

NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT CHẾ PHẨM VI SINH VẬT TỪ CHŨNG *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 ĐỂ XỬ LÝ CHẤT THẢI NHÀ TIÊU KHÔ

Đặng Thị Hồng Phương^{1*}, Lê Văn Thắng¹, Nguyễn Thị Kim Thanh¹, Đỗ Thị Tuyền¹

TÓM TẮT

Với mục đích sản xuất chế phẩm vi sinh vật ứng dụng xử lý chất thải nhà tiêu khô, bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về điều kiện nhân sinh khối chủng xạ khuẩn *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 bằng kỹ thuật lên men chìm và xác định chất mang phù hợp cho sản xuất chế phẩm. Kết quả nghiên cứu đã xác định được các thông số kỹ thuật thích hợp cho lên men nhân sinh khối chủng xạ khuẩn XM6 là môi trường lên men: LM3, nhiệt độ lên men: 35°C, pH môi trường lên men: 7, thời gian lên men: 96 giờ, tỷ lệ tiếp giống ban đầu: 5% (v/v). Mật độ chủng xạ khuẩn XM6 sau lên men đạt > 10⁸ CFU/g. Chất mang cho chế phẩm là hỗn hợp mùn cưa, cám gạo, bột cao lanh được phối trộn theo tỷ lệ 1: 1: 1. Chế phẩm vi sinh vật xử lý chất thải nhà tiêu khô được tạo thành bằng cách phối trộn sinh khối xạ khuẩn sau lên men với chất mang theo tỷ lệ 10% có mật độ xạ khuẩn đạt > 10⁸ CFU/g, đảm bảo yêu cầu chất lượng theo TCVN 6168 - 2002 sau 3 tháng bảo quản.

Từ khóa: Xạ khuẩn, điều kiện nhân sinh khối, chất mang, chế phẩm vi sinh vật xử lý chất thải nhà tiêu khô.

1. BẬT VẤN ĐỀ

Nhà tiêu khô (Bio-toilet, Composting toilet, Waterless toilet) là nhà vệ sinh không dùng nước trong quá trình sử dụng. Chất thải được lưu giữ và xử lý trong điều kiện ủ khô, theo đó chất thải được trộn đều với hỗn hợp phụ gia trong khoang xử lý, cấp thêm oxy, duy trì nhiệt độ 35°C - 45°C, độ ẩm dưới 65%, có thể phân hủy tới 95% khối lượng. Trong quá trình hoạt động của hệ vi sinh vật, nhiệt độ hỗn hợp chất thải tăng liên tục, có thể lên đến trên 60°C, khi đó các vi khuẩn có hại như *E. coli*, *Coliform* sẽ bị tiêu diệt. Khoảng 5% chất thải rắn là những chất chậm phân hủy sẽ tích tụ dần trong hỗn hợp phụ gia chất thải và được thay định kỳ (Ryusei *et al.*, 2016). Ở Việt Nam, nhà vệ sinh khô đã được sử dụng từ lâu, gồm nhà vệ sinh khô chìm và nhà vệ sinh khô nổi. Hiện nay, nhà vệ sinh khô được nghiên cứu bổ sung hệ vi sinh vật và hỗn hợp phụ gia mùn sinh học làm môi trường xử lý chất thải (Đỗ Hồng Anh, 2019).

Trên thế giới, các chi xạ khuẩn như *Streptomyces*, *Microbispora*, *Cellulosimicrobium*, *Micromonospora*, *Thermobispora*, *Thermomonospora*, *Thermobifida* ... đã được sử dụng cho các giai đoạn ủ phân hữu cơ khác nhau. Từ các đồng ủ phân compost, Salamoni *et al.* (2010) đã

