(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) **2-0001762**

(51)[7] **C05F 11/00**, 11/08, 17/00

(13) **Y**

(21) 2-2017-00170

(22) 05.12.2014

(67) 1-2014-04079

(45) 25.07.2018 364

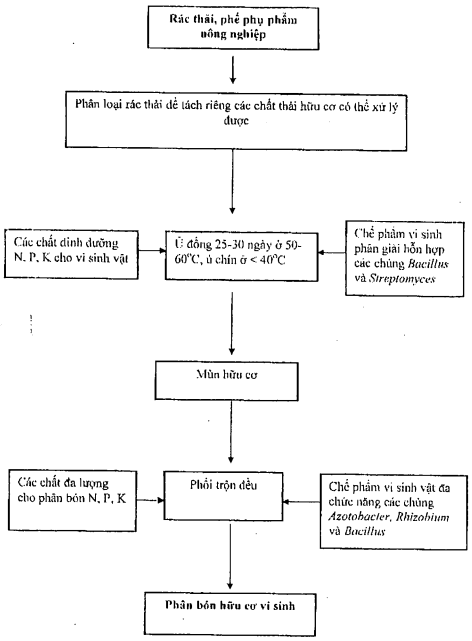
(43) 25.03.2015 324

(73) VIỆN CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG - VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM (VN)
18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Tăng Thị Chính (VN)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT PHÂN HỮU CƠ VI SINH TỪ CHẤT THẢI VÀ PHẾ PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ rác thải và phế phụ phẩm nông nghiệp sử dụng các chủng vi sinh vật hữu ích, bao gồm các bước: (a) phân loại rác thải và phế phụ phẩm nông nghiệp, (b) ủ đông (ủ compost) các chất thải hữu cơ bằng chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải bao gồm hỗn hợp của các chủng vi khuẩn Bacillus ưa nhiệt và xạ khuẩn Streptomyces ưa nhiệt để thu chất mùn hữu cơ; và (c) phối trộn chất mùn hữu cơ thu được với chế phẩm vi sinh vật đa chức năng với tỷ lệ % khối lượng thích hợp để thu được phân hữu cơ vi vi sinh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực sản xuất phân bón, cụ thể là đề cập đến quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ rác thải, phế phụ phẩm nông nghiệp và phân gia súc, gia cầm.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Từ lâu, ở các nước phát triển, cộng đồng đã có những biện pháp xử lý rác thải, phế thải một cách hệ thống bằng cách quy hoạch những nơi chôn lấp, đề ra những quy chế, phương pháp thu gom, phân loại rác tại các nơi công cộng và nhà dân, ứng dụng những công nghệ mới trong việc xử lý và tái chế rác thải v.v.. Từ cách thu gom và phân loại rác thải này, người ta tận dụng được các phế thải, rác thải khác nhau để tái chế sản phẩm mới, đặc biệt là tái chế các loại rác hữu cơ thành các loại phân hữu cơ dùng cho sản xuất nông nghiệp.

Ở nước ta, các kết quả điều tra thống kê chưa đầy đủ cho thấy, tổng lượng phát sinh chất thải rắn sinh hoạt tại các đô thị ngày càng gia tăng với tỷ lệ tương đối cao (10%/năm) so với các nước phát triển trên thế giới. Tổng lượng phát sinh chất thải rắn sinh hoạt tại các đô thị loại III trở lên và một số đô thị loại IV lên khoảng 6,5 triệu tấn/năm. Dự báo tổng lượng chất thải rắn đô thị đến năm 2020 khoảng gần 22 triệu tấn/năm. Để quản lý tốt nguồn chất thải này, đòi hỏi các cơ quan hữu quan cần đặc biệt quan tâm hơn nữa đến các khâu giảm thiểu tại nguồn, tăng cường tái chế, tái sử dụng, đầu tư công nghệ xử lý, tiêu hủy thích hợp góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường do chất thải rắn sinh hoạt gây ra.

Đã biết một số quy trình và phương pháp ủ rác thải thành phân bón hữu cơ, cụ thể là:

Bằng độc quyền sáng chế số VN1-0009894 công bố ngày 25/01/2013 đã đề cập đến quy trình ủ rác hữu cơ thành phân mùn bằng phương pháp ủ hiếu khí. Quy trình này bao gồm các bước: a) băm nhỏ nguyên liệu rác hữu cơ; b) trộn

nguyên liệu thu được ở bước a) với chất mồi; c) đánh đống nguyên liệu thu được ở bước b) thành các luống; d) ủ nóng các luống có sử dụng nhóm chủng vi sinh vật *Aspergillus terreus* DSM 5770, *Aspergillus niger* DSM 11167, *Trichoderma viride* DSM 63065, *Trichoderma reesei* QM 9414, *Gloeophyllum sepiarium* DSM 6420, *Phanerochaete chrysosporium* DSM 1556, *Cellulomonas uda* DSM 20108, *Streptomyces cellulosae* DSM 40362; e) ủ nguội nguyên liệu thu được ở bước d) có sử dụng vi khuẩn *Bacillus subtilis* FZB-24 và f) thu sản phẩm là phân mùn chín. Sản phẩm phân mùn thu được từ quy trình này được sử dụng hữu hiệu trong sản xuất trồng trọt. Tuy nhiên, quy trình này có nhược điểm với các chủng vi sinh được sử dụng, thời gian phân huỷ các chất thải hữu cơ vẫn còn kéo dài qua hai bước là ủ nóng và ủ nguội, nên hiệu quả xử lý chưa cao và tốn nhiều nhân công, và quá trình xử lý vẫn gây mùi khó chịu do không ức chế được các vi sinh vật hoại sinh gây mùi trong rác thải. Ngoài ra, sản phẩm cuối cùng thu được chỉ là phân hữu cơ dưới dạng mùn, mà không phải là sản phẩm phân bón hữu cơ vi sinh hoàn chỉnh có khả năng cải tạo đất, đồng thời thúc đẩy sự hấp thu các chất dinh dưỡng và phát triển mạnh mẽ của cây trồng.

Đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Việt Nam số 1-2005-01134, nộp ngày 11/8/2005 đã đề cập đến quy trình xử lý rác thải đô thị bằng phương pháp ướt, trong đó quy trình này sử dụng nước, hoá chất và tác động cơ học để phân loại rác. Rác đã phân loại được xử lý triệt để thành các sản phân hữu ích và không gây ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, phương pháp này sử dụng hóa chất phân loại rác do đó sẽ tiêu diệt các vi sinh vật tự nhiên có lợi cho quá trình phân hủy rác, kéo dài thời gian phân hủy rác và gây mùi hôi thối, ô nhiễm môi trường.

Do đó, có nhu cầu nghiên cứu và phát triển quy trình sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh từ các chất thải hữu cơ, trong đó thời gian ủ đống có thể rút ngắn, không tạo mùi khó chịu trong quá trình ủ, đồng thời sản phẩm phân bón tạo thành có chất lượng cao, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về dinh dưỡng cho cây trồng, cũng như cải tạo đất và bảo vệ môi trường.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là giảm thời gian ủ xử lý rác thải sinh hoạt và phế phụ phẩm nông nghiệp để chế biến thành phân bón hữu cơ vi sinh, nâng cao chất lượng mùn hữu cơ thu được, cũng như chất lượng phân bón, góp phần làm giảm thiểu mùi khó chịu trong quá trình xử lý, đồng thời tạo ra sản phẩm phân bón hữu ích từ rác thải để phục vụ cho sản xuất nông nghiệp, góp phần bảo vệ môi trường.

Mục đích khác của giải pháp hữu ích là tạo ra loại phân bón hữu cơ vi sinh vừa cung cấp đầy đủ và tăng cường khả năng hấp thu các chất dinh dưỡng cho cây trồng, đẩy mạnh sự phát triển của cây, đồng thời chứa các vi sinh vật có chức năng cải tạo đất trồng, tránh hiện tượng bạc màu, và tiết kiệm được chi phí bón phân so với việc sử dụng các loại phân bón hoá học thông thường hiện nay.

