu tính bình quân, một người thải ra hàng ngày 0,5 kg chất thải thì trên thế giới mỗi ngày 6 tỷ người sẽ thải ra khoảng 3 triệu tấn.

Vấn đề quản lý chất thải rắn tại Việt Nam đang là vấn đề nổi cộm và đã được nhận đinh trong báo cáo diễn biến môi trường Việt Nam năm 2004. Theo báo cáo này, lượng phát sinh chất thải rắn của Việt Nam chưa kể đến bùn cống, phế thải nông nghiệp, chất thải xây dựng và phế thải từ hoạt động khai thác mỏ lên đến 15 triệu tấn mỗi năm. Nếu không có biện pháp quản lý tốt các chất thải này sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Trong các năm qua Đảng và Nhà nước đã có nhiều chủ trương, chính sách đầu tư cho việc quản lý chất thải rắn sinh hoạt, tuy vậy thực tế mới tập trung đầu tư chủ yếu cho khu vực thành phố, đô thị. Chất thải rắn sinh hoạt khu vực nông thôn, cũng như các phế thải nông nghiệp chưa được quan tâm nhiều, trong khi đó dân số nông thôn năm 2010 là 60,92 triệu người, chiếm 70,1% dân số cả nước và chủ yếu là hoạt động trong lĩnh vực nông nghiệp. Với sản lượng sản xuất trong ngành nông nghiệp lớn như vậy kéo theo lượng phế phẩm nông nghiệp hàng năm thải ra cũng tương đối lớn. Chỉ tính riêng cà phê, sản lượng năm 2010 của Việt Nam theo Hiệp hội Cà phê và Ca cao Việt Nam sản lượng cà phê của Việt Nam khoảng 1 triệu tấn/năm với 500 nghìn ha diện tích. Thì lượng phế phẩm là vỏ cà phê của Việt Nam hàng năm khoảng 333.333 tấn (4 tấn trái cho 3 tấn nhân và 1 tấn vỏ).

Đối với hồ tiêu, sản lượng năm 2010 khoảng 100.000 tấn, nếu sản xuất tiêu trắng thì vỏ tiêu thu được khoảng 16.666 tấn (1,2 kg tiêu đen cho 0,2 kg vỏ).

Bên cạnh đó còn có một số phế phẩm nông nghiệp khác có khả năng sử dụng tạo phân bón cũng như năng lượng phục vụ cho sản xuất, sinh hoạt hằng ngày. Từ những tiềm năng đó, việc áp dụng công nghệ tái chế để chế biến các phế phẩm đó thành các sản phẩm có ích là việc làm cấp thiết và mang lại hiệu quả cao về kinh tế cũng như về mặt môi trường và rất cần sự quan tâm của các cấp, các ngành.

2. Tính cấp thiết của đề tài:

Theo Trung Tâm Thông Tin Công nghiệp và Thương Mại - Bộ Công Thương (http://www.vinanet.com.vn). Trong năm 2010 tổng lượng cung phân bón cho ngành nông nghiệp Việt nam khoảng 6,108 triệu tấn. Trong đó lượng phân hân bón sản xuất trong nước đạt 2,59 triệu tấn. Lượng phân bón nhập khẩu của Việt Nam năm 2010 đạt 3,518 triệu tấn. Cho thấy nhu cầu tiêu thụ phân bón trong nước là rất lớn. Hơn nửa phân bón sản xuất cũng như nhập khẩu chủ yếu là phân hóa học nên về lâu dài sẽ ảnh hưởng đến chất độ phì nhiêu của đất, làm xói mòn đất. Từ những vấn đề trên việc nghiên cứu công nghệ sản xuất compost từ phế phẩm nông nghiệp để phục vụ cho nông nghiệp mang tính cấp thiết và phù hợp với nhu cầu phát triển của ngành nông nghiệp Việt Nam trong giai đoạn hiện nay và tương lai.

Lượng phế phẩm từ hồ tiêu với số lượng lớn khoảng 16.666 tấn/năm nếu không có các biện pháp xử lý thì chúng là nguồn gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Việc nghiên cứu phương pháp compost để xử lý phế phẩm này vừa giải quyết được ô nhiễm vừa tạo ra giá trị kinh tế cao.

Chính vì vậy mà đề tài được thực hiện để giải quyết vấn đề trên. Đề tài được thực hiện với mục tiêu tạo ra sản phẩm compost chất lượng cao từ phế thải

nông nghiệp, tăng hiệu quả kinh tế và bảo vệ môi trường tìm ra giải pháp thích hợp hơn cho việc xử lý phế thải nông nghiệp nói chung và phế thải từ vỏ tiêu nói riêng . Qua đó, tận dụng lại nguồn dưỡng chất trong nguồn phế thải này phục vụ cho nông nghiệp.

Hơn nửa, qua đề tài có thể lựa chọn các điều kiện tối ưu nhất để sản xuất compost mang lại hiệu quả cao; đồng thời có thể áp dụng công nghệ sản xuất này cho các phế phẩm nông nghiệp khác, góp phần tăng sản lượng phân bón hữu cơ cho nhu cầu phát triển ngành nông nghiệp Việt Nam.

3. Tình hình nghiên cứu:

Quá trình composting được nghiên cứu và ứng dụng từ lâu trên thế giới. Giai đoạn những năm 1970 là một giai đoạn đặc trưng của quá trình composting, thời đó nở rộ kỹ thuật mới, quá trình mới, tối ưu hóa quá trình được nghiên cứu và đề xuất, nhờ đó mở rộng thị trường ứng dụng loại hình công nghệ này. Một trong những lý do dẫn đến sự phát triển của công nghệ này là người ta phải trả chi phí khá cao để tiêu diệt mầm bệnh trong chất thải chôn lấp; hơn nửa nguồn tài nguyên hạn hiệp. Vì vậy ý tưởng sử dụng chất thải hữu cơ để làm giàu thêm cho đất trồng cũng là động lực quan trọng để nghiên cứu áp dụng công nghệ compost.

Ở việt nam hiện cũng có nhiều công trình nghiên cứu công nghệ sản xuất compost để phục vụ cho nông nghiệp. Các nghiên cứu sản xuất compost từ các nguồn nguyên liệu như chất thải rắn hữu cơ, vỏ cà phê, vỏ sắn… cũng có một số thành công nhất định. Hiện nay có nhiều địa phương áp dụng quy trình compost để xử lý chất thải với quy mô nhà máy đến hộ gia đình. Tuy chưa rộng rãi lắm nhưng nó cũng cho thấy công nghệ này ngày được xã hội quan tâm áp dụng.

4. Mục đích nghiên cứu: Nghiên cứu công nghệ sản xuất compost từ vỏ tiêu đen để phục vụ cho nông nghiệp

5. Nội dung nghiên cứu

- Tổng quan về compost

- Tổng quan về phế phẩm từ quá trình sản xuất hồ tiêu

- Nghiên cứu ủ vỏ tiêu trong điều kiện hiếu khí

Trong đề tài này, vật liệu chính là vỏ tiêu thải ra từ sản xuất tiêu sọ, được thu gom ủ với điều kiện chế phẩm vi sinh cho vào với liều lượng khác nhau trong điều kiện hiếu khí với thời gian nhất định nào đó. Sau đó theo dõi, phân tích các chỉ tiêu: pH, nhiệt độ, độ ẩm, hàm lượng nitơ, hàm lượng cacbon để đánh giá lựa chọn mô hình phù hợp nhất, phân tích đánh giá chất lượng compost tạo thành. Từ đó đưa ra các tỷ lệ phối trộn bổ sung các thành phần dinh dưỡng, các yếu tố vi lượng để nâng chất lượng sản phẩm đạt tiêu chuẩn quy định.

6. Phương pháp nghiên cứu:

- Phương pháp Luận:

Dựa vào những tài liệu, tư liệu sẵn có về quá trình lên men hiếu khí chất thải rắn có nguồn gốc hữu cơ, ảnh hưởng của các yếu tố như độ ẩm, nhiệt độ, lượng chế phẩm vi sinh sinh bổ sung vào mô hình để xây dựng mô hình ủ compost.

Từ các mô hình ủ đó theo dõi liên tục các chỉ tiêu về nhiệt độ, độ ẩm, pH, hàm lượng Cacbon, Nitơ để xác định mức ảnh hưởng của các yếu tố này đến chất lượng compost tạo ra. Từ đó, lựa chọn công nghệ tối ưu nhất cho quá trình compost.

- Phương pháp thống kê:

Thu thập xử lý số liệu, các nguồn thông tin về nguồn nguyên liệu, về các quá trình sản xuất, nghiên cứu đã triển khai từ đó phục vụ công tác báo cáo đồ án.

Trong đồ án phương pháp này sử dụng để thống kê nguồn nguyên liệu tiêu đen để sản xuất compost, các nguồn nguyên liệu phế phẩm nông nghiệp khác và một số thông tin thống kê trong các báo cáo khoa học, niên giám thống kê của các địa phương…

- Phương pháp so sánh:

Là phương pháp dựa trên các số liệu đã có và so sánh với các tiêu chuẩn, quy chuẩn đã được ban hành. Đồng thời, có thể so sánh giữa các số liệu của các mô hình khác nhau để tìm ra ưu điểm, nhược điểm từ đó lựa chọn mô hình tốt nhất.

Đối với đề tài, **p**hương pháp này được sử dụng để so sánh các mô hình thí nghiệm về sản xuất compost để tìm ra các số liệu thích hợp nhất của các mô hình, so sánh tính hiệu quả giữa các mô hình để lựa chọn mô hình sản xuất compost tốt nhất có thể áp dụng trong thực tiễn.

- Phương pháp phân tích:

Phương pháp phân tích khoa học để giải quyết các vấn đề như sau:

- Quan sát, mô tả, đánh giá các hiện tượng.
- Sử dụng toàn bộ những kết quả trước những kinh nghiệm đã có sau khi đã loại bỏ những nội dung còn đang trong quá trình xem xét.
- Xem xét và kiểm định các mô tả, đánh giá, mô tả, giả thuyết và các kinh nghiệm được khái quát hóa.

Đối với đề tài, công việc cụ thể là phân tích các số liệu thành phần dinh dưỡng trong compost. Phân tích các chỉ số pH, nhiệt độ, độ ẩm, thời gian ủ, hàm lượng cacbon, nitơ để đánh giá sự ảnh hưởng đến chất lượng compost

- Phương pháp mô hình hóa

Là phương pháp nghiên cứu bằng thực nghiệm trên mô hình của một hiện tượng (quá trình, sự vật…) thay vì nghiên cứu trực tiếp hiện tượng ấy ở dạng tự nhiên "thực địa". Vì vậy phải xây dựng mô hình sao cho những kết quả thí nghiệm trên mô hình có thể áp dụng tính toán trên thực thể "thực địa". Quá trình mô hình hoá bao gồm chế tạo mô hình và thí nghiệm trên mô hình.

Ở trong đề tài ta thực hiện mô hình ủ compost với quy mô phòng thí nghiệm và từ mô hình ủ đó ta tiến hành các nghiên cứu quá trình trong suốt thời gian thực hiện từ nguyên liệu thô ban đầu đến sản phẩm cuối cùng.

7. Dự kiến kết quả nghiên cứu:

Sau khi thực hiện đề tài dự kiến kết quả thu được là xác định được các thông số trực tiếp ảnh hưởng đến chất lượng sản xuất compost. Và sẽ lựa chọn mô hình sản xuất compost tốt nhất có thể áp dụng triển khai trên thực tế mang lại hiệu quả về kinh tế cũng như môi trường. Mà trước mắt là áp dụng cho các cơ sở sản tiêu. Qua đề tài này cũng có thể tìm ra được các hướng nghiên cứu khác để hoàn thiện hơn quá trình không chỉ cho nguyên liệu là vỏ tiêu mà còn cho tất cả các chất thải rắn hữu cơ và phụ phẩm nông nghiệp khác có tiềm năng sản xuất compost.

8. Kết cấu của đồ án

Nội dung chính của đồ án thể hiện trong 4 chương:

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1. Tổng quan về compost

1.1.1. Định nghĩa

Composting được hiểu là quá trình phân hủy sinh học hiếu khí các chất thải hữu cơ đến trạng thái ổn định dưới sự tác động và kiểm soát của con người, sản phẩm giống như mùn được gọi là compost. Quá trình diễn ra chủ yếu giống như phân hủy trong tự nhiên, nhưng được tăng cường và tăng tốc bởi tối ưu hóa các điều kiện môi trường cho hoạt động của vi sinh vật.

Chính xác những chuyển hóa hóa sinh chuyển ra trong quá trình composting vẫn chưa được nghiên cứu chi tiết. Các giai đoạn khác nhau trong quá trình composting có thể phân biệt theo biến thiên nhiệt độ như sau:

1. Pha thích nghi (latent phase): là giai đoạn cần thiết để vi sinh vật thích nghi với môi trường mới.

2. Pha tăng trưởng (growth phase): đặc trưng bởi sự gia tăng nhiệt độ do quá trình phân hủy sinh học đến ngưỡng nhiệt độ mesophilic (khu hệ vi sinh vật chịu nhiệt).

3. Pha ưu nhiệt (thermophilic phase): là giai đoạn nhiệt độ tăng cao nhất. Đây là giai đoạn ổn định hóa chất thải và tiêu diệt vi sinh vật gây bệnh hiệu quả nhất.

4. Pha trưởng thành (maturation phase): là giai đoạn nhiệt độ đến mức mesophilic và cuối cùng bằng nhiệt độ môi trường. Quá trình lên men lần thứ hai xảy ra chậm và thích hợp cho sự hình thành chất keo mùn (là quá trình chuyển hóa các phức chất hữu cơ thành mùn) và các chất khoáng (sắt, canxi, nitơ…) và cuối cùng thành mùn.

1.1.2. Các phản ứng hóa sinh xảy ra trong quá trình ủ compost

Quá trình phân hủy chất thải xảy ra rất phức tạp, theo nhiều giai đoạn và sản phẩm trung gian. Ví dụ quá trình phân hủy protein bao gồm các bước: protein => protides =>amono acids => hợp chất amonium => nguyên sinh chất của vi khuẩn và N hoặc NH3

Đối với carbonhydrates, quá trình phân hủy xảy ra theo các bước sau: carbonhydrate => đường đơn => acids hữu cơ => CO2 và nguyên sinh chất của vi khuẩn.

Phản ứng hóa sinh trong trường hợp làm phân copost hiếu khí và kị khí như sau:

Chất hữu cơ + O_2 + VSV hiếu khí => CO2 + NH_3 + sp khác + năng lượng

Chất hữu cơ + O_2 +VSV kị khí =>CO_2 +H_2S +NH_3 + CH_4 + sp khác + năng lượng

Các phản ứng nitrate hóa, trong đó amoni (sản phẩm phụ của quá trình ổn định hóa chất thải như trình bày ở 2 phương trên) bị oxy hóa sinh học tạo thành nitrit (NO_2^-) và cuối cùng thành nitrate (NO_3^-) cũng xảy ra như sau:

$$NH_4^+ + 3/2\ O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$$

$$NO_2^- + ½\ O_2 \rightarrow NO_3^-$$

Kết hợp hai phương trình trên, quá trình nitrate diễn ra như sau:

$$NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$$

Vì NH_4^+ cũng được tổng hợp trong mô tế bào, phản ứng đặc trưng cho quá trình tổng hợp trong mô tế bào:

$$NH_4^+ + 4CO_2 + HCO_3^- + H_2O \rightarrow C_5H_7NO_2 + 5O_2$$

Phương trình phản ứng nitrate hoá tổng cộng xảy ra như sau:

$$22NH_4^+ + 37O_2 + 4CO_2 + HCO_3^- \rightarrow 21\ NO_3^- + C_5H_7NO_2 + 20\ H_2O + 42H^+$$

1.1.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế biến compost

1.1.3.1. Các yếu tố vật lý

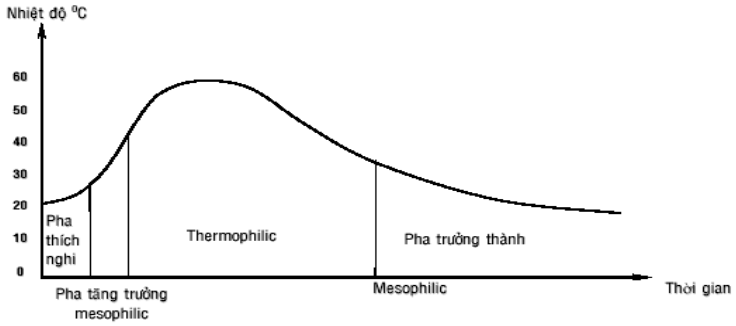
- *Nhiệt độ*

Nhiệt trong khối ủ là sản phẩm phụ của sự phân hủy các hợp chất hữu cơ bởi vi sinh vật, phụ thuộc vào kích thước của đống ủ, độ ẩm, không khí và tỷ lệ C/N, mức độ xáo trộn và nhiệt độ môi trường xung quanh.

Nhiệt độ trong hệ thống ủ không hoàn toàn đồng nhất trong suốt quá trình ủ, phụ thuộc vào lượng nhiệt tạo ra bởi các vi sinh vật và thiết kế của hệ thống.

Nhiệt độ là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hoạt tính của vi sinh vật trong quá trình chế biến compost và cũng là một trong các thông số giám sát và điều khiển quá trình ủ chất thải rắn hữu cơ mà trong đề tài là phụ phẩm nông nghiệp. Trong luống ủ, nhiệt độ trong giai đoạn ổn định (vi sinh vật ưa nhiệt) có thể tăng trên 60^0C, và ở nhiệt độ này mầm bệnh bị tiêu diệt. Nhiệt độ tăng trên ngưỡng này, sẽ ức chế hoạt động của vi sinh vật. Ở nhiệt độ thấp hơn, phân hữu cơ không đạt tiêu chuẩn về mầm bệnh.

Nhiệt độ trong luống ủ có thể điều chỉnh bằng nhiều cách khác nhau như hiệu chỉnh tốc độ thổi khí và độ ẩm, cô lập khối ủ với môi trường bên ngoài bằng cách che phủ hợp lý, xáo trộn khối ủ.



Hình 1.1. Sự biến thiên nhiệt độ trong quá trình ủ phân compost.

- Độ ẩm

Độ ẩm (nước) là một yếu tố cần thiết cho hoạt động của vi sinh vật trong quá trình chế biến phân hữu cơ. Vì nước cần thiết cho quá trình hoà tan dinh dưỡng vào nguyên sinh chất của tế bào.

Độ ẩm tối ưu cho quá trình ủ compost nằm trong khoảng 50-60%. Các vi sinh vật đóng vai trò quyết định trong quá trình phân hủy nguyên liệu ủ thường tập trung tại lớp nước mỏng trên bề mặt của phân tử nguyên liệu. Nếu độ ẩm quá nhỏ (< 30%) sẽ hạn chế hoạt động của vi sinh vật, còn khi độ ẩm quá lớn (> 65%) thì quá trình phân hủy sẽ chậm lại, sẽ chuyển sang chế độ phân hủy kỵ khí vì quá trình thổi khí bị cản trở do hiện tượng bít kín các khe rỗng không cho không khí đi qua, gây mùi hôi, rò rỉ chất dinh dưỡng và lan truyền vi sinh vật gây bệnh.

