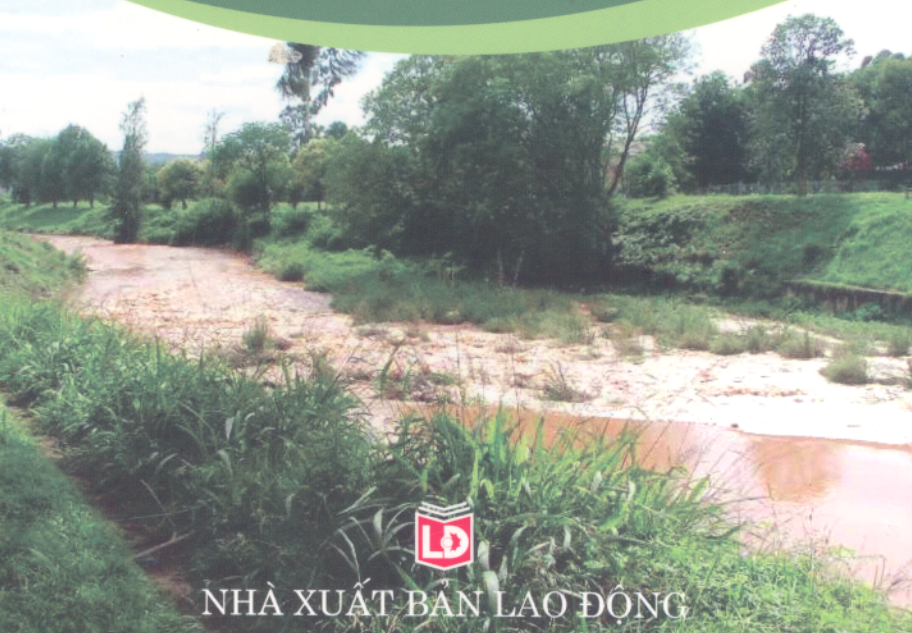


TỦ SÁCH KHUYẾN NÔNG PHỤC VỤ NGƯỜI LAO ĐỘNG

Cải tạo môi trường bằng chế phẩm vi sinh vật



NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG

TỦ SÁCH KHUYẾN NÔNG PHỤC VỤ NGƯỜI LAO ĐỘNG
CHU THỊ THƠM, PHAN THỊ LÀI, NGUYỄN VĂN TỐ
(Biên soạn)

CẢI TẠO MÔI TRƯỜNG BẰNG CHẾ PHẨM VI SINH VẬT

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG
HÀ NỘI - 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Những năm gần đây, nhân loại đang phải đối mặt với một vấn đề nóng bỏng, đó là vấn đề ô nhiễm môi trường. Các chất thải và phế thải công, nông nghiệp, việc lạm dụng phân bón và thuốc trừ sâu cộng với sự không hiểu biết khiến môi trường bị ô nhiễm nghiêm trọng, kể cả ở nông thôn, nơi trước đây vẫn được xem là có môi trường trong lành.

Nhận thức được vấn đề này, thập niên 1980-1990 và những năm gần đây, các nghiên cứu khoa học đã có một bước nhảy vọt về chất, đó là sự ra đời và phát triển mạnh mẽ của công nghệ sinh học. Các nhà khoa học đã tạo ra được nhiều chế phẩm vi sinh vật để phát triển sản xuất và bảo vệ môi trường.

Cuốn "Cải tạo môi trường bằng chế phẩm vi sinh vật" trình bày các phương pháp dùng chế phẩm vi sinh vật để bảo vệ và cải thiện hiện trạng của môi trường, đặc biệt là ở nông thôn nhằm nâng cao chất lượng sống của người dân.

CÁC TÁC GIẢ

I. Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG VÀ VÙNG SINH HỌC

1. Ô nhiễm môi trường

a) Không khí

Nạn ô nhiễm không khí có ba nguồn gốc chính, xếp theo thứ tự là: các thiết bị cố định (đun nóng trong sinh hoạt, nhà máy nhiệt điện, nồi hơi công nghiệp); việc vận tải bằng ô tô; một số phương pháp chế tạo công nghiệp. Ô nhiễm khí quyển gây hại cho ba nhóm lớn: con người (bộ máy hô hấp); các loài thảo mộc (rừng); các thứ vật liệu (đá, kim khí, sơn).

- Các chất ô nhiễm

Chất SO_2 (điôxít lưu huỳnh) làm hại các loài thảo mộc, loài sống dưới nước, các vật liệu. Tác hại của SO_2 đối với thảo mộc không phải chỉ vì tính axit của nó, mà còn vì khi vượt quá một giới hạn nào đó, nó ức chế hoạt động quang hợp. Các ôxít nitơ tác động với thảo mộc về hai mặt: một mặt là tính axit gây những trận mưa "axit", mặt khác là ôxy hoá báo trước nạn "ô nhiễm quang ôxi" là một trong những nguyên nhân tiêu huỷ rừng. Các chất cacbua hydro và dung môi là tiền đề cho chúng "ô nhiễm quang ôxy" tác hại tới các khu rừng. Axit clohidric góp phần làm tăng độ axit trong nước

mưa gây hại cho cây cối. Axit clohidric bốc ra chủ yếu từ các nhà máy đốt rác sinh hoạt vì trong rác có lượng lớn PVC, một chất dẻo mang clo. Một số chất (kim loại nặng, thuốc trừ sâu) tồn tại dai dẳng và tích lũy theo đường sinh học đe dọa con người và môi trường sinh thái. Nạn ô nhiễm không khí do lưu huỳnh hoặc fluor có thể làm hư hại những cánh rừng lân cận (như ở Trung Âu, Bắc Âu).

- Lỗ thủng ozon

Chất ozon nằm ở độ cao tầng bình lưu bảo vệ sinh vật khỏi ảnh hưởng của các tia cực tím trong ánh sáng mặt trời. Tia cực tím nguy hiểm với con người và động vật, thực vật (làm chậm sự quang hợp) và các sinh vật nổi trên biển. Lỗ thủng ozon bắt đầu từ Nam Cực do các sản phẩm hoá học chứa clo có tên CFC (chloro-fluoro-carbon). Các chất CFC được dùng trong: bơm khí dung, ga làm lạnh, mút xốp, dung môi. Người ta lo ngại lỗ thủng ozon sẽ lan rộng.

- Hiệu ứng nhà kính

Trái đất tiếp nhận các bức xạ từ mặt trời. Mặt đất phát trả lại các tia hồng ngoại, những tia này trên đường đi vào không gian bị "rơi vào bẫy" của khí quyển và làm khí quyển nóng lên. Những yếu tố gây ra "cái bẫy" này là một vài chất khí tồn tại với số lượng cực nhỏ trong khí quyển như hơi nước, khí cacbonic (CO_2), metan, CFC, protoxit nitơ. Sự gia tăng các chất khí ấy làm cho khí quyển nóng dần lên tạo ra nguy cơ làm thay đổi các khí hậu và nâng cao mức nước các đại dương.

- Ô nhiễm nội thất

Nhà ở, xe cộ là nơi con người sống 80% thời gian cuộc sống của mình. Nguồn gây ô nhiễm là: thiết bị sưởi, đun nấu, vật liệu xây dựng, sơn, khói thuốc lá, các hệ điều hoà không khí, súc vật và cây cảnh.

- Các giải pháp chống ô nhiễm không khí

Hạn chế dùng chất dẻo PVC. Bột dùng phân đạm (giảm NO_2). Loại sự bay hơi mêtan trong khai thác than hoặc khí đốt, trong vận chuyển khí đốt, thu hồi khí bốc ra từ các loại rác. Giải pháp chủ yếu là giảm bớt lượng CO_2 do việc phá rừng, đốt rừng, đốt các nhiên liệu khoáng chất (than đá, dầu mỏ, khí đốt). Cách thực hiện là tiết kiệm năng lượng, phát triển các cơ sở sản xuất năng lượng ít thải CO_2 , sử dụng những năng lượng tự tái sinh (mặt trời, gió, thủy triều, thủy điện, sinh khối).

b) Tiếng ồn

Tiếng ồn có tác hại tới sức khoẻ, giấc ngủ. Có tiếng ồn do giao thông và tiếng ồn khu vực (do khu vực lân cận gây ra, do vui chơi). Trong nông nghiệp bền vững, có bàn về thiết kế nhà ở của chủ trại, đây là trường hợp cần tính đến dạng ô nhiễm ở phạm vi khu vực. Có những quy định đối với việc dùng công cụ làm vườn gây tiếng ồn (như máy xén cỏ), nuôi chó gây tiếng ồn; thiết bị gia dụng như máy giặt, máy sấy tóc, máy hút bụi gây tiếng ồn. Giải pháp là chọn vị trí thiết kế nhà ở với thiết bị cách âm.

c) Chất thải

Người ta thường chia ra: chất thải sinh hoạt, chất thải công nghiệp, chất thải qua khai thác và chế biến nông sản-thực phẩm..

- Chất thải sinh hoạt:

Người ta ước tính mỗi người dân ở thành phố thải ra khoảng 1kg rác thải sinh hoạt mỗi ngày (ở các nước như Mỹ, Canada, là gấp đôi), trong đó đáng chú ý nhất là các loại giấy-bìa (30%) và nguy hiểm nhất là chất dẻo (10%). Lượng giấy-bìa tăng không phải vì con người đọc sách báo nhiều mà vì lạm phát giấy quảng cáo và bao bì, ngày nay thay giấy làm bao bì bằng chất dẻo thì còn tai hại hơn. Để xử lí, người ta dùng mấy cách: làm phân trộn, đốt rác, chôn rác. Phương pháp làm phân trộn chỉ thực hiện với những chất thải có thể lên men được (thức ăn thừa, giấy-bìa, rác vườn), nên phải phân loại rác (loại ra các thứ như thuỷ tinh, kim loại, chất dẻo). Phương pháp đốt rác chỉ làm được với những chất thải đốt được. Đốt rác thì yêu cầu phải lọc khói, khử bụi trong khói, làm sạch khói và vô hiệu hoá axit clohidric sinh ra từ các chất PVC. Chôn rác, đổ rác ra bãi đổ có nguy cơ gây ô nhiễm đất, nước nên phải thực hiện với cách mà người Anh gọi là "trung tâm chôn vùi rác có kỹ thuật". Khuynh hướng hiện nay là chọn thu nhặt một số đồ thải trong rác sinh hoạt để tái sử dụng (sợi, giấy cũ, thuỷ tinh, kim loại). Trong không gian nông nghiệp bền vững, có yêu cầu này đối với gia đình và những cộng đồng dân cư.

- Các chất thải công nghiệp:

Năm 1990, ở Pháp qua thống kê đã cho thấy ngành công nghiệp mỗi năm sản sinh ra 150 triệu tấn chất thải (không kể những chất thải của công nghệ nông sản-thực phẩm). Người ta cũng xử lý bằng cách đốt, chôn ở bãi rác, dùng các biện pháp lí-hoá để xử lý. Người ta cũng thu hồi tái sử dụng chất thải; Cũng năm này các nhà máy giấy sử dụng 47% giấy cũ để sản xuất nhưng chỉ thu hồi được 35%, do đó phải nhập khẩu giấy cũ. Khó khăn nhất là xử lí các chất dẻo vì có nhiều loại chất dẻo với đặc tính rất khác nhau (polyetylen, polystiren, PVC, PET, vv...)

- Chất thải công nghiệp

Phân hoá học, hoá chất kích thích sinh trưởng, thuốc diệt cỏ, thuốc trừ sâu, không những làm ô nhiễm thực phẩm mà còn gây ô nhiễm lâu dài đối với môi trường đất, nước, không khí, làm cho đất bị thoái hoá, các tài nguyên sinh vật suy giảm.

Các chất độc còn tồn dư có thể tác động vào cơ thể con người sử dụng nó, gây hại đến sức khoẻ trước mắt và lâu dài, ngoài ra còn có tác động xấu đến các vi sinh vật trong môi trường.

Chế độ độc canh và ô nhiễm làm cho các giống cây, con đặc sản mất dần đi vì nông dân được khuyến cáo dùng các giống mới năng suất cao, lợi nhuận nhiều nhưng thực tế sự thiệt hại là mất mát những nguồn gen cơ bản cho tương lai.

2. Vùng sinh học

Việc xây dựng các vùng sinh học là một giải pháp có ảnh hưởng nhiều đến đời sống kinh tế - xã hội. Vùng sinh học bao gồm một cộng đồng dân cư sống ở một vùng địa lý tự nhiên có địa giới quy định bởi đường xá sông ngòi, dãy núi, ngôn ngữ.

Vùng sinh học có quy mô đủ để phần lớn các nhu cầu của mọi dân cư được bảo đảm trong phạm vi của vùng.

Mỗi vùng sinh học phát triển theo những cách riêng của nó, nhằm:

- Bảo vệ và phát triển những đặc điểm tự nhiên và tăng cường tính bền vững của vùng sinh học.
- Phát triển tài nguyên sinh học, nhân văn của vùng sinh học.
- Tạo cho mọi người đều có điều kiện sử dụng đất đai trong vùng.

II. VI SINH VẬT VÀ CÁC CHẾ PHẨM

1. Ứng dụng của công nghệ vi sinh vật

a) Trong lĩnh vực y tế

Vấn đề sức khỏe hiện đang ở trong tình trạng đáng lo ngại đối với toàn nhân loại. Hầu như lúc nào cũng có khoảng 1/3 dân số toàn cầu ở trạng thái bất ổn, mặc dù công nghệ vi sinh đã đóng góp rất nhiều trong việc tìm kiếm các loại dược phẩm quan trọng, chẩn đoán và điều trị nhiều loại bệnh hiểm nghèo cho con người, gia súc, gia cầm.