Để đạt được mục đích này, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ chất thải sinh hoạt, phế phụ thải nông nghiệp, bao gồm các bước cơ bản sau:

(a) phân loại chất thải và phế phụ phẩm nông nghiệp để tách riêng các chất thải hữu cơ có thể xử lý được để làm phân bón bằng ủ compost;

(b) ủ đống (ủ compost) phân giải các chất thải hữu cơ để thu chất mùn hữu cơ bằng cách bổ sung các chất dinh dưỡng cho vi sinh vật bao gồm ure (N), lân (P_2O_5) và kali (K_2O) với lượng lần lượt là 0,02%; 0,02% và 0,01% khối lượng chất thải hữu cơ và chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải bao gồm các chủng vi khuẩn *Bacillus* ưa nhiệt và xạ khuẩn *Streptomyces* ưa nhiệt, mật độ từng chủng $\geq 10^8$ CFU/gam với lượng nằm trong khoảng 0,03 – 0,07% khối lượng chất thải hữu cơ, trong đó *Bacillus* là ít nhất một chủng được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9, *Bacillus licheniformis* BL75 và *Streptomyces* là ít nhất một chủng được chọn từ nhóm bao gồm *Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces*

flavoviridis MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10; sau đó đánh đống hoặc tạo luống hỗn hợp thu được với chiều cao từ 1 -1,5 m, che đậy kín và ủ nóng trong điều kiện độ ẩm duy trì 50 – 55%, nhiệt độ 50 - 60°C và được cung cấp oxy với tần suất 2 - 3 ngày/lần; sau từ 25 - 30 ngày ủ nóng, tiếp tục tiến hành ủ chín ở nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 40°C để phân giải hoàn toàn các chất hữu cơ khó phân huỷ và thu được mùn hữu cơ; và

(c) tạo phân bón hữu cơ vi sinh từ mùn hữu cơ: mùn hữu cơ thu được từ bước (b) được bổ sung chế phẩm vi sinh vật đa chức năng với lượng 0,05% đến 0,1% khối lượng mùn hữu cơ, trong đó chế phẩm này bao gồm hỗn hợp các chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do *Azotobacter* TN2, ít nhất một chủng vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh và sinh chất kích thích sinh trưởng được chọn từ nhóm bao gồm *Rhizobium* DX2 và *Rhizobium* DX6 và ít nhất một chủng vi khuẩn phân giải phosphat khó tan được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus pumilus* PL1, *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3, mật độ từng chủng ≥ 10^8CFU/gam; sau đó bổ sung thêm các chất đa lượng N (urê), P (P_2O_5) và K (K_2O) với tỷ lệ lần lượt là 1%, 1% và 0,5% khối lượng, phối trộn đều các thành phần để tạo ra phân bón hữu cơ vi sinh thành phẩm.

Ngạc nhiên là, chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải chất hữu cơ bao gồm các chủng *Bacillus* ưa nhiệt (4 chủng) và *Streptomyces* ưa nhiệt (7 chủng) được tuyển chọn với khả năng sinh tổng hợp các enzym phân giải xenlulaza, amylaza và proteaza có hoạt tính phân giải chất hữu cơ cao và có khả năng phân giải nhiều loại chất hữu cơ khác nhau như chất thải rắn hữu cơ từ rác thải sinh hoạt, phế phụ phẩm nông nghiệp và phân gia súc, gia cầm, rất phù hợp với điều kiện xử lý chất thải của Việt Nam. Các chủng này khi được kết hợp với nhau có thể tạo ra hiệu quả phân giải hiệp đồng mạnh hơn đối với nhiều chất thải hữu cơ khác nhau, đặc biệt là các chất thải hữu cơ khó phân huỷ so với các chế phẩm vi sinh đã biết khác. Ngoài ra, các chủng này còn được tuyển chọn với khả năng chịu nhiệt tốt (chúng sinh trưởng tốt trong điều kiện nhiệt độ cao 50-60°C) và 1 số chủng xạ khuẩn còn có khả năng sinh chất kháng sinh ức chế các vi sinh vật gây bệnh, do đó chúng có tỷ lệ sống sót cao trong đống ủ chất thải hữu cơ có

nhiệt độ cao mà ở nhiệt độ còn có tác dụng tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh có trong chất thải.

Cụ thể, các chủng vi khuẩn *Bacillus* có tác dụng phân hủy chất hữu cơ ngay sau khi được đưa vào đống ủ, chúng sử dụng các chất hữu cơ dễ phân hủy như các loại đường đơn, đường đôi, các chất khoáng có sẵn trong chất thải để sinh trưởng và sinh enzym ngoại bào phân hủy các thành phần dễ phân hủy như tinh bột, protein cung cấp dinh dưỡng cho chúng cũng như cho nhóm xạ khuẩn *Streptyomyces*. Quá trình phân hủy các chất hữu cơ dễ phân hủy sẽ tạo ra các nguồn dinh dưỡng như các loại đường, các axit amin, v.v., và các chất khoáng cũng như một số các chất khí CO_2, H_2O, H_2S, NH_3, v.v., và giải phóng năng lượng làm nhiệt độ đóng ủ tăng lên $\geq 60^oC$, đồng thời làm giảm nhanh độ ẩm trong khối ủ, khi độ ẩm giảm xuống dưới 50% và nhiệt độ cao đây là điều kiện thích hợp nhất cho xạ khuẩn ưa nhiệt phát triển, chúng sẽ sinh trưởng mạnh và sinh các enzym như xenlulaza, hemixenlulaza để phân hủy các xác thực vật là xenluloza, hemixelulloza trong chất thải tạo thành mùn hữu cơ (axit humic), đồng thời nhóm xạ khuẩn *Streptomyces* cũng là nhóm có khả năng sinh chất kháng sinh ức chế các vi sinh vật gây bệnh như *E.coli, Salmonella* có trong chất thải.

Hơn nữa, chế phẩm vi sinh vật đa chức năng bao gồm các chủng *Azotobacter* TN2, *Rhizobium* DX2, *Rhizobium* DX6, *Bacillus pumilus* PL, *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3 đều là các chủng được phân lập từ nguồn đất tự nhiên của Việt Nam và được lưu giữ trong bộ sưu tập giống vi sinh vật tại phòng thí nghiệm vi sinh vật của Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam. Các chủng này có các hoạt tính sinh học đặc hiệu cao tương ứng với từng chủng, các chủng có đặc tính ưa ấm với nhiệt độ hoạt động tối ưu là 15-40^oC, và phù hợp để phối trộn với mùn hữu cơ tạo ra. Hơn nữa, ngạc nhiên là việc kết hợp các chủng này với nhau, đặc biệt là việc kết hợp các chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do và chủng cố định nitơ cộng sinh và sinh chất kích thích sinh trưởng *Rhizobium* DX2 và *Rhizobium* DX6 với các chủng còn lại sẽ giúp hoạt tính của các chủng có thể bổ sung rất tốt cho

nhau, tạo ra hiệu quả hiệp đồng của chế phẩm trong phân bón, để tạo ra sản phẩm phân bón hữu cơ vi sinh từ rác thải có chất lượng tốt hơn so với các loại phân bón tương tự đã biết, cụ thể là khả năng tăng cường sự hấp thu chất dinh dưỡng và phát triển của cây trồng tốt hơn, đồng thời có tác dụng cải tạo đất, tránh hiện tượng đất bị bạc màu trong quá trình canh tác.

Theo khía cạnh khác nữa, giải pháp hữu ích còn đề xuất phân hữu cơ vi sinh được sản xuất bằng quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh nêu trên.

