

Tổng hợp tài liệu về công nghệ ủ phân compost từ chất thải chăn nuôi lợn

Henrik Bjarne Møller, Tư vấn CSAWMP, Đan Mạch

Định nghĩa

Ủ phân compost là một quy trình quản lý chất thải truyền thống dùng để phân hủy sinh học hiếu khí các chất hữu cơ trong chất thải. Mục đích chính của việc ủ phân là để tái sử dụng các chất dinh dưỡng do động vật thải ra, làm ổn định các chất hữu cơ trước khi vận chuyển và sử dụng và làm giảm các mầm bệnh trong chất thải (Bernal et al., 2009).

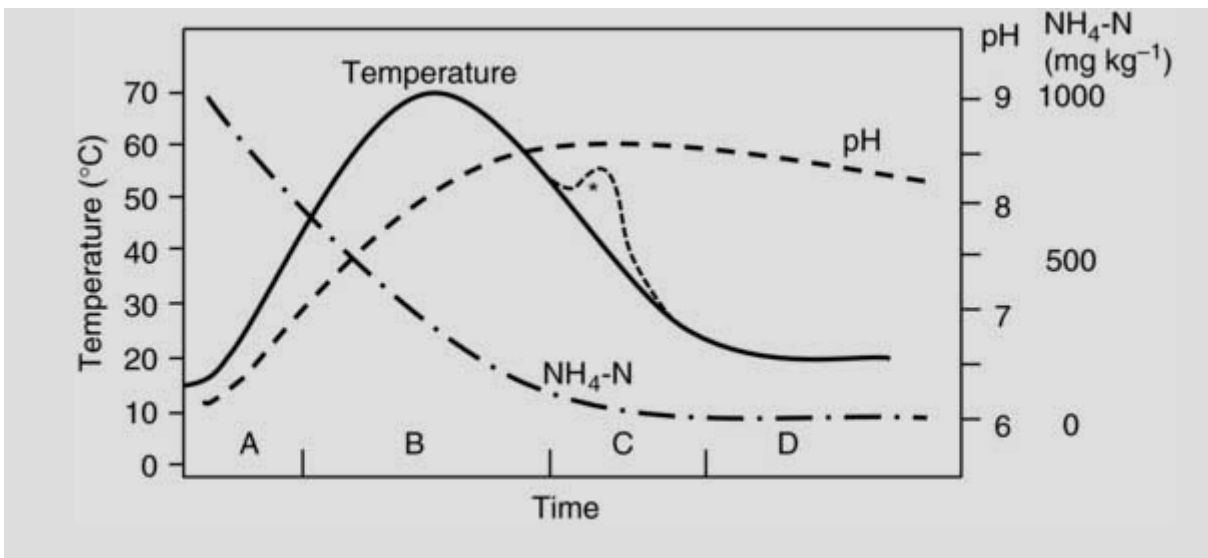
Được ủ đồng cố định và được thông khí tự nhiên, ủ phân compost là một công nghệ chi phí thấp và tiêu thụ ít năng lượng có thể được áp dụng đối với các trang trại quy mô nhỏ và vừa ngoài những quy trình hiện đại hơn hiện có. Ủ phân compost là quá trình phân hủy sinh học tự phát xảy ra đối với các vật liệu hữu cơ có thể phân hủy trong môi trường hiếu khí. So với phân hủy hiếu khí tự nhiên, ủ compost là một quá trình cưỡng bức để đẩy nhanh tốc độ phân hủy, trong khi vẫn giữ lại được các chất dinh dưỡng dưới dạng hữu cơ nguyên bản và làm ổn định các hợp chất hữu cơ. Quá trình compost tạo ra carbon dioxide (CO₂), nước, chất khoáng và chất hữu cơ ổn định sinh học. Chất hữu cơ ổn định sinh học, bao gồm một phần nước và khoáng, được gọi là phân compost, và phân này phải không có hạt cỏ dại, các chất độc hại và vi sinh vật gây bệnh.

Quá trình này tạo ra nhiệt lượng và năng lượng, làm tăng nhiệt độ trong đồng ủ, với điều kiện nhiệt không bị tỏa ra môi trường xung quanh với tỷ lệ cao hơn lượng nhiệt tạo ra.