- **Vaccin:** Trong quá trình tìm kiếm các biện pháp, thuốc phòng và trị các loại bệnh truyền nhiễm, công nghệ vi sinh đã tạo ra vaccin, nhất là vaccin thế hệ mới. Vaccin thế hệ mới có những ưu điểm là: Rất an toàn cho người sử dụng vì không bào chế từ các vi sinh vật gây bệnh, giá thành hạ vì không nuôi cấy virus trên phôi thai gà hay các tổ chức mô động vật vốn rất phức tạp và tốn kém.

+ **Vaccin ribosome:** Cấu tạo từ ribosome của từng loại vi khuẩn gây bệnh (thương hàn, tả, dịch hạch...), ưu điểm của loại vaccin này là ít độc và có tính miễn dịch cao.

+ **Vaccin các mảnh của virus:** Là vaccin chế tạo từ glycoprotein của vỏ virus gây bệnh như virus cúm...

+ Vacxin kỹ thuật gen: Là vacxin chế tạo từ vi khuẩn hay nấm men tái tổ hợp có mang gen mã hoá việc tổng hợp protein kháng nguyên của một virus hay vi khuẩn gây bệnh nào đó.

- Insulin: Việc sản xuất insulin ở quy mô công nghiệp ngày càng có những thành công rực rỡ nhờ vào công nghệ gen. Insulin là một protein được tuyến tụy tiết ra nhằm điều hoà lượng đường trong máu. Thiếu hụt insulin trong máu sẽ làm rối loạn hầu hết quá trình trao đổi chất ở cơ thể dẫn đến tích nhiều đường trong nước tiểu. Để điều trị bệnh này người bệnh phải tiêm insulin. Loại insulin chế từ tuyến tụy của gia súc hay được tổng hợp insulin bằng con đường hoá học. Quá trình tổng hợp rất phức tạp, rất tốn kém.

Năm 1978, H. Boger đã chế insulin thông qua kỹ thuật di truyền trên vi khuẩn *Escherichia coli*, cụ thể người ta đã chuyển gen chỉ phối tính trạng tạo insulin của người sang cho *Escherichia coli*. Với *Escherichia coli* người ta đã tái tổ hợp gen này qua nuôi cấy trong nổi lên men có dung tích 1000 lít, sau một thời gian ngắn có thể thu được 200 gam insulin tương đương với lượng insulin chiết rút từ 8.000 - 10.000 con bò.

- Interferon: Interferon có bản chất protein, là chất giúp cho cơ thể chống lại được nhiều loại bệnh. Để có được interferon, người ta phải tách chiết chúng từ huyết thanh của máu nên rất tốn kém. Cũng như insulin, người ta chế interferon thông qua con đường vi sinh vật. Năm 1980, Gilbert đã thành công trong việc chế

interferon từ *Escherichia coli*, năm 1981 họ thu nhận interferon từ nấm men *Saccaromyces cerevisiae* cho lượng tăng gấp 10.000 lần so với tế bào *Escherichia coli*.

- Kích tố sinh trưởng HGH (Human growth hormone)

HGH được tuyến yên tạo nên, thông thường muốn chế được HGH người ta phải trích từ tuyến yên tử thi, mỗi tử thi cho 4-6mg HGH, theo tính toán muốn chữa khỏi cho một người lùn cần 100-150 tử thi.

Năm 1983, sự thành công của công nghệ vi sinh vật đã giúp con người chế được HGH từ vi sinh vật. Cứ 1 lít dịch lên men *Escherichia coli* thu được lượng HGH tương ứng với 60 tử thi.

- Chất kháng sinh

Kháng sinh chế từ vi sinh vật được con người đầu tư sản xuất từ lâu. Đến nay người ta đã tìm thấy có tới 250 loại thuốc kháng sinh đối với cấu trúc phân tử đa dạng trong số đó chủ yếu có nguồn gốc từ vi sinh vật.

b) Trong lĩnh vực nông nghiệp

- Cải tạo giống cây trồng. Thông qua kỹ thuật di truyền với sự hỗ trợ của vi sinh vật, con người đã tạo ra được giống cây trồng có nhiều tính ưu việt đó là cho năng suất cao, chất lượng nông sản tốt, sức đề kháng sâu bệnh cao...

- Sản xuất phân bón vi sinh vật: Phân bón vi sinh vật là sản phẩm chứa một hay nhiều loài vi sinh vật đã được tuyển chọn, có mật độ đảm bảo các tiêu chuẩn đã ban hành, có tác dụng tạo ra các chất dinh dưỡng hoặc

các hoạt chất sinh học có tác dụng nâng cao năng suất, chất lượng nông sản hoặc cải tạo đất. Các loại phân bón vi sinh vật có thể kể đến là phân vi sinh vật cố định nitơ-đạm sinh học (Nitragin, Azotobacterin, Azospirillum), phân vi sinh vật phân giải hợp chất phospho khó tan - phân lân vi sinh (Photphobacterin), chế phẩm nấm rễ, chế phẩm tảo lam...

- Sản xuất phân hữu cơ sinh học, một loại sản phẩm được tạo thành thông qua quá trình lên men vi sinh vật các hợp chất hữu cơ có nguồn gốc khác nhau (phế thải nông, lâm nghiệp, phế thải chăn nuôi, phế thải chế biến thực phẩm, phế thải đô thị, phế thải sinh hoạt...) trong đó các hợp chất hữu cơ phức tạp dưới tác động của vi sinh vật hoặc các hoạt chất sinh học của chúng được chuyển hoá thành mùn.

- Sản xuất thức ăn chăn nuôi: Một loạt vi sinh vật có khả năng chuyển hoá các hợp chất cacbon hữu cơ thành protein và các axit amin, vitamin. Có thể lợi dụng khả năng này của vi sinh vật để sản xuất các loại protein đậm đặc làm thức ăn chăn nuôi. Một số vi sinh vật khác có khả năng sản sinh các probiotic có tác dụng điều hoà hệ thống vi sinh vật trong đường tiêu hoá và người ta đã lợi dụng đặc tính này của vi sinh vật để sản xuất các chế phẩm probiotic làm thức ăn bổ sung trong chăn nuôi.

+ Sản xuất chất kích thích sinh trưởng Gibberellin, Aucin từ vi sinh vật.

+ Sản xuất chế phẩm vi sinh vật dùng trong bảo vệ thực vật: Bt., Biospor, Enterobacterin, Bathurin...

c) Trong lĩnh vực công nghiệp

+ Sản xuất cồn làm nguồn năng lượng thay xăng dầu chạy xe các loại: Công nghệ vi sinh lên men nguyên liệu rẻ tiền như rỉ đường để sản xuất cồn chạy xe thay xăng dầu. Năm 1985, ở Brazil đã sản xuất 1 tỷ lít cồn/năm dùng để chạy xe hơi.

+ Tạo khí sinh học (biogas): Thường biogas chứa khoảng 60-80% khí metan (CH_4) được sinh ra trong quá trình lên men các phế thải hữu cơ. Nguyên lý của quá trình này là lên men yếm khí của nhóm vi sinh vật yếm khí chịu nhiệt. Trong quá trình phân huỷ chuyển hoá các hợp chất hữu cơ người ta thu được biogas, phần cặn bã còn lại làm phân bón cho cây trồng.

+ Bảo vệ môi trường: Công nghệ vi sinh đã tham gia tích cực trong vấn đề xử lý phế thải công nông nghiệp, rác thải sinh hoạt, nước thải làm sạch môi trường bằng công nghệ vi sinh vật hiếu khí, bán hiếu khí và yếm khí. Hiện nay, đây là vấn đề, cấp thiết trên phạm vi toàn cầu.

2. Vai trò của chế phẩm vi sinh vật

- Chế phẩm vi sinh vật không gây hại đến sức khoẻ của con người, vật nuôi và cây trồng. Không gây ô nhiễm môi trường sinh thái.

- Chế phẩm vi sinh vật có tác dụng cân bằng hệ vi sinh vật trong môi trường sinh thái.

- Chế phẩm vi sinh vật không làm chai đất, mà làm tăng độ phì nhiêu của đất.

- Chế phẩm vi sinh vật đồng hoá các chất dinh dưỡng cho cây trồng, góp phần làm tăng năng suất và chất lượng nông sản.

- Chế phẩm vi sinh vật có tác dụng tiêu diệt sâu hại và côn trùng gây hại.

- Chế phẩm vi sinh vật có tác dụng làm tăng sức đề kháng của cây trồng.

- Chế phẩm vi sinh vật phân huỷ, chuyển hoá các chất hữu cơ bền vững, các phế thải sinh hoạt, phế thải nông công nghiệp làm sạch môi trường.

Ở Việt Nam, nghiên cứu về chế phẩm vi sinh vật được tiến hành từ những năm đầu của thập kỷ 60 đến sau những năm 80 mới được đưa vào các chương trình khoa học cấp Nhà nước như: "Sinh học phục vụ nông nghiệp" giai đoạn 1982-1990, Chương trình "Công nghệ sinh học" K.08 giai đoạn 1991-1995, Chương trình "Công nghệ sinh học phục vụ phát triển nông, lâm nghiệp bền vững, bảo vệ môi trường và sức khỏe con người" KHCN, 02 giao đoạn 1996-2000 và chương trình "Nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ sinh học" giai đoạn sau 2001. Ngoài các chương trình Quốc gia nhiều Bộ, ngành cũng triển khai nhiều đề tài, dự án về vấn đề này.

III. CHẾ PHẨM VI SINH VẬT TRONG XỬ LÝ CÁI TẠO MÔI TRƯỜNG

A. PHẾ THẢI VÀ RÁC THẢI

1. Phế thải và xử lý

Hiện nay, rác thải sinh hoạt, phế thải và nước thải trong chế biến, sản xuất nông công nghiệp là một cản trở rất lớn trong sự phát triển mạnh mẽ của toàn xã hội. Phế thải không chỉ làm ô nhiễm môi trường sinh thái, ô nhiễm nguồn nước, ô nhiễm đất, gây độc hại đến sức khoẻ con người, vật nuôi và cây trồng mà còn làm mất đi cảnh quan văn hoá đô thị và nông nghiệp nông thôn.

Vấn đề ô nhiễm môi sinh ngày càng trở nên trầm trọng trên phạm vi toàn cầu. Việc sử dụng quá mức thuốc bảo vệ thực vật, phân hoá học chẳng những gây hậu quả nặng nề đối với đất đai và sức khoẻ cộng đồng, mà còn là quá lãng phí vì cây trồng chỉ có khả năng sử dụng được 40-50% lượng phân hoá học bón vào đất, do đó, lại càng gây ô nhiễm môi trường nặng nề hơn. Vì vậy, xử lý phế thải là một vấn đề được quan tâm đúng mức.

Phế thải là sản phẩm loại bỏ được thải ra trong quá trình hoạt động, sản xuất, chế biến của con người.

Phế thải có nhiều nguồn khác nhau: Rác thải sinh hoạt, rác thải đô thị, tàn dư thực vật, phế thải do quá trình sản xuất, chế biến nông công nghiệp, phế thải từ các nhà máy công nghiệp như: nhà máy giấy, khai thác chế biến than, nhà máy đường, nhà máy thuốc lá, nhà máy bia, nước giải khát, các lò mổ, các nhà máy xí nghiệp chế biến rau quả đồ hộp...

Việt Nam là nước nông nghiệp có nguồn phế thải sau thu hoạch rất lớn, rất đa dạng. Chương trình 1 triệu tấn đường đã để lại hàng chục vạn tấn bã mía, mùn mía và tàn dư phế thải từ sản xuất, chế biến mía ra đường. Ngành công nghiệp chế biến xuất khẩu cà phê đã thải ra môi trường hơn 20 vạn tấn vỏ/năm. Trên đồng ruộng, nương rẫy hàng năm để lại hàng triệu tấn phế thải là rơm rạ, lõi ngô, cây sắn, thân lá thực vật... Ngoài ra còn có tới hàng triệu tấn rác thải sinh hoạt. Tất cả nguồn phế thải này một phần bị đốt, còn lại trở thành rác thải, phế thải gây ô nhiễm nghiêm trọng môi trường và nguồn nước, trong khi đất đai lại thiếu trầm trọng nguồn dinh dưỡng cho cây và hàng năm chúng ta phải bỏ ra hàng triệu đôla để mua phân hoá học ở nước ngoài.

Phế thải được xếp thành 3 nhóm sau:

+ Phế thải hữu cơ

+ Phế thải rắn

+ Phế thải lỏng

Biện pháp xử lý:

a) Biện pháp chôn lấp

Chôn lấp là phương pháp xử lý lâu đời, cổ điển và đơn giản nhất. Phương pháp này đòi hỏi nhiều diện tích đất, và thời gian xử lý lâu, có mùi hôi thối, sinh ra các khí độc như CH_4 , H_2S , NH_3 rò rỉ, làm ô nhiễm đất, ô nhiễm nguồn nước. Ở nhiều nước để chống rò rỉ người ta xây bể lớn, nhưng rất tốn kém và thời gian sử dụng bể không được lâu. Biện pháp này ngày càng bộc lộ nhiều khiếm khuyết.

b) Biện pháp đốt

Đây là biện pháp tạm thời khi lượng phế thải quá nhiều. Biện pháp này gây ô nhiễm môi trường không khí rất nghiêm trọng, gây hiệu ứng nhà kính và các loại bệnh đường hô hấp, mặt khác biện pháp này rất tốn nguyên liệu đốt.

c) Biện pháp sinh học

Hiện nay, biện pháp sinh học để xử lý phế thải là biện pháp tối ưu nhất, đang được tất cả các nước sử dụng.