Mô tả vắn tắt hình vẽ kèm theo

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện toàn bộ các bước của quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Các chủng vi sinh vật ưa nhiệt phân lập phân giải bao gồm 4 chủng vi khuẩn *Bacillus* ưa nhiệt và 7 chủng xạ khuẩn *Streptomyces* ưa nhiệt theo giải pháp nêu trong đơn được tiến hành định tên đến loài bằng phương pháp phân loại truyền thống vi sinh vật và bằng kỹ thuật sinh học phân tử. Cụ thể:

4 chủng vi khuẩn *Bacillus* ưa nhiệt là *Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9 và *Bacillus licheniformis* BL75 được bảo quản và lưu giữ với mã số lưu với kí hiệu lần lượt tương ứng là HA401, TB2, CD9 và BL75 trong Bộ sưu tập các chủng giống vi sinh vật tại phòng thí nghiệm của Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam; và

7 chủng xạ khuẩn *Streptomyces* ưa nhiệt là *Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces flavoviridis* MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10 cũng được bảo quản và lưu giữ với mã số lưu với kí hiệu lần lượt tương ứng là C1, C3, CD.69, CD.610, CD.108, MTB7 và MTB10 trong Bộ sưu tập các chủng giống vi sinh vật tại

phòng thí nghiệm của Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Các chủng vi khuẩn sử dụng để tạo chế phẩm vi sinh vật đa chức năng bao gồm các chủng vi khuẩn có chức năng cố định nitơ, phân giải phosphat khó tan và kích thích sinh trưởng mà được phân lập từ nguồn môi trường tự nhiên của Việt Nam trên các môi trường phân lập đặc hiệu cho từng chủng và được định tên đến loài bằng phương pháp phân loại truyền thống và bằng phân tích 16s ARN. Cụ thể:

Chủng vi khuẩn cố định nitơ *Azotobacter* TN2 được phân lập từ vùng đất trồng rau ở xã Vân Nội, Đông Anh, Hà Nội; các chủng vi khuẩn cố định nitow cộng sinh *Rhizobium sp.*DX2 và *Rhizobium sp.*DX6 được phân lập từ vùng đất trồng đậu tương huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam; các chủng vi khuẩn phân giải phosphat khó tan *Bacillus pumilus* PL1, *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3 từ vùng đất trồng cà phê tỉnh Sơn La và được lưu giữ với mã số lưu với kí hiệu lần lượt tương ứng là TN2, DX2, DX6, PL1, PL2 và PL3 trong Bộ sưu tập các chủng giống vi sinh vật tại phòng thí nghiệm của Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Sáng chế mô tả chi tiết quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ rác thải và phế phụ phẩm nông nghiệp, bao gồm các bước cơ bản sau:

Nguồn nguyên liệu dùng để ủ là các chất thải hữu cơ phân hủy được, chúng có thể là chất thải từ rác thải sinh hoạt, các phế phụ phẩm trong nông nghiệp, chăn nuôi và cả phân gia súc. Các chất thải này cần được phân loại, làm sạch để tách loại các chất thải không phải là chất thải hữu cơ phân hủy được và làm đồng đều kích thước của chúng. Đối với các chất thải là phụ phẩm nông nghiệp như rơm rạ, phân gia súc, gia cầm thì việc phân loại sẽ đơn giản hơn, hoặc thậm chí không cần thiết, trong một số trường hợp đặc biệt. Đối với chất thải là rác thải sinh hoạt, bước phân loại này được thực hiện như quy trình xử lý rác thông thường đã biết trong lĩnh vực xử lý rác, có thể sử dụng ngay chất thải hữu cơ đã được tách loại từ các nhà máy xử lý rác sinh hoạt để làm nguồn

nguyên liệu ủ. Rác thải xử lý bao gồm rác thải sinh hoạt, phế phụ phẩm nông nghiệp, v.v., sau khi tập kết, được phân loại rác thải để tách loại các chất vô cơ, chất hữu cơ khó phân huỷ có kích thước lớn và tách riêng các chất thải hữu cơ có thể xử lý được bằng các phương pháp phân loại rác thải thông thường đã biết trong lĩnh vực.

Tiếp đó, tiến hành ủ đống (ủ compost) phân giải các chất thải hữu cơ để thu chất mùn hữu cơ bằng cách bổ sung các chất dinh dưỡng bao gồm ure (N), lân (P_2O_5) và kali (K_2O) với lượng lần lượt là 0,02%, 0,02% và 0,01% khối lượng chất thải hữu cơ và chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải bao gồm các chủng vi khuẩn *Bacillus* ưa nhiệt và xạ khuẩn *Streptomyces* ưa nhiệt có mật độ từng chủng $\geq 10^8$ CFU/gam với lượng nằm trong khoảng 0,03-0,07% khối lượng chất thải hữu cơ. Các chất dinh dưỡng được bổ sung để tạo điều kiện cho các chủng vi sinh phân giải sinh trưởng và phát triển tốt khi trộn lẫn với chất thải hữu cơ. *Bacillus* được tuyển chọn là ít nhất một chủng được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9 và *Bacillus licheniformis* BL75 và *Streptomyces* được tuyển chọn là ít nhất một chủng được chọn từ nhóm bao gồm *Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces flavoviridis* MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10. Ngoài khả năng phân giải tốt các chất thải hữu cơ, các chủng được tuyển chọn này có đặc tính chịu nhiệt, thích hợp với quá trình ủ đống có nhiệt độ cao (thông thường lớn hơn 50°C), là nhiệt độ cho phép tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh và có hại trong chất thải hữu cơ, đồng thời các chủng này cũng cạnh tranh dinh dưỡng, sinh chất kháng sinh ức chế các vi sinh vật gây bệnh này (có ít nhất một chủng xạ khuẩn *Streptomyces* có khả năng tổng hợp chất kháng sinh), nhờ đó làm giảm mùi hôi thối trong quá trình ủ đống và tạo ra mùn hữu cơ sạch, đảm bảo chất lượng cho các quá trình xử lý tiếp theo để tạo ra sản phẩm phân bón hữu cơ vi sinh.

Sau khi bổ sung chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải hữu cơ và các chất dinh dưỡng, tiến hành đánh đống hoặc tạo luống hỗn hợp thu được với

chiều cao từ 1-1,5m, che đậy kín và tiến hành quá trình ủ nóng với điều kiện đống ủ duy trì ở độ ẩm 50-55%, nhiệt độ 50-60°C. Trong quá trình ủ đống, độ ẩm của đống ủ được theo dõi liên tục và được tưới nước bổ sung khi độ ẩm thấp hơn 50%. Ngoài ra, đống ủ cũng cần được cung cấp oxy bằng cách thổi khí cưỡng bức hoặc đảo trộn hoặc với tần suất 2-3 ngày/lần, để thải bớt nhiệt ra ngoài, tăng hiệu quả phân hủy và rút ngắn thời gian ủ. Sau từ 25-30 ngày ủ đống, nhiệt độ khối ủ hạ xuống và tiếp tục tiến hành quá trình ủ chín ở nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 40°C để phân giải hoàn toàn các chất hữu cơ khó phân huỷ và ổn định mùn. Như vậy, có thể thấy khi sử dụng chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải bao gồm hỗn hợp các chủng nêu trên, thời gian phân giải các chất thải hữu cơ được giảm xuống đáng kể, còn khoảng 1 tháng so với các chế phẩm xử lý đã biết (2 tháng), đồng thời tận dụng được nguồn chất thải hữu cơ tạo ra mùn hữu cơ đảm bảo chất lượng là nguyên liệu trung gian hữu ích cho quá trình sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh.