Độ ẩm ảnh hưởng đến sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình ủ vì nước có nhiệt dung riêng cao hơn tất cả các vật liệu khác.

Độ ẩm thấp có thể điều chỉnh bằng cách thêm nước vào. Độ ẩm cao có thể điều chỉnh bằng cách trộn với vật liệu độn có độ ẩm thấp hơn như: mạt cưa, rơm rạ…

Thông thường độ ẩm của phân bắc, bùn và phân động vật thường cao hơn giá trị tối ưu, do đó cần bổ sung các chất phụ gia để giảm độ ẩm đến giá

trị cần thiết. Đối với hệ thống sản xuất phân hữu cơ liên tục, độ ẩm có thể khống chế bằng cách tuần hoàn sản phẩm phân hữu cơ.

- *Kích thước hạt*

Kích thước hạt ảnh hưởng lớn đến tốc độ phân hủy. Quá trình phân hủy hiếu khí xảy ra trên bề mặt hạt, hạt có kích thước nhỏ sẽ có tổng diện tích bề mặt lớn nên sẽ tăng sự tiếp xúc với oxy, gia tăng vận tốc phân hủy. Tuy nhiên, nếu kích thước hạt quá nhỏ và chặt làm hạn chế sự lưu thông khí trong đống ủ, điều này sẽ làm giảm oxy cần thiết cho các vi sinh vật trong đống ủ và giảm mức độ hoạt tính của vi sinh vật. Ngược lại, hạt có kích thước quá lớn sẽ có độ xốp cao và tạo ra các rãnh khí làm cho sự phân bố khí không đều, không có lợi cho quá trình chế biến phân hữu cơ. Đường kính hạt tối ưu cho quá trình chế biến khoảng 3 – 50mm. Kích thước hạt tối ưu có thể đạt được bằng nhiều cách như cắt, nghiền và sàng vật liệu thô ban đầu. Nếu nguyên liệu là chất thải rắn đô thị và chất thải rắn công nghiệp có kích thước lớn phải được nghiền đến kích thước thích hợp trước khi làm phân. Phân bắc, bùn và phân động vật thường có kích thước hạt mịn, thích hợp cho quá trình phân hủy sinh học. Đối với nguồn nguyên liệu vỏ hạt tiêu có kích thước nhỏ có thể thực hiện ủ mà không cần phải qua công đoạn nghiền.

- *Độ xốp*

Độ xốp là một yếu tố quan trọng trong quá trình chế biến phân hữu cơ. Độ xốp tối ưu sẽ thay đổi tuỳ theo loại vật liệu chế biến phân. Thông thường, độ xốp cho quá trình chế biến diễn ra tốt khoảng 35 – 60%, tối ưu là 32 – 36%.

Độ xốp của nguyên liệu ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình cung cấp oxy cần thiết cho sự trao đổi chất, hô hấp của các vi sinh vật hiếu khí và sự oxy hóa các phần tử hữu cơ hiện diện trong các vật liệu ủ. Độ xốp thấp sẽ

hạn chế sự vận chuyển oxy, nên hạn chế sự giải phóng nhiệt và làm tăng nhiệt độ trong khối ủ. Ngược lại, độ xốp cao có thể dẫn tới nhiệt độ trong khối ủ thấp, mầm bệnh không bị tiêu diệt.

Độ xốp có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng vật liệu tạo cấu trúc với tỉ lệ trộn hợp lý.

- *Kích thước và hình dạng của hệ thống ủ compost*

Kích thước và hình dạng của các đống ủ có ảnh hưởng đến sự kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm cũng như khả năng cung cấp oxy. Chúng ta có thể ủ theo luống dài, theo đống ủ tròn hoặc trong các thiết bị ủ cơ khí…

- *Thổi khí*

Khối ủ được cung cấp không khí từ môi trường xung quanh để vi sinh vật sử dụng cho sự phân hủy chất hữu cơ, cũng như làm bay hơi nước và giải phóng nhiệt. Nếu khí không được cung cấp đầy đủ thì trong khối ủ có thể có những vùng kị khí, gây mùi hôi.

Lượng không khí cung cấp cho khối phân hữu cơ có thể thực hiện bằng cách:

- Đảo trộn.
- Cắm ống tre.
- Thải chất thải từ tầng lưu chứa trên cao xuống thấp.
- Thổi khí.

Cấp khí bằng cách đảo trộn: Quá trình đảo trộn cung cấp khí không đủ theo cân bằng tỉ lượng. Điều kiện hiếu khí chỉ thỏa mãn đối với lớp trên cùng, các lớp bên trong hoạt động trong môi trường tuỳ tiện hoặc kị khí. Do đó, tốc độ phân hủy giảm và thời gian cần thiết để quá trình ủ phân hoàn tất bị kéo dài.

Cấp khí bằng phương pháp thổi khí đạt hiệu quả phân hủy cao nhất. Tuy nhiên, lưu lượng khí phải được khống chế thích hợp. Nếu cấp quá nhiều khí sẽ dẫn đến chi phí cao và gây mất nhiệt của khối phân, kéo theo sản phẩm không đảm bảo an toàn vì có thể chứa vi sinh vật gây bệnh. Khi pH của môi trường trong khối ủ lớn hơn 7, cùng với quá trình thổi khí sẽ làm thất thoát nitơ dưới dạng NH_3. Trái lại, nếu thổi khí quá ít, môi trường bên trong khối ủ trở thành kị khí. Vận tốc thổi khí cho quá trình ủ compost thường trong khoảng 5 –10m^3 khí/tấn nguyên liệu/giờ.

1.1.3.2. Các yếu tố hóa sinh

- *Tỷ lệ C/N*

Có rất nhiều nguyên tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy do vi sinh vật: trong đó cacbon và nitơ là cần thiết nhất, tỉ lệ C/N là thông số dinh dưỡng quan trọng nhất; Photpho (P) là nguyên tố quan trọng kế tiếp; Lưu huỳnh (S), canxi (Ca) và các nguyên tố vi lượng khác cũng đóng vai trò quan trọng trong trao đổi chất của tế bào.

Khoảng 20% - 40%C của chất thải hữu cơ (trong chất thải nạp liệu) cần thiết cho quá trình đồng hoá thành tế bào mới, phần còn lại chuyển hoá thành CO_2. Cacbon cung cấp năng lượng và sinh khối cơ bản để tạo ra khoảng 50% khối lượng tế bào vi sinh vật. Nitơ là thành phần chủ yếu của protein, acid nucleic, acid amin, enzyme, co-enzyme cần thiết cho sự phát triển và hoạt động của tế bào.

Tỷ lệ C/N tối ưu cho quá trình ủ phân rác khoảng 30:1. Ở mức tỷ lệ thấp hơn, nitơ sẽ thừa và sinh ra khí NH_3, nguyên nhân gây ra mùi khai. Ở mức tỷ lệ cao hơn, sự phân hủy xảy ra chậm.

Tỷ lệ C/N của các chất thải khác nhau được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.1. Tỷ lệ C/N của một số chất thải.

STT	Các chất thải	Hàm lượng nitơ (% trọng lượng khô)	Tỷ lệ C/N
1	Phân hầm cầu	5,5 – 6,5	6 – 10
2	Nước tiểu	15 – 18	0,8
3	Máu	10 – 14	3,0
4	Phân bò	1,7	18
5	Phân gà	6,7	15
6	Phân cừu	3,8	-
7	Phân heo	3,8	-
8	Phân ngựa	2,3	25
9	Chất cặn lắng tươi	4 – 7	11
10	Chất cặn lên men	2,4	-
11	Bùn hoạt tính	5	6
12	Cỏ ủ	3 – 6	12 – 15
13	Chất thải từ rau	2,5 – 4	11 – 12
14	Cỏ hỗn hợp	2,4	19
15	Vỏ, vụn từ khoai tây	1,5	25
16	Trấu lúa mì	0,3 – 0,5	128 – 150
17	Trấu lúa nước	0,1	200 – 500

Nguồn: Nguyễn Đức Lượng, Công nghệ sinh học môi trường - Tập 2, NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2003.

Khi bắt đầu quá trình ủ compost, tỷ lệ C/N giảm dần từ 30:1 xuống còn 15:1 ở các sản phẩm cuối cùng do hai phần ba carbon được giải phóng tạo ra CO_2 khi các hợp chất hữu cơ bị phân hủy bởi các vi sinh vật.

Mặc dù đạt tỷ lệ C/N khoảng 30:1 là mục tiêu tối ưu trong quá trình ủ compost, nhưng tỷ lệ này có thể được hiệu chỉnh theo giá trị sinh học của vật liệu ủ, trong đó quan trọng nhất là cần quan tâm tới các thành phần có hàm lượng lignin (chất khó phân ủy sinh học) cao.

Trong thực thế, việc tính toán và hiệu chỉnh chính xác tỉ lệ C/N tối ưu gặp phải khó khăn vì những lý do sau:

- Một phần các cơ chất như cellulose và lignin khó bị phân hủy sinh học, chỉ bị phân hủy sau một khoảng thời gian dài;
- Một số chất dinh dưỡng cần thiết cho vi sinh vật không sẵn có;
- Quá trình cố định N có thể xảy ra dưới tác dụng của nhóm vi khuẩn Azotobacter, đặc biệt khi có mặt đủ PO_4^{3-}
- Phân tích hàm lượng C khó đạt kết quả chính xác;

Hàm lượng cacbon có thể xác định theo phương trình sau:

$$\%C = \frac{100 - \%tro}{1{,}8}$$

Tỷ lệ % C trong phương trình này là lượng vật liệu còn lại sau khi nung ở nhiệt độ 550^0C trong 1 giờ. Do đó, một số chất thải chứa phần lớn nhựa (là thành phần bị phân hủy ở 550^0C) sẽ có giá trị %C cao, nhưng đa phần không có khả năng phân hủy sinh học

Nếu tỷ lệ C/N của nguyên liệu sản xuất compost cao hơn giá trị tối ưu, sẽ hạn chế sự phát triển của vi sinh vật do thiếu N. Chúng phải trải qua nhiều chu kỳ chuyển hoá, oxy hoá phân carbon dư cho đến khi đạt tỷ lệ C/N thích

hợp. Do đó, thời gian cần thiết cho quá trình làm phân bị kéo dài hơn và sản phẩm thu được chứa ít mùn hơn. Theo nghiên cứu cho thấy, nếu tỷ lệ C/N ban đầu là 20, thời gian cần thiết cho quá trình làm phân là 12 ngày, nếu tỷ lệ này dao động trong khoảng 20 – 50, thời gian cần thiết là 14 ngày và nếu tỷ lệ C/N = 78, thời gian cần thiết sẽ là 21 ngày.

- *Oxy*

Oxy cũng là một trong những thành phần cần thiết cho quá trình ủ phân rác. Khi vi sinh vật oxy hóa carbon tạo năng lượng, oxy sẽ được sử dụng và khí CO_2 được sinh ra. Khi không có đủ oxy thì sẽ trở thành quá trình yếm khí và tạo ra mùi hôi như mùi trứng gà thối của khí H_2S.

Các vi sinh vật hiếu khí có thể sống được ở nồng độ oxy bằng 5%. Nồng độ oxy lớn hơn 10% được coi là tối ưu cho quá trình ủ phân hiếu khí.

- *Dinh dưỡng*

Cung cấp đủ photpho, kali và các chất vô cơ khác như: Ca, Fe, Bo, Cu,... là cần thiết cho sự chuyển hóa của vi sinh vật. Thông thường, các chất dinh dưỡng này không có giới hạn bởi chúng hiện diện phong phú trong các vật liệu làm nguồn nguyên liệu cho quá trình ủ compost.

Thành phần dinh dưỡng của một số chất được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.2 Thành phần các chất trong một số nguyên liệu

Stt	Nguyên liệu	% nitơ (N2)	% oxit photpho (P2O5)	% Oxit kali (K2O)	% vôi (CaO)
I	**Phân súc vật**				
1	Bò (tươi)	0.3	0.3	0.1	

Stt	Nguyên liệu	% nitơ (N2)	% oxit photpho (P2O5)	% Oxit kali (K2O)	% vôi (CaO)
2	Bò (khô)	2	1.5	2	4
3	Nước tiểu bò (tươi)	0.6		0.5	
4	Vịt (tươi)	1.2	1.5	0.6	
5	Dê / cừu (tươi)	0.6	0.6	0.3	0.3
6	Dê / cừu (khô)	2	1.5	3	2.0/5.0
7	nước tiểu Dê / cừu(tươi)	2		2.3	
8	Ngựa (tươi)	0.7	0.4	0.5	0.2
9	Ngựa	2	1.5	1.5	1.5
II	**Gia cầm:**				
1	Phân gia cầm (tươi)	1.6	1.6	0.9	
2	Phân gia cầm (khô)	5	3	1.5	4
3	Phân gà (khô)	4	2	1.2	1
4	Lợn (tươi)	0.6	0.5	0.5	
5	Lợn (khô)		5.5	1.5	4.1
6	Lợn nước tiểu (tươi)	0.4		0.8	
III	**Sản phẩm động vật**				
1	Máu (khô)	12	2.5	1	0.5
2	Xương tro		35		46
3	Bột xương	4	22.5	0.2	33

Stt	Nguyên liệu	% nitơ (N2)	% oxit photpho (P2O5)	% Oxit kali (K2O)	% vôi (CaO)
4	Bột xương (hấp)	2	25		33
5	Phế liệu cá (tươi)	7	4		
6	Móng và bột sừng	12	2		6.5
IV	**Dư lượng cây trồng**				
1	Tro của vỏ chuối		3.3	41.8	
2	Tro của thân cây chuối		2.3	49.9	
3	Tro của thân cây bông		5.5	27	9.5
4	Tro của thân cây hướng dương		2.5	36	18.5
5	Tro, gỗ		2	5	32.5
6	Vỏ, nghiền thành bột	1.6	0.9	0.5	4.7
7	Rơm lúa mạch	0.6	0.5	1	0.4
8	Chất thải từ sản xuất bia	4			
9	Cỏ ba lá màu trắng, xanh lá cây	0.5	0.2	0.3	
10	Cỏ ba lá đỏ	2	0.5	2	
11	Vỏ ca cao	1	1.5	3	
12	Bột ca cao	4	2	2.5	0.5
13	Xơ dừa thải	0.5			

Stt	Nguyên liệu	% nitơ (N2)	% oxit photpho (P2O5)	% Oxit kali (K2O)	% vôi (CaO)
14	Cà phê bột	1		0.8	0.8
15	Bột Hạt bông	7	3	2	0.5
16	Lá	0.5	0.2	0.5	1
17	Cỏ non	1		1.2	
18	Bột lạc	7	1.5	1.5	0.5
19	Thân ngô	0.8	0.2	1.4	0.2
20	Thân cây Kê / lúa	0.7	0.1	1.4	0.4
21	Hoa cây cam	0.2	0.1	0.2	
22	Thân cây đậu Hà Lan	0.7			
23	Dầu hạt cải	5.5	2.5	1.5	1.0
24	Vỏ đậu phộng	1.3	0.1	0.6	1.4
25	Thân cây đậu phộng	0.7	0.1	0.6	0.5
26	Trấu	0.5	-	0.5	0.1
27	Cám gạo	2.0	1.9	1.3	-
28	Rơm rạ	0.7	0.1	1.0	0.3
29	Mùn cưa, bị mục nát	0.2			
30	Mùn cưa, tươi	0.1			
31	Đậu tương	7.0	1.5	2.5	0.5
32	Thân cây đậu tương	1.4	0.1	1.0	0.9

Stt	Nguyên liệu	% nitơ (N2)	% oxit photpho (P2O5)	% Oxit kali (K2O)	% vôi (CaO)
33	Bã mía	0.3			
34	Thân cây thuốc lá			6.0	
35	Lục bình khô nước	2.2	0.3	3.9	2.0

Nguồn: Minnich, J., et al. 1979, Rodale Guide of Composting.

- *pH*

Giá trị pH trong khoảng 5,5 – 8,5 là tối ưu cho các vi sinh vật trong quá trình ủ compost. Các vi sinh vật, nấm tiêu thụ các hợp chất hữu cơ và thải ra các acid hữu cơ. Trong giai đầu của quá trình ủ compost, các acid này bị tích tụ và kết quả làm giảm pH, kìm hãm sự phát triển của nấm và vi sinh vật, kìm hãm sự phân hủy lignin và cellulose. Các acid hữu cơ sẽ tiếp tục bị phân hủy trong quá trình ủ. Nếu hệ thống trở nên yếm khí, việc tích tụ các acid có thể làm pH giảm xuống đến 4,5 và gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động của vi sinh vật.

- *Vi sinh vật*

Chế biến compost là một quá trình phức tạp bao gồm nhiều loại vi sinh vật khác nhau. Vì sinh vật trong quá trình chế biến compost bao gồm: actinomycetes và vi khuẩn. Những loại vi sinh vật này có sẵn trong chất hữu cơ, có thể bổ sung thêm vi sinh vật từ các nguồn khác để giúp quá trình phân hủy xảy ra nhanh và hiệu quả hơn.

Hiện nay có nhiều chủng vi sinh vật đã được các nhà khoa nghiên cứu, phân lập dùng để phân giải các chất hữu cơ một cách hiệu quả. Chúng phân giải các chất dễ phân hủy như tinh bột đến các chất khó phân hủy như Lignin và cellulose.

- **Vi sinh vật phân hủy cellulose.**

Trong thiên nhiên có nhiều nhóm VSV có khả năng phân hủy cellulose nhờ có hệ enzyme cellulose ngoại bào. Ví dụ:

- Thuộc nhóm nấm có các loại như Alternaria, Aspergillus ustus, Fusarium oxysporum, Mucor pusillus, Penicillium notatum, Rhizopus nigricans, Trichoderma viride, Verticillium cellulose…

- Xạ khuẩn: Actinomyces, Micromonospora, Nocardia cellulans, Streptomyces antibioticus, Str. cellulose…

- Vi khuẩn: Acetobacter xilinum, Achromabacter, Cellulomonas biazotea, Bacillus subtilis, Promyxobacterium… Ngoài ra còn có nhiều loại vi khuẩn phân giải cellulose trong điều kiện kỵ khí như Clostridium thermocellum, Bacteria succinogenes, Butyrivibrio fibrisolvens…

Vi sinh vật phân giải tinh bột.