Ủ compost bao gồm quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong chất thải trong môi trường hiếu khí và tạo ra nhiệt, sau đó nhiệt độ được giảm xuống dần dần và tạo ra các hợp chất hữu cơ phân tử lớn (a xít fulvic và a xít humic). Ủ phân compost hiếu khí chủ yếu được thực hiện để khắc phục một số vấn đề liên quan đến quản lý phân tươi. Nó làm giảm khối lượng phân (thông qua sự bay hơi nước và phân hủy các chất rắn bay hơi) và tạo ra một sản phẩm có tính chất ổn định với chi phí vận chuyển thấp hơn và dễ sử dụng hơn. Ủ phân có kiểm soát cho phép việc bảo quản và vận chuyển sản phẩm cuối cùng an toàn, gia tăng giá trị cho sản phẩm do phân compost là sản phẩm đậm đặc hơn và nhất quán hơn so với phân tươi, dễ sử dụng và có thể bón cho đất một cách đồng đều. Ủ compost đồng thời cũng tiêu diệt được các hạt cỏ dại và mầm bệnh của người và động vật, làm giảm ô nhiễm mùi và phát thải khí sau khi bón phân. Phân compost cũng có thể được sử dụng làm phân bón cho các chậu cây cảnh và làm vật liệu cơ bản của giá thể trồng trọt (Bernal et al., 2009).

Ủ compost thông thường bắt đầu từ giai đoạn ngắn nhiệt độ vừa phải, sau đó là giai đoạn nhiệt độ cao, giai đoạn giảm nhiệt và sau cùng là giai đoạn chín kéo dài (Hình 1). Ủ phân compost là một quá trình không liên tục (ủ tĩnh) là kết quả của sự phát triển của các loại vi sinh vật khác nhau, chủ yếu là vi khuẩn, xạ khuẩn và nấm. Các vi sinh vật này thường xuất hiện trong nguyên liệu ủ ban đầu; nếu nguyên liệu ban đầu không có đủ vi sinh vật thì mới đưa thêm vi sinh vật từ ngoài vào. Các sinh vật cấp cao hơn, chẳng hạn như động vật chân khớp và trùn quế (*Eisenia foetida*), cũng có thể sinh

sống và sinh sôi trong phân compost chín đã giảm nhiệt độ xuống bằng với môi trường xung quanh hoặc có thể được sử dụng trong các hệ thống sản xuất phân tròn que chuyên dụng được bổ sung vào đồng ủ sau giai đoạn tăng nhiệt. Chúng có vai trò đảo trộn nguyên liệu, thúc đẩy quá trình phân hủy sinh học.



Hình 1. Biểu đồ thay đổi nhiệt độ, pH và NH_4^+ trong ủ phân compost hiếu khí. Các giai đoạn ủ phân compost: (A) Nhiệt độ vừa phải (mesophilic), (B) nhiệt độ cao, (C) giảm nhiệt và (D) chín. *Đỉnh nhiệt lần hai đôi khi có thể xuất hiện do sự tái sinh sôi của xạ khuẩn và sự phân hủy cacbon. Trích dẫn từ Sommer et al 2015.

Giai đoạn mesophilic ban đầu: Giai đoạn đầu tiên của quá trình ủ phân compost là mesophilic (nhiệt độ dưới 45°C) và bắt đầu phân hủy hiếu khí các chất hữu cơ dễ phân hủy, trong đó các vi khuẩn mesophilic và nấm phan hủ các hợp chất đơn giản như đường, axit amin, protein, v.v. Sự phân hủy nhanh này tạo ra một nhiệt lượng lớn, làm tăng nhiệt độ của đồng ủ và tăng tốc độ phân hủy chất thải hữu cơ. Trong vòng vài ngày, quá trình này sẽ dẫn đến giai đoạn tăng nhiệt.

Giai đoạn tăng nhiệt: trong giai đoạn này, các vi sinh vật ưa nhiệt (chủ yếu là vi khuẩn) phân hủy các chất béo, xen lu lô, hemicellulose và một số li nhin, và các chất hữu cơ được phân hủy tối đa, đồng thời các mầm bệnh bị tiêu diệt. Nếu không kiểm soát, nhiệt độ có thể lên tới trên 70°C . Tác dụng tích cực của việc ủ ở nhiệt độ cao như vậy chủ yếu là làm giảm thiểu các mầm bệnh có trong chất thải. Trong quy trình ủ có kiểm soát thì giai đoạn này được giới hạn về nhiệt độ và thời gian mở (về mức độ và số ngày) để đạt được sự cân bằng giữa tốc độ ổn định nhanh và vệ sinh tốt, để thỏa mãn các quy định về điều kiện vệ sinh.