Mùn hữu cơ thu được từ bước phân giải chất thải hữu cơ nêu trên được kiểm tra chất lượng bằng cách tiến hành phân tích các thành phần như hàm lượng hữu cơ, tổng nitơ, tổng phospho, tổng kali, các vi sinh vật gây bệnh (*Salmonella, E.Coli*), các kim loại nặng (chì, asen, cadmi, thuỷ ngân), độ ẩm, v.v., theo các tiêu chuẩn chuyên ngành hiện hành. Mùn hữu cơ đạt yêu cầu sẽ được sử dụng để sản xuất phân vi sinh bằng cách bổ sung chế phẩm vi sinh vật đa chức năng, tốt nhất là với lượng 0,05% khối lượng mùn hữu cơ. Chế phẩm này bao gồm hỗn hợp các chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do *Azotobacter* TN2, ít nhất 1 chủng vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh và sinh chất kích thích sinh trưởng từ nhóm bao gồm *Rhizobium* DX2, *Rhizobium* DX6 và ít nhất một chủng vi khuẩn phân giải photphat khó tan được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus pumilus* PL1, *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3. Ngạc nhiên là, qua quá trình nghiên cứu và thực nghiệm, các tác giả giải pháp hữu ích đã phát hiện ra rằng các chủng vi sinh được tuyển chọn này có các chức năng đặc hiệu khác nhau, khi kết hợp với nhau sẽ bổ sung cho nhau để tạo ra hiệu quả hiệp đồng cho phân bón hữu cơ vi sinh thành phẩm, cụ thể là tăng cường sự phát triển của cây,

đặc biệt là phần rễ cây nhờ bổ sung đầy đủ và hài hoà các chất dinh dưỡng thiết yếu như đạm, lân, chất kích thích sinh trưởng, v.v. cho quá trình hấp thu các chất của rễ cây và đồng thời hỗ trợ cải tạo đất trồng tại vùng canh tác, cho phép canh tác lâu dài mà đất không bị bạc màu và tiết kiệm được chi phí bón phân so với các loại phân bón hoá học đã biết.

Cuối cùng, bổ sung thêm các chất đa lượng N (ure), P (P_2O_5) và K (K_2O) để đảm bảo các thành phần dinh dưỡng của chế phẩm phân bón tạo thành. Tốt hơn là, các chất đa lượng này được bổ sung với tỷ lệ (% khối lượng) so với phân bón lần lượt là 1% ure, 1% P_2O_5 và 0,5% K_2O.

Điểm khác biệt của quy trình sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh theo giải pháp hữu ích là việc sử dụng các chế phẩm vi sinh (chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải và chế phẩm vi sinh vật đa chức năng) bao gồm các chủng vi sinh được tuyển chọn, phân lập với hoạt tính cao, phù hợp với việc phân giải các chất thải hữu cơ thành mùn hữu cơ và tăng cường sự phát triển của cây và cải tạo đất của phân bón tạo thành. Các chủng vi sinh vật sử dụng để sản xuất các chế phẩm vi sinh này đã được phân lập từ môi trường tự nhiên ở Việt Nam và đã tiến hành phân loại đến loài bằng phương pháp phân loại truyền thống và bằng kỹ thuật sinh học phân tử, các chủng này không thuộc các loài vi sinh vật bị hạn chế sử dụng theo danh mục các loài vi sinh vật an toàn của cộng đồng châu Âu (Directive 2000/54/EC of the European perlianment and of the Council of 18 September 2000 on the protection of workers from risk related to exposure to biological agents at work) và không phải là các chủng vi sinh vật biến biến đổi gen. Quy trình phân lập các chủng để sản xuất các chế phẩm vi sinh dùng để sản xuất phân hữu cơ vi sinh theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết dưới đây:

(i) Quy trình sản xuất chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải (Sagi Bio)

Bước 1. Tuyển chọn các chủng vi sinh vật

Các chủng vi sinh vật dùng để tạo chế phẩm vi sinh phân giải Sagi Bio được phân lập và tuyển chọn từ môi trường tự nhiên ở Việt Nam, trên các môi trường đặc hiệu cho các chủng vi khuẩn *Bacillus* là MPA và xạ khuẩn

Streptomyces là Gause 1. Xác định hoạt lực phân giải xenluloza (xenlulaza) trên môi trường nuôi cấy có chứa bột xenluloza, hoạt lực phân giải tinh bột (amylaza) trên môi trường nuôi cấy có chứa tinh bột và phân giải protein (proteinaza, proteaza) trên môi trường có chứa gelatin.

Các chủng vi sinh vật ưa nhiệt phân lập được tiến hành định tên đến loài bằng phương pháp phân loại truyền thống vi sinh vật và bằng kỹ thuật sinh học phân tử, xác định được các chủng sử dụng để tạo chế phẩm cụ thể như sau: 4 chủng vi khuẩn *Bacillus* ưa nhiệt (*Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9 và *Bacillus licheniformis* BL75) và 7 chủng xạ khuẩn *Streptomyces* ưa nhiệt (*Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces flavoviridis* MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10).

Các chủng vi sinh vật này vừa có khả năng sinh trưởng và phát triển ở nhiệt độ cao (nhiệt độ sinh trưởng và phát triển từ 30-60^{o}C), vừa sinh tổng hợp mạnh các enzym ngoại bào như là xenlulaza, amylaza và proteaza cao, đồng thời một số chủng xạ khuẩn còn có khả năng sinh chất kháng sinh ức chế các vi sinh vật gây bệnh có trong chất thải. Do vậy khi sử dụng chế phẩm vi sinh bao gồm hỗn hợp các chủng nêu trên vào quá trình ủ compost để xử lý chất thải rắn hữu cơ thành phân hữu cơ vi sinh, các chủng này sẽ sinh trưởng và phát triển tốt trong suốt quá trình xử lý (có nhiệt độ cao), nhờ đó sẽ rút ngắn được thời gian xử lý (thời gian xử lý còn từ 25-30 ngày). Đồng thời, chế phẩm còn có khả năng tiêu diệt được các vi sinh vật gây bệnh có trong chất thải, nhờ đó tạo ra nguồn phân bón sạch bệnh, ngăn chặn sự phát tán các vi sinh vật gây bệnh, và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Sau khi tuyển chọn, các chủng này được cấy vào các ống môi trường thạch và bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ 4°C để giữ giống.

Bước 2. Hoạt hóa giống vi sinh vật

Trước khi tiến hành sản xuất chế phẩm, cấy truyền giống từ ống thạch sang các ống thạch mới có chứa môi trường MPA cho các chủng vi khuẩn *Bacillus* và Gause cho các chủng xạ khuẩn *Streptomyces* và tiến hành nuôi trong tủ ấm ở nhiệt độ 45°C từ 24-48 giờ.

Bước 3. Nhân giống cấp 1

Chuẩn bị môi trường nhân giống cấp 1

- Môi trường cho các chủng vi khuẩn *Bacillus:* sử dụng môi trường MPB có thành phần cao thịt: 3g, pepton: 5g, NaCl: 5g, tinh bột tan: 5 g, nước cất: 1000ml.

- Môi trường Gause 1 cho các chủng xạ khuẩn *Streptomyces*: tinh bột tan: 20g, K_2HPO_4: 0,5g, $MgSO_4.7H_2O$: 0,5g, KNO_3: 1g, NaCl: 0,5g, $FeSO_4$: 0,01g; nước máy: 1000ml.

- Đổ 200ml môi trường vào các bình nón 500ml, tiến hành khử trùng 30 phút ở 121°C, làm nguội đến nhiệt độ 40°C thì tiến hành cấy giống.

Cấy giống vi sinh vật

- Cấy vi khuẩn *Bacillus*: Dùng que cấy lấy toàn bộ sinh khối của chủng vi khuẩn *Bacillus* từ ống giống thạch nghiêng cho vào bình nón (500ml) chứa 200ml môi trường MPB đã được thanh trùng. Mỗi chủng vi khuẩn cho vào 1 bình môi trường riêng.

- Cấy xạ khuẩn *Streptomyces*: Dùng que cấy lấy toàn bộ sinh khối của chủng xạ khuẩn *Streptomyces* từ ống giống thạch nghiêng cho vào bình nón 500ml chứa môi trường Gause 1 lỏng đã thanh trùng, mỗi chủng giống vi sinh vật được cho 1 bình môi trường.

Các quá trình cấy giống đều phải được tiến hành trong buồng cấy vô trùng.

Nuôi cấy: các bình nón chứa môi trường sau khi cấy giống vi sinh vật vào được để trong máy lắc ổn nhiệt ở nhiệt độ 45°C, với vận tốc lắc 200 vòng/phút, thời gian nuôi 24 giờ với các chủng vi khuẩn *Bacillus* và 48 giờ với các chủng xạ khuẩn *Streptomyces*.