Để phân giải tinh bột các VSV phải tiết vào môi trường các loại enzyme amylaza. Sản phẩm cuối của quá trình phân giải là glucoza. Các VSV phân giải tinh bột có rất nhiều trong tự nhiên, chúng thuộc nhiều nhất trong ba nhóm vi khuẩn, xạ khuẩn và nấm mốc. Ví dụ: Bacillus amyloliquefaciens, B. mesentericus, Clostridium acetobutylicum, Endomycopsis fibuligera, Clostridium butilicum, Aspergillus oryzae, Asp.awamorri, Rhizopus javanicus, Rhizopus tonkinensis, Candida tropicals…

- **Vi sinh vật phân giải protein.**

Quá trình phân giải protein còn gọi là quá trình amon hóa. Quá trình này gồm hai giai đoạn: giai đoạn phân giải protein, giai đoạn khử amin. Trong tự nhiên có rất nhiều loại VSV khác nhau tham gia vào quá trình amon hóa trong tự nhiên. Đáng chú ý là các loài sau đây:

- Vi khuẩn: Bacillus mycodes, B. histoliticus, Clostridium sporogenes, Pseudomonas fluoreseens, P . aeruginosa, Protcus vulgaris...

- Xạ khuẩn và nấm: Streptomyces griseus, S . fradiac, A . saitoi, A . awamori, Penicillium camemberti, Thizopus spp, Mucor spp, Gliocladium roscum…

Trong quá trình amon hóa, NH_3 được sinh ra và nhanh chóng bị oxy hóa thành nitrit và sau đó sẽ là nitrat. Các giống vi khuẩn tham gia quá trình nitrit hóa là Nitrosomonas, Nitrosopira, Nitrosococcus, Nitrosolobus… Các giống vi khuẩn tham gia quá trình nitrat hóa như Nitrobacter, Nitrospina, Nitrococcus…

- **Vi sinh vật phân giải lưu huỳnh.**

- Nhóm tự dưỡng hóa năng như Beggiatoa,Thiobacillus thioparus, Thiobacillus thioxidans, Thiobacillus novellas…

- Nhóm tự dưỡng quang năng thuộc bộ pseudomonodales. Bộ này có hai họ là thiorodaccae và chlorobacteriaceae.

Ngoài ra còn có các vi khuẩn dị dưỡng như Bacillus mosentesicuc, Bacillus asterosporus, các loài xạ khuẩn và nấm men.

- **Vi sinh vật phân giải phosphor.**

- Các VSV tham gia chuyển hóa phosphor hữu cơ: Bacillus mycoides, B. asterosporus, Pseudomonas spp, Actinomyces spp…

- Các VSV tham gia chuyển hóa phosphor vô cơ: Micrococcus radiatus, Flavobacterium aurantiacus, Pseudomonas radiobacter, Bacterium albusgeminum, Mycobacterium cyaneum, Sarcina flava…

- **Vi sinh vật phân giải lignin.**

Lignin là một hợp chất cao phân tử có nhiều trong gỗ. Trong khối CTHC có nhiều loài VSV tham gia phân hủy hợp chất này, trong đó đáng chú

ý là các loài: Polysticus versicolor, Stereum hirsutum, pholiota Sp., lenzies Sp., poria Sp., trametes Sp., panus Sp.

- *Chất hữu cơ*

Vận tốc phân hủy dao động tuỳ theo thành phần, kích thước, tính chất của chất hữu cơ. Chất hữu cơ hoà tan thì dễ phân hủy hơn chất hữu cơ không hoà tan. Lignin và cellulose là những chất phân hủy rất chậm.

Bảng 1.3: Các thông số quan trọng trong quá trình sản xuất compost hiếu khí

Thông số	**Giá trị**
1. Kích thước	Quá trình ủ đạt hiệu quả tối ưu khi kích thước nguyên liệu khoảng 25 –75mm
2. Tỉ lệ C/N	Tỉ lệ C:N tối ưu dao động trong khoảng 25 - 50 - Ở tỉ lệ thấp hơn, dư NH_3, hoạt tính sinh học giảm - Ở tỉ lệ cao hơn, chất dinh dưỡng bị hạn chế.
3. Pha trộn	Thời gian ủ ngắn hơn
4. Độ ẩm	Nên kiểm soát trong phạm vi 50 – 60% trong suốt quá trình ủ. Tối ưu là 55%
5. Đảo trộn	Nhằm ngăn ngừa hiện tượng khô, đóng bánh và sự tạo thành các rảnh khí, trong quá trình ủ, nguyên liệu phải được xáo trộn định kỳ. Tần suất đảo trộn phụ thuộc vào quá trình thực hiện
6. Nhiệt độ	Nhiệt độ phải được duy trì trong khoảng 50 – 55^0C đối với một vài ngày đầu và 55 – 60^0C trong những ngày sau đó. Trên 66^0C, hoạt tính vi sinh vật giảm đáng kể.
7. Kiểm soát mầm bệnh	Nhiệt độ 60 – 70^0C, các mầm bệnh đều bị tiêu diệt

Thông số	Giá trị
8. Nhu cầu về không khí	Lượng oxy cần thiết được tính toán dựa trên cân bằng tỷ lượng. Không khí chứa oxy cần thiết phải được tiếp xúc đều với tất cả các phần của nguyên liệu sản xuất compost.
9. pH	Tối ưu: 7 – 7,5. Để hạn chế sự bay hơi Nitơ dưới dạng NH_3, pH không được vượt quá 8,5
10. Mức độ phân hủy	Đánh giá qua sự giảm nhiệt độ vào thời gian cuối
11. Diện tích đất yêu cầu	Công suất 50T/ngày cần 1 hecta đất

Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993.

1.1.4. Chất lượng compost.

Chất lượng compost được đánh giá dựa vào các yếu tố có lợi nhất cho cây trồng trong đó một số yếu tố cơ bản để đánh giá chất lượng compost đó là:

- Mức độ lẫn tạp chất (thủy tinh, plastic, đá, kim loại nặng, chất thải hóa học, thuốc trừ sâu …)

- Nồng độ các chất dinh dưỡng (dinh dưỡng đa lượng N, P, K; dinh dưỡng trung lượng Ca, Mg, S; dinh dưỡng vi lượng Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Bo …)

- Mật độ vi sinh vật gây bệnh (ở mức thấp và không ảnh hưởng tới cây trồng)

- Độ ổn định (độ chín, hoai) và hàm lượng chất hữu cơ.

Hiện chưa có tiêu chuẩn để đánh giá chất lượng compost từ sản xuất vỏ tiêu trắng. Để đánh giá chất lượng compost có thể dự vào một số tiêu chuẩn đã ban hành. Ví dụ tiêu chuẩn phân hữu cơ vi sinh :

-Tiêu chuẩn 10TCN 525-2002 - Phân hữu cơ vi sinh vật từ bã bùn mía.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho phân hữu cơ vi sinh vật sản xuất chủ yếu từ bã bùn mía có bổ sung một số nguyên liệu hữu cơ khác, chứa các vi sinh vật hữu hiệu (cố định nitơ, phân giải hợp chất photpho khó tan) .

Bảng 1.4: Tiêu chuẩn 10TCN 525-2002 - Phân hữu cơ vi sinh vật từ bã bùn mía.

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Mức
1. Hiệu quả đối với cây trồng		Tốt
2. Độ chín (hoai) cần thiết		Tốt
3. Đường kính hạt không lớn hơn	mm	4-5
4. Độ ẩm không lớn hơn	%	35
5. pH		6,0-8,0
6. Mật độ vi sinh vật hữu hiệu (đã được tuyển chọn) không nhỏ hơn	CFU/ g mẫu	10^6
7. Hàm lượng cacbon tổng số không nhỏ hơn	%	13
8. Hàm lượng nitơ tổng số không nhỏ hơn	%	2,5
9. Hàm lượng lân hữu hiệu không nhỏ hơn	%	2,5
10. Hàm lượng kali hữu hiệu không nhỏ hơn	%	1,5
11. Thời hạn bảo quản không ít hơn	tháng	6

Nguồn: Quyết định số 38/2002-QĐ-BNN-KHCN ngày 16 tháng 5 năm 2002

- Tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt.

Phân hữu cơ vi sinh từ rác thải sinh hoạt là sản phẩm được sản xuất từ rác thải sinh hoạt (trừ các chất rắn khó phân hủy như nilon, vữa, xỉ than...), chứa một hoặc nhiều chủng vi sinh vật sống được tuyển chọn đạt tiêu chuẩn đã ban hành, nhằm cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng, cải tạo đất, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng nông sản. Phân hữu cơ vi sinh từ rác thải sinh hoạt không gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người, động vật, thực vật, môi trường sống và chất lượng nông sản.

Bảng 1.5 Tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt.

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Mức
1. Hiệu quả đối với cây trồng		Tốt
2. Độ chín (hoai) cần thiết		Tốt
3. Đường kính hạt (không lớn hơn)	mm	4-5
4. Độ ẩm (không lớn hơn)	%	35
5. pH		6,0-8,0
6. Mật độ vi sinh vật hữu hiệu (đã được tuyển chọn) (không nhỏ hơn)	CFU/ g mẫu	10^6
7. Hàm lượng cacbon tổng số không nhỏ hơn	%	13
8. Hàm lượng nitơ tổng số không nhỏ hơn	%	2,5
9. Hàm lượng lân hữu hiệu không nhỏ hơn	%	2,5

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Mức
10. Hàm lượng kali hữu hiệu không nhỏ hơn	%	1,5
11. Mật độ ***Salmonella*** trong 25 gram mẫu	CFU	0
12. Hàm lượng chì (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	250
13. Hàm lượng cadimi (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	2,5
14. Hàm lượng crom (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	200
15. Hàm lượng đồng (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	200
16. Hàm lượng niken (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	100
17. Hàm lượng kẽm (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	750
18. Hàm lượng thuỷ ngân (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	2
19. Thời hạn bảo quản không ít hơn	tháng	6

Nguồn: Quyết định số 38/2002-QĐ-BNN-KHCN ngày 16 tháng 5 năm 2002

1.1.5. Lợi ích và hạn chế của compost.

1.1.5.1 Lợi ích.

Việc sản xuất phân compost từ các phế phẩm nông nghiệp, từ rác thải được ứng dụng khá nhiều, mang lại nhiều lợi ích cho kinh tế và môi trường.

- *Về mặt môi trường:*

Lợi ích trước mắt của việc sản xuất phân compost từ phế phẩm nông nghiệp trước hết là xử lý ô nhiễm môi trường khi hấp thu mùi và phân hủy chất hữu cơ dễ bay hơi. Thêm vào đó là ngăn ngừa sự xói mòn và mất đi của lớp đất mặt. Qua đó, bảo vệ môi trường sống ở khu vực nông thôn khi các

phế phẩm được xử lý và không phải đốt bỏ. Đồng thời, bảo vệ sức khoẻ cả cộng đồng cũng như làm giảm quá trình biến đổi khí hậu.

- *Về mặt kinh tế:*

Song song với những lợi ích về mặt môi trường, người dân thu lợi từ việc giảm giá thành sản xuất từ việc sử dụng phân compost ít tốn kém, có thể nâng cao giá thành thông qua quá trình sản xuất sạch.

Nếu chỉ tính ở Việt Nam, một năm có khoảng 15 triệu tấn chất thải rắn sinh hoạt. với các thành phần ở một số tỉnh, thành phố như sau:

Bảng 1.6 Thành phần các chất có trong chất thải rắn đô thị ở Việt Nam

STT	Các chất	Thành phố				
		Hà Nội	Hải Phòng	Hạ Long	Đà Nẵng	TP.HCM
1	Chất hữu cơ (%)	50,0	50,58	40,1- 44,7	31,50	41,25 - 62,28
2	Cao su, nhựa (%)	5,50	4,52	2,7 - 4,5	22,5	8,75 - 10
3	Giấy, catton, vải (%)	4,20	7,52	5,5 - 5,7	6,81	24,83 - 25,2
4	Kim loại (%)	2,50	0,22	0,3 - 0,5	1,40	1,55 - 2
5	Thủy tinh, sứ, gốm(%)	1,80	0,63	3,9 - 8,5	1,80	5,59 - 6,2
6	Đất, đá, cát, gạch (%)	35,90	36,53	36,1- 47,5	36,0	18 - 20
7	Tro (%)	15,9	16,62	11,0	40,25	20 - 58,7
8	Độ ẩm (%)	47,7	45,48	40 - 46	39,85	27,18 - 68,2

Nguồn: Nguyễn Đức Lượng, Công nghệ sinh học môi trường - Tập 2, NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2003.

Căn cứ bản thành phần trên, thành phần chất hữu cơ (có thể sản xuất được compost) dao động từ 31,5% đến 62,28%. Nếu tính trung bình khoảng 50% là thành phần chất hữu cơ thì mỗi năm có khoảng 7,5 triệu tấn rác thải hữu cơ có thể sản xuất compost (chưa kể phụ phẩm nông nghiệp) và mang lại

hiệu quả về kinh tế khi sản xuất. Đồng thời giảm áp lực, chi phí cho xử lý chất thải.

Phân compost cung cấp thức ăn và kích thích sự tăng trưởng của các vi sinh vật hữu ích, trùng đất. Ức chế 1 số bệnh của cây trồng. Các gene kháng bệnh được sản xuất từ compost… Bên cạnh đó, cải thiện lý tính – đặc tính hóa học của đất, làm độ mùn trong đất tăng, giúp cây trồng sinh trưởng, phát triển tốt.

1.1.5.2 Những hạn chế

Hiện nay, các công trình nghiên cứu về sản xuất phân compost trong điều kiện của Việt Nam còn hạn chế nên chưa đánh giá được hết tính hiệu quả, khả năng ứng dụng sản xuất compost và đưa vào sử dụng nên thực tế hiện nay nhiều nhà máy đã đầu tư để sản xuất compost nhưng mang hiệu quả không cao do nhiều nguyên nhân khác nhau. Các nhà máy này chủ yếu là xử lý compost từ rác thải sinh hoạt mà chưa dược phân loại tại nguồn, chưa tách riêng được những chất có khả năng làm compost nên chi phí phân loại tốn kém, chất lượng compost sản xuất ra chưa cao, do chưa nghiên cứu và phân lập các chủng vi sinh vật thích hợp cho từng nguồn nguyên liệu.

Hơn nửa, nguồn phân hóa học cho hiệu quả tức thời đối với cây trồng nên người dân ít sử dụng compost. Bên cạnh đó, công tác tuyên truyền việc sử dụng compost gắn với các hoạt động môi trường chưa phát huy tốt nên cộng đồng chưa thấy vai trò ý nghĩa của việc sử dụng compost phục vụ cho sản xuất nông nghiệp.

1.1.6. Một số phương pháp ủ compost trên thế giới

1.1.6.1. Phương pháp ủ theo luống dài và cấp khí bằng xáo trộn

Trong phương pháp này , vật liệu ủ được sắp xếp theo luống dài và hẹp , không khí được cung cấp tới hệ thống theo con đường tự nhiên . Các luống

Compost được xáo trộn bằ ng cách di chuyển luống Compost với xe xúc hoặc xe trộn chuyên dụng .

a) Ưu điểm

Do xáo trộn thường xuyên nên chất lượng Compost thu được khá đều .

Vốn đầu tư và chi phí vận hành thấp vì không cần hệ thống cung cấp khí.

b) Nhược điểm

Cần nhiều nhân công .

Thời gian ủ dài (3 – 6 tháng).

Do sử dụng thổi khí tự động nên khó quản lý , đặc biệt là khó kiểm soát nhiệt độ và mầm bệnh .

Xáo trộn luống Compost thường gây thất thoát Nitơ và gây mùi .

Quá trình ủ có thể bị phụ thuộc vào điều kiện thời tiết .

Cần một lượng lớn vật liệu tạo cấu trúc và vật liệu tạo cấu trúc này khó tìm hơn so với các phương pháp khác .

1.1.6.2. Phương pháp ủ theo luống dài hoặc đống với thổi khí cưỡng bức.

Với phương pháp này , vật liệu ủ chất thải được sắp xếp thành đống hoặc luống dài . Không khí được cung cấp tới hệ thống bằng quạt thổi khí hoặc bơm nén khí và hệ thống phân phối khí hoặc sàn phân phố i khí.

a) Ưu điểm

Dễ kiểm soát khi vận hành hệ thống , đặc biệt là kiểm soát nhiệt độ và nồng độ Oxi trong luống ủ .

Giảm mùi hôi và mầm bệnh .

Thời gian ủ ngắn (3 – 6 tuần).

Nhu cầu sử dụng đất thấp và có thể vận h ành ngoài trời hoặc có che phủ.

b) Nhược điểm

Hệ thống phân phối khí dễ bị tắt nghẽn , cần bảo trì thường xuyên .

Chi phí bảo trì hệ thống và năng lượng thổi khí làm chi phí của phương pháp này cao hơn thổi khí thụ động .

1.1.6.3. Phương pháp ủ trong Container

Là phương pháp mà vật liệu ủ được chứa trong Container , túi đựng hoặc trong nhà . Thổi khí cưỡng bức thường được sử dụng cho phương pháp này.

a) Ưu điểm

Ít nhạy cảm với điều kiện thờ i tiết.

Khả năng kiểm soát quá trình ủ và kiểm soát mùi tốt hơn .

Thời gian ủ ngắn hơn so với phương pháp ủ ngoài trời .

Nhu cầu sử dụng đất nhỏ hơn các phương pháp khác .

Chất lượng Compost tốt.

b) Nhược điểm

Vốn đầu tư cao.

Chi phí vận hành và bảo trì hệ thống cao .

Thiết kế phức tạp và đòi hỏi trình độ cao .

1.1.6.4. Phương pháp ủ theo luống dài (đánh luống cấp khí tự nhiên)

Dạng đánh luống cấp khí tự nhiên là quá trình ủ phân trong đó nguyên liệu ủ compost được sắp xếp theo các luống dài, hẹp và được đảo trộn theo một chu kỳ nhất định nhằm cấp khí cho luống ủ.

Các luống ủ có chiều cao thay đổi từ 1m đến 3,5m Chiều rộng luống ủ thay đổi từ 1,5 đến 6m.

Không khí (oxy) được cung cấp tới hệ thống bằng các con đường tự nhiên như: khuếch tán, gió, đối lưu nhiệt.

Tốc độ làm thoáng khí phụ thuộc độ xốp của đống ủ.

Đảo trộn sẽ làm cho nguyên liệu ủ được trộn đều, tạo lại độ xốp của đống ủ, loại trừ các khoảng trống tạo ra bởi sự phân hủy và sa lắng.

a) Ưu điểm:

- Nhân công sử dụng ít.
- Vốn đầu tư cho chi phí vận hành thấp vì không cần hệ thống cấp khí.

b) Nhược điểm

- Do sử dụng cấp khí tự nhiên nên khó quản lý, đặc biệt là khó kiểm soát nhiệt độ và mầm bệnh.
- Quá trình ủ bị phụ thuộc vào thời tiết, ví dụ như mưa có thể gây ảnh hưởng bất lợi cho quá trình ủ.
- Dễ sinh khí có mùi hôi do quá trình kỵ khí diễn ra bên trong luống ủ.