Giai đoạn giảm nhiệt độ: Ở giai đoạn này nhiệt độ giảm xuống do hoạt động của các vi sinh vật giảm cùng với việc lượng các chất hữu cơ có thể phân hủy cũng giảm đi. Khối ủ lúc này chứa rất nhiều các vi sinh vật mesophilic, đặc biệt là xạ khuẩn, có khả năng phân hủy các chất đường, cellulose và hemicellulose còn lại. Đôi khi hiện tượng này cũng gây ra tăng nhiệt độ lần hai, thường là trong thời gian rất ngắn.

Giai đoạn chín: Giai đoạn chín hay còn gọi là giai đoạn bảo dưỡng, không chỉ bao gồm việc khoáng hóa những phân tử chậm phân hủy, đồng thời làm ổn định và mùn hóa các hợp chất cellulose và lignin. Giai đoạn này có thể kéo dài từ vài tuần đến vài tháng, tùy thuộc vào thành phần của nguyên liệu ban đầu. Trong quá trình chuyển hóa vi sinh vật, những chất chuyển hóa trung gian được tạo ra, có thể làm cho nguyên liệu ủ có những chất có hại. Những hợp chất có hại này được phân hủy hoàn toàn vào cuối quá trình chín; sau đó, sản phẩm cuối cùng có thể được sử dụng cho cây trồng. Quá trình ủ compost lý tưởng nhất là nên dừng lại khi các chất có hại đã hết. Nếu quá trình này kéo dài quá lâu thì sẽ làm mất đi nhiều chất hữu cơ, làm giảm lợi ích của sản phẩm cuối cùng.

Tối ưu hóa ủ phân compost bao gồm việc xác định các điều kiện chất nền đầy đủ ban đầu phải được kiểm soát và duy trì tổng suốt quá trình ủ, vì các điều kiện này quyết định điều kiện tối ưu để vi sinh vật phát triển và các chất hữu cơ được phân hủy. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ủ có thể được chia thành hai nhóm: nhóm những yếu tố phụ thuộc vào sự hình thành hỗn hợp ủ, chẳng hạn như cân bằng dinh dưỡng, tỷ lệ C : N, pH, kích cỡ hạt, độ tơi xốp và độ ẩm, và nhóm những yếu tố phụ thuộc vào việc kiểm soát quá trình, chẳng hạn như cung cấp oxy, nhiệt độ và hàm lượng nước (Bernal et al., 2009).

Cân bằng dinh dưỡng. chủ yếu được định nghĩa bởi hàm lượng C và N của nguyên liệu đầu vào. Tỷ lệ C : N phù hợp cho ủ phân compost là trong khoảng từ 25–35, và do phân lợn có tỷ lệ C:N là 10 nên cần phải bổ sung thêm những nguyên liệu giàu C như rơm rạ.

Công nghệ

Có nhiều công nghệ ủ phân compost khác nhau trong đó những công nghệ dưới đây là phổ biến nhất:

1. Ủ theo luống (windrow)
2. Ủ trong nhà/trong thùng (in-vessel)
3. Ủ đồng thổi khí (ASP)

Ủ luống (windrow) là phương pháp sản xuất phân compost bằng cách xếp đồng chất hữu cơ hoặc chất thải có thể phân hủy, chẳng hạn như phân động vật và chất thải trồng trọt, thành các luống dài (*windrows*). Phương pháp này phù hợp với việc sản xuất khối lượng lớn phân compost. Các luống này được đảo trộn để cải thiện độ tơi xốp và hàm lượng oxy, giảm độ ẩm, và xáo trộn các phần nóng và nguội của đồng ủ. Ủ windrow là phương pháp phổ biến đối với quy mô trang trại. Các yếu tố kiểm soát quá trình ủ compost bao gồm tỷ lệ các nguyên liệu giàu carbon và nitrogen ban đầu, lượng chất thô được bổ sung vào để đảm bảo độ tơi xốp, kích thích đồng ủ, độ ẩm, và tần suất đảo trộn.