phân lập được 25 chủng xạ khuẩn thuộc chi *Streptomyces* có hoạt tính sinh enzyme ngoại bào, trong đó có tới 80% số chủng phân lập có hoạt tính đối kháng vi khuẩn và nấm bệnh. Chủng xạ khuẩn ưa nhiệt *Streptomyces* sp. No. 101 cũng đã được chứng minh là có khả năng khử mùi phân trộn thông qua quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ có trong phân trộn nhờ hệ enzyme ngoại bào phong phú (Zhang *et al.*, 2016). Ở Việt Nam, đã có nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng vi sinh vật trong xử lý chất thải hữu cơ, tuy nhiên chưa có công trình nghiên cứu được công bố liên quan đến sử dụng chủng xạ khuẩn để xử lý chất thải người trong hệ thống nhà tiêu khô tận dụng làm phân bón. Trong nghiên cứu này, chủng xạ khuẩn *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 thuộc bộ sưu tập chủng giống của Phân viện Công nghệ Sinh học thuộc Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga đã được nghiên cứu đặc điểm sinh lý, sinh hoá và phân loại đến loài (Đỗ Thị Tuyền và cộng sự, 2021). Chủng XM6 có nguồn gốc phân lập từ đồng ủ phân compost, có khả năng sinh trưởng và sinh enzyme ngoại bào cao trong khoảng nhiệt độ từ 30°C đến 45°C thể hiện ở đường kính vòng phân giải cơ chất CMC đạt > 20 mm. Đặc biệt ở 55°C chủng XM6 vẫn thể hiện được hoạt tính enzyme phân giải cơ chất. Kết quả nghiên cứu của Đặng Thị Hồng Phương (2019) xác định thí nghiệm bổ sung chủng xạ khuẩn XM6 ủ chất thải người và mùn cưa cho hiệu quả tốt nhất, theo đó sau 6 tháng

¹ Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

*Email: hongphuong83@gmail.com

thực nghiệm, thể tích khối ủ thể hiện qua chiều cao lớp vật liệu ủ giảm nhiều nhất, hàm lượng chất hữu cơ của hỗn hợp sau ủ đạt 20,3% và không phát hiện vi khuẩn gây bệnh là *E. coli* và *Salmonella*. Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng chủng xạ khuẩn XM6 để sản xuất chế phẩm xử lý chất thải hữu cơ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định điều kiện phù hợp cho quá trình nhân sinh khối chủng xạ khuẩn XM6 bằng kỹ thuật lên men chìm, xác định chất mang và chất lượng chế phẩm vi sinh vật từ chủng xạ khuẩn XM6 trong quá trình bảo quản với định hướng sử dụng chế phẩm để xử lý chất thải nhà tiêu khô.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Chủng giống giống vi sinh vật

Vi sinh vật sử dụng trong nghiên cứu là chủng xạ khuẩn *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 đã được nghiên cứu đặc điểm sinh học, xác định trình tự gen 16S rRNA và được lưu trữ trong glycerol 20% (v/v) ở -20°C tại phòng thí nghiệm Phân viện Công nghệ Sinh học thuộc Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga. Trước khi sử dụng, chủng được nuôi cấy hoạt hóa trên môi trường CG dịch thể.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Khả năng sinh trưởng phát triển và hoạt tính sinh học của chủng xạ khuẩn XM6 trong quá trình nhân sinh khối và sản xuất chế phẩm được xác định thông qua các chỉ tiêu mật độ vi sinh vật, sinh khối khô và hoạt tính enzyme, trong đó mật độ xạ khuẩn được xác định theo TCVN 4884 - 2008: Hướng dẫn chung về định lượng vi sinh vật - Kỹ thuật đếm khuẩn lạc ở 30°C; sinh khối khô xạ khuẩn được xác định thông qua sự chênh lệch về khối lượng của giấy lọc Whatman trước và sau khi lọc dịch lên men được sấy ở nhiệt độ 105°C đến khối lượng không đổi; hoạt tính enzyme ngoại bào của chủng xạ khuẩn bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch theo phương pháp của Nguyễn Lâm Dũng và cộng sự (2010).