1.1.7. Một số công nghệ chế biến phân hữu cơ điển hình

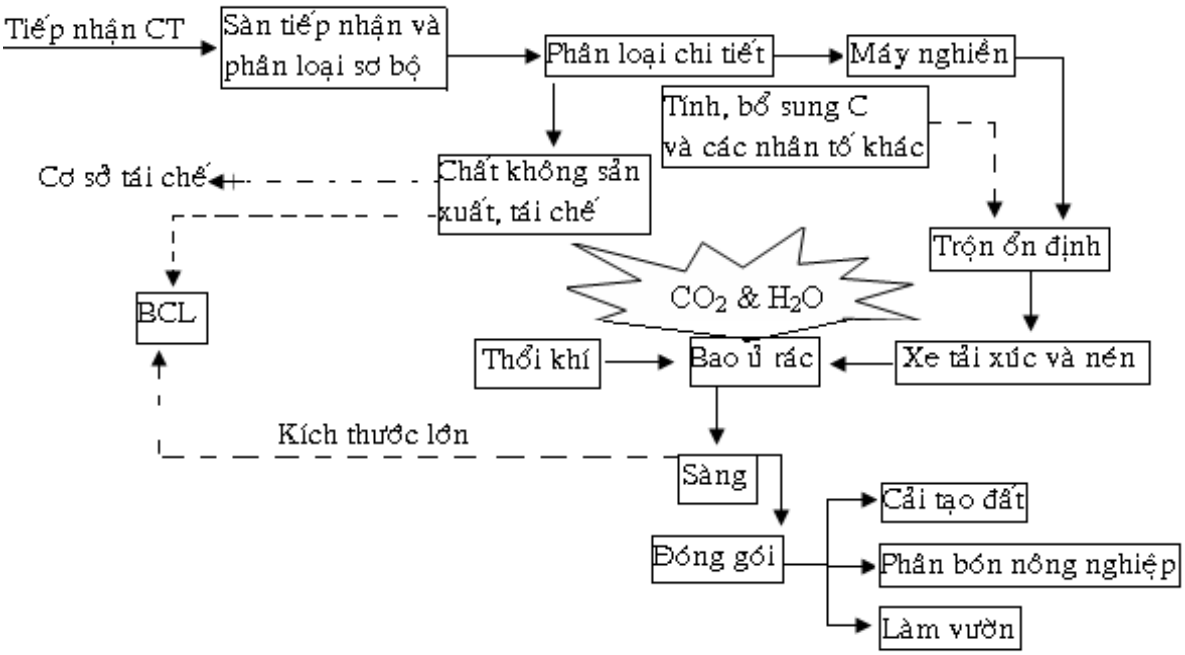
1.1.7.1. Hệ thống Coposting Lemna.

Hệ thống làm phân Composting Lemna là một công nghệ kỹ thuật kín được cấp bằng sáng chế độc quyền. Công nghệ Lemna sử dụng các bao ủ có hàm lượng polythene thấp để chứa và bảo vệ rác hữu cơ có thổi khí nhằm mục đích đẩy nhanh quá trình compost tự nhiên để sản xuất ra phân bón hữu cơ chất lượng cao. Từ khâu xử lý nguyên liệu đầu vào cho đến giai đoạn sản xuất cuối cùng thành phẩm Compost hữu cơ và các sản phẩm phụ khác có thể bán được, thì việc thiết kế quy trình và chất lượng thiết bị tiên tiến được sử dụng trong Hệ thống Composting Lemna luôn đảm bảo được sự kiểm soát đáng tin cậy quy trình xử lý.

Hệ Thống Composting Lemna có nhiều ưu điểm hơn các kỹ thuật composting khác. Những ưu điểm này bao gồm:

- Các bao là những ống chứa hiệu quả, chịu được các tác động của mưa, gió.
- Không có mùi hôi và ruồi muỗi.
- Ngăn chặn bụi và nước rò rỉ
- Giảm nhu cầu về diện tích đất
- Đẩy nhanh quá trình làm phân compost
- Quá trình vận hành đơn giản và chi phí bảo dưỡng thấp.
- Không có nguy hiểm về hỏa hoạn
- Các bao chứa rác có thể tái sử dụng lại.
- Hệ thống này dễ mở rộng thêm để tăng công suất trong tương lai.

Tất cả những đặc điểm trên giúp Hệ Thống Composting Lemna có vốn đầu tư, chi phí vận hành và bảo dưỡng thấp nhất so với bất kỳ hệ thống nào khác hiện có.

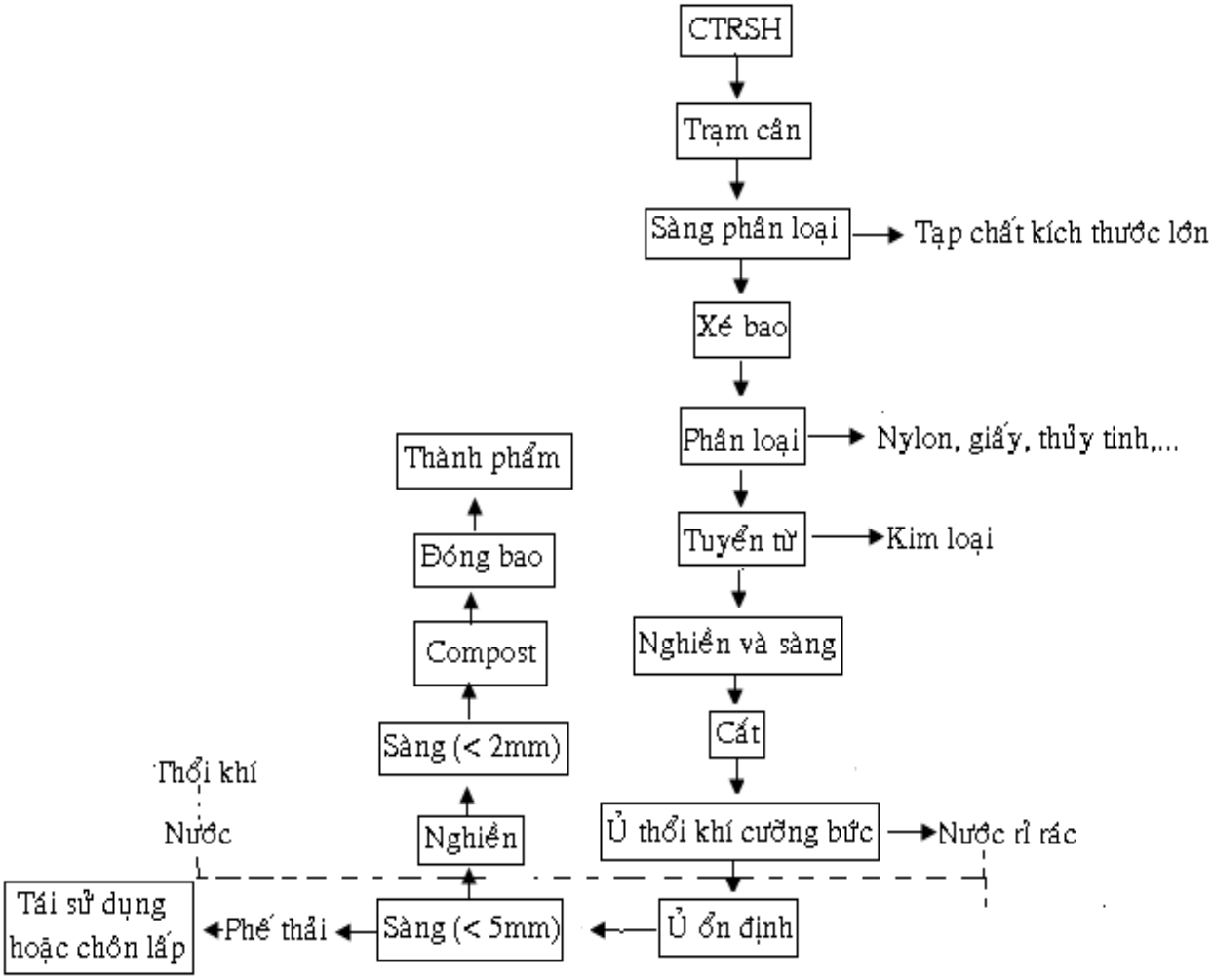


Hình 1.2 Quy trình công nghệ hệ thống Compost Lema

1.1.7.2. Công nghệ compost Steinmueller – Đức

Là một hệ thống xử lý chất thải rắn hoàn chỉnh với quy trình xử lý sinh học tự nhiên trong điều kiện cần thiết để biến đổi các thành phần hữu cơ từ rác thành phân vi sinh .

Công nghệ sản xuất co mpost Steinmueller dựa trên quá trình phân hủy hiếu khí các chất hữu cơ dưới tác dụng của VSV . Quy trình công nghệ như hình 1.3



Hình 1.3: Quy trình công nghệ compost Steinmueller

1.2. Tổng quan về tiêu đen.

1.2.1 Nguồn gốc tiêu.

Hồ tiêu có nguồn gốc tại các vùng Tây Nam Ấn Độ Thời Trung cổ, Hồ tiêu là gia vị quý hiếm do người Veniz độc quyền buôn bán. Năm 1498 người Bồ Đào Nha tìm ra đường thuỷ tới Ấn Độ và giành độc quyền buôn bán Hồ tiêu cho đến thế kỷ 17. Sau đó, Hồ tiêu mới được trồng ở nhiều nước Viễn đông trong đó có Việt Nam.(theo http://www.tamthuocsapa.com)

Hồ tiêu là một loại dây leo, thân dài, nhẵn không mang lông, bám vào các cây khác bằng rễ. Thân mọc cuốn, mang lá mọc cách. Lá như lá trầu không, nhưng dài và thuôn hơn. Có hai loại nhánh: một loại nhánh mang quả, và một loại nhánh dinh dưỡng, cả hai loại nhánh đều xuất phát từ kẽ lá. Đối chiếu với lá là một cụm hoa hình đuôi sóc. Khi chín, rụng cả chùm. Quả hình cầu nhỏ, chừng 20-30 quả trên một chùm, lúc đầu màu xanh lục, sau có màu vàng, khi chín có mầu đỏ. Từ quả này có thể thu hoạch được hồ tiêu trắng, hồ tiêu đỏ, hồ tiêu xanh và hồ tiêu đen. Đốt cây rất dòn, khi vận chuyển nếu không cận thận thì cây có thể chết. Quả có một hạt duy nhất.

Cây hồ tiêu được du nhập vào nước ta từ cuối thế kỷ XIX, và được trồng nhiều ở các vùng đất bazan từ Quảng Trị trở vào đến các tỉnh Tây Nguyên, Đông Nam Bộ và một số tỉnh Tây Nam Bộ như Kiên Giang. Hạt hồ tiêu có giá trị cao trong xuất khẩu.

1.2.2 Tính chất, thành phần hóa học của tiêu đen.

Hồ tiêu cũng rất giàu vitamin C, thậm chí còn nhiều hơn cả cà chua. Một nửa cốc hồ tiêu xanh, vàng hay đỏ sẽ cung cấp tới hơn 230% nhu cầu canxi 1 ngày/1 người.

Trong tiêu có 1,2-2% tinh dầu, 5-9% piperin và 2,2-6% chanvixin. Piperin và chanvixin là 2 loại ankaloit có vị cay hắc làm cho tiêu có vị cay. Trong tiêu còn có 8% chất béo, 36% tinh bột và 4% tro.

Thường dùng hạt tiêu đã rang chín, thơm cay làm gia vị. Tiêu thơm, cay nồng và kích thích tiêu hoá, có tác dụng chữa một số bệnh.

Hạt tiêu cũng rất giàu chất chống oxy hóa, chẳng hạn như beta carotene, giúp tăng cường hệ miễn dịch và ngăn ngừa sự hủy hoại các tế bào, gây ra các căn bệnh ung thư và tim mạch.

1.2.3 Tình hình trồng, chế biến và tiêu tụ hồ tiêu.

1.2.3.1 Tình hình trồng chế biến và tiêu tụ hồ tiêu trên thế giới.

Hồ tiêu là một trong những loại cây công nghiệp có giá trị kinh tế và giá trị xuất khẩu cao. Trên thị trường thế giới, các sản phẩm hồ tiêu được giao dịch bởi các dạng sau: tiêu đen, tiêu trắng (tiêu sọ), tiêu xanh và dầu nhựa tiêu.

Hồ tiêu bắt đầu được sản xuất nhiều từ đầu thế kỷ XX. Nhu cầu tiêu thụ hồ tiêu trên thế giới không ngừng gia tăng, trong khi đó cây hồ tiêu chỉ canh tác thích hợp ở vùng nhiệt đới, do đó hồ tiêu là một nông sản xuất khẩu quan trọng của một số nước Châu Á và Châu Phi.

Trước đây, Ấn Độ, Malaysia, Indonesia, Brazil là những nước sản xuất nhiều hồ tiêu hàng đầu thế giới, vượt hẳn các nước khác. Năm 1990, Việt Nam bắt đầu tham gia vào thị trường xuất khẩu hồ tiêu thế giới với thị phần 6% và liên tục có bước gia tăng mạnh. Đến nay thì Việt Nam đã trở thành nước xuất khẩu hồ tiêu lớn nhất thế giới. Năm 2006 Việt Nam xuất khẩu được 118.618 tấn, chiếm 60% lượng xuất khẩu hồ tiêu thế giới (theo IPC – trích dân từ đánh giá chât lượng và thị trường hồ tiêu tiêu Việt Nam – Tôn nữ Tuấn Nam, năm 2008).

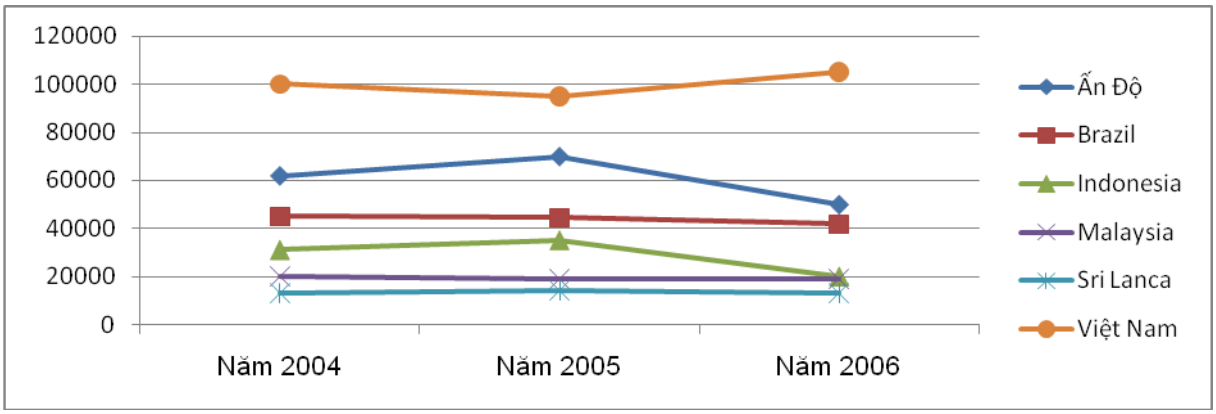
Từ năm 2004 tổng lượng hồ tiêu xuất khẩu trên thế giới có chiều hướng giảm do sâu bệnh hoành hành ở nhiều vùng trồng hồ tiêu chính trên thế giới và cũng do giá hồ tiêu sút giảm trầm trọng vào năm 2002. Do tổng lượng xuất khẩu trên thị trường thế giới giảm nên cung không đáp ứng đủ cầu, hồ tiêu lại tăng giá. Năm 2006 hồ tiêu tăng giá đột biến và đạt đỉnh cao nhất trong vòng 5 năm từ 2001 2006, có thời điểm vượt qua ngưỡng 3000US$ một tấn tiêu đen và 4000US$ một tấn tiêu trắng. Có những lúc giá tiêu đen ở nước ta tăng lên đến 60.000đ/kg.

Bảng 1.7: Diện tích và sản lượng các nước sản xuất hồ tiêu chính

Nước	2004		2005		2006	
	Diện tích (ha)	Sản lượng (tấn)	Diện tích (ha)	Sản lượng (tấn)	Diện tích (ha)	Sản lượng (tấn)
Ấn Độ	231.880	62.000	-	70.000	-	50.000
Brazil	45.000	45.000	40.000	44.500	35.000	42.000
Indonesia	-	31.000	87.545	35.000	-	20.000
Malaysia	13.000	20.000	12.700	19.000	12.800	19.000
Sri Lanca	32.436	12.820	24.739	14.000	24.874	13.000
Việt Nam	50.000	100.000	50.000	95.000	50.105	105.000

(Nguồn: Hiệp hội hồ tiêu Việt Nam, 2006)

Biểu đồ 1.1 : Sản lượng các nước sản xuất hồ tiêu chính qua các năm



**** Sản xuất:***

Sản xuất Hồ tiêu toàn cầu vẫn trong tình hình khó khăn bởi thời tiết, sâu bệnh và chi phí sản xuất gia tăng. Sản lượng thu hoạch tiếp tục giảm so với 2006. Sản lượng giảm, cộng với hàng tồn kho đầu năm 2007 hạn chế, nên nguồn cung giảm, trong khi nhu cầu không thay đổi. Cân đối cung, cầu ước

thiếu hụt khoảng: 45.000 - 50.000 tấn; Do đó tình hình thị trường biến động phức tạp, giá cả gia tăng.

**** Thị trường và giá cả:***

Giá Hồ tiêu thế giới tháng 1: Tiêu đen (ASTA/ FOB) xuất với giá 2.515/USD/tấn, tháng 2 lên: 2.573 USD/tấn, tháng 3 lên: 2.597 USD/tấn; Tăng đột biến từ tháng 5 đến tháng 7, bình quân: 3.681 USD/tấn, đỉnh cao tháng 5: 3.869 USD/ tấn; Từ tháng 8 đến tháng 12, giao động ở mức: 3.300 – 3.400 USD/tấn, lên 3.500- 3.600 USD/tấn vào cuối tháng 12/07, đầu tháng 1/08.

Ứng phó trước tình hình diễn biến giá cả phức tạp và ngày càng gia tăng, trong những tháng đầu năm, các nhà xuất khẩu vừa bán, vừa chờ giá lên, ít khi ký kết hợp đồng bán với số lượng lớn; khi giá giảm, nông hộ và doanh nghiệp găm hàng, chờ giá. Những tháng cuối năm tăng cường bán ra, giá hạ hơn 6 tháng đầu năm**.**

Đối với các nhà nhập khẩu, họ mua nhỏ giọt, lựa chọn khách hàng có giá cạnh tranh, Họ đòi hỏi khắt khe về chất lượng, ép cấp, ép giá các nhà xuất khẩu (nhất là khách hàng châu Âu, Mỹ và Nhật Bản).

1.2.3.1 Tình hình trồng chế biến và tiêu thụ hồ tiêu ở Việt Nam

Trong những năm gần đây diện tích hồ tiêu trồng mới ngày một tăng, nhất là sau những năm 1998, 1999 khi giá hồ tiêu tăng cao (trên 60.000đ/kg). Mặt khác, tiêu được trồng xen và thay thế trên những diện tích trồng cà-phê do giá cà-phê trên thị trường thế giới giảm mạnh từ năm 2000.