Biện pháp sinh học là dùng công nghệ vi sinh vật để phân huỷ phế thải. Muốn thực hiện được biện pháp này, điều quan trọng nhất là phải phân loại được phế thải, vì trong phế thải còn nhiều phế liệu khó phân giải như: túi polyetylen, vỏ chai lọ bằng thuỷ tinh và nhựa, các loại phế liệu rắn bền phân giải lâu.

3. Xử lý rác thải sinh hoạt

a) Thành phần của rác thải sinh hoạt

Khác với rác thải phế thải công nghiệp, rác thải sinh hoạt là một tập hợp không đồng nhất. Tính không đồng nhất biểu hiện ngay ở sự không kiểm soát được của các nguyên liệu rất khác biệt trong các thành phần của rác thải sinh hoạt.

Một trong những đặc điểm rõ nhất ở phế thải đô thị Việt Nam là thành phần các chất hữu cơ chiếm tỷ lệ rất cao 55-65%. Trong phế thải đô thị các cấu tử phi hữu cơ (kim loại, thủy tinh, rác xây dựng...) chiếm khoảng 12-65%. Phần còn lại là các cấu tử khác. Cơ cấu thành phần cơ học trên của phế thải đô thị không phải là những tỷ lệ bất biến, mà có biến động theo các tháng trong năm và thay đổi theo mức sống của cộng đồng.

Ở các nước phát triển, do mức sống của người dân cao cho nên tỷ lệ thành phần hữu cơ trong rác thải sinh hoạt thường chỉ chiếm 35-40%. So với thế giới thì rác thải đô thị Việt Nam có tỷ lệ hữu cơ cao hơn rất nhiều nên việc xử lý rác thải sinh hoạt ở Việt Nam bằng công nghệ vi sinh vật để sản xuất phân hữu cơ vi sinh là rất thuận lợi.

Trong các cấu tử hữu cơ của rác thải sinh hoạt, thành phần hoá học của chúng chủ yếu là: C, H, O, N, S và các chất tro.

Thành phần của các cấu tử hữu cơ rác do mị

Cấu tử hữu cơ	Thành phần (%)					
	C	H	O	N	S	Tro
Thực phẩm	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4	5,0
Giấy	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6,0
Carton	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Chất dẻo	60,0	7,2	22,8	-	-	10,0
Vải	55,0	6,6	31,2	1,6	0,15	-
Cao su	78,0	10,0	-	2,0	-	10,0
Da	60,0	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0
Gỗ	49,5	6,0	42,7	0,2	0,1	1,5

Từ bảng trên cho thấy: Rác thải đô thị nếu để phân huỷ một cách vô tổ chức thì môi trường, đặc biệt là nguồn nước sẽ bị ô nhiễm một cách trầm trọng. Ngược lại, nếu được xử lý tốt sẽ tạo ra nguồn hữu cơ là nguồn dinh dưỡng khổng lồ trả lại cho đất, cung cấp dinh dưỡng cho cây, tạo ra được sự cân bằng về sinh thái.

b) Xenluloza trong rác thải sinh hoạt, phế thải nông nghiệp

Xenluloza là thành phần chủ yếu trong tế bào thực vật, chiếm tới 50% tổng số hydratcacbon trên trái đất. Trong vách tế bào thực vật, xenlulo tồn tại trong mối liên kết chặt với các polisaccarit khác, Hemixenluloza, pectin và lignin tạo thành liên kết bền vững. Hàm lượng xenluloza trong các chất khác nhau rất khác nhau, trong giấy là 61% trấu là 31%.

* Nguồn: Đề tài cấp Nhà nước KHCN 02-04.

Trong các phế liệu, xenluloza thường có mặt ở các dạng sau:

- Phế liệu nông nghiệp: rơm rạ, lá cây, vỏ lạc, vỏ trấu, lõi thân ngô...
- Phế liệu công nghiệp thực phẩm: vỏ và xơ quả, bã mía, bã cà phê, bã sắn...
- Phế liệu trong công nghiệp chế biến gỗ: rế cây, mùn cưa, gỗ vụn...
- Các chất thải gia đình: rác, giấy loại...

Cơ chế phân huỷ xenluloza:

Năm 1950, Reese và cộng sự, lần đầu tiên đã đưa ra cơ chế phân giải xenluloza.

Theo Reese là "tiền nhân tố thuỷ phân" hay là enzym không đặc biệt, nó làm trương xenluloza tự nhiên thành các chuỗi xenluloza hoạt động có mạch ngắn hơn và bị enzym tiếp tục phân cắt tạo thành các đường tan và cuối cùng thành glucoza. Những vi sinh vật phát triển trên hợp chất chứa xenluloza đã tiết ra các loại enzym này để phân huỷ chuyển hoá xenluloza.

c) Hemixenluloza trong rác thải, phế thải nông nghiệp

Hemixenluloza có khối lượng không nhỏ, chỉ đứng sau xenluloza trong tế bào thực vật, chúng được phân bố ở vách tế bào. Hemixenluloza có bản chất là polysacarit bao gồm khoảng 150 gốc đường liên kết với nhau bằng cầu nối β -1,4 glucozit; β -1,6 glucozit và thường tạo thành mạch nhánh ngắn có phân nhánh.

Cơ chế phân giải Hemixenluloza:

Phần lớn Hemixenluloza có tính chất tương đồng với xenluloza, tuy nhiên Hemixenluloza có phân tử lượng nhỏ hơn và cấu trúc đơn giản hơn. Như vậy Hemixenluloza kém bền vững hơn do đó dễ phân giải hơn xenluloza. Vi sinh vật phân giải Hemixenluloza nhanh hơn là xenluloza.

d) Lignin trong rác thải sinh hoạt, phế thải nông nghiệp

Lignin là những hợp chất có thành phần cấu trúc rất phức tạp, là chất cao phân tử được tạo thành do phản ứng ngưng tụ từ 3 loại rượu chủ yếu là trans-P-cumarynic; trans-connyferynic; trans-cynapylic. Lignin khác với xenluloza và Hemixenluloza ở chỗ hàm lượng carbon tương đối nhiều, cấu trúc của lignin còn có nhóm methoxyl ($-OCH_3$) liên kết với nhau bằng liên kết (C-C) hay (C-O) trong đó phổ biến là liên kết aryl-glyxerin; aryl-aryl và diaryl etc. Lignin dễ bị phân giải từng phần dưới tác dụng của $Na_2S_2O_3$, H_2SO_3 , $CaS_2O...$

Cơ chế phân giải lignin:

Nhiều công trình nghiên cứu đã kết luận có tới 15 enzyme tham gia vào quá trình phân giải lignin. Liginaza không thuỷ phân lignin thành các tiểu phần hoà tan như quá trình phân giải xenluloza. Nhưng trong đó có 3 enzym chủ chốt là:

- + Lignin pezoxidaza.
- + Mangan pezoxidaza.
- + Laccaza.

e) Vi sinh vật phân giải rác thải sinh hoạt, phế thải nông nghiệp

- Vi sinh vật phân giải hợp chất hữu cơ chứa xenluloza

Trong tự nhiên vi sinh vật phân giải xenluloza vô cùng phong phú bao gồm: Vi khuẩn, nấm, xạ khuẩn, nguyên sinh động vật...

+ Vi khuẩn: Là nhóm vi sinh vật lớn nhất và cũng được nghiên cứu nhiều nhất. Từ thế kỷ XIX, các nhà khoa học đã phát hiện thấy một số loại vi khuẩn kỵ khí có khả năng phân giải xenluloza. Những năm đầu thế kỷ XX người ta lại phân lập được các vi khuẩn hiếu khí cũng có khả năng này. Trong các vi khuẩn hiếu khí phân giải xenluloza, thì niêm vi khuẩn có vai trò lớn nhất chủ yếu là các giống *Cytophaga*, *Soprocycophaga* và *Sorangium*. Niêm vi khuẩn nhận được năng lượng khi ôxy hoá các sản phẩm của sự phân giải xenluloza thành CO_2 và H_2O . Ngoài ra còn thấy giống *Cellvibrio* cũng có khả năng phân giải xenluloza. Trong điều kiện kỵ khí, các vi sinh vật ưa ẩm, ưa nhiệt thuộc giống *Clostridium* và *Bacillus* tiến hành phân giải xenluloza thành glucoza và xenlobioza, chúng sử dụng năng lượng từ các loại đường đơn và nguồn carbon đồng thời thường kèm theo việc tạo nên các axit hữu cơ, CO_2 và H_2O .

Trong dạ dày của động vật ăn cỏ tồn tại hệ vi sinh vật để phân giải xenluloza đó là: *Ruminococcus*; *Flavefaciens*; *Butyrivibrio*; *Bacteroides*. Ngoài ra còn có: *Cellulomonas*; *Bacillus*, *Acetobacter* cũng phân giải mạnh xenluloza.

Nhiều tác giả còn phân lập tuyển chọn trong đồng ủ phế thải phân giải xenluloza có *Clostririum*.

Preudomonas chứa phức hệ enzym xenluloza: *Acteromobacter*, *Cytophaga*, *Sporocytophaga* và *Sorangium*, *Sporocytophaga*.

+ **Nấm sợi:** Nấm sợi phân giải xenluloza mạnh hơn vi khuẩn vì chúng tiết vào môi trường lượng enzym ngoại bào nhiều hơn vi khuẩn. Vi khuẩn thường thường tiết vào môi trường phức hệ xenluloza không hoàn chỉnh chỉ thuỷ phân được cơ chất đã cải tiến như giấy lọc và CMC, còn nấm tiết vào môi trường hệ thống xenluloza hoàn chỉnh nên có thể thuỷ phân xenluloza hoàn toàn. Các loại nấm phân huỷ mạnh xenluloza là: *Trichoderma*, *Penicillium*, *Phanerochate*, *Sporotrichum*, *Sclerotium*.

Nấm ưa nhiệt, chúng có thể tổng hợp các enzyme bên nhiệt hơn, chúng sinh trưởng và phân giải nhanh xenluloza. Nấm có thể phát triển ở pH = 3,5-6,6.

Nguồn carbon giúp cho nấm phân giải xenluloza. Trong phế thải chứa nhiều nitơrat cũng kích thích nấm phân giải xenluloza, nguồn nitơ hữu cơ cũng giúp cho nấm phân giải xenluloza mạnh hơn.

Người ta đã tìm thấy trong đồng ủ phế thải có nhiều loại nấm như:

Aspergillus, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Coprinus*, *Fomes*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Penicillium*, *Polypones*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Tricoderma*...

+ **Xạ khuẩn:** Xạ khuẩn có tác dụng phân giải phế thải khá mạnh. Người ta chia xạ khuẩn thành 2 nhóm: Xạ khuẩn ưa ấm, chúng phát triển mạnh ở nhiệt độ 28-30°C, và xạ khuẩn ưa nhiệt, chúng có thể phát triển mạnh ở nhiệt độ 60-70°C.

Trong đồng ủ phế thải người ta tìm thấy nhiều loại xạ khuẩn đó là: *Actinomyces*, *Streptomyces*, *Frankia*, *Nocardia*, *Actinopolyspora*, *Actinosynoema*, *Dermatophilus*, *Pseudonocardia*, *Cellulomonas*.

- *Vi sinh vật phân giải hemixenluloza*

Vi sinh vật phân giải hemixenluloza thường có trong dạ dày của động vật nhai lại như trâu bò. Chủ yếu là các giống sau: *Ruminococcus*, *Bacillus*, *Bacteroides*, *Butyvirbio*, *Clostridium*. Nhiều loại nấm sợi như: *Aspegillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*.

- *Vi sinh vật phân giải Lignin*

Vi sinh vật phân giải lignin là những giống có khả năng tiết ra enzym ligninaza, gồm có: Nấm *Basidiomycetes*, *Acomycetes*, nấm bất toàn. Vi khuẩn gồm: *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Acinebacter*. Xạ khuẩn: *Streptomyces*.

g) Quy trình xử lý rác thải hữu cơ

- *Các phương pháp xử lý phế thải bằng công nghệ vi sinh vật*

+ Phương pháp sản xuất khí sinh học (biogas) - Ủ yếm khí:

Cơ sở của phương pháp này là nhờ sự hoạt động của

vì sinh vật mà các chất khó tan (xenluloza, lignin, hemixeluloza và các chất cao phân tử khác) được chuyển thành chất dễ tan. Sau đó, lại được chuyển hoá tiếp thành các chất khí trong đó chủ yếu là metan.

Ưu điểm của phương pháp này là có thể thu được một loạt các chất khí, có thể cháy được và cho nhiệt lượng cao sử dụng làm chất đốt, không gây ô nhiễm môi trường. Phế thải sau khi lên men được chuyển hoá thành phân hữu cơ có hàm lượng dinh dưỡng cao để bón cho cây trồng. Tuy nhiên, phương pháp này có những nhược điểm sau: Khó lấy các chất thải sau khi lên men; là quá trình kỵ khí bắt buộc vì vậy việc thiết kế bể ủ rất phức tạp, vốn đầu tư lớn; năng suất thấp do sự sinh trưởng của vi khuẩn sinh metan có mặt trong rác chậm; gặp nhiều khó khăn trong khâu tuyển chọn nguyên liệu.

+ Phương pháp ủ phế thải thành đồng, lên men tự nhiên có đảo trộn:

Rác được chất thành đồng có chiều cao từ 1,5-2,0m đảo trộn mỗi tuần một lần. Nhiệt độ đồng ủ là 55-60°C, độ ẩm 50-70%. Sau 3-4 tuần tiếp không đảo trộn. Phương pháp này đơn giản, nhưng mất vệ sinh, gây ô nhiễm nguồn nước và không khí.

+ Phương pháp ủ phế thải thành đồng không đảo trộn và có thổi khí:

Phế thải được chất thành đồng cao 1,5-2,0m. Phía dưới được lắp đặt một hệ thống phân phối khí. Nhờ có quá trình thổi khí cưỡng bức, mà các quá trình chuyển

hoá được nhanh hơn, nhiệt độ ổn định, ít gây ô nhiễm môi trường.