Bước 4. Nhân giống cấp 2

Chuẩn bị môi trường nhân giống cấp 2

Pha 10 lít môi trường MPB có bổ sung 2% tinh bột cho các chủng vi khuẩn *Bacillus* và 10 lít môi trường Gause 1 lỏng cho xạ khuẩn *Streptomyces* cho lần lượt vào các thiết bị lên men 15 lít tương ứng cho từng loại, sau đó tiến hành thanh trùng ở nhiệt độ 121°C, trong 30 phút, làm nguội bằng nước lạnh đến nhiệt độ 40-50°C.

Bổ sung dịch giống

Khi nhiệt độ của dịch môi trường trong thiết bị lên men hạ xuống 40-50°C thì tiến hành bổ sung 5% dịch giống cấp 1 của hỗn hợp các chủng vi khuẩn *Bacillus* vào thiết bị lên men chứa 10 lít môi trường MPB và 7% dịch giống cấp 1 của hỗn hợp các chủng xạ khuẩn *Streptomyces* vào thiết bị lên men chứa 10 lít môi trường Gause 1.

Nuôi cấy vi sinh vật

Cài đặt chế độ hoạt động của các thiết bị lên men: nhiệt độ 45°C, sục khí để đảm bảo lượng oxy hòa tan 90-95%, tốc độ khuấy 150 vòng/phút, điều chỉnh độ pH=7 bằng các dung dịch NaOH 1N và H_2SO_4 1N đã thanh trùng, trong suốt quá trình nuôi cấy. Thời gian nuôi 24 - 36 giờ đối với chủng vi khuẩn *Bacillus* và 48 - 60 giờ đối với chủng xạ khuẩn *Streptomyces*.

Bước 5. Tạo chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải Sagi Bio

Chuẩn bị môi trường xốp

- Thành phần các nguyên liệu sử dụng để làm môi trường xốp: bột gạo 20%, cám gạo 25%, vỏ trấu 10%, than bùn 40%, đường 3%, bột đậu tương 1%, K_2HPO_4 0,5%, KNO_3 0,5%, bổ sung nước để độ ẩm đạt 50%. Cho vào máy đảo trộn đều trước khi thanh trùng.

- Tiến hành thanh trùng ướt ở 121°C trong thời gian 1 giờ.

Bổ sung giống vi sinh vật

Môi trường lên men xốp sau khi khử trùng được làm nguội đến nhiệt độ 40°C, bổ sung 5% hỗn hợp giống cấp 2 của các chủng vi khuẩn và 7% hỗn hợp

giống cấp 2 của các chủng xạ khuẩn, đảo trộn đều sau đó chia vào các thùng kín, đậy nắp để tránh tạp nhiễm vi sinh vật từ môi trường không khí. Cứ sau 2 ngày tiến hành đảo trộn 1 lần, nhiệt độ trong khối ủ từ 50 - 55°C. Thời gian ủ lên men sản xuất chế phẩm trên môi trường xốp kéo dài từ 5 -7 ngày, bởi các chủng xạ khuẩn phát triển chậm hơn các chủng vi khuẩn nên thời gian kéo dài hơn cho phép chúng có thời gian để tạo bào tử.

Thành phần và chất lượng của chế phẩm vi sinh phân giải

Mật độ vi sinh vật đa chức năng đạt: $\geq 10^8$ CFU/gam, ml chế phẩm trong đó:

+ Vi khuẩn *Bacillus:* $\geq 10^8$ CFU/gam

+ Xạ khuẩn *Streptomyces:* $\geq 10^8$ CFU/gam

Ngoài ra, trong thành phần vi sinh vật của chế phẩm không chứa các vi sinh vật gây bệnh như *E.coli, Salmonella, S. aureus, P. aeruginosa.*

(ii) Quy trình sản xuất chế phẩm vi sinh đa chức năng

Bước 1. Tuyển chọn chủng giống vi sinh vật

Các chủng vi khuẩn sử dụng để tạo chế phẩm vi sinh vật đa chức năng bao gồm các chủng vi sinh vật có chức năng cố định nitơ, phân giải phosphat khó tan và kích thích sinh trưởng mà được phân lập từ nguồn môi trường tự nhiên của Việt Nam trên các môi trường phân lập đặc hiệu cho từng chủng. Cụ thể, chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do *Azotobacter* TN2 từ vùng đất trồng rau của xã Vân Nội, Đông Anh Hà Nội, các chủng vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh *Rhizobium sp.* DX2 và *Rhizobium sp.* DX6 được phân lập từ vùng đất trồng đậu tương huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam; các chủng vi khuẩn phân giải phosphat khó tan *Bacillus pumilus* PL1, *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3 từ vùng đất trồng cà phê tỉnh Sơn La. Các chủng đã được định tên đến loài bằng phương pháp phân loại truyền thống và bằng phân tích 16s ARN, các chủng này không gây bệnh cho con người và môi trường.

Bước 2. Hoạt hóa chủng giống vi sinh vật

Trước khi tiến hành sản xuất chế phẩm cấy truyền giống từ ống thạch sang các ống thạch mới có chứa môi trường tương ứng của từng loại vi sinh vật, nuôi trong tủ ấm ở nhiệt độ 30-35°C trong thời gian từ 24-48 giờ.

Bước 3. Nhân giống cấp 1

Chuẩn bị môi trường nhân giống cấp 1

- Môi trường cho các chủng vi khuẩn *Azotobacter TN2:* lactoza 2%, $(NH_4)_2SO_4$ 0,1%, $CaCO_3$ 0,5%.
- Môi trường nhân giống cho chủng *Rhizobium sp.* DX2: sacaroza 2%, $(NH_4)_2SO_4$ 0,1%, K_2HPO_4 0,05%, $MgSO_4.7H_2O$ 0,02%, NaCl 0,01%.
- Môi trường nhân giống cho chủng *Rhizobium sp.* DX6: sacaroza 2%, $(NH_4)_2SO_4$ 0,1%, K_2HPO_4 0,05%, $MgSO_4.7H_2O$ 0,02%, NaCl 0,01%; trytophan 0,01%.
- Môi trường nhân giống chủng:

  + *Bacillus pumilus* PL1 và *Bacillus pumilus* PL2: sacaroza (3%) - $(NH_4)_2SO_4$ (0,2%) - $Ca_3(PO_4)_2$ (0,5%).

  + *Bacillus pumilus* PL3: sacaroza(2%) - $(NH_4)_2SO_4$ (0,2%) - $Ca_3(PO_4)_2$ (0,5%).

Đổ 200ml môi trường vào các bình nón 500ml, tiến hành khử trùng 30 phút ở 121°C, làm nguội đến nhiệt độ phòng thì tiến hành cấy giống.

Cấy giống vi sinh vật: Dùng que cấy lấy toàn bộ sinh khối của các chủng vi sinh vật từ ống thạch nghiêng cho vào bình chứa môi trường lỏng tương ứng, các chủng giống vi sinh được nuôi riêng rẽ, mỗi ống giống vi sinh vật được cho 1 bình môi trường.

Toàn bộ quá trình cấy giống phải được tiến hành trong buồng cấy vô trùng.

Nuôi cấy: các bình nón môi trường sau khi cấy giống được nuôi trong máy lắc ổn nhiệt ở nhiệt độ 30°C, với vận tốc lắc 200 vòng/phút, thời gian nuôi 48 giờ. Kiểm tra đánh giá mật độ của vi sinh vật trong dịch giống cấp 1 và sự tạp nhiễm

của nấm mốc bằng cách cấy chúng trên môi trường tương ứng, mật độ cần phải đạt ≥ 10^8CFU/gam.

Bước 4. Nhân giống cấp 2

Chuẩn bị môi trường dịch:

- Môi trường nhân giống cấp 2: rỉ đường (1%) - ure (0,2%) - $CaCO_3$ (0,5%).
- Chuẩn 10 lít môi trường nhân giống cấp 2 cho thiết bị lên men 15 lít, khử trùng ở 121°C, 30 phút. Sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng rồi bổ sung vào hệ thống lên men và cấy các chủng giống vi sinh cấp 1 vào với tỷ lệ giống 1%.