Hiện nay Việt Nam đã thu hoạch gần xong vụ mùa 2005, ước tính mức sản lượng năm nay có thể đạt trên 95.000 tấn, giảm 10.000 tấn so với 2004 do hạn nặng ở những vùng có diện tích tiêu lớn như Bình Phước, Đăklăk, và

nông dân đầu tư ít hơn niên vụ 2003-2004 do giá vật tư tăng cao và giá tiêu vẫn ở mức thấp.

Nhìn chung, cây tiêu được trồng chủ yếu trên vùng đất đỏ bazan, có độ phì cao. Một số diện tích tiêu cũng được canh tác trên đất xám.

Tiêu Việt Nam hiện nay được trồng chủ yếu ở các tỉnh Đông Nam Bộ, tập trung nhiều nhất ở hai tỉnh Bình Phước và Bà Rịa – Vũng Tàu, và Đồng Nai, chủ yếu trên nền đất đỏ. Vùng trồng tiêu tập trung thứ hai là Tây Nguyên, phân bổ chủ yếu ở hai tỉnh ĐăkLăk và Gia Lai. Trong đó, tiêu Chư sê ở Gia Lai có năng suất rất cao, trên dưới 4 tấn/ha, Mặc dù vậy, diện tích trồng tiêu ở Đăk Lăk cũng khá lớn, chiếm đến 11 ngàn ha, chỉ sau tỉnh Bình Phước với diện tích 13.500 ha, cao nhất nước.

Ở các tỉnh Bắc Trung Bộ, nổi tiếng nhất là vùng tiêu Quảng Trị, có chất lượng tiêu cao (thơm, cay) và diện tích khá tập trung ở khu vực đất đỏ Cam Lộ.

Các tỉnh khác thuộc các vùng trên có diện tích trồng tiêu ít hơn, và không mang tính chất sản xuất hàng hóa lớn, tập trung cung cấp nguyên liệu cho xuất khẩu.

Tiêu Phú Quốc đã nổi tiếng từ lâu đời vì chất lượng tuyệt hảo. Tuy nhiên, diện tích ngày càng giảm dần vì năng suất thấp, lợi nhuận ít ỏi trong các năm xuất khẩu khó khăn, giá thấp. Một lý do khác là quy hoạch phát triển thiên về du lịch nghỉ dưỡng, do đó nông dân không còn khả năng duy trì vườn tiệu khi giá đất lên cao.

Bảng 1.8: Diện tích và năng suất hồ tiêu một số vùng sản xuất chính ở Việt Nam

Vùng	Tổng diện tích (ha)	Diện tích thu hoạch (ha)	Năng suất (tấn tiêu đen/ha)
Tổng số	44776	38610	2,22
1.Bắc trung bộ	3195	2695	1,17
Nghệ An	280	280	0,70
Quảng Bình	315	285	0,80
Quảng trị	2400	2000	1,32
Khác	200	130	0,70
2. Duyên hải trung bộ	3460	2550	1,32
Quảng Nam	110	80	1,60
Quảng Ngãi	200	150	1,00
Bình Định	250	160	0,70
Phú Yên	300	250	1,30
Bình Thuận	2500	1850	1,40
Khác	100	60	1,00
3. Tây Nguyên	13221	12300	2,33
Đăk lăk	1567	7500	2,00
Đăk nông	5567	675	2,0
Gia Lai	3575	3800	2,80

Vùng	Tổng diện tích (ha)	Diện tích thu hoạch (ha)	Năng suất (tấn tiêu đen/ha)
Lâm Đồng	404	265	1,50
Kon Tum	100	60	1,00
4. Đông nam bộ	26900	20075	2,45
Bình Phước	13500	10500	2,50
Bà Rịa- Vũng tàu	7500	5200	2,60
Đồng Nai	4200	3200	2,20
Bình Dương	1400	950	2,00
Khác	300	225	2,0
5. ĐBSCL	1000	900	2,91
Kiên Giang	950	850	3,00
Khác	50	40	0,90

Nguồn: Hiệp hội Hồ tiêu Việt Nam, 2005

1.3 Chế phẩm sinh học.

1.3.1 Sơ lược một số loại chế phẩm sinh học.

Các loại chế phẩm để phục vụ chế biến compost được sản xuất từ nhiều nhà sản xuất khác nhau. Cho dù sản xuất bởi các nhà sản xuất khác nhau nhưng chúng phải có chung đặc điểm là chứa các nhiều loại vi sinh vật. Các vi sinh vật trong quá trình chế biến compost bao gồm: actinomycetes và vi khuẩn. Những loại vi sinh vật này có sẵn trong chất hữu cơ, có thể bổ sung

thêm vi sinh vật từ các nguồn khác để giúp quá trình phân hủy xảy ra nhanh và hiệu quả hơn.

Một số loại chế phẩm sản xuất và lưu hành trên thị trường có thể sơ lược như sau:

1.3.1.1 Chế phẩm EM

EM (Effective Microorganisms) có nghĩa là các vi sinh vật hữu hiệu. Chế phẩm này do Giáo sư Tiến sĩ Teruo Higa - trường Đại học Tổng hợp Ryukyus, Okinawoa, Nhật Bản sáng tạo và áp dụng thực tiễn vào đầu năm 1980. Trong chế phẩm này có khoảng 80 loài vi sinh vật kỵ khí và hiếu khí thuộc các nhóm: vi khuẩn quang hợp, vi khuẩn lactic, nấm men, nấm mốc, xạ khuẩn. 80 loài vi sinh vật này được lựa chọn từ hơn 2000 loài được sử dụng phổ biến trong công nghiệp thực phẩm và công nghệ lên men

Tác dụng của EM

EM được thử nghiệm tại nhiều quốc gia : Mỹ, Nam Phi, Thái Lan, Philippin,Trung Quốc, Braxin, Nhật Bản, Singapore, Indonexia, Srilanca, Nepal,Việt Nam, Triều Tiên, Belarus...và cho thấy những kết quả khả quan

a. Trong trồng trọt : EM có tác dụng đối với nhiều loại cây trồng (cây lương thực, cây rau màu, cây ăn quả…) ở mọi giai đoạn sinh trưởng, phát triển khác nhau. Những thử nghiệm ở tất cả các châu lục cho thấy rằng EM có tác dụng kích thích sinh trưởng, làm tăng năng suất và chất lượng cây trồng, cải tạo chất lượng đất.

b. *Trong chăn nuôi:*

- Làm tăng sức khoẻ vật nuôi, tăng sức đề kháng và khả năng chống chịu đối với các điều kiện ngoại cảnh

- Tăng cường khả năng tiêu hoá và hập thụ các loại thức ăn.

- Kích thích khả năng sinh sản

- Tăng sản lượng và chất lượng trong chăn nuôi,

- Tiêu diệt các vi sinh vật có hại, hạn chế sự ô nhiễm trong chuồng trại chăn nuôi.

Điều kỳ diệu ở đây là EM có tác dụng đối với mọi loại vật nuôi, bao gồm các loại gia súc, gia cầm và các loài thuỷ, hải sản.

c. *Trong bảo vệ môi trường:*

Do có tác dụng tiêu diệt các vi sinh vật gây thối (sinh ra các loại khí H_2S, SO_2, NH_3…) nên khi phun EM vào rác thải, cống rãnh, toalet, chuồng trại chăn nuôi…sẽ khử mùi hôi một cách nhanh chóng. Đồng thời số lượng ruồi, muỗi, ve, các loại côn trùng bay khác giảm hẳn số lượng. Rác hữu cơ được xử lý EM chỉ sau một ngày có thể hết mùi và tốc độ mùn hoá diễn ra rất nhanh. Trong các kho bảo quản nông sản, sử dụng EM có tác dụng ngăn chặn được quá trình gây thối, mốc

Các nghiên cứu cho biết chế phẩm EM có thể giúp cho hệ vi sinh vật tiết ra các enzym phân huỷ như lignin peroxidase. Các enzym này có khả năng phân huỷ các hoá chất nông nghiệp tồn dư, thậm chí cả dioxin. Ở Belarus, việc sử dụng EM liên tục có thể loại trừ ô nhiễm phóng xạ

Như vậy, có thể thấy rằng EM có tác dụng rất tốt ở nhiều lĩnh vực của đời sống và sản xuất. Nhiều nhà khoa học cho rằng EM với tính năng đa dạng, hiệu quả cao, an toàn với môi trường và giá thành rẻ (mỗi lần phun EM cho 1 sào Bắc Bộ 360 m^2 hết khoảng 1000 đồng) - nó có thể làm lên một cuộc cách mạng lớn về lương thực, thực phẩm và cải tạo môi sinh.

1.3.1.2 Chế phẩm Micromix

Chế phẩm Micromix do Viện Công nghệ sinh học (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam) sản xuất.

Các chế phẩm vi sinh Micromix chuyên dùng để xử lý rác thải hữu cơ hiệu lực cao với thời gian xử lý rút ngắn, khử được hoàn toàn mùi hôi, bảo quản vận chuyển dễ dàng, chi phí rẻ, sử dụng thích hợp cho các nhà máy xử lý rác và vùng nông thôn.

Micromix là chế phẩm vi sinh dạng bột được sản xuất từ hỗn hợp các vi sinh vật (gồm xạ khuẩn và vi khuẩn lấy từ tự nhiên) có tính chịu nhiệt cao, độ hiếu khí mạnh chuyên dùng để xử lý rác thải bằng việc phân hủy các chất hữu cơ trong rác với hai cơ chế tác động: vừa dùng vi khuẩn để phân giải, vừa dùng tác động của nhiệt độ (50oC trở lên) để phân huỷ.

Kể từ khi chế phẩm Micromix-1 được dùng để xử lý sự cố dầu tràn tại sông Sài Gòn, đến nay Viện Công nghệ sinh học đã sản xuất ra hai loại chế phẩm mới có công dụng mạnh hơn, đặc biệt là Micromix-3. Chế phẩm này được sản xuất từ các vi sinh vật có hoạt tính cực mạnh, phù hợp với điều kiện ủ, đạt hiệu lực cao.

Trong quá trình ứng dụng vào thực tế cho thấy, trung bình 1 kg chế phẩm có thể xử lý được 5 tấn rác, chỉ trong một thời gian ngắn khoảng 14 ngày Micromix-3 sẽ làm mất toàn bộ mùi hôi của rác, tăng lượng mùn rác sau xử lý, giá thành cũng rất rẻ: 10.000 - 15.000 đồng/kg và sản xuất được ngay tại trong nước".

Quy trình xử lý rác với chế phẩm Micromix-3 được tiến hành theo hai bước. Bước thứ nhất là thu gom và tập kết rác lại, sau đó chuyển sang phân loại rác, từ đó sẽ rắc Micromix-3 vào rác, kết hợp bổ sung rỉ đường NPK, rồi đưa vào bể ủ rác. Bước 2, tiếp tục phân loại lại rác lần 2 thành các nhóm riêng

biệt để xử lý như nilon và kim loại nặng; nilon quá bẩn và các cành cây to, sợi dây; gạch, ngói và cát sỏi... kế đó phân tích chất lượng rác, điều chỉnh hàm lượng chất dinh dưỡng làm phân hữu cơ, cuối cùng đóng bao để sử dụng.

Với các tác dụng trên, Micromix-3 có khả năng xử lý được các loại phế thải nông sản, như vỏ cà-phê, bã mía trong các nhà máy sản xuất đường, thậm chí chế phẩm còn có tác dụng xử lý cả bể phốt tự hoại...

1.3.2 Chế phẩm sinh học phục vụ chế biến compost trong đồ án.

Chế phẩm bổ sung cho quá trình chế biến compost trong đồ án là một loại chế phẩm EM có thể dùng để bổ sung nguồn vi sinh vật cho cho các nguồn nguyên liệu khác nhau (rác thải sinh hoạt, vỏ cà phê, vỏ mì, vỏ tiêu đen…) để sản xuất compost.

1.3.2.1 Nguồn gốc.

Tên sản phẩm: BIO-EM

Được sản xuất và cung cấp bởi: CÔNG TY VI SINH MÔI TRƯỜNG

Địa chỉ Tại Tp.HCM: 138/31 Nguyễn Xí, P26, Q.Bình Thạnh, TP.HCM

ĐT: (08) 66594886 - 36017025 Fax: (08) 62588044

Tại Hà Nội: Sơn Đồng - Hoài Đức - Hà Nội

1.3.2.2 Tính chất, thành phần.

Là một sản phẩm dạng bột, được nuôi cấy các chủng vi sinh vật có ích cho quá trình chế biến compost, là một trong những yếu tố quan trọng làm cho quá trình ủ compost diễn ra nhanh hơn.

Hình dạng: Dạng bột

Màu sắc: Trắng và Vàng nhạt

Báo gói: Sản phẩm đóng gói 1kg/bao

Sản xuất theo: TCVN 7304-1: 2003

1.3.2.3 Đánh giá khả năng ứng dụng chế phẩm

BIO-EM gồm tổ hợp chủng vi sinh vật được phân lặp sản xuất lên men từ hệ thống lên men từng chủng vi sinh vật, hoạt tính của các chủng vi sinh vật chứa trong BIO-EM cao.

- Tổng số vi sinh vật : $\geq 10^9$ cfu/g

- Xử lý nhanh nguồn nước ô nhiễm

- Phân giải nhanh chất thải hữu cơ

- Xử lý làm sạch hệ thống xử lý nước thải

- Khử mùi hôi chất thải hữu cơ

- Phân hủy các thành phần khó tiêu như: Protein, Tinh Bột, Xenlluloza, Kitin, Pectin, lipit,…

- Chuyển hóa thành phần khó tiêu thành dễ tiêu trong nước thải

- Giảm chỉ số COD, BOD, TSS… khi sử dụng chế phẩm

- Khôi phục lại hệ vi sinh trong hệ thống xử lý và môi trường

- Diệt mầm bệnh và các vi khuẩn gây mùi hôi thối

CHƯƠNG 2

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu lý thuyết

Từ các mô hình nghiên cứu, thể hiện trong chương 1, tiến hành thực hiện mô hình thí nghiệm ủ compost với nguồn nguyên liệu vỏ hạt tiêu. Qua quá trình vận hành, theo dõi các, điều chỉnh các chỉ số như độ ẩm, nhiệt độ trong suốt quá trình diễn ra trong các mô hình ủ theo đúng quy trình để cho ra sản phẩm compost cuối cùng. Qua đó đánh giá kết quả thu được và đưa ra quy trình, công thức phối trộn thích hợp để cho ra sản phẩm compost đạt tiêu chuẩn quy định.

2.1.1 Mục tiêu:

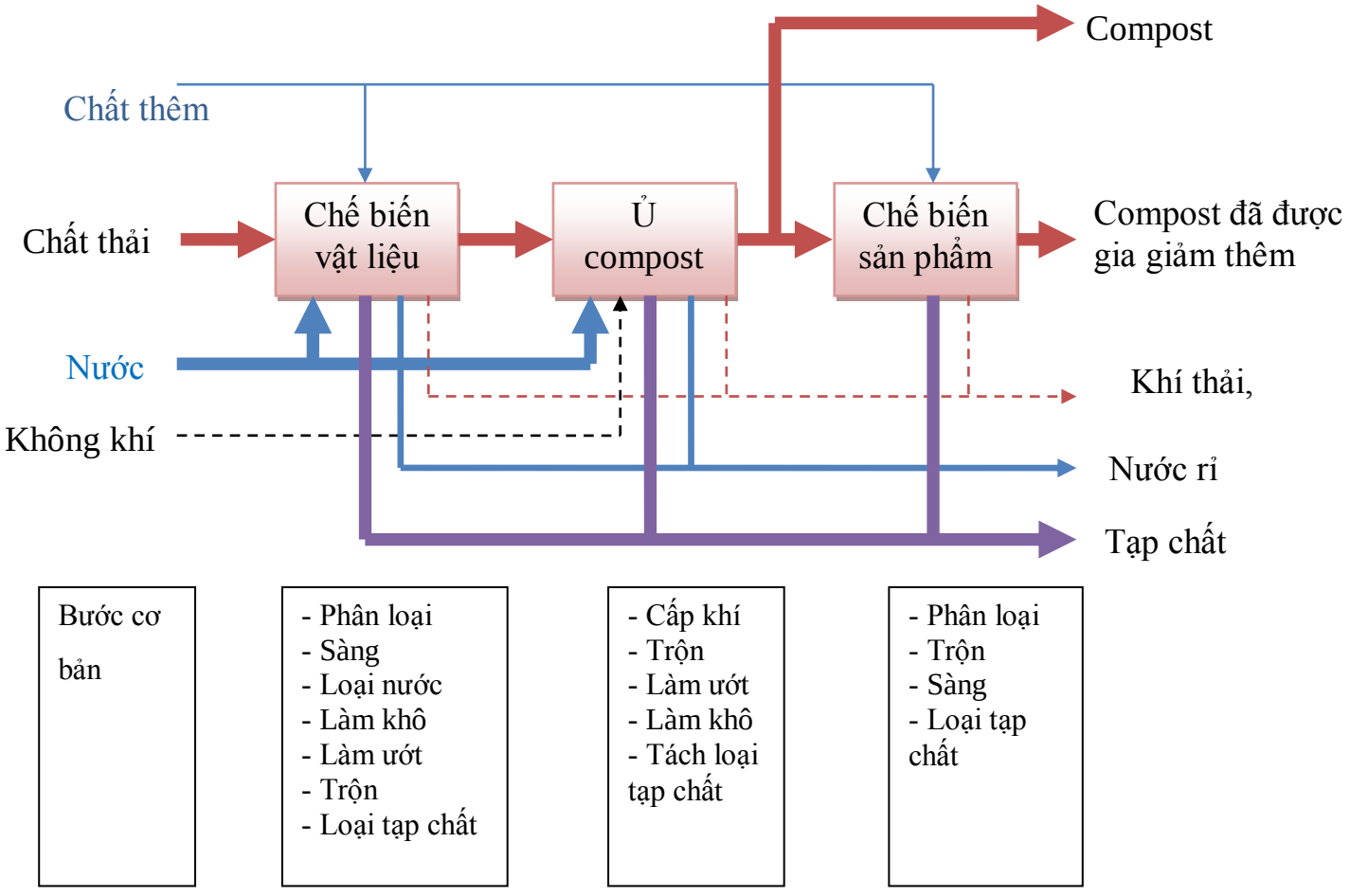
Mục tiêu của quá trình compost chính là: Ổn định sinh học, giảm thể tích và khối lượng chất thải, làm khô, loại bỏ tối đa các chất độc đối với thực vật, hạt hay những phần của cây và tiêu diệt các mầm bệnh.