+ Phương pháp lên men trong các thiết bị chứa:

Phế thải được cho vào các thiết bị chứa có dung tích khác nhau để lên men. Lượng khí và nước thải sinh ra trong quá trình lên men được kiểm soát chặt chẽ. Các vi sinh vật đã được tuyển chọn bổ sung cho hệ vi sinh vật tự nhiên trong đồng ủ, nhờ đó mà quá trình lên men xảy ra nhanh và dễ kiểm soát, ít ô nhiễm hơn.

+ Phương pháp lên men trong lò quay:

Phế thải được thu gom, phân loại và đập nhỏ bằng búa đưa vào lò quay nghiêng với độ ẩm từ 50-60%. Trong khi quay phế thải được đảo trộn do vậy không phải thổi khí. Rác sau khi lên men lại được ủ chín thành đồng trong vòng 20-30 ngày.

+ Phương pháp xử lý rác thải hữu cơ công nghiệp:

Đặc điểm chung của kiểu ủ rác công nghiệp này là mức tự động hoá cao do đó rác được phân huỷ rất tốt, nhưng lại đòi hỏi trình độ khoa học công nghệ cao, chi phí tốn kém nên chưa phù hợp với trình độ và khả năng đầu tư của các nước đang phát triển.

+ Phương pháp ủ rác thải hữu cơ làm phân ủ:

Rác thải hay than bùn được tái chế thành sản phẩm cung cấp cho nông nghiệp. Cơ sở chế biến phân ủ đặt ở trung tâm do đó giảm được chi phí vận chuyển. Dễ dàng thu gom các nguyên liệu để tái chế và có thể xử lý được nước thải. Các nguyên tắc trong sản xuất phân ủ từ rác

thải đô thị và rác thải sinh hoạt, phế thải nông công nghiệp đều có thể xử lý được theo phương pháp này.

Phương pháp này còn có một số hạn chế sau: Vốn chi phí vận hành tương đối lớn, diện tích sử dụng khá lớn, phân loại và tuyển chọn rác mất nhiều công.

3. Xử lý chất thải rắn bằng công nghệ sinh học

Chất thải rắn có thể xử lý bằng phương pháp sinh học là các chất thải có thành phần hữu cơ cao như: Rác thải đô thị, phế thải nông công nghiệp, chất thải rắn của các ngành chế biến nông sản và thực phẩm.

a) Chất thải của ngành công nghiệp mía đường và các giải pháp xử lý

Bên cạnh sản phẩm chính đó là đường, ngành công nghiệp mía đường đã thải ra một lượng lớn các chất thải tồn đọng ở các dạng khác nhau về thành phần và tính chất hoá lý.

+ Lá và ngọn mía

Là phế thải chính của những vùng trồng mía nguyên liệu. Lá và ngọn mía chiếm một khối lượng rất lớn từ 25-30% tổng sản lượng của cây mía.

Trong lá mía hàm lượng C: 40-47%; H: 7-7,3%; O: 40-41%; N: 1-2%. Thành phần hoá học của ngọn mía: N: 0,9%; hemixeluloza: 20%; xenluloza: 38%; lignin: 7,0%; silic: 1,8%, 3 thành phần chính là xenluloza, hemixeluloza, lignin trong lá và ngọn mía tạo thành một cấu trúc bền đó là ligno-xenluloza, cấu trúc này quyết định cơ bản tính chất hoá lý của lá và ngọn mía.

+ Bã mía

Là chất thải của công đoạn ép mía, bã mía chiếm 25-30% so với khối lượng đem ép, có thành phần hoá học như sau: Xenluloza: 46%; hemixeluloza: 24,5%; lignin: 20%; chất béo: 3,4%; tro: 2,4% và silic 2,0%.

+ Bùn lọc

Là chất thải rắn của công đoạn làm trong nước mía thô sau khi ép mía, có thành phần hoá học như sau: Chất béo: 5-14%; xơ: 15-30%; đường: 5-15%; CaO: 1-4%; P_2O_5 : 1-3% và MgO: 0,5-1,5%.

**** Một số nghiên cứu bước đầu về xử lý phế thải ngành mía đường***

+ Xử lý lá mía, ngọn mía:

Trong những năm gần đây, việc tái sử dụng lá và ngọn mía để thay thế phân chuồng bón cho cây mía đã được nhiều nhà khoa học quan tâm.

Vũ Hữu Yên, Trần Công Hạnh (1995-1997) đã nghiên cứu hiệu quả kinh tế của việc vùi lá, ngọn mía kết hợp NPK. Kết quả cho thấy: Mía nảy mầm dễ nhánh sớm hơn, tỷ lệ nảy mầm cao hơn so với ở công thức bón NPK. Tiết kiệm được 876.000đ/ha, điều quan trọng là thay thế được lượng phân chuồng thiếu hụt hiện nay cho cây mía. Mặc dù có ưu điểm như trên, nhưng quá trình phân huỷ các chất xơ sợi trong lá, ngọn mía rất chậm. Để khắc phục vấn đề này, Nguyễn Xuân Thành và Nguyễn Đình Mạnh (2001) đã xử lý lá, ngọn mía được thu gom tại đồng ruộng với thời gian

45-60 ngày, sau đó đem bón lót cho mía. Đây là phương pháp xử lý rất tiện lợi, cho hiệu quả kinh tế cao, được nhiều người trồng mía áp dụng.

+ Xử lý bã mía-phế thải thô của nhà máy đường

Bã mía được thải ra trông khâu ép thô là chất thải chứa nhiều chất xơ rất khó phân giải, khối lượng thải lớn nhất của công đoạn làm đường. Người ta thường dùng bã mía này làm chất đốt phục vụ cho khâu chưng cất đường, nhưng do khối lượng quá lớn sử dụng làm chất đốt không hết phải thải ra môi trường. Vài năm gần đây người ta đã sử dụng nguồn phế thải này để làm giá thể nuôi nấm ăn bằng cách trộn 1/2-1/3 bã mía với các hợp chất dinh dưỡng để làm bầu ươm cây giống.

Trường Đại học Nông nghiệp I (1999-2001) đã giúp một số nhà máy đường xử lý bã mía bằng công nghệ vi sinh vật theo phương pháp ủ bán hiếu khí. Sau 2 tháng đem tái chế thành phân hữu cơ bón cho cây mía.

+ Bùn mía: Đây là phế thải cuối cùng của khâu lọc nước mía, khối lượng phế thải này không nhỏ. Một số năm gần đây người ta dùng men vi sinh vật để phân huỷ những chất còn lại trong bùn mía và dùng những chủng vi sinh vật hữu ích có bổ sung lượng NPK làm phân hữu cơ vi sinh vật bón cho cây trồng. Phương pháp này được người nông dân chấp nhận vì giá thành rẻ và cho hiệu quả khá cao trên đồng ruộng.

*** Một số kết quả bước đầu xử lý phế thải hữu cơ và bã mía**

- Chất lượng của chế phẩm vi sinh vật (VSV) để xử lý phế thải mùn mía và rác thải hữu cơ

Số liệu bảng sau cho thấy: Chế phẩm VSV có độ ẩm 35,6%; pH_{HCl} 6,6; độ xốp 68,0%; mật độ VSV trong chế phẩm đạt từ $4,8.10^7$ đến $6,7.10^9$ tế bào/1g, tùy từng chủng loại.

Chất lượng của chế phẩm VSV

Chỉ tiêu	Kết quả kiểm tra
Độ ẩm (%)	35,6
pH_{HCl}	6,6
Độ xốp (%)	68,0
Vi khuẩn cố định nitơ phân tử (tế bào/1g)	$6,7.10^9$
Vi khuẩn phân giải lân (tế bào/1g)	$4,8.10^7$
Vi khuẩn phân giải xenluloza (tế bào/1g)	$1,2.10^8$
Nấm men (bào tử/1g)	$7,6.10^8$
Nấm mốc (bào tử/1g)	$3,1.10^8$
Xạ khuẩn (bào tử/1g)	$4,9.10^7$

+ Xử lý VSV vào đồng ủ có đảo trộn (hảo khí và bán hảo khí). Theo phương pháp này thì chế phẩm VSV được hoà vào nước và phun đều cho đồng ủ, lượng nước cần phun được tính toán sao cho đồng ủ có độ ẩm từ 60-70%. Đồng ủ đánh thành luống chạy dài dọc theo sân ủ có mái che, kích thước 2,0 x 1,5m (rộng x cao). Cứ 15 ngày đảo trộn một lần có xử lý chế phẩm vi sinh vật.

+ Xử lý VSV vào bể ủ không đảo trộn (kiểu yếm khí). Phế thải được đưa vào bể từng lớp, mỗi lớp dày khoảng 30cm phun dịch VSV, đến khi đầy bể thì lấy bùn ao trát kín trên bề mặt của bể ủ.

- Ảnh hưởng của chế phẩm VSV đến quá trình phân giải phế thải trong đồng ủ.

+ Về pH: Cả 2 loại rác thải sinh hoạt và mùn mĩa đều có pH kiềm yếu (7,6-8,6). Trong quá trình ủ pH tăng chút ít (pH = 8,0-8,1) do hoạt động sống của VSV đã làm kiềm hoá môi trường.

+ Về độ ẩm: Sau 15 ngày, đồng ủ có độ ẩm đạt 65%, sau 2 tháng ủ giảm xuống chỉ còn 30-35%. Ở công thức xử lý chế phẩm VSV độ ẩm luôn luôn cao hơn ở công thức đối chứng, nguyên nhân là do nhu cầu về nước cho hoạt động sống của VSV trong quá trình ủ.

+ Về nhiệt độ: Nhiệt độ đạt cực đại sau 15 ngày ủ đạt 40-45°C ở công thức đối chứng và 68-72°C ở công thức có xử lý VSV. Nhiệt độ giảm mạnh sau 2 tháng ủ chỉ còn 28-30°C.

+ Về độ xốp: Độ xốp tăng dần theo thời gian ủ, ở công thức có xử lý VSV độ xốp luôn luôn cao hơn so với công thức đối chứng. Nguyên nhân do quá trình phân giải chuyển hoá mạnh của VSV làm cho độ tơi xốp tăng, sau 2 tháng ủ độ xốp đạt 71-73%.

Kết quả phân tích phế thải trong quá trình ủ

Loại phế thải	Rác thải hữu cơ						Mùa mưa					
	15 ngày		30 ngày		60 ngày		15 ngày		30 ngày		60 ngày	
	Đ/C	T/N	Đ/C	T/N	Đ/C	T/N	Đ/C	T/N	Đ/C	T/N	Đ/C	T/N
pH _{KCl}	7,8	7,9	7,7	8,1	7,5	8,2	7,6	7,7	7,6	7,8	7,7	8,0
Độ ẩm(%)	65	60	51	40	35	30	65	62	45	35	30	25
Nhiệt độ (°C)	45	72	31	42	28	28	40	68	35	40	30	29
Độ xốp (%)	49	58	55	65	58	71	52	59	56	65	58	73
OM (%)	21	23	22	25	23	27	17	19	20	25	21	26
P ₂ O ₅ (%)	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
K ₂ O (%)	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
P ₂ O ₅ dl (mg/100g)	120	215	140	316	180	400	150	180	160	200	180	250
K ₂ O trao đổi (mg/100g)	47	62	58	88	68	110	65	79	68	75	90	130
VKTS (.10 ⁷ tế bào)	25	46	29	72	31	98	15	41	21	51	32	87
Nấm (.10 ⁸ bào tử)	21	34	43	67	24	33	31	48	52	75	36	52
XX (.10 ⁴ tế bào)	4	6	8	14	10	22	2	3	6	9	4	15
V.k xenuloza (.10 ⁵)	7	11	15	30	16	38	5	8	9	15	10	21
VKPGI (.10 ⁴ TB)	9	16	9	23	16	36	4	12	6	8	11	22

Ghi chú:

Đ/C: Đối chứng.

T/N: Thử nghiệm.

+ Về các chỉ tiêu dinh dưỡng trong đồng ủ: Hàm lượng các chất dinh dưỡng trong đồng ủ tăng dần theo thời gian ủ, nhất là các chất dinh dưỡng dễ tiêu. Ở công thức có xử lý VSV hàm lượng các chất dinh dưỡng luôn luôn cao hơn ở công thức đối chứng, ở đồng ủ rác thải sinh hoạt có hàm lượng dinh dưỡng cao hơn ở đồng ủ mùn rơm.

Sau 2 tháng ủ cho thấy: OM: 26-27%, P_2O_5 : 0,7-0,9%; K_2O : 0,5%; P_2O_5 dễ tiêu: 250-400 mg/100g; K_2O trao đổi: 110-130mg/100g.

+ Về mật độ VSV trong đồng ủ: ở công thức xử lý VSV cho số lượng của 5 nhóm VSV được phân tích luôn luôn cao hơn ở công thức đối chứng và đạt cao nhất sau 2 tháng ủ. Riêng nấm, tổng số đạt cực đạt chỉ sau 1 tháng ủ. Cụ thể là: VKTS đạt $87-98.10^7$ tế bào/lg; nấm tổng số đạt $67-75.10^8$ bào tử/lg; xạ khuẩn $15-22.10^4$ tế bào/lg; vi khuẩn phân giải xenluloza đạt $21-38.10^5$ tế bào/lg; vi khuẩn phân giải lân đạt $22-36.10^5$ tế bào/lg phế thải.