Nuôi cấy: Cài đặt chế độ tự động để diều chỉnh nhiệt độ nuôi vi sinh vật ở nhiệt độ 30°C, sục khí để đảm bảo oxy hòa tan 100%, điều chỉnh độ pH =7 bằng dung dịch NaOH 1N và H_2 SO4 1N đã thanh trùng, trong suốt quá trình nuôi cấy. Thời gian nuôi cấy là 48 giờ.

Bước 5. Tạo chế phẩm dạng bột

Chuẩn bị môi trường rắn:

- Thành phần các nguyên liệu sử dụng để làm môi trường: đường sacaroza 5%; than bùn 67%; diatomit 20%; bột đậu tương 1%; cám gạo 1%; cám ngô 1%; $Ca_3(PO_4)_2$ 0,5%; $CaCO_3$ 0,5%; K_2HPO_4 0,2%; KH_2PO_4 0,2% và trấu 2%; bổ sung nước để độ ẩm đạt 45%.
- Tiến hành thanh trùng ướt ở 121°C trong thời gian 1 giờ.

Môi trường lên men xốp sau khi khử trùng được làm nguội đến nhiệt độ 40°C, bổ sung 5% hỗn hợp dịch giống cấp 2 là của các chủng vi khuẩn đảo trộn đều sau đó chia vào các thùng nhựa, đậy nắp để tránh tạp nhiễm vi sinh vật từ môi trường không khí. Cứ sau 1 ngày tiến hành đảo trộn 1 lần, nhiệt độ trong khối ủ từ 30°C.Thời gian nuôi từ 4-5 ngày.

Chế phẩm vi sinh vật đa chức năng thành phẩm

- Mật độ của từng vi sinh vật hữu ích trong chế phẩm đạt $\geq 10^8$ CFU/gam chế phẩm. Tốt nhất nếu chủng này được bổ sung với tỷ lệ 1kg chế phẩm vi sinh vật đa chức năng/1 tấn mùn hữu cơ.

- Trong thành phần vi sinh vật của chế phẩm không chứa các vi sinh vật gây bệnh như *E.coli, Salmonella, S. aureus, P. aeruginosa.*

Các chủng giống nêu trên được bảo quản ở điều kiện tối ưu trong Bộ sưu tập các chủng giống vi sinh vật của Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Khi cần thiết, các chủng giống vi sinh vật này được hoạt hoá, nhân giống để tạo ra các chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải và chế phẩm vi sinh vật đa chức năng mà được dùng để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh theo giải pháp hữu ích.

Tất cả các chế phẩm vi sinh vật dùng trong giải pháp hữu ích được bổ sung vào chất thải hữu cơ (rác) hoặc mùn hữu cơ bằng cách thông thường đã biết, tốt nhất là hòa tan các chế phẩm vào nước sạch, sau đó phun đều vào chất thải hữu cơ hoặc mùn hữu cơ.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1. Quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ rác thải sinh hoạt, bao gồm các bước:

(a) phân loại chất thải để thu được chất thải hữu cơ có thể xử lý được với lượng cần thiết (10.000kg rác thải sinh hoạt để thu được 5000kg rác hữu cơ xử lý);

(b) ủ đống (ủ compost) phân giải các chất thải hữu cơ để thu chất mùn hữu cơ: bổ sung vào khối chất thải hữu cơ cần xử lý các chất dinh dưỡng cho vi sinh vật bao gồm ure (N), lân (P) và kali (K) với liều lượng lần lượt là 0,5kg, 0,5kg và 0,25kg cho tấn chất thải hữu cơ xử lý và chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải được tạo ra bằng quy trình hoạt hoá và nhân giống nêu trên, chế phẩm này bao gồm các chủng vi khuẩn *Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9 và *Bacillus licheniformis* BL75 và các chủng xạ

khuẩn *Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces flavoviridis* MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10 với mật độ từng chủng $\geq 10^8$ CFU/gam. Lượng chế phẩm bổ sung là 1kg/3tấn chất thải hữu cơ. Sau đó đánh đống hỗn hợp thu được với kích thước(4m x5m x 1m), che đậy kín bằng nilong và tiến hành quá trình ủ nóng với điều kiện đống ủ duy trì ở độ ẩm 50-55%, nhiệt độ 50-60°C và được cung cấp oxy bằng cách đảo trộn với tần suất 2-3 ngày/lần. Sau 30 ngày ủ đống, tiếp tục tiến hành quá trình ủ chín ở nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 40°C để phân giải hoàn toàn các chất hữu cơ khó phân huỷ và tạo thành 1100- 1500kg chất mùn hữu cơ. Thông thường, qua quá trình phân giải vi sinh bằng ủ đống, từ 1 tấn chất thải hữu cơ từ rác thải, thu được 110-150kg mùn hữu cơ, dùng làm nguyên liệu để sản xuất phân bón.

(c) mùn hữu cơ thu được từ bước (b) được kiểm tra chất lượng đạt yêu cầu trước khi được bổ sung chế phẩm vi sinh vật đa chức năng được tạo ra bằng quy trình hoạt hoá và nhân giống nêu trên. Lượng chế phẩm vi sinh đa chức năng bổ sung là 1kg/tấn mùn hữu cơ, trong đó chế phẩm này bao gồm hỗn hợp chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do *Azotobacter* TN2, các chủng vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh và sinh chất kích thích sinh trưởng bao gồm *Rhizobium* DX2 và *Rhizobium* DX6 và các chủng vi khuẩn phân giải phosphat khó tan bao gồm *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3. Cuối cùng bổ sung thêm các chất đa lượng N (ure), P (P_2O_5) và K (K_2O) với lượng lần lượt là 10kg, 10kg và 5kg, phối trộn đều để tạo ra 1 tấn (1000kg) phân bón hữu cơ vi sinh.

Ví dụ 2. Quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ chất thải chăn nuôi (phân) gia súc, bao gồm các bước:

(a) phân loại và làm sạch 3,5 tấn phân gia súc để tách các chất không hữu cơ không thể phân hủy để thu được chất thải hữu cơ có thể xử lý được với độ ẩm khoảng 55%;

(b) ủ đống (ủ compost) phân giải các chất thải hữu cơ trong phân gia súc để thu chất mùn hữu cơ: bổ sung vào khối chất thải hữu cơ cần xử lý lượng chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải được tạo ra bằng quy trình hoạt hoá và nhân giống nêu trên, chế phẩm này bao gồm các chủng vi khuẩn *Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9 và *Bacillus licheniformis* BL75 và các chủng xạ khuẩn *Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces flavoviridis* MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10 với mật độ từng chủng $\geq 10^8$ CFU/gam. Lượng chế phẩm bổ sung là 1kg/1tấn, do chất thải chăn nuôi gia súc rất giàu N, P, và K nên không cần bổ sung các thành phần này trong quá trình ủ phân giải. Sau đó đánh đống hỗn hợp thu được với chiều cao 1,5 m, che đậy kín và tiến hành quá trình ủ nóng với điều kiện đống ủ duy trì ở độ ẩm 50-55%, nhiệt độ 50-60^{o}C và được cung cấp oxy bằng cách đảo trộn với tần suất 2-3 ngày/lần. Sau 15-20 ngày ủ đống, tiếp tục tiến hành quá trình ủ chín ở nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 40^{o}C để phân giải hoàn toàn các chất hữu cơ khó phân huỷ và tạo thành chất mùn hữu cơ. Tổng thời gian xử lý phân gia súc bằng chế phẩm này để thu hồi mùn hữu cơ là 30 ngày. Thông thường, qua quá trình phân giải vi sinh bằng ủ đống, từ 1 tấn chất thải hữu cơ từ phân gia súc, thu được 300-350kg mùn hữu cơ, dùng làm nguyên liệu để sản xuất phân bón.