2.1.2 Nguồn nguyên liệu

Nguồn nguyên liệu để ủ compost phải là nguồn nguyên liệu hữu cơ (chất thực vật) thông qua quá trình ủ compost và thông qua các loài động vật không xương sống (sâu bộ, giun đất) và vi sinh vật (vi khuẩn, nấm) chuyển hóa các nguồn nguyên liệu này thành phân bón. Để các quá trình diễn ra nhanh và ổn định thì kích thước của nguyên liệu cũng phải thỏa mãn các điều kiện ủ. Theo đó, kích thước thích hợp khoảng 3-50mm. So sánh với kích thước vỏ hạt tiêu làm nguyên liệu để làm compost là thích hợp.

2.1.3 Kỹ thuật làm phân compost

Sản xuất compost bao gồm các khâu chuẩn bị và gia giảm vật liệu thô, sau đó mới là quá trình compost thực sự (hình 2.1). Mục tiêu của quá trình chuẩn bị vật liệu ban đầu là để tối ưu hóa cho quá trình compost xảy ra sau đó loại bỏ những tạp chất và cũng là để bảo vệ thiết bị sử dụng, giảm hàm lượng kim loại nặng đầu vào và các tạp chất có thành phần hữu cơ gây độc và để đạt yêu cầu chất lượng cho compost thành phẩm.Những bước cơ bản của quá trình chuẩn bị và gia giảm vật liệu thô như sau:



Hình 2.1 Sơ đồ cơ bản quá trình ủ compost

2.1.4 Các mô hình ủ compost.

Để thực hiện mô hình thí nghiệm ủ compost với nguồn nguyên liệu vỏ hạt tiêu. Có 2 mô hình ủ compost có thể nghiên cứu áp dụng như sau:

2.1.4.1 Mô hình ủ không cần bể:

Mô hình ủ copost này có 2 hai chính gồm: Làm compost trên đồng và làm compost dạng luống. Vì tính chất quy mô nhỏ (phòng thí nghiệm) nên không thực hiện mô hình ủ không cần bể để thực hiện mô hình thí nghiệm trong đồ án. Tuy nhiên cũng có thể nghiên cứu áp dụng với quy mô lớn khi thực hiện mô hình lớn hơn, ngoài thực tế.

Các loại hệ thống compost không cần bể:

- Compost trên đồng ruộng;
- Compost đánh luống: thông khí tự nhiên, tạo đống ủ một lần;
- Compost đánh luống: thông khí tự nhiên, đống ủ dạng ngang;
- Compost đánh luống: thông khí tự nhiên, đống ủ dạng đứng;
- Compost đánh luống: Thổi khí áp lực, thoát khí;
- Compost đánh luống: Thổi khí áp lực, không thoát khí;

2.1.4.2 Mô hình ủ compost trong bể.

Compost được ủ tại những nơi có không gian giới hạn (bể, thùng, kho, ống) với bơm không khí thường xuyên. Các dạng công nghệ ủ compost dạng bể được phân loại theo dạng vật liệu thải đầu vào. Hầu như tất cả các loại bể này điều phải kiểm soát được quá trình bơm cấp khí cũng như thu và xử lý khí thải tạo ra. Việc cho các chất để thúc đẩy quá trình diễn ra cũng thuận lợi khi sử dụng các loại bể này.

1. Bể dòng ngang:

- *Dạng tĩnh và lớp rắn cố định:*

Đây là dạng mẻ, vật liệu được nhồi nhờ máy xúc hay băng chuyền vào một bể ngang, trên phủ bằng tấm tôn hoặc vải bố. Không khí được cấp bằng

những hệ thống đường ống lắp dưới đấy bể hay từ những lỗ trên nền bể. Tốc độ thổi khí được kiểm soát dựa trên nhiệt độ đo được trong vật liệu và nồng độ oxy/cacbonic trong không khí. Thời gian phản ứng có thể từ vài ngày đến vài tuần. Sản phẩm cuối cùng có thể không đồng nhất và chưa ổn định về mặt sinh học tình trạng này có thể là do đảo trộn không hợp lý hoặc không đủ nước và khí thổi chỉ theo một hướng.

- *Dạng trộn lớp rắn.*

Trong hệ thống này chất thải được đảo trộn cơ học có thể thêm nước, thiết bị sử dụng có thể đảo trộn vật liệu theo chiều ngang hay chiều thẳng đứng bằng mô tơ hay trục xoay, băng tải hay máy xúc. Có thể tự động hóa toàn bộ quá trình.

2. Bể dòng đứng:

Trong hệ thống này vật liệu được đưa vào theo dòng đứng, theo hoặc không theo chu kỳ. chất thải được đưa vào từ trên xuống đáy lấp đầy dần dần lên trên, hoặc đùn từ đáy lên trên. Không khí được thổi từ dưới lên trên qua hệ thống ống đặt lẫn trong lớp vật liệu theo chiều thẳng đứng. Quá trình này có thể tự động hóa hoàn toàn.

3. Bể dạng trống xoay.

Vật liệu được đưa vào bể theo chiều ngang, lúc này bể đang xoay chậm và được thổi khí. Mức độ nhồi khoảng 50% thể tích. Vật liệu được đưa đi, đưa lại, xoay tròn từ đầu này tới đầu kia của bể, do vật vật liệu được trộn đều. quá trình tự sinh nhiệt diễn ra sau khoảng thời gian ngắn. Có thể thêm nước. Bể này cũng có thể dùng để phối trộn vật liệu.

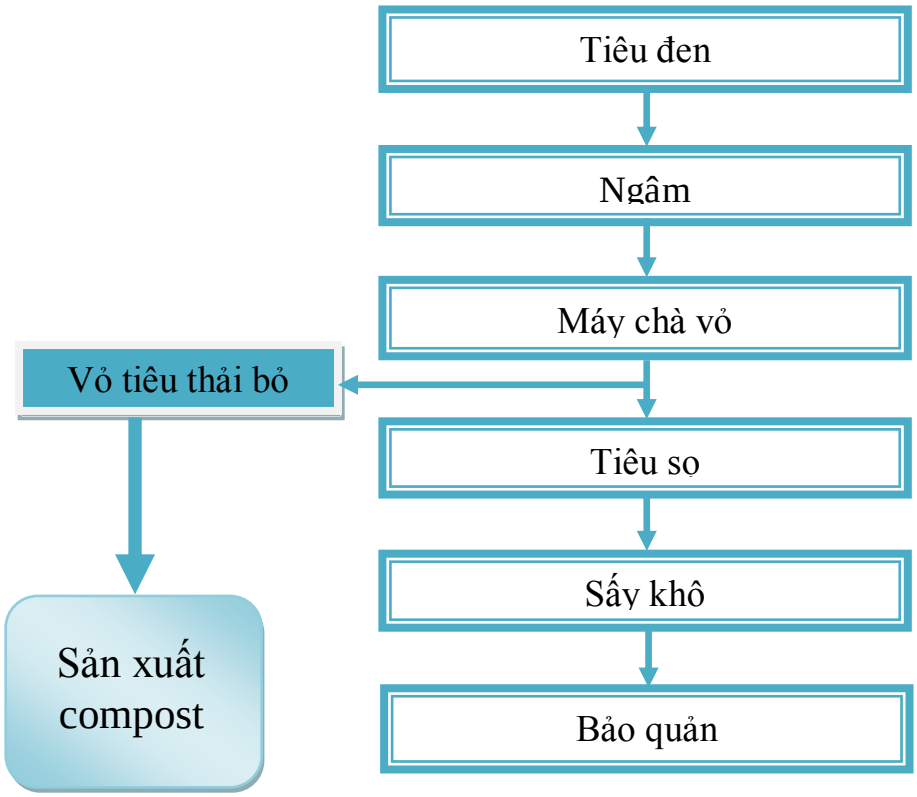
2.2. Nghiên cứu thực nghiệm

2.2.1. Phân tích chỉ tiêu đầu vào

Nguồn nguyên liệu chính để sản xuất compost là vỏ tiêu thải ra từ quá trình sản xuất tiêu trắng (tiêu sọ).

Sơ lược nguồn gốc nguyên liệu vỏ tiêu:

Hạt tiêu đen sau khi được phân loại bỏ hạt lép sẽ được chọn để sản xuất tiêu sọ. Hạt tiêu được ngâm nước sau đó cho qua máy chà vỏ để tách vỏ làm tiêu sọ. Vỏ tiêu được tách ra khỏi hạt tiêu sọ và thải ra ngoài theo nước qua hệ thống chắn rác vỏ tiêu được cào lên thải bỏ. Hạt tiêu sọ sau đó được rửa sạch bằng nước và đêm sấy hoặc phơi khô đủ tiêu chuẩn sau đó đưa vào kho bảo quản.



Hình 2.3: Quy trình sản xuất tiêu sọ

Các chỉ tiêu đầu vào của vỏ tiêu: Từ nguồn nguyên liệu được thu gom ta tiến hành phân tích các chỉ tiêu để xác định các thành phần phối trộn hợp lý cho quá trình compost và kết quả các chỉ tiêu về hóa lý của nguyên liệu vỏ tiêu sọ như sau:

Bảng 2.2: Tổng hợp kết quả phân tích nguyên liệu vỏ tiêu

STT	CHỈ TIÊU	ĐƠN VỊ	KẾT QUẢ
1	Khối lượng riêng	kg/m3	300
2	pH		6
3	Độ ẩm	%	52.4
4	Hàm lượng Cacbon	%	54.12
5	Hàm lượng Nitơ	%	4.26
6	Tỷ lệ C/N		12.7

Qua kết quả phân tích nhận thấy nguyên liệu vỏ tiêu thích hợp cho quá trình sản xuất compost. Khối lượng riêng của nguyên liệu khoảng 300 kg/m^3 nên có thể sử dụng mô hình ủ khoảng 25 lít, tương ứng với 7,5 kg vỏ tiêu.

2.2.2. Mô hình thí nghiệm:

Để thực hiện Mô hình thí nghiệm trong đồ án "Nghiên cứu công nghệ sản xuất compost từ vỏ tiêu đen để phục vụ cho nông nghiệp". Qua đó đánh giá so sánh các chỉ số của mô hình để xác định công nghệ thích hợp nhất cho sản xuất compost từ vỏ hạt tiêu. Trong quá trình thực hiện, do điều kiện thời gian và kinh phí nên chỉ có thể thực hiện 2 mô hình (một đối chứng và một thực nghiệm). Từ kết quả phân tích các chỉ tiêu của nguồn nguyên liệu đầu vào, để quá trình compost diễn ra nhanh hơn, chất lượng compost tốt hơn. Các nguồn nguyên vật liệu của 2 mô hình ủ được trình bày trong phần sau:

2.2.2.1 Các nguyên vật liệu thực hiện mô hình:

- Thùng xốp (24,5*35*30)cm^3 : 2 thùng
- Cân 12kg : 1 cái
- Bơm thổi khí : 1 cái
- Hệ thống ống dẫn khí : 1 hệ thống

- Nhiệt kế : 2 cái
- Bút đo pH : 1 cái
- Bình phun vi sinh, bổ sung nước : 1 cái
- Vỏ tiêu : 15 kg
- Phân gà : 1kg
- Vôi : 0,2kg
- Đường cát : 0,04 kg.
- Chế phẩm sinh học : 100g
- Nước

Tiến hành quy trình ủ:

Sau khi chuẩn bị các nguyên vật liệu đã được thống kê ở trên ta tiến hành thí nghiệm ủ compost với hai môi hình ủ (1 thực nghiệm và một đối chứng). Các bước tiến hành:

2.2.2.2 Mô hình thực nghiệm

- Chuẩn bị thùng xốp;
- Lắp đặt hệ thống ống thổi khí đã được khoan lỗ vào đáy thùng;
- Cân xác định khối lượng của thùng xốp.
- Lắp đặt mô tơ thổi khí vào hệ thống ống dẫn khí.

Cân nguyên liệu vỏ tiêu, phân gà, đường cát, vôi, chế phẩm sinh học BIO-EM (theo bảng 2.1). Vỏ tiêu, phân gà và vôi được phối trộn đều trên sàn.

Hoạt hóa chế phẩm sinh học :

Tiến hành hoạt hóa men vi sinh bằng cách

Chế phẩm sinh học BIO -EM = 100g

Nước sạch = 3 lít

Đường cát = 0,02 kg

Cho vào thau khuấy tan đều , che đậy tránh ánh sáng bụi b ẩn bay vào sau đó để vi sinh vật lên men sau 3 – 4 ngày; dùng bình phun tưới dung dịch đã được hoạt hóa vào thùng ủ.

Cách tưới dung dịch như sau: Tiến hành rải 1 phần hỗn hợp vỏ tiêu , phân gà, vôi đã trộn rồi tưới đều chế phẩm lên lớp phân rác đã rải. Cứ tiếp tục từng lớp như thế cho đến khi hoàn thành . Trong quá trình tưới thực hiện động tác xáo trộn để chế phẩm được phân phối đều lên nguyên liệu ủ. Bên cạnh đó do nguyên liệu khô nên bổ sung thêm nước để duy trì độ ẩm trong khoảng 40-60% và sử dụng phương pháp "thử nén chặt" để xác định độ ẩm (cách làm: lấy một nắm vật liệu bóp mạnh, nếu nước chảy ra là được).

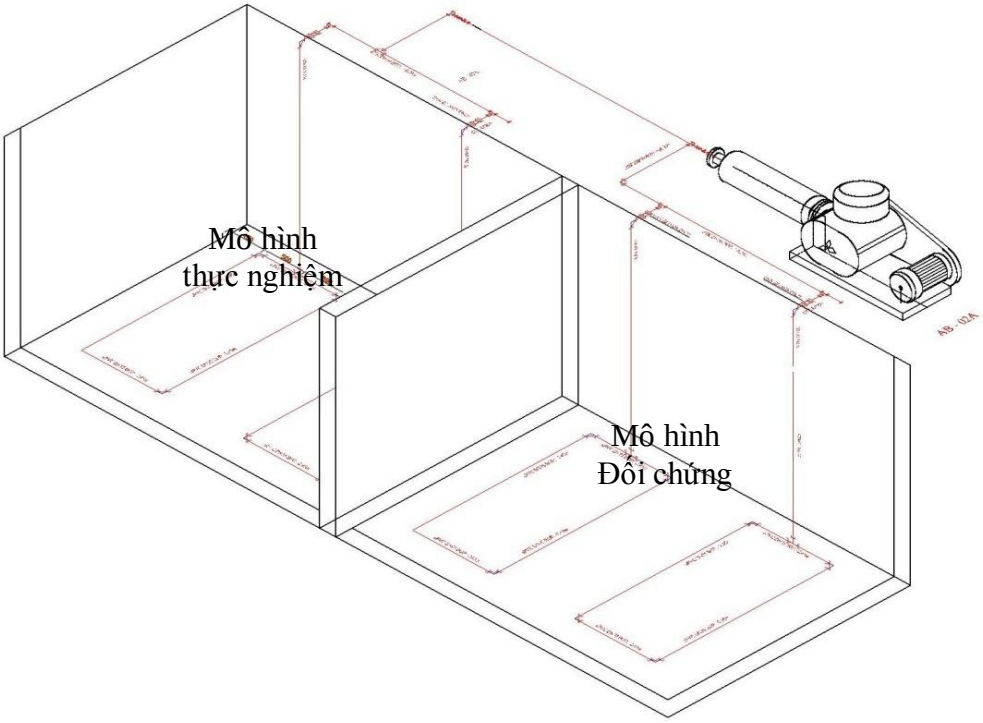
2.2.2.3 Mô hình đối chứng.

Tiến hành tương tự như mô hình thực nghiệm. Tuy nhiên mô hình này không sử dụng chế phẩm BIO – EM để tưới vào nguyên liệu ủ, các bước cho nguyên liệu ủ vào thùng tiến hành tương tự như mô hình thực nghiệm nhưng ở đây chỉ phun nước để đảm bảo độ ẩm.

Sau khi rải hết nguyên liệu vào thùng ủ ta cũng tiến hành xục khí để cung cấp oxy cho hai thùng ủ và lắp đặt nhiệt kế vào hai thùng ủ để theo dõi diễn biến nhiệt độ và vận hành quá trình ủ compost.

Bảng 2.1 Bảng khối lượng các nguyên liệu đầu vào

Mô hình	Vỏ tiêu (kg)	Phân gà (kg)	Vôi (kg)	Đường cát (kg)	Chế phẩm EM (g)
Đối chứng	7,5	0,5	0,1	0,02	0
Thực nghiệm	7,5	0,5	0,1	0,02	100



Hình 2.2 Mô hình ủ phân compost

Hình 2.3 Mô hình compost sau khi lắp đặt

2.2.3. Vận hành mô hình compost

Sau khi lắp đặt 2 mô hình ủ compost ta tiến hành theo dõi và vận hành mô hình để đảm bảo các yếu tố tối ưu nhất cho quá trình ủ. Tại hai thùng xốp ủ compost có cắm 2 nhiệt kế để theo dõi nhiệt độ hàng ngày trong suốt quá trình ủ để điều chỉnh tốc độ thổi khí, tránh thất thoát nhiệt độ gây hiện tượng mất nhiêt. Bên cạnh đó vận hành 2 mô hình cần chú trọng bổ sung nước để duy trì độ ẩm. Trong suốt quá trình vận hành các thông số được vận hành và điều chỉnh như sau:

Chế độ bơm sục khí: Trong 2 ngày đầu sục khoảng 12 giờ/ ngày để cung cấp oxy cho các vi sinh vật. Để tránh hiện tượng mất nhiệt trong những ngày sau duy trì thời gian sục khí trong khoảng 3 giờ/ngày.

Chế độ xáo trộn: Tiến hành xáo trộn để bổ sung nước 1 tuần/ 1 lần. Do quá trình sục khí hàng ngày nên vật liệu ủ ở đấy thùng có xu hướng mất nước làm giảm độ ẩm của vật liệu nên phải tiến hành xáo trộn để bổ sung nước.

Trong quá trình vận hành duy trì độ ẩm trong khoảng 40 – 60% và ghi kết quả hàng ngày.

Nhiệt độ, cũng được theo dõi hàng ngày và ghi lại kết quả.

Giá trị pH được xác định 3 ngày một lần.

Độ sụt giảm thể tích xác định 3 ngày 1 lần.

Hàm lượng cacbon và Nitơ cũng được xác định 3 ngày một lần.

2.3. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

2.3.1. Phương pháp phân tích.

- Phương pháp xác định nhiệt độ

Nhiệt kế thủy ngân được đặt vào giữa khối nguyên liệu ủ và ghi nhận nhiệt độ mỗi mô hình mỗi ngày .

- Xác định độ sụt giảm thể tích

Đo chiều cao mặt thoáng bên trong mô hình ủ mỗi ngày để xác định độ sụt giảm thể tích hàng ngày .

- Phương pháp xác định pH:

Giá trị pH được xác định bằng phương pháp lấy 1 g mẫu hòa tan trong 30 ml nước cất và dùng bút đo pH để xác định pH trong mẫu phân tích.

- Phương pháp xác định độ ẩm:

Độ ẩm được xác định hàng ngày bằng phương pháp thử nén chặt. Ngoài ra định kỳ 3 ngày phân tích độ ẩm một lần bằng phương pháp sấy ở 130^0c đến khối lượng không đổi đối với nguyên liệu vỏ tiêu thời gian sấy trong khoảng thời gian là 2 giờ. Từ đó xác định độ ẩm của mẫu phân tích.