Thí nghiệm xác định môi trường lên men được tiến hành như sau: Nuôi cấy chủng xạ khuẩn XM6 trong bình lên men thể tích 2 lít chứa các môi trường có thành phần gồm, LM1: Sacarozơ 20 g, CMC 1 g, gelatin 2 g, KH₂PO₄ 0,5 g, MgSO₄ 0,25 g, NaCl 5 g, nước máy 1 lít; LM2: Sacarozơ 20 g, cao nấm men 0,25 g, KH₂PO₄ 0,5 g, MgSO₄ 0,25 g, NaCl 5 g, nước máy 1 lít; LM3: Sacarozơ 20 g, KNO₃ 0,25 g, nước

chiết giá 100 g, NaCl 5 g, nước máy 1 lít; LM4: Rỉ đường 20 g, cao nấm men 0,25 g, KH₂PO₄ 0,5 g, MgSO₄ 0,25 g, NaCl 5 g, nước máy 1 lít; LM5: Rỉ đường 20 g, KNO₃ 0,25 g, nước chiết giá 100 g, KH₂PO₄ 0,5 g, MgSO₄ 0,25 g, NaCl 5 g, nước máy 1 lít. Giống cấp 1 được nhân trong bình tam giác với môi trường đặc hiệu CG chứa CMC 2 g, gelatin 2 g, KH₂PO₄ 0,5 g, MgSO₄ 0,25 g, nước máy 1 lít, đạt mật độ $\geq 10^8$ CFU/ml và được cấy vào nồi lên men với tỷ lệ 5% thể tích môi trường lên men. Thông số kỹ thuật lên men được cài tự động gồm nhiệt độ lên men: 30°C, thời gian lên men: 72 giờ, tốc độ cánh khuấy: 180 vòng/phút. Môi trường lên men phù hợp được lựa chọn là môi trường có sinh khối xạ khuẩn cao nhất và cao hơn so với đối chứng sử dụng môi trường CG.

Thí nghiệm xác định nhiệt độ, pH, thời gian lên men và tỷ lệ tiếp giống ban đầu phù hợp được thực hiện trong bình lên men thể tích 2 lít chứa môi trường phù hợp được xác định ở trên được điều chỉnh pH ban đầu ở các mức 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0 hoặc nhiệt độ lên men ở các mức: 25°C, 30°C, 35°C, 40°C và 45°C hoặc tỷ lệ tiếp giống ban đầu là 1%; 3%; 5%; 7%; 9% (v/v) hoặc thời gian lên men 48 giờ, 72 giờ, 96 giờ, 124 giờ và 144 giờ. Đánh giá khả năng sinh trưởng phát triển và hoạt tính sinh học của chủng xạ khuẩn XM6 thông qua các chỉ tiêu sinh khối khô sau lên men và hoạt tính enzyme. Nhiệt độ, pH, thời gian lên men và tỷ lệ tiếp giống ban đầu phù hợp được xác định khi sinh khối tạo thành cao nhất và hoạt tính sinh học của chủng XM6 ổn định so với đối chứng là nhiệt độ lên men: 30°C, pH môi trường: 7,0, thời gian lên men: 72 giờ và tỷ lệ tiếp giống ban đầu: 5% (v/v).

Thí nghiệm xác định chất mang phù hợp được thực hiện bằng cách phối trộn 5%, 10%, 15% và 20% dịch lên men với chất mang gồm mùn cưa, cám gạo, bột cao lanh và hỗn hợp mùn cưa, cám gạo, bột cao lanh theo tỷ lệ 1: 1: 1. Hỗn hợp sau phối trộn được sấy ở nhiệt độ 40°C trong thời gian 12 - 24 giờ, đóng vào túi nilon và bảo quản ở nhiệt độ phòng. Kiểm tra mật độ xạ khuẩn sau 30 ngày.

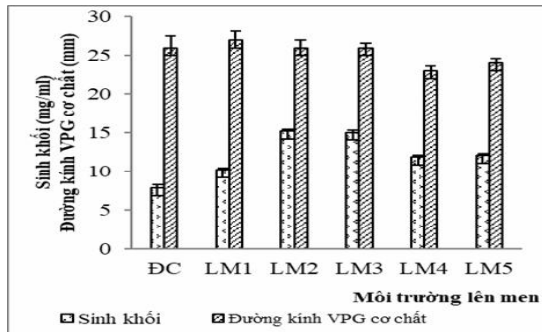
Thí nghiệm xác định thời gian bảo quản của chế phẩm được thực hiện thông qua việc đánh giá mật độ xạ khuẩn trong chế phẩm sau thời gian bảo quản 0 giờ, 1 tháng, 2 tháng, 3 tháng và 6 tháng ở điều kiện nhiệt độ phòng theo TCVN 6168 - 2002. Chế phẩm vi sinh vật (VSV) phân giải xenlulo.

Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Số liệu nghiên cứu được xử lý thống kê sinh học trên phần mềm Excel 2010.

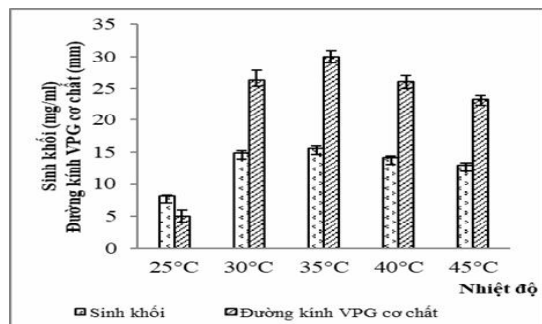
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Điều kiện nhân sinh khối chủng XM6 bằng kỹ thuật lên men chìm

Kết quả nghiên cứu xác định môi trường lên men phù hợp thể hiện trong hình 1 xác định các môi trường lựa chọn đều cho hiệu quả lên men tốt, khối lượng sinh khối tạo thành cao hơn đối chứng là môi trường CG, trong đó môi trường LM2 cho hiệu quả lên men thu sinh khối cao nhất đạt 15,2 mg/ml, môi trường LM3 cho hiệu quả lên men cao tương đương môi trường LM2. Tuy nhiên, môi trường LM2 sử dụng nguồn nitơ từ cao nấm men có giá thành cao, nên môi trường LM3 được lựa chọn sử dụng cho nhân sinh khối chủng XM6. Đặc biệt khi lên men trong môi trường LM3, chủng XM6 có tạo các bông sợi (pillet) do các tế bào xạ khuẩn tạo sợi bện kết với nhau làm dịch lên men trong suốt, đồng thời khi kết thúc lên men các bông sợi này lắng kết nhanh giúp thuận lợi cho quá trình thu hồi sinh khối. Đây là một điểm lợi thế khi lựa chọn môi trường LM3 làm môi trường nhân sinh khối chủng XM6.



Hình 1. Sinh khối và hoạt tính sinh học chủng xạ khuẩn XM6 trên các môi trường lên men khác nhau

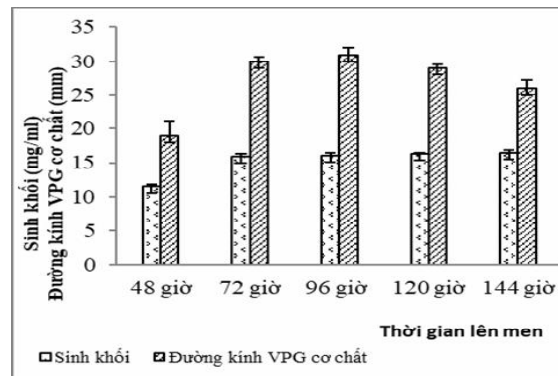


Hình 2. Sinh khối và hoạt tính sinh học chủng xạ khuẩn XM6 ở các nhiệt độ lên men khác nhau

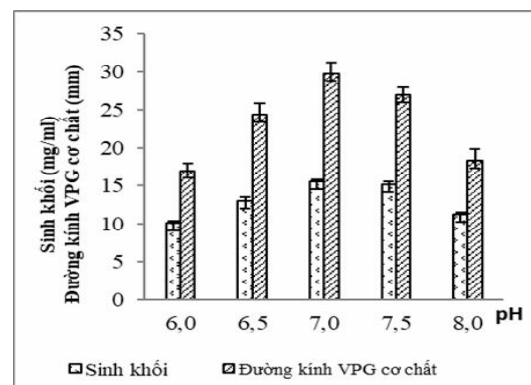
Kết quả đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên men đến sinh trưởng, phát triển của chủng XM6 được thể hiện tại hình 2 và xác định ở nhiệt độ 35°C sinh khối xạ khuẩn cao nhất đạt 15,8 mg/ml sau 72 giờ lên men, phù hợp với công bố của Lương Hữu Thành (2012), Nguyễn Thị Hằng Nga và cộng sự (2016) về nhiệt độ tối ưu cho sinh trưởng, phát triển của xạ khuẩn trong khoảng 30 - 40°C.