(c) mùn hữu cơ thu được từ bước (b) được kiểm tra chất lượng đạt yêu cầu trước khi được bổ sung chế phẩm vi sinh vật đa chức năng được tạo ra bằng quy trình hoạt hoá và nhân giống nêu trên. Lượng chế phẩm vi sinh vật đa chức năng bổ sung là 1kg/tấn mùn hữu cơ, trong đó chế phẩm này bao gồm hỗn hợp chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do *Azotobacter TN2*, các chủng vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh và sinh chất kích thích sinh trưởng bao gồm *Rhizobium DX2* và *Rhizobium DX6* và các chủng vi khuẩn phân giải phosphat khó tan bao gồm *Bacillus pumilus PL1, Bacillus pumilus PL2* và *Bacillus pumilus PL3*. Cuối cùng bổ sung thêm các chất đa lượng N (ure), P (P_2O_5) và K (K_2O) với lượng

lần lượt là 10kg, 10kg và 5kg, phối trộn đều để tạo ra 1 tấn (1000kg) phân bón hữu cơ vi sinh.

Bảng 1. Chất lượng phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ rác thải sinh hoạt

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị đo	Phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ rác thải sinh hoạt	Tiêu chuẩn theo thông tư 36/2010 BNNPTNT
Tổng hữu cơ	%	20	≥ 15
Độ ẩm	%	25	≤ 30
Tổng N	%	1	-
Tổng P	%	1	-
Tổng K	%	0,5	-
Vi khuẩn cố định N	CFU/g	$2,3x10^6$	$\geq 10^6$
Vi khuẩn phân giải P khó tan	CFU/g	$3,7x10^7$	$\geq 10^6$
Vi khuẩn cộng sinh	CFU/g	$1,7x\ x10^6$	$\geq 10^6$
Coliform	CFU/g	Không phát hiện	Không quy định
E. Coli.	CFU/g	Không phát hiện	Không quy định
Salmonella	CFU/25g	Không phát hiên	Không phát hiên
Asen (As)	ppm	0,2 – 3,5	≤ 3,0
Cadmi (Cd)	ppm	0-2,3	≤ 2,5
Chì (Pb)	ppm	20 - 100	≤ 300,0
Thủy ngân	ppm	0 - 1,5	2,0

Bảng 2. Chất lượng phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ phân lợn

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị đo	Phân hữu cơ vi sinh sản xuất phân lợn	Tiêu chuẩn theo thông tư 36/2010 BNNPTNT
Tổng hữu cơ	%	35	≥ 15
Độ ẩm	%	27	≤ 30
Tổng N	%	1	-
Tổng P	%	1	-
Tổng K	%	0,5	-
Vi khuẩn cố định N	CFU/g	$2,5x10^6$	$\geq 10^6$

Vi khuẩn phân giải P khó tan	CFU/g	$3,0 \times 10^7$	$\geq 10^6$
Vi khuẩn cộng sinh	CFU/g	$2,5 \times \times 10^6$	$\geq 10^6$
Coliform	CFU/g	Không phát hiện	Không quy định
E. Coli.	CFU/g	Không phát hiện	Không quy định
Salmonella	CFU/25g	Không phát hiên	Không phát hiên
Asen (As)	ppm	0,1- 0,2	$\leq 3,0$
Cadmi (Cd)	ppm	0-0,5	$\leq 2,5$
Chì (Pb)	ppm	10 - 20	$\leq 300,0$
Thủy ngân	ppm	0	2,0

Ví dụ 3: Sử dụng phân hữu cơ vi sinh thu được từ các Ví dụ 1 và 2 để bón cho cây lúa, cây bắp cải và cây chè

Phân bón hữu cơ và hữu cơ hữu cơ vi sinh thu được từ các Ví dụ 1 và 2 được dùng trong thử nghiệm bón cho cây lúa tại Châu Thành, Hậu Giang, cây bắp cải và cây chè, so sánh với loại phân NPK được bón theo quy trình hiện đang được áp dụng tại địa phương (CT1). Kết quả thử nghiệm thu được thể hiện trong các Bảng dưới đây.

Bảng 3. Ảnh hưởng của phân bón đến năng suất lúa khảo nghiệm tại Châu Thành –Hậu Giang

Công thức	Năng suất, tạ/ha	Bội thu tạ/ha	%
CT1	50,47	-	-
CT2	56,44	5,97	111,83
CT3	57,95	7,48	114,82

- CT1: Công thức đối chứng (bón phân chuồng, NPK) theo quy trình của địa phương

- CT2: Sử dụng phân Hữu cơ vi sinh từ rác thải sinh hoạt (Ví dụ 1)

- CT3: Sử dụng phân hữu vi sinh từ phân lợn (Ví dụ 2)

Từ kết quả ở Bảng 3 cho thấy, các loại phân hữu cơ vi sinh khảo nghiệm đều làm tăng năng suất lúa, năng suất lúa tăng từ 5,97 - 6,21tạ/ha tương đương với 11,83 và 14,82 % so với chỉ sử dụng phân khoáng NPK và phân chuồng.

Bảng 4. Ảnh hưởng của các phân bón đến năng suất bắp cải trên đất bạc màu Mê Linh

Công thức	Năng suất, tạ/ha	Bội thu tạ/ha	%
CT1	34,82	-	-
CT2	39,51	4,7	115,85
CT3	40,58	5,76	119,83

Ghi chú: CT1, CT2, CT3, tương tự như ở Ví dụ 3

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, sử dụng các loại phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ chất thải sinh hoạt và từ phân lợn đã làm tăng rõ rệt năng suất cây bắp cải trồng tại vùng đất bạc màu Mê Linh, Hà Nội, năng suất thu hoạch đều tăng ở mức có ý nghĩa so với đối chứng. Đối với rau bắp cải khảo nghiệm trên đất bạc màu Mê linh năng bắp cải ở các mẫu thí nghiệm đều tăng từ 4,28- 5,76 tấn/ha, tương đương với từ 12,32 – 19,83%.

Bảng 5. Ảnh hưởng của các phân bón đến năng suất cây chè tại vùng đất đỏ vàng của Nông trường Long Phú, huyện Quốc Oai

Công thức	Năng suất, tạ/ha	Bội thu tạ/ha	%
CT1	127,8	-	
CT2	147,63	19,83	115,52
CT3	151,60	23,80	118,62

Ghi chú: CT1, CT2, CT3, tương tự như ở Ví dụ 3

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy, sử dụng các loại phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ rác thải sinh hoạt và đã làm tăng rõ rệt năng suất thực thu của búp chè tươi. Các loại phân bón khảo nghiệm đã làm tăng năng suất búp chè tươi khảo nghiệm tại vùng đất đỏ vàng của Nông trường Long Phú, huyện Quốc Oai tăng 18,17 tạ phân hữu cơ vi sinh từ rác thải và 23,8 tạ/ha phân hữu cơ vi sinh từ phân lợn tương đương với từ 14,23 – 18,62% so với sử dụng phân hóa học N, P, K.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Quy trình sản xuất phân phức hợp hữu cơ vi sinh cho cây trồng theo giải pháp hữu ích cho phép đạt được các lợi ích như sau:

+ Hạn chế ô nhiễm môi trường do đốt, chôn lấp rác và các phế phụ phẩm nông nghiệp.

+ Tăng năng suất ủ xử lý rác thải thành phân bón, nhờ các chủng vi sinh vật ưa nhiệt, sản sinh các enzym phân giải có hoạt tính mạnh, đặc hiệu và có tỷ lệ sống sót cao trong quá trình ủ đống ở nhiệt độ cao (trên 50°C).

+ Tăng nguồn phân hữu cơ vi sinh chất lượng tốt cho sản xuất nông lâm nghiệp, loại phân này vừa tăng cường sự hấp thu các chất dinh dưỡng và chất kích thích sinh trưởng để đạt năng suất cao hơn, vừa có tác dụng cải tạo đất, tránh hiện tượng đất bị sớm bạc màu trong quá trình canh tác.

+ Giảm bớt sự lạm dụng phân hóa học trong sản xuất và chi phí bón phân do giá phân hóa học ngày càng cao, đồng thời bảo vệ môi trường.