Hiện nay có nhiều loại máy đảo trộn dùng cho phương pháp ủ windrow. Thông thường đây là những chiếc máy lớn có thể trộn được đống cao 1.25 m hoặc cao hơn. Mặc dù có các máy nhỏ để dùng cho các luống nhỏ, nhưng phần lớn đều sử dụng máy cỡ lớn để sản xuất. Máy đảo trộn sẽ di chuyển xuyên qua luống ủ với tốc độ chậm theo hướng tiến lên phía trước. Máy có trống bằng thép với các guồng quay rất nhanh. Khi chiếc trống này di chuyển xuyên qua luống ủ, không khí (oxy) được bơm vào đống ủ theo các guồng. Oxy được cung cấp cho các vi khuẩn hiếu khí và vì vậy làm tăng tốc độ ủ phân. Hình 2 là một ví dụ về một chiếc trống GK3000.

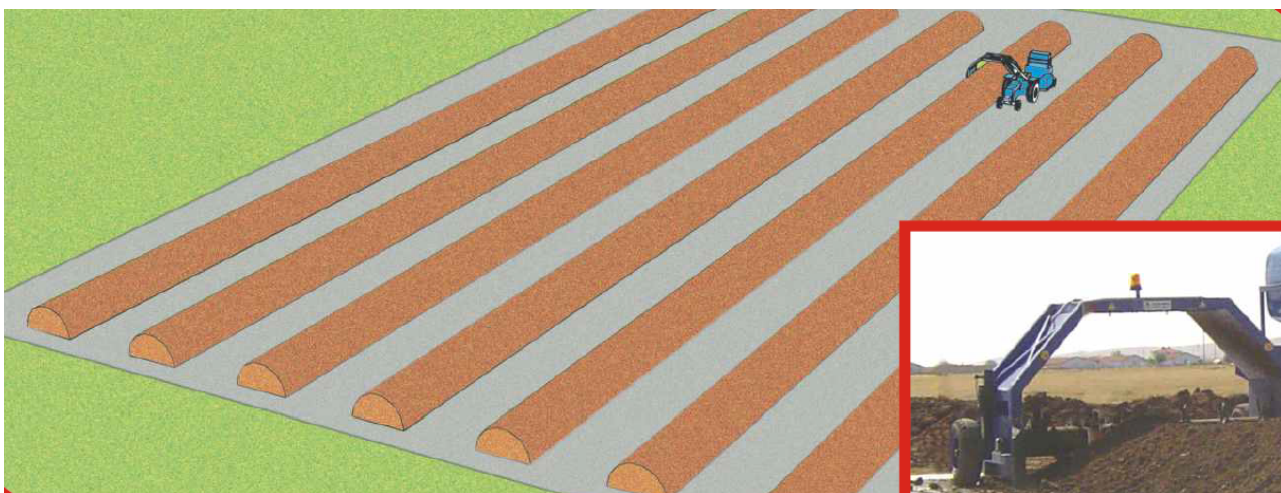


Hình 2: trống đảo trộn ủ phân compost

Trống đảo trộn compost EYS GK3000 được thiết kế để chuyển hóa chất hữu cơ khô (chẳng hạn như: phân khô rời) thành phân compost có giá trị bằng cách đảo trộn đều đặn đống vật liệu. Nó cung cấp oxy cho luống ủ đồng thời giúp xả bớt lượng khí CO₂ được tạo ra; đập nhỏ các hạt nguyên liệu rắn để làm tăng diện tiếp xúc; điều chỉnh nhiệt độ trong luống để đạt được tốc độ phân hủy hiếu khí tối ưu; và duy trì độ ẩm cần thiết một cách đồng đều trong luống thông qua hệ thống phun nước gắn kèm. Những đặc điểm này tạo điều kiện cho các phản ứng hóa học cần thiết để sản xuất ra được phân compost chất lượng cao. Máy đảo trộn EYS GK3000 được vận hành bởi một máy kéo. Ở chế độ di chuyển, GK3000 đứng thẳng trên các bánh xe bằng các pit tông thủy lực. Nó làm tăng tính cơ động và dễ vận chuyển của máy. GK3000 di chuyển qua luống ủ với tốc độ có thể được điều chỉnh bởi người điều khiển (0-300m/giờ). Chiếc trống trộn và đẩy nguyên liệu từ ngoài đống vào giữa, để lại đống sau các luống chữ nhật gọn và đẹp.