Theo Holt (1994); Trần Cẩm Vân (2004); Nguyễn Lâm Dũng và cộng sự (2010), pH thích hợp cho phát triển của xạ khuẩn là 6,5 - 7,5. Kết quả nghiên cứu trình bày tại hình 3 cũng xác nhận sử dụng môi trường có pH ban đầu 7,0 sinh khối chủng xạ khuẩn XM6 cao nhất, đạt 16 mg/ml sau 72 giờ lên men.

Kết quả nghiên cứu thể hiện tại hình 4 cho thấy, sinh khối xạ khuẩn tăng dần theo thời gian lên men và đạt cao nhất sau 96 giờ lên men.



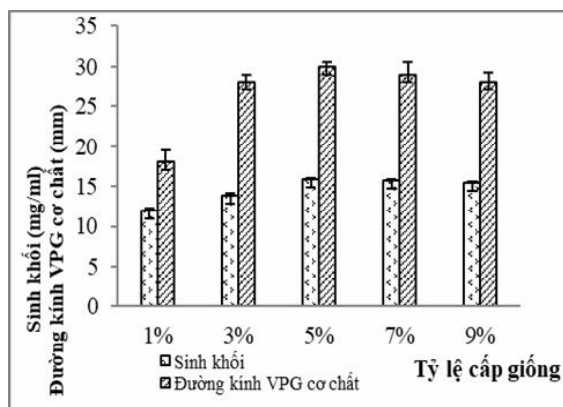
Hình 3. Sinh khối và hoạt tính sinh học chủng xạ khuẩn XM6 ở các pH môi trường lên men khác nhau



Hình 4. Sinh khối và hoạt tính sinh học chủng xạ khuẩn XM6 sau các thời gian lên men khác nhau

Tỷ lệ tiếp giống ban đầu ảnh hưởng đến quá trình lên men nhân sinh khối vi sinh vật. Nhiều công bố đã xác định tỷ lệ tiếp giống ban đầu phù hợp đối

với xạ khuẩn khoảng 3 - 5% (Tăng Thị Chính và cộng sự, 2006; Lương Hữu Thành, 2012; Nguyễn Thị Hằng Nga và cộng sự, 2016). Kết quả nghiên cứu được thể hiện ở hình 5 cũng xác định với 5% tỷ lệ tiếp giống ban đầu, sinh khối chủng xạ khuẩn XM6 cao nhất, đạt 16,2 mg/ml sau 96 giờ lên men.



Hình 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ cấy giống tới quá trình lên men

Từ các kết quả nghiên cứu thể hiện tại các hình 1 đến 5, các thông số kỹ thuật được lựa chọn cho quá trình lên men chủng XM6, gồm môi trường: LM3, nhiệt độ: 35°C, pH môi trường: 7, thời gian lên men: 96 giờ, tỷ lệ tiếp giống ban đầu: 5%.

3.2. Chất mang và tỷ lệ phối trộn dịch lên men phù hợp cho sản xuất chế phẩm

Kết quả đánh giá khả năng tồn tại của chủng xạ khuẩn XM6 trên các nguồn chất mang khác nhau trình bày trong bảng 1 cho thấy mật độ xạ khuẩn trên chất mang là cám gạo và hỗn hợp cám gạo, mùn cưa, bột cao lanh được duy trì ở mức $>10^8$ CFU/g trong thời gian 30 ngày. Theo Yardin (2000), than bùn và cao lanh là 2 chất mang được lựa chọn khi sản xuất chế phẩm chứa vi sinh vật thuộc chi *Streptomyces* và chi *Bacillus*. Nguyễn Thị Hằng Nga và cộng sự (2016) đã thử nghiệm phối trộn chế phẩm gồm các chủng xạ khuẩn có khả năng phân giải cellulose và tinh bột với các chất mang là cao lanh, than bùn, cám gạo, tinh bột và lựa chọn được chất mang phù hợp là than bùn. Việc sử dụng than bùn làm chất mang trong một số trường hợp có thể giúp cho vi sinh vật duy trì hoạt động trao đổi chất và tiếp tục sinh trưởng trong thời gian bảo quản, do đó làm tăng mật độ vi sinh vật. Tuy nhiên, nhược điểm lớn của than bùn là sự thay đổi về chất lượng và thành phần do nguồn gốc từ các điểm sản xuất khác nhau cũng như sự có mặt của vi sinh vật tạp làm ảnh