Quy trình xử lý rác thải và phế phụ phẩm nông nghiệp thành phân hữu cơ vi sinh đã được thử nghiệm trong các nhà máy xử lý rác thải sinh hoạt và các nông hộ và phân vi sinh đã được đem bón thử nghiệm trong đất trồng một số loại rau, củ với kết quả khả quan, đồng thời, giảm được chi phí mua phân bón.

YÊU CẦU BẢO HỘ

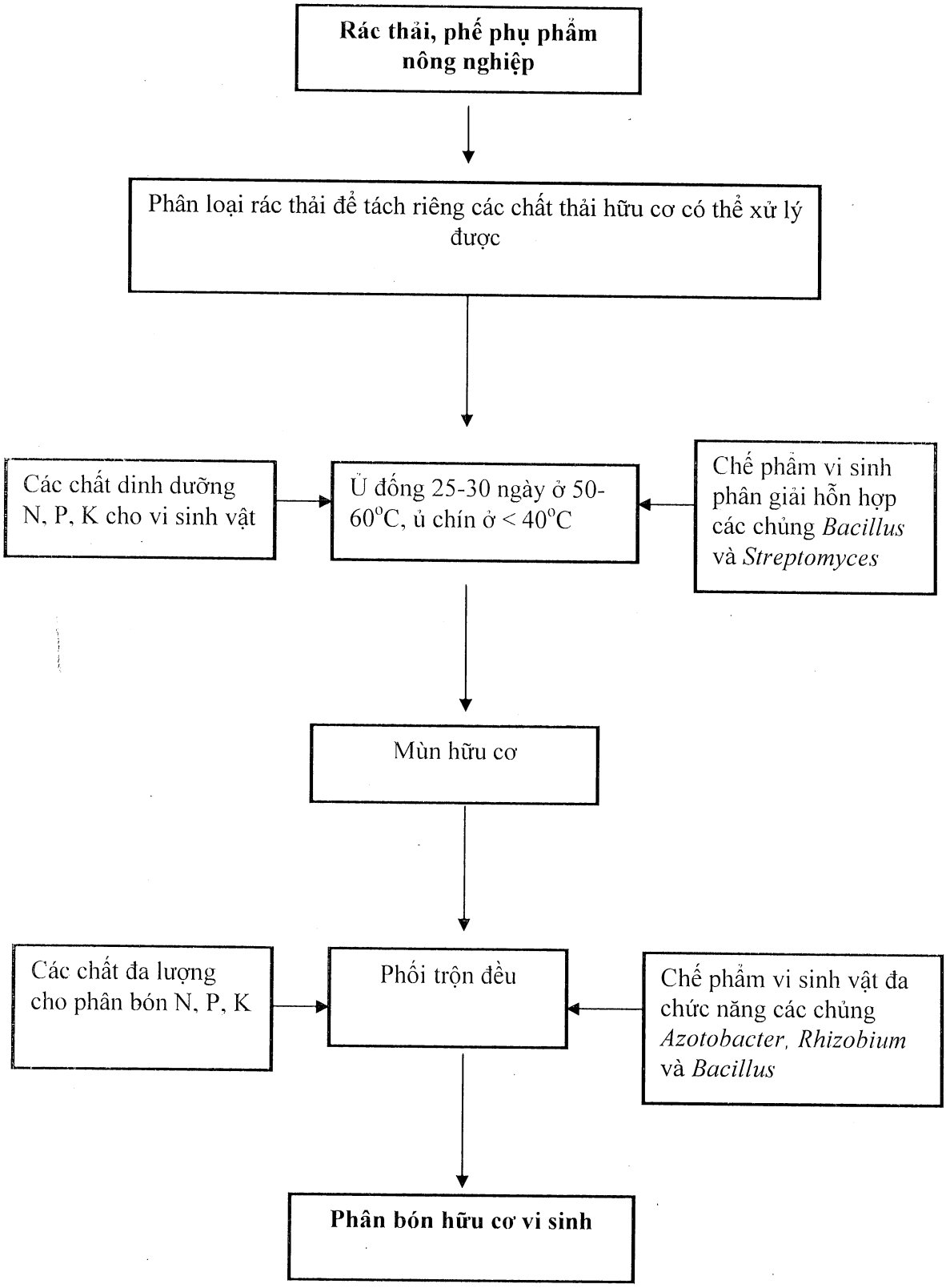
1. Quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ rác thải và phế phụ phẩm nông nghiệp, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

(a) phân loại rác thải và phế phụ phẩm nông nghiệp để tách riêng các chất thải hữu cơ có thể xử lý được;

(b) ủ đống (ủ compost) phân giải các chất thải hữu cơ để thu chất mùn hữu cơ bằng cách bổ sung các chất dinh dưỡng cho vi sinh vật bao gồm ure (N), lân (P_2O5) và kali (K_2O) với lượng lần lượt là 0,02%, 0,02% và 0,01% khối lượng chất thải hữu cơ và chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt phân giải bao gồm các chủng vi khuẩn *Bacillus* ưa nhiệt và xạ khuẩn *Streptomyces* ưa nhiệt, mật độ từng chủng $\geq 10^8$ CFU/gam với lượng nằm trong khoảng 0,03 - 0,07% khối lượng chất thải hữu cơ, trong đó *Bacillus* là ít nhất một chủng được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus subtilis* HA401, *Bacillus subtilis* TB2, *Bacillus licheniformis* CD9 và *Bacillus licheniformis* BL75 và *Streptomyces* là ít nhất một chủng được chọn từ nhóm bao gồm *Streptomyces arabicus* C1, *Streptomyces thermoflavus* C3, *Streptomyces thermoflavus* CD.69, *Streptomyces thermodiastaticus* CD.610, *Streptomyces flarovirens* CD.108, *Streptomyces flavoviridis* MTB7 và *Streptomyces tendae* MTB10; sau đó đánh đống hoặc tạo luống hỗn hợp thu được với chiều cao từ 1 - 1,5m, che đậy kín và ủ nóng trong điều kiện độ ẩm 50-55%, nhiệt độ 50 - 60°C và được cung cấp oxy với tần suất 2 - 3 ngày/lần; sau từ 25 - 30 ngày ủ đống, tiếp tục tiến hành ủ chín ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 40°C để phân giải hoàn toàn các chất hữu cơ khó phân huỷ và thu được mùn hữu cơ; và

(c) tạo phân bón hữu cơ vi sinh từ mùn hữu cơ: mùn hữu cơ thu được từ bước (b) được bổ sung chế phẩm vi sinh vật đa chức năng với lượng 0,05% đến 0,1% khối lượng mùn hữu cơ, trong đó chế phẩm này bao gồm hỗn hợp các chủng vi khuẩn cố định nitơ tự do *Azotobacter TN2*, ít nhất một chủng vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh và sinh chất kích thích sinh trưởng được chọn từ nhóm bao gồm *Rhizobium* DX2 *và Rhizobium* DX6 và ít nhất một chủng vi khuẩn

phân giải phosphat khó tan được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus pumilus* PL1, *Bacillus pumilus* PL2 và *Bacillus pumilus* PL3, mật độ từng chủng $\geq 10^8$ CFU/gam; sau đó bổ sung thêm các chất đa lượng N (urê), P (P_2O_5) và K (K_2O) với tỷ lệ lần lượt là 1%, 1% và 0,5% khối lượng, phối trộn đều các thành phần để tạo ra phân bón hữu cơ vi sinh thành phẩm.


Rác thải, phế phụ phẩm nông nghiệp
Phân loại rác thải để tách riêng các chất thải hữu cơ có thể xử lý được
Các chất dinh dưỡng N, P, K cho vi sinh vật
Ủ đống 25-30 ngày ở 50-60°C, ủ chín ở < 40°C
Chế phẩm vi sinh phân giải hỗn hợp các chủng Bacillus và Streptomyces
Mùn hữu cơ
Các chất đa lượng cho phân bón N, P, K
Phối trộn đều
Chế phẩm vi sinh vật đa chức năng các chủng Azotobacter, Rhizobium và Bacillus
Phân bón hữu cơ vi sinh

Hình 1