Công thức xác định độ ẩm

$$\mathbf{M(\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1}.100\%$$

Với :

m_1 : khối lượng rác ban đầu

m_2 : khối lượn g rác sau sấy ($m_2 = m - m_0$)

m_0 : khối lượng đĩa sấy

m : khối lượng điã sấy và rác cân được sau sấy

- Phương pháp xác định hàm lượng cacbon

Để xác định hàm lượng cacbon, trước tiên sấy khô sản phẩm đến khối lượng không đổi (làm mất nước trong mẫu phân tích) sau đó nung ở 550^0c trong vòng 5 giờ, sau đó hút ẩm và cân để xác định hàm lượng cacbon.

Hàm lượng cacbon được xác định bằng công thức:

$$\%C = \frac{m_1 - m_2}{1{,}8 * m_1}.100$$

Trong đó:

m_1: khối lượng sau khi sấy

m_2: khối lượng sau khi nung

- Phương pháp xác định hàm lượng Nitơ

Nitơ được xác định bằng phương pháp Kjeldahl.

Hàm lượng % Nitơ tổng số được xác định theo công thức:

$\%N = [1,42*(V_1-V_2)*100/a]*2$

Trong đó:

V_1: số ml H_2SO_4 cho vào bình hứng

V_2: Số ml NaOH 0,1N đã chuẩn độ

a: số mg nguyên liệu

1,42: hệ số, cứ 1 ml H_2SO_4 dùng để trung hòa NH_4OH thì tương đương với 1,42 mg N

2.3.2. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu sau khi được phân tích được xử lý bằng các phương pháp:

- Phương pháp phân tích:

Sử dụng các tài liệu, tiêu chuẩn, quy chuẩn để thu tập mẫu, phân tích các chỉ tiêu về pH, nhiệt độ, độ ẩm, hàm lượng cacbon, hàm lượng Nitơ.

- Phương pháp tổng hợp số liệu, vẽ biểu đồ bằng phần mềm excel.

Sau khi có các số liệu ghi chép, phân tích trong suốt quá trình vận hành ủ compost tiến hành tổng hợp số liệu dạng bảng bằng phần mền excel. Từ bảng số liệu đó ta xây dựng các biểu đồ thể hiện sự biến đổi của các chỉ tiêu

theo dõi, phân tích như: pH, nhiệt độ, độ ẩm, hầm lượng cacbon, hàm lượng Nitơ.

- Phương pháp so sánh.

Sau khi phân tích, tổng hợp số liệu so. Tiến hành so sánh các chỉ tiêu của compost giữa hai mô hình ủ với nhau. Bên cạnh đó kết quả phân tích các thành phần dinh dưỡng có trong phân compost với Tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt. Từ đó có thể xác định thành phần các chất chủ yếu (N, P, K) để phối trộn vào phân nhằm tăng chất lượng compost.

CHƯƠNG 3:

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thông số vận hành.

Quá trình vận hành hệ thống composts bắt đầu từ thành phần nguồn nguyên liệu phối trộn để tiến hành ủ (Bảng 2.1). Độ ẩm duy trì trong khoảng 40-60%. Nhiệt độ trong mô hình ủ compost (giai đoạn đầu của quá trình ủ compost, nhiệt độ sẽ tăng từ nhiệt độ môi trường đến 50 ÷ 60^{o}C do sự hoạt động của các vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ và duy trì ở nhiệt độ này trong 5 ÷ 7 ngày. Sau đó, nhiệt độ trong đống ủ bắt đầu giảm xuống đến nhiệt độ môi trường. Đây là dấu hiệu cho biết compost trong giai đoạn ổn định).

Chất hữu cơ còn lại trong compost (chất hữu cơ sẽ giảm nhanh ở giai đoạn đầu trong quá trình ủ, nhưng sau đó, hàm lượng chất hữu cơ sẽ không tăng nữa khi compost bắt đầu ở giai đoạn ổn định.

3.2. Kết quả.

3.2.1. Độ sụt giảm thể tích.

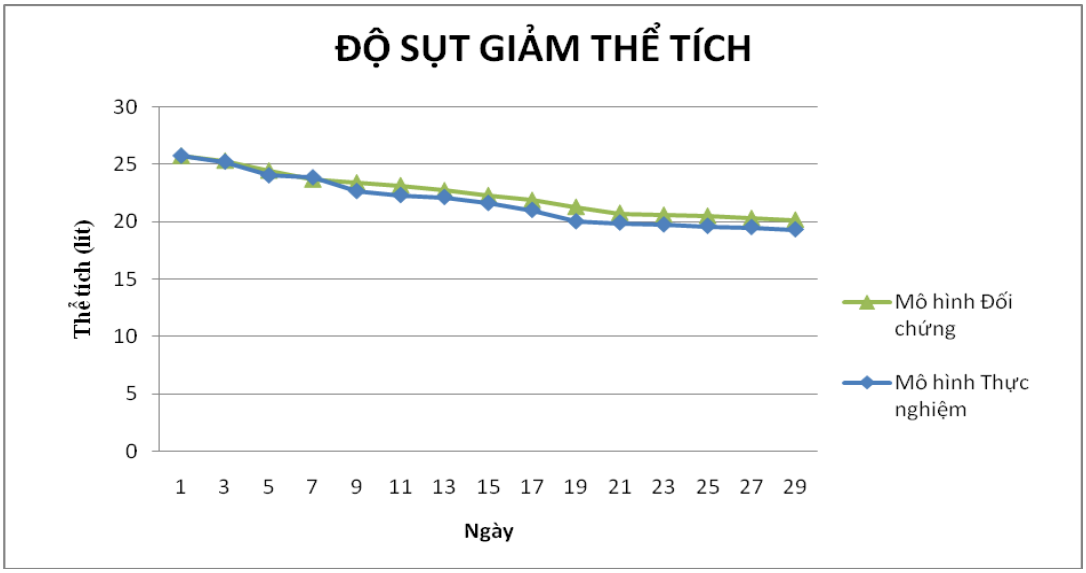
Để xác định thể tích của mô hình ủ, định kỳ 3 ngày đo mức sụt giảm chiều cao của nguyên liệu ủ compost trong thùng ủ. Từ đó xác định thể tích của toàn bộ khối ủ. Trong thời gian ủ, thể tích của hai mô hình được trình bày theo bảng sau:

Bảng 3.1: Độ sụt giảm thể tích của mô hình

Ngày	Mô hình	
	Đối chứng (lít)	Thực nghiệm(lít)
1	25.725	25.725
3	25.3	25.21
5	24.44	24.01
7	23.66	23.84
9	23.4	22.64
11	23.15	22.29

13	22.72	22.12
15	22.29	21.6
17	21.87	21
19	21.27	20
21	20.75	19.89
23	20.58	19.72
25	20.5	19.6
27	20.3	19.5
29	20.15	19.3

Biểu đồ 3.1: Biến thiên của thể tích trong quá trình ủ



Nhìn chung độ sụt giảm thể tích trong 2 mô hình thùng ủ là tương đương nhau và không đáng kể , sau 8 ngày chiều cao nguyên liệu trong các mô hình ủ giảm còn 27 cm so với chiều cao ban đầu là 30 cm. Như vậy thể tí ch khối ủ giảm nhanh trong những ngày đầu vì trong giai đoạn này xảy ra hiện tượng thoát hơi nước , giảm độ ẩm và nguồn nguyên liệu hữu cơ bị vi sinh vật phân huỷ.

Đến ngày 29 thể tích của các thùng còn lại khoảng 20,15 lít đối với mô hình thực nghiệm và 19,3 lít đối với mô hình đối chứng. Qua đó cho thấy mô hình thực nghiệm cho kết quả tốt hơn thể hiện quả thể tích giảm nhiều hơn mô hình đối chứng

Hình 3.1 Độ sụt giảm thể tích của mô hình

3.2.2. Nhiệt độ

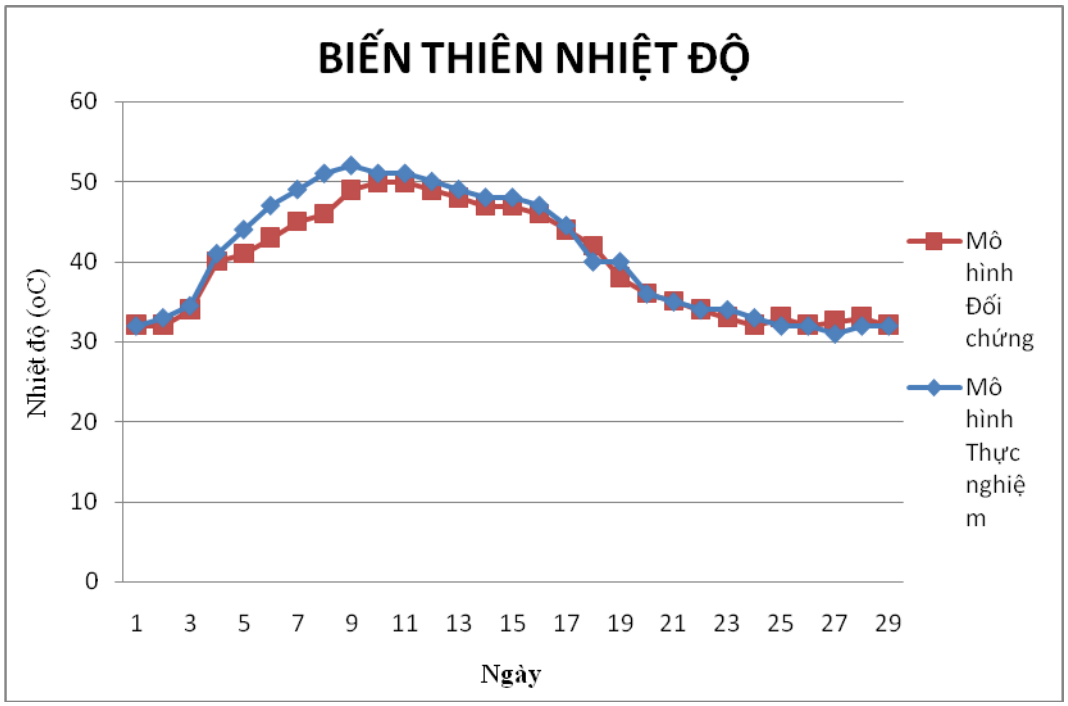
Nhiệt độ được theo dõi hàng ngày và ghi lại số liệu nhiệt độ. Đồng thời theo dõi nhiệt độ để điều chỉnh thời gian thổi khí để tránh hiện tượng mất nhiệt trong quá trình ủ. Kết quả đo nhiệt độ của 2 mô hình trong quá trình ủ như sau:

Bảng 3.2: Bảng kết quả đo nhiệt độ

Ngày	Mô hình	
	Đối chứng	Thực nghiệm
1	32	32
2	32	33
3	34	34.5
4	40	41
5	41	44
6	43	47
7	45	49
8	46	51
9	49	52
10	50	51

11	50	51
12	49	50
13	48	49
14	47	48
15	47	48
16	46	47
17	44	44.5
18	42	40
19	38	40
20	36	36
21	35	35
22	34	34
23	33	34
24	32	33
25	33	32
26	32	32
27	32.5	31
28	33	32
29	32	32

Biểu đồ 3.2: Biến thiên nhiệt độ



Qua kết quả theo dõi nhiệt độ của 2 mô hình ủ . Nhiệt độ trong hai mô cũng đạt cao nhất là 52^0C (ở mô hình thực nghiệm trong ngày thứ 9). Đối với

mô hình đối chứng nhiệt độ cũng lên đến 50^0C trong ngày thứ 10 và ngày thứ 11. Từ ngày thứ 5 trở đi do quá trình phân hủy sinh học xảy ra mạnh kèm theo sự tỏa nhiệt nên giai đọan này nhiệt độ tăng cao. Nhiệt độ dần hạ thấp đến kh i bằng nhiệt độ môi trường . Nhiệt độ giảm dần đến nhiệt độ môi trường là do khối lượng nguyên liệu cho vào ủ ít , quá trình phân hủy diễn ra chậm dần và do quá trình sục khí ở đáy bể . Mô hình thực nghiệm với sự bổ sung chế phẩm sinh học nên nhiệt độ đa phần cao hơn mô hình đối chứng điều này cho thấy sự phân huỷ sẽ xảy ra tốt nhất khi có sự tăng cường sinh học.

3.2.3. pH

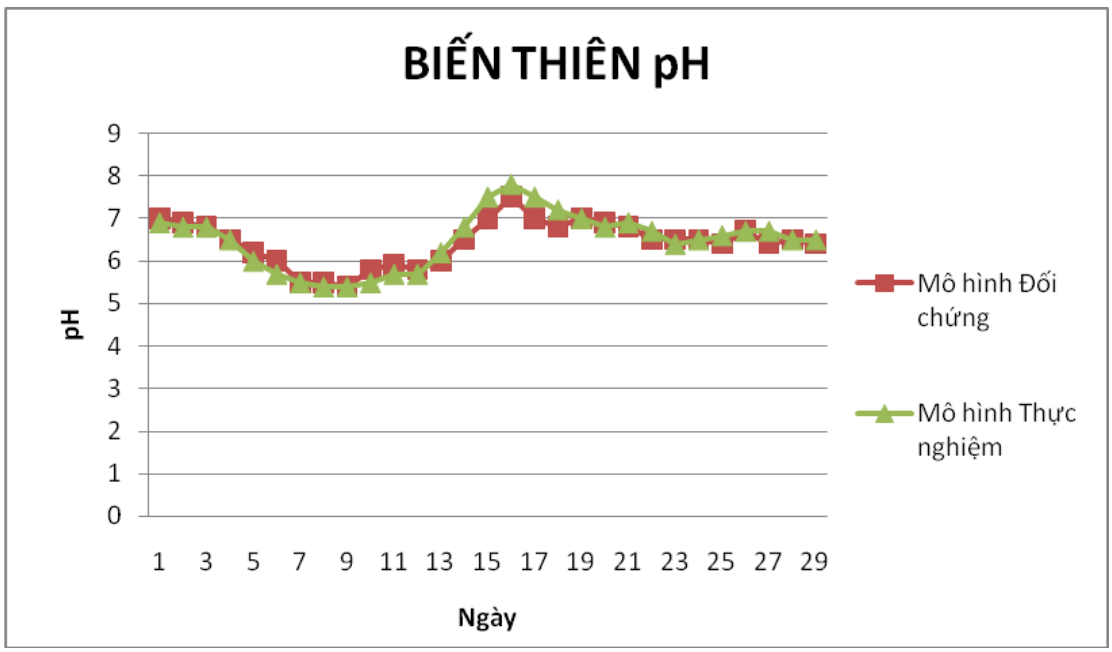
Giá trị pH được theo dõi trong suốt quá trình ủ. Các giá trị pH được thể hiện theo bảng sau:

Bảng 3.3 Kết quả đo pH

Ngày	Mô hình	
	Đối chứng	Thực nghiệm
1	7	6.9
2	6.9	6.8
3	6.8	6.8
4	6.5	6.5
5	6.2	6
6	6	5.7
7	5.5	5.5
8	5.5	5.4
9	5.4	5.4
10	5.8	5.5
11	5.9	5.7
12	5.8	5.7
13	6	6.2
14	6.5	6.8

15	7	7.5
16	7.5	7.8
17	7	7.5
18	6.8	7.2
19	7	7
20	6.9	6.8
21	6.8	6.9
22	6.5	6.7
23	6.5	6.4
24	6.5	6.5
25	6.4	6.6
26	6.7	6.7
27	6.4	6.7
28	6.5	6.5
29	6.4	6.5

Biểu đồ 3.3: Biến thiên giá trị pH



Qua kết quả phân tích Giá trị pH giao động trong khoảng 5,4 –7,8và cả 2 mô hình pH giao động tương đương nhau. Trong đó mô hình đối chứng pH giao động từ 5.4 đến 7,5; mô hình thực nghiệm ph giao động trong khoảng 5.4 đến 7,8. Từ ngày thứ nhất đến ngày thứ 3 giá trị pH của 2 mô hình có hiện tượng giảm nhưng không đáng kể. Tuy nhiên đến ngày thứ 5 đến ngày thứ 13 giá trị pH của 2 mô hình giảm mạnh và duy trì dưới mức pH = 6.2 chứng tỏ giai đoạn này các vi sinh vật, nấm tiêu thụ các hợp chất hữu cơ và thải ra các acid hữu cơ dẫn đến pH giảm thấp. Mô hình thực nghiệm có bổ sung vi sinh nên tốc độ phân hủy diễn ra nhanh hơn và ph cũng thấp hơn so với mô hình đối chứng. sau ngày thứ 13 giá trị pH tăng lên do quá trình phân hủy axit tạo các amoni. Tiếp đến là quá trình phân giải amoni nên pH giảm xuống và duy trì ổn định trong khoảng 6.4 đến 6.9. Các mô hình tuy có sự biến thiên của pH nhưng giá trị ph vẫn nằm trong tiêu chuẩn quy định.

3.2.4. Độ ẩm

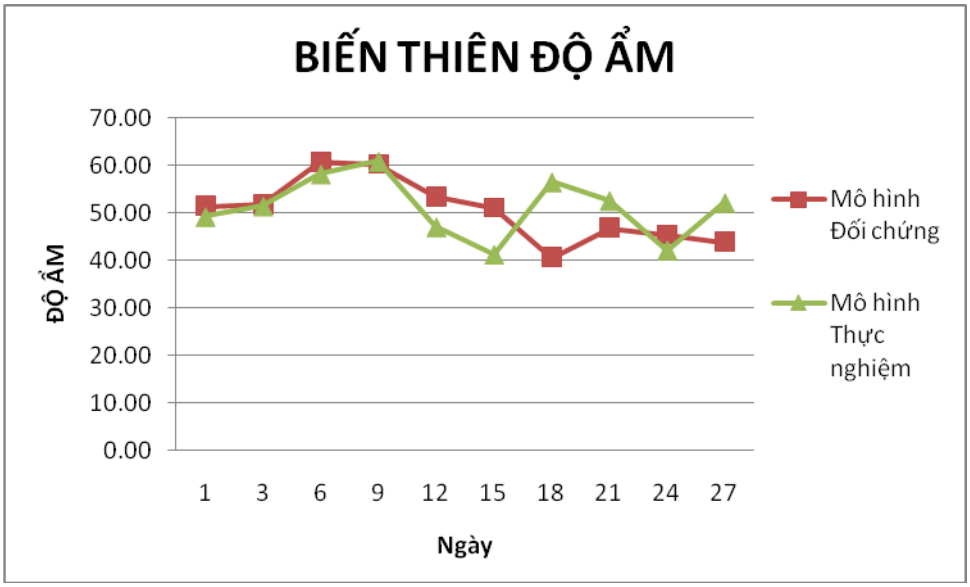
Để quá trình compost diễn ra tốt nước được bổ sung thường xuyên để duy trì độ ẩm của nguyên liệu ủ trong khoảng 40 - 60 %. Kết quả đo độ ẩm như sau:

Bảng 3.4: kết quả đo độ ẩm

Ngày	Mô hình	
	Đối chứng	Thực nghiệm
1	51.37	49.20
3	51.71	51.40
6	60.68	58.20
9	60.25	60.89

12	53.38	47.03
15	50.97	41.21
18	40.51	56.49
21	46.79	52.58
24	45.32	42.15
27	43.84	52.14

Biểu đồ 3.4 : Biến thiên độ ẩm



Do quá trình bổ sung nước thường xuyên trong quá trình ủ nên độ ẩm của hai mô hình ủ được duy trì trong khoảng 40,51% đến 60,89%. Đảm bảo độ ẩm cần thiết cho quá trình ủ compost. Đối với mô hình đối chứng độ ẩm duy trì trong khoảng 40,51% đến 60,68%. Trung bình là 50,48%. Đối với mô hình thực nghiệm độ ẩm duy trì trong khoảng 41,21% đến 60,89%. Trung bình là 51,13%. Độ ẩm có sự thay đổi giữa hai mô hình là do quá trình bổ sung nước bằng tay nên có sự biến thiên khác nhau. Ngày thứ 9 hai mô hình

cho kết quả độ ẩm cao là do quá trình bổ sung nước vào để duy trì độ ẩm tối ưu cho quá trình.