hưởng tới thời hạn sử dụng của chế phẩm. Từ kết quả nghiên cứu trên đã chọn hỗn hợp cám gạo, mùn cưa, bột cao lanh là chất mang để sản xuất chế phẩm vi sinh trong các nghiên cứu tiếp theo.

Bảng 1. Khả năng tồn tại của chủng xạ khuẩn XM6 trên các nguồn chất mang

Thời gian theo dõi	Mật độ xạ khuẩn trong chất mang (CFU/g)			
	Mùn cưa	Cám gạo	Bột cao lanh	Hỗn hợp mùn cưa, cám gạo, bột cao lanh
Ngay sau phối trộn	$2,1 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$
30 ngày sau phối trộn	$1,0 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$	$1,2 \times 10^7$	$5,4 \times 10^8$

Theo Phạm Văn Toàn và cộng sự (2016) chất mang là giá thể mà ở đó vi sinh vật trú ngụ, đảm bảo đạt mật độ theo yêu cầu trong quá trình từ sau khi sản xuất đến lúc sử dụng. Chất mang cần có khả năng hút nước từ 150% đến 200%, hàm lượng các bon hữu cơ cao, tốt nhất $>60\%$, không chứa các chất độc hại đối với vi sinh vật tuyển chọn và kích thước hạt nhỏ hơn hoặc bằng 0,25 mm. Kết quả thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn dịch lên men với chất mang đến mật độ xạ khuẩn trong chế phẩm tổng hợp trong bảng 2 cho thấy, ngay sau khi phối trộn, các công thức sử dụng 10%, 15% và 20% dịch lên men có mật độ xạ khuẩn đạt $>10^8$ CFU/g, duy trì ở mức $>10^8$ CFU/g đối với công thức sử dụng tỷ lệ dịch lên men 10% và 15% và tăng lên đạt $>10^9$ CFU/g ở công thức sử dụng tỷ lệ dịch lên men 20% sau 30 ngày phối trộn.

Bảng 2. Mật độ xạ khuẩn trong chế phẩm sử dụng tỷ lệ dịch lên men khác nhau

Thời gian theo dõi	Mật độ xạ khuẩn của chế phẩm sử dụng tỷ lệ dịch lên men khác nhau (CFU/g)			
	5%	10%	15%	20%
Ngay sau phối trộn	$1,0 \times 10^7$	$3,0 \times 10^8$	$4,3 \times 10^8$	$8,6 \times 10^8$
30 ngày sau phối trộn	$1,9 \times 10^7$	$6,1 \times 10^8$	$7,2 \times 10^8$	$1,8 \times 10^9$

Theo TCVN 6168 - 2002, mật độ vi sinh vật tuyển chọn trong chế phẩm vi sinh vật phân giải xenlulo

phải đạt $>10^8$ CFU/g trong thời gian bảo quản. Trên cơ sở tính toán giá thành nguyên liệu và chi phí sản xuất, công thức phối trộn 10% dịch lên men với chất mang được lựa chọn cho sản xuất chế phẩm.