+ Chất lượng của phân hữu cơ VSV tái chế từ phế thải sau ủ

Chất lượng của phân hữu cơ VSV sản xuất từ phế thải

Nguồn gốc phế thải	Rác thải sinh hoạt	Mùn mĩa
pH _{KCl}	7,2	7,5
Độ ẩm (%)	25	24
Độ xốp (%)	68	72
OM (%)	21,5	18,1
N (%)	1,2	1,0
P_2O_5 (%)	3,3	3,0
K_2O (%)	2,6	2,4
P_2O_5 dt (mg/100g)	500	400
K_2O dt (mg/100g)	310	320
VKTS trao đổi (mg/100g)	53	42
VKCBN ($.10^8$ tế bào/lg)	120	96
VKPGL ($.10^8$ tế bào/lg)	9,2	7,1

Sản phẩm sau xử lý phế thải bằng chế phẩm VSV đã tái chế để sản xuất phân hữu cơ vi sinh theo quy trình của Đại học Nông nghiệp I (kết quả của đề tài B 99-32-46). Số liệu ở bảng trên cho thấy: pH_{KCl} của phân đạt trung tính 7,2-7,5; độ ẩm 24-25%; độ xốp 68-72%; OM tổng số 18,1-21,5%; N tổng số 1,0- 1,2%; P_2O_5 3,0-3,4%; K_2O 2,4-2,6%; P_2O_5 dễ tiêu 400-500 mg/100g; K_2O trao đổi 300-320mg/100g; vi khuẩn tái sinh $42\text{-}53.10^8$ tế bào/1g; vi khuẩn cố định đạm $0,9\text{-}1,2.10^8$ tế bào/1g; Vi khuẩn phân giải lân $7,1\text{-}9,2.10^8$ tế bào/1g. Chất lượng của phân hữu cơ vi sinh đạt tiêu chuẩn Việt Nam.

b) Phế thải công nghiệp chế biến cà phê và các giải pháp xử lý

**** Phế thải rắn từ vỏ cà phê***

Từ những năm 80 trở lại đây, trên thế giới nhất là ở những nước sản xuất cà phê xuất khẩu, việc nghiên cứu các biện pháp sinh học để xử lý phế thải cà phê được nhiều người quan tâm. Theo số liệu của C. Hajipakkos cho thấy nước thải từ các nhà máy chế biến cà phê có hàm lượng BOD (nhu cầu oxygen sinh hoá) và COD (nhu cầu oxygen hoá học) rất cao (tương ứng 3.000kg/ngày và 4.000mg/lít, đôi khi có thể cao hơn 9.000mg/lít). Chất rắn lơ lửng là 1.500mg/lít, gấp 3 lần hàm lượng cho phép, ngoài ra còn có các chất dầu, mỡ với nồng độ cao gấp 2 lần bình thường.

Các nhà khoa học đã dùng một số chủng giống vi sinh vật yếm khí có khả năng phân giải vỏ cà phê (các chất

xenluloza, lignin...) như nấm: *Chladomyces*, *Penicilium*, *Trichoderma*, *Fusarium oxysporium*, vi khuẩn: *Sporocytophaga methanogenes*; *Rudbeckia hirta* L, để xử lý đồng ủ vỏ cà phê. Kết quả rất khả quan, sau 2-3 tháng ủ tỷ lệ xenluloza trong vỏ cà phê giảm 60-80% so với đồng ủ đối chứng.

Ở Việt Nam, có trên 350.000 ha cà phê và sản lượng cà phê trung bình là 3.000 tấn nhân khô/năm với lượng vỏ cà phê khô khoảng 200.000 tấn/năm, mà thành phần của nó chủ yếu là ligno-xenluloza, một hợp chất rất khó phân giải trong điều kiện tự nhiên. Những năm qua, tuy đã dùng vỏ cà phê để làm giá thể nuôi trồng nấm ăn, nhưng phần rất lớn vẫn thải ra môi trường gây ô nhiễm nặng. Hiện nay, các nhà khoa học đang thử nghiệm xử lý phế thải này bằng công nghệ vi sinh vật và tái chế thành phân hữu cơ bón cho cây trồng.

*** Một số kết quả bước đầu về xử lý phế thải vỏ cà phê bằng vi sinh vật**

Phế thải cà phê được xử lý theo 3 kiểu:

- Ủ thành đồng lớn không có vách ngăn ở ngoài trời, phun chế phẩm VSV.
- Xử lý trong các hố ủ có vách ngăn ở trong nhà, phun chế phẩm VSV.
- Đối chứng (để tự nhiên ngoài trời không phun chế phẩm VSV).

Kết quả thử nghiệm cho thấy:

- + Ở trường hợp thứ nhất: ủ ngoài trời sau 4 tháng quá trình mùn hoá được 80%

+ Ở trường hợp thứ hai: ủ trong nhà sau 3 tháng quá trình mùn hoá được 80%

+ Ở trường hợp thứ ba: để tự nhiên ngoài trời sau 1 năm quá trình mùn hoá mới đạt được 80%.

*** *Tái chế phế thải sau xử lý làm phân bón cho cây trồng***

Sau khi ủ 3-4 tháng, vỏ cà phê được phối trộn với NPK, vi lượng và vi sinh vật hữu hiệu thành phần hữu cơ vi sinh bón cho cây trồng.

Bón loại phân này cho cà phê; cao su; mía; ngô cho thấy;

+ Mía: làm tăng số nhánh hữu hiệu, tăng năng suất thực thu 4-16% so với công thức đối chứng.

+ Ngô: tăng số hạt/hàng; tăng số cây 2 bắp, tăng năng suất thực thu 12-25% so với công thức đối chứng.

+ Cà phê: giảm tỷ lệ quả rụng đáng kể, tăng năng suất 11-19% so với công thức đối chứng.

+ Cao su: tăng tỷ lệ mủ sau một lần cạo mủ.

* Lãi suất tăng khi sử dụng phân hữu cơ vi sinh vật là: 5,35% đối với cây mía; 5,63% đối với cây ngô; 4,3% đối với cây bông; 5,97% đối với cây cà phê và 1,59% đối với cây cao su.

B. NƯỚC THẢI

1. Nguồn nước thải

Nước thải từ nhiều nguồn khác nhau: Nước thải sinh hoạt, nước thải từ các nhà máy công nghiệp (Nhà máy giấy, nhà máy dệt, nhà máy hoá chất, các nhà máy khai

thác quặng, than, nhà máy đường, nhà máy bia...); nhà máy chế biến thực phẩm (các lò giết mổ, đông lạnh, đồ hộp xuất khẩu, hoa quả...).

Theo thống kê của Trung tâm Môi trường vệ sinh thuỷ sản: cứ 100 nghìn tấn nguyên liệu chế biến thuỷ hải sản xuất khẩu thì có 50 nghìn tấn phế thải rắn, 10 nghìn tấn thịt vụn kèm với 3 triệu mét khối nước thải, ngoài ra còn nhiều hoá chất độc hại được thải ra môi trường trong quá trình chế biến sản xuất (Dự án TTM.TS 1998).

Theo số liệu thống kê của Nhà máy giấy Bãi Bằng-Phú Thọ, thì cứ sản xuất được 1000 tấn giấy phải thải ra 25-30 triệu m³ nước từ các cửa thải khác nhau: Nước thải rửa gỗ, nước thải rửa trong quá trình thuỷ phân và chung cất, nước thải rửa trong quá trình tẩy bột kiềm, nước thải rửa trong quá trình trung hoà, nước thải rửa lò than... Trong các loại nước thải này chứa rất nhiều độc tố như: các hợp chất hữu cơ, hợp chất clo, sulfat, CaO, các axit dư thừa, các ion kim loại nặng độc hại (Hg, Cd, Pb, Clo dư, NaOCl), sạn, cát gỗ vụn...

Nước thải được phân làm 2 loại chính sau:

a) Nước thải sinh hoạt:

Là nguồn nước thải ở các khu dân cư tập trung từ sinh hoạt của con người (ăn uống, tắm giặt, phân thải, nước tiểu của người) và gia súc gia cầm hàng ngày được thải vào các hệ thống cống rãnh của khu dân cư. Trong nước thải loại này chứa nhiều phân rác, các hợp chất hữu cơ và các muối hoà tan, đặc biệt là chứa nhiều loại

vì sinh vật gây bệnh, các loại trứng giun, sán... Đây là loại nước thải phổ biến và số lượng rất lớn. Mức độ ô nhiễm của nó phụ thuộc vào trình độ văn minh, trình độ dân trí của từng khu dân cư, từng quốc gia.

b) Nước thải công nghiệp:

Là nước thải của một nhà máy hay khu công nghiệp tập trung với các loại hình sản xuất rất khác nhau, vì vậy trong nước thải công nghiệp, rất nhiều chủng loại hợp chất khác nhau và độ độc hại gây ô nhiễm môi trường cũng rất khác nhau.

+ Nước thải từ các nhà máy chế biến thực phẩm như đường, rượu, bia, đồ hộp, lò giết mổ gia súc gia cầm...

+ Nước thải từ các nhà máy sản xuất nguyên vật liệu như giấy, xà phòng, công nghiệp dệt, công nghiệp dầu hoả, sản xuất các loại hoá chất...

Trong nước thải công nghiệp, ngoài hàm lượng cao các hợp chất hữu cơ như protein, các dạng carbohydrat, dầu mỡ (từ các công nghệ chế biến thực phẩm), hemixelluloza, lignin (công nghiệp sản xuất giấy), còn có các hợp chất hoá học khó phân huỷ như các hợp chất vòng thơm có N, các alkyl benzensulfonate (Công nghiệp sản xuất bột giặt), các loại dung môi, các kim loại nặng như Pb, Hg, As...

Nhìn chung nước thải công nghiệp so với nước thải sinh hoạt có các chỉ số BOD và COD cao hơn rất nhiều. Nước thải công nghiệp có độ ô nhiễm cao hơn so với nước thải sinh hoạt.

Theo Luật Bảo vệ môi trường, mỗi nhà máy, xí nghiệp phải có công trình xử lý nước thải trước khi xả ra hệ thống thoát nước chung. Thực tế hiện nay cho thấy, quy định nói trên chưa được thực hiện nghiêm túc nên dẫn tới ô nhiễm hệ thống nước mặt, nước ngầm, ô nhiễm môi trường sinh thái khá trầm trọng ở nhiều nơi trên đất nước ta.

2. Khu hệ vi sinh vật và các tác nhân gây bệnh

a) Khu hệ vi sinh vật trong nước thải

Mỗi loại nước thải có hệ vi sinh vật đặc trưng. Nước thải sinh hoạt do chứa nhiều chất hữu cơ giàu dinh dưỡng dễ phân giải nên chứa nhiều vi khuẩn, thông thường từ vài triệu đến vài chục triệu tế bào trong 1ml.

- Vi khuẩn gây thối: *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bac. cereus*, *Bac. subtilis*, *Enterobacter xloacae*...

- Đại diện cho nhóm vi khuẩn phân giải đường: *Cellulos*, *urea*: *Bac. cellosae*, *Bac. mensetericus*, *Clostridium*, *Micrococcus urea*, *Cytophaga sp*...

- Các vi khuẩn gây bệnh đường ruột: Nhóm *Coliform*, là vi sinh vật chỉ thị cho mức độ ô nhiễm phân trong nước ở mức độ cao, có thể dao động từ vài chục đến vài chục nghìn, vài trăm nghìn tế bào/ml nước thải.

Trong nước thải hữu cơ vi sinh vật hình ống giữ vai trò quan trọng, phải kể đến vi khuẩn *Sphaerptilus natans*, thường hay bị nhầm với nấm nước thải, nó phủ lên bề mặt tế bào một lớp nước cực mỏng, thường tạo

thành các sợi hoặc các búi, khi bị vỡ ra sẽ trôi nổi đầy trên mặt nước. Nhóm này thường phát triển mạnh ở nước nhiều oxygen. Ngoài ra vi khuẩn *Sphaerptilus natans* thường thấy ở các nhà máy thải ra nhiều xenluloza và nhà máy chế biến thực phẩm. Bên cạnh vi khuẩn, người ta còn gặp nhiều loại nấm, nhất là nấm men *Saccharomyces*, *Candia*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Leptomitius lacteus*, *Fusarium aquaeducteum*...

Ngoài ra, còn có vi khuẩn ôxy hoá lưu huỳnh như: *Thiobacillus*, *Thiothrix*, *Beggiatoa*, vi khuẩn phản nitrat hoá: *Thiobacillus denitrificans*, *Micrococcus denitrificans*.

Trong nước thải chứa dầu người ta tìm thấy vi khuẩn phân giải hydrocarbon: *Pseudomonas*, *Nocardia*...

Trong nước thải còn có tập đoàn tảo khá phong phú, chúng thuộc tảo silic: *Bacillariphyta*, tảo lục: *Chlorophyta*, tảo giáp: *Pyrrophyta*.

b) Các tác nhân gây bệnh trong nước thải

Ngoài những nhóm sinh lý khác nhau của vi sinh vật có trong nước thải như đã nói ở trên, người ta còn đặc biệt quan tâm đến sự có mặt của các vi sinh vật gây bệnh, đặc biệt ở những vùng có hệ thống vệ sinh chưa hợp lý.

Các vi sinh vật gây bệnh thường không sống lâu trong nước thải vì đây không phải là môi trường thích hợp, nhưng chúng tồn tại trong một thời gian nhất định tùy từng loài để gây bệnh truyền nhiễm cho người và động, thực vật. Trong số những vi sinh vật gây bệnh nguy hiểm phải kể đến một số sau:

+ Vi khuẩn gây bệnh thương hàn (*Salmonella dysenteria*), vi khuẩn này sống được trong nước tùy thuộc vào chất dinh dưỡng và nhiệt độ của nguồn nước. Thông thường sống được trong vòng 20-25 ngày vào mùa hè và 60-70 ngày vào mùa đông.