Giá trị độ ẩm của 2 mô hình được điều khiển bằng cách bổ sung nước nên có sự giao động lớn, tuy nhiên hai mô hình ủ không có sự chênh lệch đáng kể và độ ẩm vẫn duy trì ở mức hợp lý cho quá trình ủ. Các mô hình ủ đều cho kết quả tối ưu trong quá trình ủ.

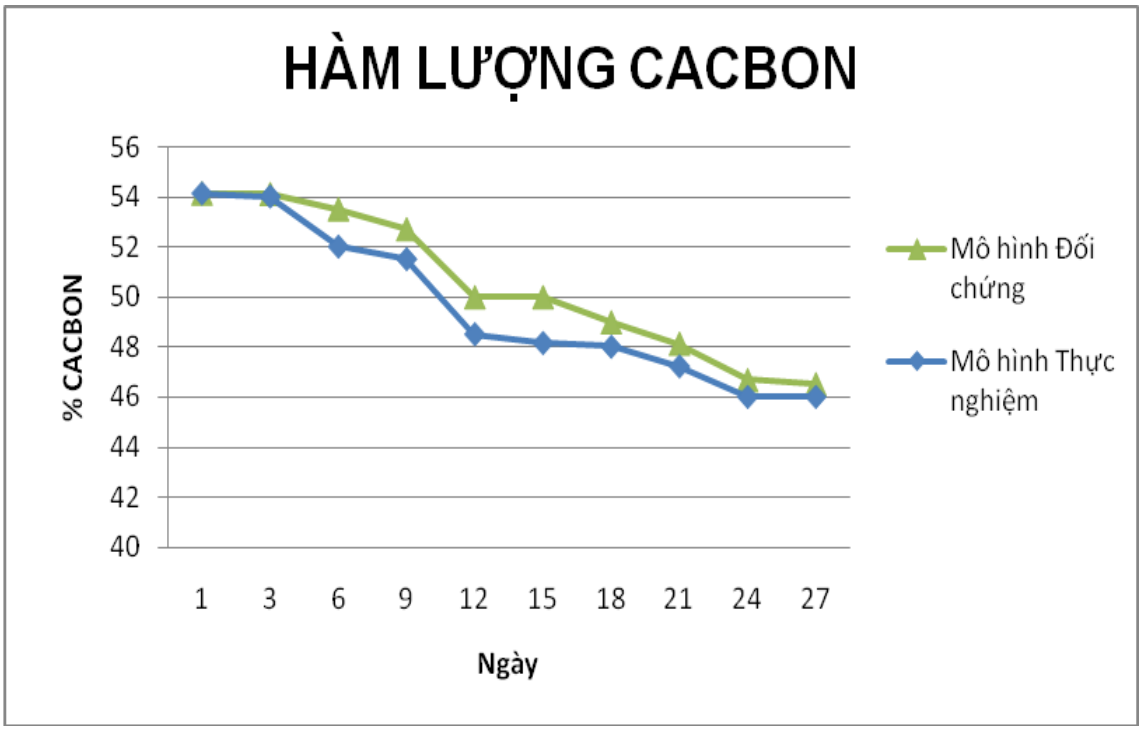
3.2.5. Hàm lượng C

Tốc độ biến thiên hàm lượng carbon trong khối compost thể hiện tốc độ phân hủy sinh học diễn ra trong khối compost . Hàm lượng cacbon được xác định bằng phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm với mật độ 3 ngày một lần. Kết quả Hàm lượng cacbon của 2 mô hình như sau:

Bảng 3.5 Kết quả hàm lượng cacbon

Ngày	Mô hình	
	Đối chứng	Thực nghiệm
1	54	54.12
3	54	54
6	54	52
9	53	51.5
12	50	48.5
15	50	48.15
18	49	48
21	48	47.22
24	47	46
27	47	46

Biểu đồ 3.5: Biến thiên của hàm lượng cacbon



Kết quả phân tích từ ngày đầu tiên đến ngày thứ 27 hàm lượng cacbon đối với mô hình đối chứng giảm từ 54% đến 47%; đối với mô hình thực nghiệm giảm từ 54,12 đến 46%. Từ kết quả đó nhận thấy hàm lượng carbon trong 2 mô hình ủ có xu hướng suy giảm vì hàm lượng cacbon mất đi do quá trình chuyển hóa tành CO_2 trong quá trình ủ.

So sánh hai mô hình thì mô hình thực nghiệm (có sử dụng chế phẩm sinh học) hàm lượng cacbon giảm nhanh hơn mô hình đối chứng (không sử dụng chế phẩm sinh học), chứng tỏ chế phẩm sinh học có tác dụng tăng cường tốc độ phân hủy sinh học trong khối compost.

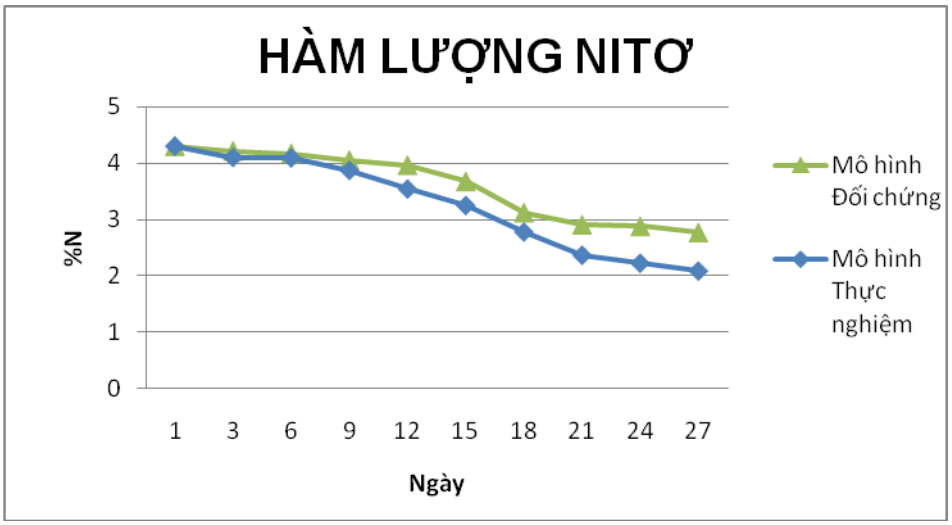
3.2.6. Hàm lượng N

Cũng giống như hàm lượng cacbon, hàm lượng nitơ cũng được xác định với mật độ 3 ngày 1 lần và được đo trong 10 lần. Kết quả hàm lượng nitơ thể hiện trong bảng sau:

Bảng 3.6 Kết quả hàm lượng Nitơ

Ngày	Mô hình	
	Đối chứng	Thực nghiệm
1	4.3	4.3
3	4.214	4.1
6	4.17	4.09
9	4.05	3.87
12	3.96	3.54
15	3.67	3.25
18	3.115	2.78
21	2.9	2.37
24	2.87	2.23
27	2.76	2.09

Biểu đồ 3.6 Sự biến thiên của hàm lượng nitơ



Hàm lượng %N có ảnh hưởng rất lớn đến sự hoạt động của VSV vì nếu %N thấp nó sẽ ức chế sự hoạt động của VSV, trong quá trình ủ thì %N luôn thay đổi.

Ta thấy rằng %N ở cả hai mô hình đều giảm, theo nguyên tắc thì trong quá trình ủ lượng %N sẽ chuyển hóa sang dạng amon và nitrat, lượng amon

này có thể chuyển thành nitrat hoặc mất đi dưới dạng NH_3 như vậy %N sẽ giảm.

Qua kết quả phân tích cho thấy hàm lượng nitơ của hai mô hình cũng giảm theo suốt thời gian ủ. Hàm lượng nitơ của 2 mô hình giao động từ 2.09% đến 4.3%. Trong đó mô hình thực nghiệm có chế phẩm sinh học hàm lượng nitơ có xu hướng giảm nhanh hơn mô hình đối xứng không sử dụng chế phẩm sinh học. Qua hai mô hình thì mô hình sử dụng vi sinh vật cho kết quả tốt, thời gian nhanh hơn.

3.3 Nhận xét và đánh giá.

Qua thời gian thực hiện hai mô hình ủ compost từ nguyên liệu chính là vỏ tiêu kết hợp với một số các nguồn nguyên liệu khác; mặc dù có sử dụng chế phẩm sinh học đối với mô hình thực nghiệm hay không dùng chế phẩm sinh học đối với mô hình đối chứng thì cả 2 mô hình đều cho những kết quả phù hợp với những nghiên cứu về lý thuyết, những mô hình thực nghiệm đã nghiêm cứu như hàm lượng cacbon, nitơ trong quá trình ủ điều giảm và ổn định. Tuy nhiên đối với mô hình thực nghiệm có sử dụng chế phẩm sinh học thì tốc độ phân hủy cacbon cũng như nitơ nhanh hơn mô hình đối chứng.

Qua thực hiện các mô hình ủ cho thấy vỏ tiêu cũng là một nguồn nguyên liệu – một phế phẩm nông nghiệp có thể sử dụng cho sản xuất compost phục vụ cho nông nghiệp.

Từ những kết quả trên về 2 mô hình thí nghiệm ta chọn mô hình thực nghiệm để nghiên cứu hoàn thiện quy trình ủ compost nhằm đưa vào áp dụng thực tiễn. Mặc dù sử dụng chế phẩm sinh học, lắp đặt hệ thống cấp khí hỗ trợ quá trình ủ compost diễn ra nhanh hơn. Tuy nhiên khi sử dụng chế phẩm và thổi khí cưỡng bức sẽ nâng chi phí sản xuất lên. Để khắc phục tình trạng này khi triển khai ngoài thực tế với các mô hình lớn có thể sử dụng lại một phần

sản phẩm compost sau khi ủ để phối trộn với nguyên liệu mới để giảm chi phí mua chế phẩm sinh học. Đối với việc cấp khí cho quá trình ủ compost trong thực tế nếu thời gian được trải dài có thể sử dụng mô hình ủ không cần thổi khí cưỡng bức và thay vào đó là xáo trộn định kỳ hàng tuần sẽ giảm được chi phí điện để vận hành máy bơm thổi khí.

3.4. Kết quả phân tích thành phần mô hình thực nghiệm.

Để chất lượng compost đầu ra đạt một số tiêu chuẩn chất lượng so với tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt (do hiện chưa có tiêu chuẩn phân compost đối với sản phẩm vỏ tiêu nên áp dụng tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 để đánh giá chất lượng compost sản xuất từ vỏ tiêu). Tiến hành phân tích các chỉ tiêu cơ bản từ đó đưa ra các thành phần phối trộn hợp lý cho sản phẩm nhằm đảm bảo chất lượng đầu ra, phù hợp với tiêu chuẩn và thích hợp với cây trồng.

Bảng 3.7: Kết quả phân tích chất lượng compost mô hình thực nghiệm.

Chỉ tiêu	**Đơn vị**	**Kết quả**	Tiêu chuẩn 10TCN 526-2002
Hàm lượng P2O5	%	0.069	>2,5
Hàm lượng N	%	1.2	>2,5
Hàm lượng K2O5	%	0.038	>1,5
Hàm lượng chì (Pb)	mg/Kg	Không phát hiện	<250
Hàm lượng Đồng(Cu)	mg/Kg	8.83	<200

Từ những kết quả phân tích trên, để sản phẩm đạt tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 cần tiến hành pha trộn thêm các thành phẩm dinh dưỡng cũng như các yếu tố vi lượng để năng cao chất lượng của compost.

Tỷ lệ pha trộn chất dinh dưỡng N, P, K trong 1 kg phân compost:

- Đối với P2O5: cứ trong 1kg phân compost có 0,00069 kg P2O5, để P2O5 đạt tiêu chuẩn là 2,5% (tương ứng với 0,025kg P2O5/1kg phân compost) thì lượng P2O5 cần pha trộn trong 1kg compost là : 0,025 – 0,00069 = 0,02431 kg P2O5.

- Tương tự lượng Nitơ cần bổ sung là: 0,013 kg/1kg compost

- Lượng K2O bổ sung là: 0,01462 kg K20/1kg compost.

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu khi thực hiện đồ án nghiên cứu công nghệ sản xuất compost từ vỏ tiêu đen phục vụ cho nông nghiệp cho thấy phế thải vỏ tiêu từ sản xuất tiêu sọ có thể sử dụng để sản xuất compost phục vụ bón cho cây trồng, làm tăng năng suất cây trồng, giảm chi phí sản xuất.

Từ những kết quả ghi lại, phân tích được trong suốt quá trình ủ phân có thể rút ra một số kết luận sau:

- Nguồn nguyên liệu để sản xuất compost từ nguyên liệu vỏ tiêu cho kết quả tốt trong thời gian ủ khoảng 1 tháng khi áp dụng quy trình sản xuất như mô hình thực nghiệm. Tuy nhiên, cần phải phối trộn thêm một số chất dinh dưỡng và các chất vi lượng khác cho sản phẩm compost để sản phẩm đạt Tiêu chuẩn 10TCN 526-2002 về phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt.
- Xét về mặt thời gian phân hủy cũng như chất lượng compost thì mô hình có bổ sung chế phẩm sinh học cho kết quả tốt hơn.
- Qua đó có thể áp dụng mô hình này để sản xuất compost từ các nguồn nguyên liệu phế phẩm nông nghiệp khác như vỏ cà phê, vỏ củ mì, các phế thải từ ngô…

4.2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu của đề t ài đã cho thấy tác dụng của một chế phẩm sinh học đối với tốc độ phân hủy com post làm từ phế thải n ông nghiệp. Đề tài đã sử dụng một loại chế phẩm sinh học có sẵn trên thị trường . Do điều kiện thời gian và kinh phí nên tôi chỉ có thể làm 2 mô hình vì vậy kết quả cuối cùng có thể chưa hoàn toàn tối ưu. Nếu được đầu tư kinh phí chúng ta có thể mở rộng quy mô thực nghiệm cũng như mở rộng sang các phụ phẩm khác để

tận dụng tối đa nguồn nguyên liệu đang bị bỏ phí và trong đề tài không đi sâu vào tìm hiểu thành phần quần thể vi sinh vật có trong chế phẩm về phương pháp phân lập , nuôi cấy vi sinh vật và bảo quản chế phẩm cũng như chưa nghiên cứu cài đặt chương trình điều khiển tự động máy thổi khí theo biến thiên nhiệt độ trong qúa trình ủ.

Để làm rõ hơn tác dụng của sự tăng cường sinh học đối với quá trình sản xuất compost từ phế thải nông nghiệp, cần phải có thêm nhiều nghiên cứu về thành phần của quần thể vi sinh vật tăng cường đư ợc đưa thêm vào chất thải hữu cơ và vai trò của chúng trong tiến trình trao đổi chất diễn ra trong quá trình sản xuất compost . Nghiên cứu áp dụng các mô hình tự động cho quá trình sản xuất compost để giảm chi phí nhân công trong sản xuất, tăng chất lượng đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường.

Bên cạnh đó cần nghiên cứu các giải pháp để tuyên truyền, phổ biến đến môi trường đến các hộ nông dân, các cơ sở sản xuất chế biến nông sản tính hiệu quả của compost đốii với cải tạo đất, với khả năng phát triển của cây trồng trong sản xuất nông nghiệp để tăng nhu cầu sản xuất cũng như tiêu thụ sản phẩm compost, đồng thời giảm thiểu các chất thải ra tác động xấu …

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS.TS. Trần Hiếu Nhuệ - Hà Nội 2001 - *Quản Lý Chất Thải Rắn* - NXB Xây Dựng

2. Lê Phi Nga và cộng sự- *Giáo trình công nghệ sinh học môi trường*- NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2010

3. Hoàng Đức Liên , Tống Ngọc Tuấn - *Kỹ Thuật Và Thiết Bị Xử Lý Chất Thải Bảo Vệ Môi Trường* - NXB Nông Nghiệp

4. Trịnh Thị Thanh - *Giáo Trình Công Nghệ Môi Trường* - NXB Đại Học Quốc Gia Hà Nội

5. PGS, TS Hoàng Kim Cơ – *Kỹ thuật môi trường* –NXB Khoa học kỹ thuật

6. PGS, TS Lê gia Huy - *Giáo trình công nghệ vi sinh vật xử lý chất thải* – NXB giáo dục Việt Nam, 2010

7. Đỗ Đăng Giáp và cộng sự- *Nghiên cứu sự phát sinh hình thái trong nuôi cấy lớp mỏng tế bào (Thin Cell Layer) lá ở cây hồ tiêu (Piper nigrum L.)* -Viện Sinh học nhiệt đới.

8. Tôn Nữ Tuấn Nam - *Báo cáo đánh giá chất lượng hồ tiêu tại Việt Nam năm 2008*.

9. Nguyễn Đức Lượng, *Công nghệ sinh học môi trường - Tập 2,* NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2003.

10. PGS. TS. Lê Thanh Mai và cộng sự - Các phương pháp phân tích ngành công nghệ lên men – NXB khoa học kỹ thuật.

11. Quyết định số 38/2002-QĐ-BNN-KHCN ngày 16 tháng 5 năm 2002.

12. http://www.peppervietnam.com -Hiệp hội hồ tiêu Việt Nam.

13. http://www.tamthuocsapa.com/- Công ty TNHH Nông dược bản H'Mông - SaPa

14.Trung Tâm Thông Tin Công nghiệp và Thương Mại - Bộ Công Thương (http://www.vinanet.com.vn).

15. Tchobanoglous và cộng sự, 1993.

16. Minnich, J., et al. 1979, Rodale Guide of Composting.