3.3. Chất lượng chế phẩm vi sinh từ chủng xạ khuẩn XM6

Chế phẩm vi sinh vật từ chủng xạ khuẩn XM6 được tạo ra bằng cách phối trộn sinh khối xạ khuẩn sau lên men với chất mang là hỗn hợp cám gạo, mùn cưa, bột cao lanh theo tỷ lệ khối lượng 10 : 90 trong điều kiện vô trùng, sấy ở 40°C trong 12 - 24 giờ, sau đó được đóng gói trong túi nilon tối màu. Kết quả nghiên cứu khả năng tồn tại của chủng XM6 trong chế phẩm trình bày trong bảng 3 cho thấy, mật độ xạ khuẩn ngay sau khi phối trộn là $3,2 \times 10^8$ CFU/g, tăng nhẹ sau 1 tháng bảo quản đạt $6,7 \times 10^8$ CFU/g. Tại các thời điểm kiểm tra 2 tháng, 3 tháng sau phối trộn, mật độ xạ khuẩn vẫn duy trì ở mức $> 10^8$ CFU/g, đến tháng thứ 6 sau phối trộn mật độ xạ khuẩn còn $1,15 \times 10^7$ CFU/g. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Nguyễn Thị Hằng Nga và cộng sự (2016) về chế phẩm vi sinh vật xử lý phế thải rắn sau chế biến tinh bột sắn làm phân hữu cơ sinh học, trong đó xác định mật độ các chủng xạ khuẩn trong chế phẩm duy trì ở mức ổn định $>10^8$ CFU/g sau 3 tháng bảo quản. Như vậy, chất lượng của chế phẩm vi sinh vật từ chủng xạ khuẩn XM6 đảm bảo yêu cầu qui định tại TCVN 6168 - 2002 sau 3 tháng bảo quản ở điều kiện nhiệt độ phòng.

Bảng 3. Chất lượng chế phẩm vi sinh vật theo thời gian bảo quản

Thời gian bảo quản	Mật độ xạ khuẩn (CFU/g)	Hoạt tính enzyme
0 giờ	$3,2 \times 10^8$	+
1 tháng	$6,7 \times 10^8$	+
2 tháng	$6,1 \times 10^8$	+
3 tháng	$5,12 \times 10^8$	+
6 tháng	$1,15 \times 10^7$	+

Ghi chú: + Đường kính phân giải CMC, tinh bột, gelatin, tween 80 ≥ 10 mm.

4. KẾT LUẬN

Điều kiện thích hợp cho nhân sinh khối chủng xạ khuẩn XM6 bằng kỹ thuật lên men chìm là môi trường lên men: LM3, nhiệt độ lên men: 35°C , pH môi trường lên men: 7, thời gian lên men 96 giờ, tỷ lệ tiếp giống ban đầu: 5% (v/v). Sinh khối xạ khuẩn sau lên men có mật độ đạt $> 10^8$ CFU/ml.

Hỗn hợp mùn cưa, cám gạo, bột cao lanh phối trộn theo tỷ lệ khối lượng 1: 1: 1 là chất mang phù hợp cho sản xuất chế phẩm vi sinh vật từ chủng xạ khuẩn XM6.

Chế phẩm vi sinh vật tạo ra từ sinh khối xạ khuẩn sau lên men chìm và chất mang là hỗn hợp cám gạo, mùn cưa, bột cao lanh theo tỷ lệ khối lượng 10 : 90 có chất lượng đáp ứng TCVN 6168 - 2002 sau 3 tháng bảo quản ở điều kiện nhiệt độ phòng.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga đã hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu này thông qua nhiệm vụ nghiên cứu khoa học cấp cơ sở năm 2020, 2021.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Hồng Anh (2019). Nghiên cứu các giải pháp phù hợp, nâng cao hiệu quả xử lý, nhằm mục tiêu tái sử dụng an toàn chất thải từ các công trình vệ sinh tại chỗ vùng nông thôn. Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
2. Tăng Thị Chính, Đặng Đình Kim, Phan Thị Tuyết Minh, Lê Thanh Xuân (2006). Nghiên cứu sản xuất và ứng dụng một số chế phẩm vi sinh vật để xử lý chất thải hữu cơ. Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Tập 22 (3B), tr. 38 - 44.
3. Nguyễn Lân Dũng, Nguyễn Đình Quỳ, Phạm Văn Ty (2010). Vi sinh vật học. Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam (tái bản), tr. 39 - 50.
4. John G. Holt (1994). Bergey's manual of determinative bacteriology, 9th edition. Lippincott Williams and Wilkins.
5. Nguyễn Thị Hằng Nga, Nguyễn Lan Hương, Trần Khắc Hiệp, Nguyễn Kiều Băng Tâm, Lương Hữu Thành (2016). Nghiên cứu sản xuất chế phẩm vi sinh vật để xử lý phế thải rắn sau chế biến tinh bột sắn làm phân hữu cơ sinh học. Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường. Tập 32, số 1S: 282 - 288.
6. Đặng Thị Hồng Phương (2019). Nghiên cứu nâng cao hiệu quả xử lý chất thải nhà tiêu khô bằng ủ hiếu khí ở quy mô pilot. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga.
7. Roseline Yardin M., Kennedy I. R., Janice E (2000). Development of high quality carrier materials for field delivery of key microorganisms used as bio-

fertilisers and bio-pesticides, 57 (3 - 6), 565 - 568. doi: 10.1016/s0969-806x (99) 00480 - 6.