+ Vi khuẩn gây bệnh kiết lỵ (*Shigella*), sống tối đa 10-15 ngày, ở nhiệt độ 20-22°C trong nước thải, ở nhiệt độ càng thấp chúng càng sống lâu hơn.

+ Xoắn khuẩn (*Leptospira*), gây nên những chứng bệnh sưng gan, sưng thận và tê liệt hệ thần kinh trung ương. Chúng có thể sống 30-33 ngày trong nước thải ở nhiệt độ 25°C.

+ Vi khuẩn đường ruột (*E. coli*), có thể sống trong nước bẩn 9-14 ngày ở nhiệt độ 20-22°C.

+ Vi khuẩn lao (*Mycobacterium tuberculosis*), sống tối đa được 3 tuần trong nước thải ở nhiệt độ 20-25°C.

+ Phẩy khuẩn tả (*Vibrio cholera*), sống tối đa 13-15 ngày trong nước thải.

+ Các virus (*Adenovirus*, *Echo*, *Coxsackie*) sống tối đa 15 ngày.

Các vi khuẩn gây bệnh trên phân tán chậm trong đất khô, trong nước phân tán theo chiều ngang cũng ít (khoảng 1m), trong khi đó ảnh hưởng theo chiều sâu khá nhiều (khoảng 3m).

3. Vai trò làm sạch nước thải của vi sinh vật

Trước khi đi vào các biện pháp xử lý nước thải một hiện tượng rất được quan tâm trong tự nhiên đó là quá

trình tự làm sạch nguồn nước thải do các yếu tố sinh học, mà trong đó vi sinh vật đóng vai trò chủ chốt.

Các ao hồ, sông ngòi, biển luôn trong tình trạng bẩn với mức độ khác nhau do rác thải và nước thải của con người. Nhờ quá trình tự làm sạch mà các chất bẩn thường xuyên được loại ra khỏi môi trường nước.

Quá trình tự làm sạch nước thải nhờ các quá trình vật lý, hoá học là sự sa lắng và ôxy hoá giữ một vai trò quan trọng, song đóng vai trò quyết định vẫn là quá trình sinh học. Tham gia vào quá trình tự làm sạch có rất nhiều chủng, giống vi sinh vật, từ các loại cá, chim, đến các nguyên sinh động vật và vi sinh vật.

Tại chỗ nước thải đổ ra thường tụ tập nhiều loại chim, cá, chúng sử dụng các phế thải từ đồ ăn và rác làm thức ăn; tiếp sau đó là các động vật bậc thấp như ấu trùng của côn trùng, giun và nguyên sinh động vật, chúng sử dụng các hạt thức ăn cực nhỏ làm nguồn dinh dưỡng. Song vai trò của vi khuẩn và nấm men có tính quyết định quá trình tự làm sạch này, chúng đã phân huỷ chuyển hoá các chất hữu cơ thành các chất đơn giản hơn và cuối cùng là các muối vô cơ, CO_2 . Nói cách khác là trong điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật, chúng có khả năng khoáng hóa một cách hoàn toàn nhiều chất hữu cơ để làm sạch nước.

Bên cạnh vi khuẩn, nấm men còn có nấm mốc và tảo đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển hoá các chất bẩn gây ô nhiễm môi trường khác. Trong nước thải, thông qua hoạt động sống của mình tảo cung cấp ôxy cho môi

trường, ngoài ra còn tiết vào môi trường chất kháng sinh là vũ khí lợi hại để tiêu diệt mầm bệnh có trong nước thải, nhất là khu hệ vi sinh vật gây bệnh đường ruột. Tảo còn gây cản trở sự phát triển của một số vi sinh vật gây bệnh khác, cạnh tranh nguồn dinh dưỡng của chúng; tảo còn tiết ra một số chất kích thích cho sự phát triển của vi sinh vật hữu ích trong môi trường nước thải. Trong nước thải, vai trò rất to lớn của tảo còn là ở khả năng hấp thụ các kim loại nặng như: Pb, Cd, As, Cu... và các tia phóng xạ.

Thông thường protein, đường, tinh bột, được phân giải nhanh nhất, còn xenluloza, lignin, mỡ, sáp bị phân giải chậm hơn nhiều và sự phân giải xảy ra không hoàn toàn, vì vậy, hệ vi sinh vật cũng thay đổi theo quá trình phân giải và thành phần các hợp chất chứa trong nước thải đó để làm sạch môi trường nước.

Cường độ tự làm sạch nước thải còn phụ thuộc vào một số yếu tố sau:

- Cường độ làm sạch thường cao ở những nơi có dòng chảy mạnh do có sự trao đổi khí giữa nước và môi trường không khí xảy ra mạnh. Khi đó mặt nước có oxygen mạnh. Ngược lại, ở những thủy vực thiếu sự chuyển động của nước như ao tù thì nước thải bị ứ đọng, thiếu oxygen, sự phân giải các chất bẩn kém. Quá trình tự làm sạch bị cản trở.

- Cường độ tự làm sạch nước thải cũng thay đổi theo mùa: mùa hè cường độ xảy ra mạnh hơn vào mùa đông; ánh sáng chiếu nhiều thì cường độ làm sạch xảy ra mạnh hơn là ít có ánh sáng.

- Cường độ tự làm sạch nước thải ở vùng nhiệt đới xảy ra mạnh hơn ở vùng ôn đới, vùng hàn đới.

4. Các phương pháp xử lý nước thải

Hiện nay xử lý nước thải có các phương pháp chủ yếu sau:

a) Xây dựng trạm xử lý nước thải

Muốn xây dựng được trạm xử lý nước thải phải dựa vào những chỉ tiêu sau:

**** Lưu lượng nước thải:***

+ Tính toán lưu lượng nước thải sinh hoạt.

+ Lưu lượng trung bình ngày và đêm.

+ Lưu lượng trung bình giờ trong ngày.

+ Lưu lượng trung bình giây.

+ Lưu lượng lớn nhất giờ.

+ Lưu lượng lớn nhất giây.

- Lưu lượng nước thải công nghiệp:

+ Lưu lượng trung bình ngày đêm.

+ Lưu lượng trung bình giờ trong ngày.

+ Lưu lượng lớn nhất giờ.

+ Lưu lượng trung bình giây.

+ Lưu lượng lớn nhất giây.

- Lưu lượng nước thải tổng số

**** Nồng độ bẩn của nước thải***

- Nồng độ bẩn của nước thải sinh hoạt:

+ Hàm lượng các chất lơ lửng trong nước thải.

+ Hàm lượng chất hữu cơ theo BOD trong nước thải sinh hoạt.

- Nồng độ bản của nước thải sinh hoạt:

Được tính bằng các chỉ tiêu: BOD, Cặn (SS), pH.

+ Hàm lượng lơ lửng của hỗn hợp nước thải.

+ Hàm lượng chất hữu cơ theo BOD của hỗn hợp nước thải.

** Tính dân số tương ứng với chất lơ lửng và BOD*

b. Xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học

** Khái niệm về xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*

Trong các biện pháp xử lý nước thải, biện pháp sinh học được quan tâm nhiều nhất và cũng cho hiệu quả cao nhất. So với biện pháp vật lý và hoá học thì biện pháp sinh học chiếm vai trò quan trọng về quy mô cũng như giá thành đầu tư, do chi phí cho một đơn vị khối lượng chất khử là ít nhất. Đặc biệt xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học sẽ không gây tái ô nhiễm môi trường-một nhược điểm của biện pháp hoá học hay mắc phải.

Biện pháp sinh học là sử dụng đặc điểm rất quý của vi sinh vật, đặc điểm này đã thu hút và thuyết phục được các nhà khoa học và các nhà đầu tư, đó là khả năng đồng hoá được nhiều nguồn cơ chất khác nhau của vi sinh vật: tinh bột, xenluloza, các nguồn dầu mỡ và dẫn xuất của nó đến các hợp chất cao phân tử như protein, lipid, các kim loại nặng như: chì, thủy ngân, asen...

Thực chất của phương pháp sinh học là nhờ hoạt

động sống của vi sinh vật (sử dụng các hợp chất hữu cơ và một số chất khoáng có trong nước thải làm nguồn dinh dưỡng và năng lượng) để biến đổi các hợp chất hữu cơ cao phân tử trong nước thải thành các hợp chất đơn giản hơn. Trong quá trình dinh dưỡng này vi sinh vật sẽ nhận được các chất làm nguyên liệu để xây dựng cơ thể do vậy sinh khối vi sinh vật tăng lên.

Biện pháp sinh học có thể làm sạch hoàn toàn các loại nước thải công nghiệp chứa các chất bất hoà tan hoặc phân tán nhỏ. Do vậy, biện pháp này thường dùng sau khi loại bỏ các tạp chất phân tán thô ra khỏi nước thải. Đối với nước thải chứa các tạp chất vô cơ thì biện pháp này dùng để khử các muối sulfate, ammoium, nitrat là những chất chưa bị ôxy hoá hoàn toàn.

** Điều kiện để xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*

Xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học có nhiều ưu điểm và được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, việc áp dụng biện pháp này cần những điều kiện nhất định sau: thành phần các hợp chất hữu cơ trong nước thải phải là những chất dễ bị ôxy hoá, nồng độ các chất độc hại và các kim loại nặng phải nằm trong giới hạn cho phép. Chính vì vậy, khi xử lý nước thải cần điều chỉnh nồng độ các chất này sao cho phù hợp.

Ngoài ra, các điều kiện môi trường như lượng O_2 , pH, nhiệt độ của nước thải... cũng phải nằm trong giới hạn nhất định để bảo đảm sự sinh trưởng, phát triển bình thường của các vi sinh vật tham gia trong quá trình xử lý nước thải.

***Nồng độ giới hạn cho phép của các chất trong nước thải
để xử lý theo biện pháp sinh học***

Tên chất	C _{cp} *	Tên chất	C _{cp} *
Acit acrylic	100	Mỡ bôi trơn	100
Rượu amylic	3	Acit butyric	500
Aniline	100	Đồng (ion)	0,4
Acetaldehyde	750	Metacrylamide	300
Acit benzoic	150	Rượu metylic	200
Benzene	100	Acit monochloacetic	100
Vanadium (ion)	5	Arsen (ion)	0,2
Vinyl acetate	250	Nickel (ion)	1
Vinilinden chlorua	1000	Sản phẩm của dầu	100
Hydroquinol	15	Pyridine	400
Acit dichloacetic	100	Triethylamine	85
Dichlocyclohexane	12	Trinitrotoluene	12
Diethylamine	100	Triphenylphosphate	10
Diethyleneglycol	300	Phenol	1000
Caprolactan	100	Formaldehyde	160
Rezorcin	100	Chlobenzene	10
Amon rodanua	500	Toluene	200
Chì (ion)	1	Sulphanole	10
Acit stearic	300	Antimon (ion)	0,2
Sulfur (theo H ₂ S)	20	Crezol	100
Kerosene (dầu lửa)	500	Tributylphosphate	100
Lactonitryl	160		

* Ghi chú: C_{cp}* là nồng độ giới hạn cho phép của các chất (g/m³ nước thải).

** Thành phần và cấu trúc các loại vi sinh vật tham gia xử lý nước thải*

Yếu tố quan trọng nhất của biện pháp sinh học để xử lý nước thải là sử dụng bùn hoạt tính (acidvated sludge) hoặc màng sinh vật.

Bùn hoạt tính hoặc màng vi sinh vật là tập hợp các loại vi sinh vật khác nhau. Bùn hoạt tính là bông màu vàng nâu dễ lắng, có kích thước 3-150 μ m. Những bông này bao gồm các vi sinh vật sống và cơ chất rắn (40%). Những vi sinh vật sống bao gồm vi khuẩn, nấm men, nấm mốc, một số nguyên sinh động vật, dòi, giun...

Màng sinh vật phát triển ở bề mặt các hạt vật liệu lọc có dạng nhầy dày từ 1-3mm hoặc lớn hơn. Màu của nó thay đổi theo thành phần của nước thải, từ vàng sáng đến nâu tối. Màng sinh vật cũng bao gồm vi khuẩn, nấm men, nấm mốc và nguyên sinh động vật khác. Trong quá trình xử lý, nước thải sau khi qua bể lọc sinh vật có mang theo các hạt của màng sinh vật với các hình dạng khác nhau, kích thước từ 15-30 μ m có màu vàng xám và nâu.

Muốn đưa bùn hoạt tính vào các thiết bị xử lý, cần thực hiện một quá trình gọi là "khởi động" là quá trình làm cho loại bùn gốc ban đầu (thường kém về khả năng lắng và hoạt tính) được nuôi dưỡng để trở thành loại bùn có hoạt tính cao và có tính kết dính tốt. Có thể gọi đó là quá trình "hoạt hoá" bùn hoạt tính. Cuối thời kỳ "khởi động" bùn sẽ có dạng hạt. Các hạt này có độ bền cơ học khác nhau, có mức độ vỡ ra khác nhau khi chịu tác động khuấy trộn. Sự tạo hạt của bùn ở dạng này hay

dạng khác phụ thuộc vào tính chất và nồng độ của bùn gốc, chất lượng môi trường cho thêm vào để hoạt hoá bùn, phương thức hoạt hoá và cuối cùng là thành phần các chất có trong nước thải.

Loại bùn gốc tốt nhất ở các thiết bị xử lý nước thải đang hoạt động. Nếu không có loại này thì có thể lấy loại bùn chưa thích nghi như từ các bể xử lý theo kiểu tự hoại, bùn cống rãnh, kênh rạch ô nhiễm nhiều, bùn phân lợn, phân bò đã phân huỷ... Các vi sinh vật chứa trong bùn này nghèo về số lượng, nhưng đa dạng về chủng loại.

** Xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học trong điều kiện tự nhiên*

Cơ sở khoa học của biện pháp này là dựa vào khả năng tự làm sạch của đất và nước dưới tác động của các tác nhân sinh học có trong tự nhiên, nghĩa là thông qua hoạt động tổng hợp của các tác nhân từ động vật, thực vật đến vi sinh vật để làm biến đổi nguồn nước thải bị nhiễm bẩn bởi các hợp chất hữu cơ và vô cơ. Từ đó, tiến tới giảm được các chỉ số COD và BOD của nước thải xuống tới mức cho phép khiến các nguồn nước này có thể sử dụng để tưới cho cây trồng hay dùng để nuôi các loại thủy sản.

Biện pháp xử lý này thường dùng đối với các loại nước thải công nghiệp có độ nhiễm bẩn không cao hoặc nước thải sinh hoạt.

Việc xử lý nước thải này được thực hiện bằng các cánh đồng tưới, bãi lọc hoặc hồ sinh học. Diễn biến của quá trình xử lý như sau:

Cho nước thải chảy qua khu ruộng đang canh tác hoặc những cánh đồng không canh tác được ngăn bờ tạo thành những ô thửa, hay cho chảy vào các ao hồ có sẵn. Nước thải ở trong các thuỷ vực này sẽ thấm qua các lớp đất bề mặt, cần sẽ được giữ lại ở đáy ruộng hay đáy hồ, ao. Trong quá trình tồn lưu nước ở đây, dưới tác dụng của các vi sinh vật cùng các loại tảo; thực vật, sẽ xảy ra quá trình ôxy hoá sinh học, chuyển hoá các hợp chất hữu cơ phức tạp thành các chất đơn giản hơn, thậm chí có thể được khoáng hoá hoàn toàn. Như vậy, sự có mặt của ôxy trong các mao quản của đất hoặc ôxy được thải ra do hoạt động quang hợp của tảo và thực vật sẽ là yếu tố quan trọng cần cho quá trình ôxy hoá nguồn nước thải. Càng xuống lớp đất ở dưới sâu lượng ôxy càng ít, vì vậy ảnh hưởng xấu đến quá trình ôxy hoá làm cho quá trình này giảm dần. Đến độ sâu nhất định, thì chỉ còn nhóm vi sinh vật yếm khí khử nitrat trong nước thải.

Ở quá trình xử lý này, nguồn nước thải đã qua xử lý được sử dụng tưới cho cây trồng hoặc nuôi trồng thuỷ sản. Tùy theo phương pháp xử lý khác nhau mà nguồn nước thải sau xử lý được sử dụng khác nhau;

Ví dụ: nếu xả nước thải ra đồng ruộng hay khu đất ở ngoài đồng, thì sau khi xử lý thường sử dụng nguồn nước này vào tưới cho cây trồng, còn nếu xả vào ao, hồ thì sau khi xử lý nước sẽ dùng để nuôi trồng thuỷ sản (tôm, cá...).

** Xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học trong điều kiện nhân tạo*

+ Xử lý hiếu khí:

Nguyên lý chung của quá trình xử lý sinh học hiếu khí: Khi nước thải tiếp xúc với bùn hoạt tính, các chất thải có trong môi trường như các chất hữu cơ hoà tan, các chất keo và phân tán nhỏ sẽ được chuyển hoá bằng cách hấp thụ và keo tụ sinh học trên bề mặt các tế bào vi sinh vật. Tiếp đó là giai đoạn khuếch tán và hấp thụ các chất bản từ mặt ngoài của tế bào vào trong tế bào qua màng bán thấm (màng nguyên sinh), các chất vào trong tế bào dưới tác dụng của hệ enzym nội bào sẽ được phân huỷ. Quá trình phân huỷ các chất bản hữu cơ xảy ra trong tế bào chất của tế bào sống là các phản ứng ôxy hoá khử.

Sự ôxy hoá các hợp chất hữu cơ và một số chất khoáng trong tế bào vi sinh vật nhờ vào quá trình hô hấp, nhờ năng lượng do vi sinh vật khai thác được trong quá trình hô hấp mà chúng có thể tổng hợp các chất để phục vụ cho quá trình sinh trưởng, phát triển. Kết quả là số lượng tế bào vi sinh vật không ngừng tăng lên. Quá trình này liên tục xảy ra và nồng độ các chất xung quanh tế bào giảm dần. Các thành phần thức ăn mới từ môi trường bên ngoài (nước thải) lại khuếch tán và bổ sung thay thế vào. Thông thường quá trình khuếch tán các chất trong môi trường xảy ra chậm hơn quá trình hấp thụ qua màng tế bào, do vậy, nồng độ các chất dinh dưỡng xung quanh tế bào bao giờ cũng thấp

hơn nơi xa tế bào. Đối với các sản phẩm của tế bào tiết ra thì ngược lại, nhiều hơn so với nơi xa tế bào.

** Yếu tố môi trường ảnh hưởng đến quá trình xử lý nước thải*

Để tạo điều kiện cho quá trình xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học trong điều kiện hiếu khí cần điều chỉnh các yếu tố môi trường sau:

+ Ôxy (O_2): Trong các công trình xử lý hiếu khí O_2 là thành phần cực kỳ quan trọng của môi trường, vì vậy, cần đảm bảo đủ O_2 liên tục trong suốt quá trình xử lý nước thải và hàm lượng O_2 hoà tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt hai không nhỏ hơn 2mg/lít.

+ Nồng độ các chất bẩn hữu cơ phải thấp hơn ngưỡng cho phép. Nếu nồng độ các chất bẩn hữu cơ vượt quá ngưỡng cho phép sẽ ảnh hưởng xấu đến hoạt động sống của vi sinh vật, vì vậy khi đưa nước thải vào các công trình xử lý cần kiểm tra các chỉ số BOD, COD của nước thải. Hai chỉ số này phải có nồng độ nhỏ hơn 500mg/lít. Nếu dùng bể aeroten, thì BOD_{tp} không được quá 1000mg/lít, nếu chỉ số BOD_{tp} vượt quá giới hạn cho phép thì cần lấy nước ít ô nhiễm hoặc không bị ô nhiễm để pha loãng.

+ Nồng độ các chất dinh dưỡng cho vi sinh vật: Để vi sinh vật tham gia phân giải nước thải một cách có hiệu quả, thì cần phải cung cấp cho chúng đầy đủ các chất dinh dưỡng. Lượng chất dinh dưỡng cho vi sinh vật không được thấp hơn giá trị trong bảng sau:

**Nồng độ các chất dinh dưỡng
cho vi sinh vật để xử lý nước thải**

(theo M. X Moxitrep, 1982)

BOD _p của nước thải (mg/lít)	Nồng độ nitrogen trong muối ammonium (mg/l)	Nồng độ photpho trong P ₂ O ₅ (mg/l)
< 500	15	3
500-1000	25	8

Ngoài nguồn nitơ và photpho có nhu cầu như đã nêu ở bảng trên, các nguyên tố dinh dưỡng khoáng khác như K, Ca, S... thường đã có trong nước thải do đó không cần phải bổ sung.

Nếu thiếu nitơ thì ngoài việc làm việc chậm quá trình ôxy hoá, còn làm cho bùn hoạt tính khó lắng và dễ trôi theo nước ra khỏi bể lắng.

Ngoài ra, các yếu tố khác của môi trường xử lý như pH, nhiệt độ cũng ảnh hưởng đáng kể đến quá trình hoạt động sống của vi sinh vật trong các thiết bị xử lý. Thực tế cho thấy pH tối ưu trong bể xử lý hiếu khí là 6,5-8,6; nhiệt độ ở 6-37°C.

* Để xử lý nước thải theo biện pháp hiếu khí, người ta thường sử dụng hai loại công trình là: bể lọc sinh học (biofilter) và bể sục khí (aeroten).

- *Bể lọc sinh học (biofilter)*: Là thiết bị xử lý nước thải dựa trên nguyên tắc lọc với sự tham gia của vi sinh vật. Thiết bị này làm bằng bê tông có dạng hình tròn hay

hình chữ nhật có hai đáy. Đáy trên gọi là đáy dẫn lưu, được cấu tạo bằng bê tông cốt thép có lỗ thùng với tổng diện tích lỗ thùng nhỏ hơn 5-6% diện tích của đáy. Đáy dưới được xây kín có độ dốc nhất định để nước dễ dàng chảy về một phía và thông với bể lắng thứ cấp, là nơi chứa nước thải sau khi đã xử lý xong. Ở bể này, nước được lưu lại một thời gian ngắn để lắng cặn trước khi hoà vào hệ thống thoát của cơ sở. Chiều cao của bể lọc hay của cột nguyên liệu sẽ phụ thuộc vào thành phần của nước thải cũng như khả năng ôxy hoá của màng sinh vật. Lưu lượng dòng chảy của nước thải phụ thuộc vào khả năng ôxy hoá của màng sinh vật.

Để tạo điều kiện hiếu khí cho quá trình xử lý, từ phía dưới của đáy dẫn lưu người ta cho không khí đi lên qua vật liệu lọc hoặc tấm mang bằng thông khí tự nhiên hay thổi khí bằng quạt.

Vật liệu dùng trong bể lọc là các loại đá cuội, đá dăm và xỉ than đá (theo phương pháp cổ điển). Để tăng diện tích tiếp xúc giữa vi sinh vật và nước thải, đồng thời tránh tình trạng tắc nghẽn dòng chảy trong thiết bị sinh học, người ta thay các vật liệu lọc bằng những tấm mang làm bằng vật liệu nhẹ, xếp có cấu tạo dạng ống hoặc dạng miếng, chúng được thiết kế sao cho có nhiều nếp gấp để tăng diện tích bề mặt.

Nước thải có chứa vi sinh vật tham gia xử lý được tưới từ trên xuống lớp vật liệu lọc hay tấm mang theo nguyên tắc chênh lệch thế năng. Khi dòng nước thải chảy qua vật liệu lọc hay tấm mang, vi sinh vật sẽ phát

triển tạo thành màng sinh vật bám vào khắp bề mặt của nguyên liệu lọc cùng tấm mang và khu trú ở đây. Như vậy, nước thải theo dòng chảy từ trên xuống sẽ tiếp xúc với màng sinh vật. Khi đó sẽ xảy ra quá trình ôxy hoá các chất bẩn có trong nước thải, để cuối cùng khi đến bể lắng thứ cấp, nước thải sẽ có chỉ số BOD₅ giảm đi rất nhiều so với nước thải chưa xử lý.

Trong quá trình vận hành của bể lọc sinh vật, sự sinh trưởng và chết của màng sinh vật xảy ra không ngừng. Khi màng sinh vật bị chết sẽ bị tách khỏi nơi bám và bị cuốn theo dòng nước chảy ra khỏi bể lọc, cuối cùng sẽ được lắng đọng ở bể lắng thứ cấp cùng với cặn bùn.

Hiệu quả của hệ thống bể lọc sinh học rất cao, nếu hoạt động tốt có thể làm giảm 90% chỉ số BOD₅ của nước thải.

- Bể sục khí (aeroten)

Bể sục khí là hệ thống bể ôxy hoá có dạng hình chữ nhật được ngăn ra làm nhiều buồng (3-4 buồng) nối với bể lắng. Giống như ở bể lọc sinh học, quá trình xử lý nước thải ở bể sục khí được tiến hành nhờ hoạt động của hệ vi sinh vật ở bùn hoạt tính. Nhưng quá trình sục khí này được thực hiện trong điều kiện có thông khí mạnh nhờ hệ thống sục khí từ dưới đáy bể lên. Cường độ thông khí $5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{giờ}$, bảo đảm ôxy tối đa cho quá trình ôxy hoá. Ở bể ôxy hoá, bùn hoạt tính lấy từ bùn gốc sau khi qua giai đoạn khởi động hay lấy từ bể lắng cặn chuyển vào. Ở đây bùn hoạt tính gặp ôxy của không khí được bơm vào bể sẽ tiến hành quá trình ôxy hoá và

khoáng hoá các chất bản trong nước thải một cách khá triệt để. Sau khi chảy suốt qua các buồng của bể ôxy hoá, nước thải sẽ chảy vào bể lắng. Ở đây cũng xảy ra quá trình lắng cặn xuống đáy bể, phần nước ở trên là nước đã được xử lý sẽ được dẫn ra ngoài. Trong quá trình vận hành, ở bể ôxy hoá, theo thời gian, lượng bùn hoạt tính sẽ tăng lên, đồng thời cũng tích lũy nhiều tế bào vi sinh vật già cỗi khiến hoạt tính của bùn giảm- "bùn bị già". Vì vậy, khi cho bùn hoạt tính thu ở bể lắng trở lại bể ôxy hoá, không nhất thiết cho toàn bộ số bùn có trong bể lắng, mà chỉ cho một phần để bảo đảm nồng độ bùn hoạt tính là 2-4g/lít.

Xử lý nước thải bằng bể aeroten phức tạp hơn và đòi hỏi nhiều công sức hơn so với ở bể lọc sinh học. Người ta phải theo dõi liên tục để kịp thời điều chỉnh các chỉ số sau:

- . Nồng độ bùn hoạt tính
- . Chế độ thông khí
- . Nồng độ các chất bản trong nước thải
- . Nồng độ các chất dinh dưỡng cho vi sinh vật.

+ Xử lý kỵ khí

Quy trình xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học trong điều kiện kỵ khí là quy trình phân huỷ sinh học yếm khí các hợp chất hữu cơ chứa trong nước thải để tạo thành khí CH_4 và các sản phẩm vô cơ kể cả CO_2 , NH_3 .