Các luống ban đầu có chiều rộng 3m và dài 1,6m mỗi luống. Lối đi giữa các luống phải rộng 2,5m để vừa với một chiếc máy kéo tiêu chuẩn. Mặt đất phải bằng phẳng và nhẵn để

máy vận hành hiệu quả và đảm bảo tạo được các luống đồng đều (Hình 3).



Hình 3: Các luống ủ compost windrows

Ngoài máy trộn compost còn có thể sử dụng loại các máy khác di chuyển từ ngoài vào trong, có trục quay và nạp vật liệu cho luống ủ. Cùng với sự phân hủy của vi khuẩn, nhiệt độ của nguyên liệu ủ tăng tới 60-70°C. Hình 4 dưới đây là một ví dụ ở Bangladesh.



Hình 4: Máy đảo phân compost

Ủ compost trong nhà/thùng (In-vessel) là một tập hợp các phương pháp chứa nguyên liệu ủ trong nhà, thùng hoặc ống. Hệ thống In-vessel có thể gồm có các thùng sắt hoặc nhựa

hoặc các bể bê tông trong đó có thể kiểm soát được luồng không khí và nhiệt độ, sử dụng nguyên tắc của "lò phản ứng sinh học". Luồng khí được đưa vào thông qua các ống được chôn trong đất cho phép không khí được bơm vào dưới tác động của áp suất, và khí thải được thoát ra thông qua màng lọc sinh học, nhiệt độ và độ ẩm được giám sát bằng các đầu dò trong đất để duy trì được điều kiện hiếu khí tối ưu.

Kỹ thuật này thường được sử dụng để xử lý chất thải hữu cơ sinh hoạt, bao gồm cả xử lý bùn thải cống, đảm bảo an toàn để sử dụng cho cải tạo đất. Chỉ có một số ít nơi sử dụng kỹ thuật này để ủ phân.

Ủ đồng thời khí ASP, là bất kỳ hệ thống nào được sử dụng để phân hủy sinh học các chất hữu cơ mà không cần đến tác động vật lý trong quá trình ủ. Hỗn hợp trộn thường được đặt trên các ống đục lỗ, để cung cấp luồng không khí tuần hoàn có kiểm soát. Đống ủ có thể theo luống, hở hoặc kín, hoặc trong các thùng kín. Về mức độ phức tạp và chi phí, các hệ thống thổi khí thường được các cơ sở ủ phân lớn, và chuyên nghiệp sử dụng, mặc dù công nghệ này có quy mô đa dạng từ rất nhỏ, đơn giản đến rất lớn, chi phí cao và quy mô công nghiệp.^[1]

Ủ đồng thời khí cho phép kiểm soát quá trình phân hủy sinh học nhanh, và phù hợp với các cơ sở xử lý chất thải ướt và khối lượng lớn. Các hệ thống ASP có thể đặt dưới mái che hoặc ngoài trời như ủ luống, hoặc để kín hoàn toàn trong thùng, đôi khi còn được gọi là ủ trong ống.^[2]

Hệ thống thổi khí sử dụng quạt để đẩy và hút khí vào và ra khỏi đống ủ. Các ống cứng hoặc mềm có đục lỗ, được nối với quạt thông gió, để cung cấp không khí. Các ống này có thể được đặt trong hầm, trên sàn nhà, hoặc bên trong đống ủ (Hình 4).

Ở các hệ thống quy mô lớn, thổi khí cưỡng bức thường đi kèm với hệ thống máy tính theo dõi để kiểm soát tỷ lệ và tần suất thổi khí vào đống ủ. Trong khi đó với các hệ thống quy mô nhỏ hơn thì có thể sử dụng đồng hồ đo và phương pháp theo dõi thủ công.

Ưu điểm của phương pháp ủ này là khả năng duy trì được độ ẩm và mức oxy phù hợp để các vi sinh vật hoạt động hiệu quả nhất để làm giảm các mầm bệnh, chống quá nhiệt.



Hình 4: Ví dụ về ur đồng thổi khí ASP

Tài liệu:

Sommer Sven G., Morten L. Christensen, Thomas Schmidt, Lars S. Jensen Animal Manure Recycling: Treatment and Management. Wiley. Print ISBN: 9781118488539.

Bernal M.P., J.A. Albuquerque, R. Moral. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology 100 (2009) 5444–5453