8. Ryusei, I., Mei, T., Ken, U., Dewi, N., Neni, S., Naoyuki, F. (2016). Evaluation of acceptance of a composting toilet prototype for people in slum area in Indonesia. *Desalination and Water Treatment*. 91: 300 - 304.

9. Salamoni SP, Mann MB, Campos FS, *et al.* (2010). Preliminary characterization of some *Streptomyces* species isolated from a composting process and their antimicrobial potential *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 26 (10): 1847 - 1856. DOI: 10. 1007/s11274 - 010-0366-y.

10. Lương Hữu Thành (2012). Nghiên cứu sản xuất chế phẩm vi sinh vật xử lý nhanh phế thải chăn nuôi. Luận án tiến sĩ công nghệ sinh học. Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

11. Phạm Văn Toàn, Phạm Bích Hiền, Lê Như Kiều (2016). Giáo trình công nghệ vi sinh vật cải tạo đất. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

12. Đỗ Thị Tuyền, Đặng Thị Hồng Phương, Đỗ Tất Thịnh, Ngô Cao Cường (2021). Tuyển chọn và định danh chủng xạ khuẩn ưa nhiệt có hoạt tính cellulase. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nhiệt đới*, số tháng 3 năm 2021.

13. Trần Cẩm Vân (2004). Giáo trình vi sinh vật môi trường. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.

14. Zhang, D., Yanqing, L, Shaohua, C, Yuee, Z, Bin, W, Pei, Z. (2016). Biological pretreatment of rice straw with *Streptomyces griseorubens* JSD-1 and its optimized production of cellulase and xylanase for improved enzymatic saccharification efficiency. *Prep BiochemBiotechnol*. 17; 46 (6): 575 - 585.

15. TCVN 4884 - 2008. Hướng dẫn chung về định lượng vi sinh vật - Kỹ thuật đếm khuẩn lạc ở 30°C.

16. TCVN 6168 - 2002. Chế phẩm vi sinh vật phân giải xenlulo - cellulose degrading microbial fertilizer.

STUDY ON PRODUCTION OF MICROBIAL INOCULANTS FROM *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 TO USE FOR BIOTOILET

Dang Thi Hong Phuong¹, Le Van Thang¹, Nguyen Thi Kim Thanh¹, Do Thi Tuyen¹

¹VietNam - Russia Tropical Centre

Summary

For the purpose of producing microbial inoculants to handle of biotoilet waste, this paper presents the study results on the conditions of biomass production of *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 by submerged fermentation and determination of suitable carrier for the production of microbial inoculants. The study has identified the appropriate specifications for fermenting the biomass of *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 such as fermentation medium: LM3, fermentation temperature: 35°C, medium pH: 7, fermentation time: 96 hours, initial broth culture of 5% v/v. The density of XM6 strain after the fermentation reached above 10⁸ CFU/g. The carrier for the microbial inoculant is a mixture of sawdust, rice bran, and kaolin with ratio of 1: 1: 1. Microbial inoculants to handle of dry toilet waste is produced by mixing biomass of *Streptomyces thermocarboxydus* XM6 with carrier at the rate of 10%. The *Streptomyces* density of inoculant reached >10⁸ CFU/g, met Vietnam's standard of TCVN 6168 - 2002 on the quality of cellulose degrading microbial inoculant after 3 months of storage.

Keywords: *Streptomyces*, biomass production by submerged fermentation, carrier, microbial inoculants for biotoilet.

Người phản biện: GS.TS. Phạm Văn Toàn

Ngày nhận bài: 9/6/2021

Ngày thông qua phản biện: 9/7/2021

Ngày duyệt đăng: 16/7/2021