Quy trình này có những ưu điểm sau:

- . Nhu cầu về năng lượng không nhiều;
- . Ngoài vai trò xử lý nước thải, bảo vệ môi trường,

quy trình còn tạo được nguồn năng lượng mới là khí sinh học, trong đó CH_4 chiếm tỷ lệ 70-75%;

- Cũng như xử lý sinh học hiếu khí, ở quy trình này, bùn hoạt tính được sử dụng làm tác nhân gây biến đổi thành phần của nước thải. Bùn hoạt tính được sử dụng ở đây có lượng dư thấp, có tính ổn định khá cao, để duy trì hoạt động của bùn không đòi hỏi cung cấp nhiều chất dinh dưỡng, bùn có thể tồn trữ trong thời gian dài.

. Về mặt thiết bị: Công trình có cấu tạo khá đơn giản, có thể làm bằng vật liệu tại chỗ với giá thành không cao.

Bên cạnh những ưu điểm trên, biện pháp xử lý sinh học yếm khí còn bộc lộ những tồn tại sau:

. Quy trình nhạy cảm với các chất độc hại, với sự thay đổi bất thường về tải trọng của công trình, vì vậy khi sử dụng cần có sự theo dõi sát sao các yếu tố của môi trường.

. Xử lý nước thải chưa triệt để, nên bước cuối cùng là phải xử lý hiếu khí. Cho tới nay những công trình nghiên cứu xử lý kỵ khí còn ít, thiếu những hiểu biết về vi sinh vật tham gia vào quy trình kỵ khí này. Hiện nay, biện pháp này hãy còn ở quy mô Pilot có khối tích 6m^3 , 30m^3 , 200m^3 ... cho đến quy mô lớn. Đến nay trên thế giới đã có trên vài chục nhà máy xử lý nước thải theo kiểu này, nhất là ở Hà Lan, Mỹ, Thụy Sĩ, Đức.

*** Các quá trình chuyển hoá chủ yếu trong kỵ khí**

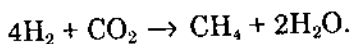
- Quá trình thủy phân (hydrolysis): Muốn hấp thụ được các chất hữu cơ trong nước thải, vi sinh vật phải thực hiện

các công đoạn chuyển hoá các chất này. Việc đầu tiên là phải thuỷ phân các chất có phân tử lượng cao thành các polymer có phân tử lượng thấp và monomer để có khả năng hấp thụ qua màng tế bào vi sinh vật. Để thực hiện quá trình thuỷ phân các vi sinh vật phải tiết ra hệ enzym như proteinase, lipase, cellulase... Sau thuỷ phân, các sản phẩm sẽ được tạo thành như các amino axit, đường, rượu, các axit béo mạch dài...

Quá trình thuỷ phân xảy ra khá chậm, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ, pH, cấu trúc của các chất hữu cơ cần phân giải.

- Quá trình axit hoá (Acidogenesis): Các sản phẩm của quá trình thuỷ phân sẽ được tiếp tục phân giải dưới tác động của vi sinh vật lên men axit để tạo thành axit béo dễ bay hơi như axit acetic, axit formic, axit propionic. Ngoài ra còn có một số dạng khác như rượu, methanol, ethanol, acetone, NH_3 , CO_2 .

- Quá trình acetate hoá (Acetogenesis): Các axit là sản phẩm của quá trình trên lại được tiếp tục thuỷ phân để tạo lượng axit acetic cao hơn. Sản phẩm của quá trình phụ thuộc vào áp suất riêng phần của H_2 trong môi trường. Áp suất riêng phần của H_2 được giữ $< 10^3 \text{ atm}$ để vi sinh vật có thể biến đổi H_2 thành CH_4 theo phản ứng sau:



Thực tế cho thấy khi áp suất riêng phần của H_2 lớn thì sản phẩm của quá trình này chứa nhiều axit béo

trung gian như axit propionic, axit butyric... Do vậy, làm chậm quá trình tạo methane.

- Quá trình methane hoá (Methangogenesis): Đó là giai đoạn cuối cùng của quá trình phân huỷ các sản phẩm hữu cơ đơn giản của các giai đoạn trước để tạo CH_4 , CO_2 nhờ các vi khuẩn lên men methane. Gồm có 2 nhóm sau:

+ Nhóm biến đổi acetate: Nhóm này có tốc độ phát triển chậm, đòi hỏi công trình phải lưu các chất thải trong thời gian dài.

- Nhóm biến đổi hydrogen: Nhóm này có tốc độ phát triển nhanh hơn nhiều, do đó có khả năng giữ áp suất riêng phần của H_2 thấp, tạo điều kiện tốt cho quá trình biến đổi acetate.

** Yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân huỷ kỵ khí*

- Ôxygen: Trong xử lý nước thải kỵ khí ôxygen được coi là độc tố đối với vi sinh vật. Do đó lý tưởng nhất là tạo điều kiện kỵ khí tuyệt đối trong bể xử lý.

- Chất dinh dưỡng: Chất dinh dưỡng ảnh hưởng đến quá trình phát triển, sinh trưởng của vi sinh vật, liên quan trực tiếp đến quá trình phân huỷ các hợp chất hữu cơ trong nước thải. Cũng như các vi sinh vật khác, vi sinh vật kỵ khí đòi hỏi các chất dinh dưỡng chính bao gồm các hợp chất cacbon, nitrogen, photphate... để hình thành các enzym thực hiện quá trình phân huỷ các hợp chất trong nước thải. Việc cung cấp đầy đủ các chất dinh dưỡng cần thiết sẽ tạo cho bùn có tính lắng tốt và hoạt tính cao, hoạt động tốt trong quá trình xử lý.

- Nhiệt độ: Nhóm vi sinh vật kỵ khí có 3 vùng nhiệt độ thích hợp cho sự phân huỷ các hợp chất hữu cơ và ở mỗi nhiệt độ thích hợp cho một nhóm vi sinh vật kỵ khí khác nhau.

+ Vùng nhiệt độ cao: 45-65°C

+ Vùng nhiệt độ trung bình: 20-45°C

+ Vùng nhiệt độ thấp: < 20°C.

Hai vùng nhiệt độ đầu thích hợp cho nhóm vi sinh vật lên men metan, ở vùng nhiệt độ này lượng metan được tạo thành cao. Đối với vùng nhiệt độ cao, để duy trì nhiệt độ này cần thiết phải cung cấp thêm năng lượng, điều này sẽ gây tốn kém cho quá trình sản xuất, tính hiệu quả kinh tế của công trình sẽ bị hạn chế.

Ở nước ta, nhiệt độ trung bình từ 20-32°C thích hợp cho nhóm vi sinh vật ở vùng nhiệt độ trung bình phát triển.

- pH: Trong quy trình xử lý kỵ khí, pH của môi trường ảnh hưởng đến tốc độ phân huỷ các chất hữu cơ, cụ thể là ảnh hưởng đến 4 quá trình chuyển hoá cơ bản của sự phân huỷ kỵ khí. Ở quá trình xử lý, người ta nhận thấy các quá trình chuyển hoá cơ bản chịu ảnh hưởng trực tiếp lẫn nhau, khi một trong các quá trình này bị cản trở hoặc thúc đẩy sẽ ảnh hưởng đến quá trình xảy ra tiếp theo, do đó sẽ làm tốc độ phân huỷ các chất xảy ra chậm lại hoặc nhanh hơn. Ví dụ: Khi nhiệt độ thay đổi hoặc khi thành phần nước thải thay đổi (do có sự nạp mới vào công trình), thì nhóm vi sinh vật axit hoá thích nghi hơn so với nhóm vi sinh vật sinh metan. Khi pH giảm mạnh ($\text{pH} < 6$) sẽ làm giảm quá trình sinh

khí CH_4 . Hơn nữa khi pH giảm, các axit trung gian tích lũy nhiều, làm các phản ứng phân huỷ khó thực hiện và dẫn đến dừng quá trình acetate hoá... pH tối ưu trong quá trình phân huỷ kỵ khí là 6,5-8,5.

- Các độc tố: Qua tìm hiểu đặc tính sinh lý các vi sinh vật tham gia xử lý nước thải bằng phương pháp kỵ khí, người ta thấy:

+ Một số hợp chất như: CCl_4 , CHCl_3 , CH_2Cl_2 ... và các ion tự do của các kim loại nặng có nồng độ 1mg/lít sẽ thể hiện tính độc đối với các vi sinh vật kỵ khí;

+ Các hợp chất như formadehyde, SO_2 , H_2S với nồng độ 50-400mg/ lít sẽ gây độc hại với vi sinh vật kỵ khí trong công trình xử lý;

+ S^{2-} được coi là tác nhân gây ức chế quá trình tạo metan. Do S^{2-} làm kết tủa các nguyên tố vi khuẩn như Fe, Ni, Co, Mo... cho nên hạn chế sự phát triển của vi sinh vật, đồng thời các electron được giải phóng ra từ quá trình ôxy hoá các chất hữu cơ sử dụng cho quá trình sulphat hoá và làm giảm quá trình sinh metan.

+ Các hợp chất như NH_4^+ ở nồng độ 1,5-2mg/lít gây ức chế quá trình lên men kỵ khí.

** Các dạng công trình xử lý kỵ khí:*

- Bể tự hoại: là loại công trình xử lý nước thải loại nhỏ dùng cho từng hộ gia đình. Loại công trình này thực hiện hai chức năng: lắng và chuyển hoá cặn lắng của nước thải (chủ yếu là nước thải từ các nhà vệ sinh) bằng quá trình phân giải kỵ khí.

- Bể lắng hai vỏ: có nguyên tắc hoạt động và thực hiện hai chức năng tương tự như bể tự hoại, nhưng ở quy mô lớn hơn, công suất xử lý nước thải lớn hơn.

- Bể metan cổ điển: Bể này được ứng dụng để xử lý cặn lắng (từ bể lắng) và bùn hoạt tính dư của trạm xử lý nước thải. Hầu hết các trạm xử lý nước thải thành phố đều áp dụng kiểu bể này.

- Bể lọc khí AF (Anerobic Filter)

Nguyên tắc là quá trình xử lý nước thải qua vật liệu lọc để vi sinh vật kỵ khí dính bám vào và thực hiện quá trình chuyển hoá sinh hoá các hợp chất hữu cơ chứa trong nước thải, đồng thời tránh được sự rửa trôi của màng vi sinh vật.

- Bể lọc kỵ khí sinh học với dòng chảy ngược qua bông bùn hoạt tính UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket).

Loại công trình này không có vật liệu đỡ (vật liệu lọc) như ở bể lọc khí AF. Ở đây các vi sinh vật kỵ khí liên kết và tập hợp lại thành đám lớn dạng hạt và có vai trò chủ yếu để chuyển hoá các hợp chất hữu cơ. Chúng đủ nặng để tránh hiện tượng rửa trôi ra khỏi công trình. Bể UASB có cấu tạo gồm hai ngăn: ngăn lắng và ngăn phân huỷ. Bằng biện pháp thiết kế khá đặc biệt của ngăn lắng cùng với tính lắng cao của bùn hoạt tính đã giải quyết được vấn đề lưu lại nồng độ sinh khối bùn cao trong bể và giảm được thời gian lưu nước.

+ Ngoài các công trình xử lý nước thải được nêu trên, người ta còn phối kết hợp giữa công trình UASB với công trình AF và nhiều công trình khác như: xây dựng

công trình xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí, xây dựng công trình xử lý nước thải bằng phương pháp xây bể chìm dưới đất...

C. DÙNG CHẾ PHẨM VI SINH VẬT ĐỂ CẢI TẠO ĐẤT

1. Quá trình cố định nitơ phân tử

Nitơ là nguyên tố dinh dưỡng quan trọng không chỉ đối với cây trồng, mà ngay cả đối với vi sinh vật. Nguồn dự trữ nitơ trong tự nhiên rất lớn, chỉ tính riêng trong không khí nitơ chiếm khoảng 78,16% thể tích. Người ta ước tính trong bầu không khí bao trùm lên một ha đất đai chứa khoảng 8 triệu tấn nitơ, lượng nitơ này có thể cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng hàng chục triệu năm nếu như cây trồng đồng hoá được chúng.

Trong cơ thể các loại sinh vật trên trái đất chứa khoảng $10-25 \cdot 10^9$ tấn nitơ. Trong các vật trầm tích chứa khoảng $4 \cdot 10^{15}$ tỷ tấn nitơ. Nhưng tất cả nguồn nitơ trên cây trồng đều không tự đồng hoá được mà phải nhờ vi sinh vật. Thông qua hoạt động sống của các loài vi sinh vật, nitơ nằm trong các dạng khác nhau được chuyển hoá thành dạng dễ tiêu cho cây trồng sử dụng.

Hàng năm cây trồng lấy đi từ đất hàng trăm triệu tấn nitơ. Bằng cách bón phân con người trả lại cho đất được khoảng gần 40%, lượng thiếu hụt còn lại cơ bản được bổ sung bằng nitơ do hoạt động sống của vi sinh vật. Vì vậy, việc nghiên cứu, sử dụng nguồn đạm sinh học này được xem là một giải pháp quan trọng trong nông nghiệp, đặc biệt trong sự phát triển nền nông

nghiệp bền vững của thế kỷ XXI. Người ta gọi quá trình chuyển hoá nitơ phân tử trong không khí thành đạm là *quá trình cố định nitơ phân tử*.

Quá trình cố định nitơ phân tử là quá trình đồng hoá nitơ của không khí thành đạm amôn dưới tác dụng của một số nhóm vi sinh vật có hoạt tính Nitrogenaza.

Bản chất của quá trình cố định nitơ phân tử được Hellrigel và Uyfacs tìm ra năm 1886. Có hai nhóm VSV tham gia đó là: nhóm sinh vật sống tự do và hội sinh; nhóm vi sinh vật cộng sinh.

** Quá trình cố định nitơ phân tử nhờ vi sinh vật sống tự do và hội sinh*

Là quá trình đồng hoá nitơ của không khí dưới tác dụng của các chủng giống VSV sống tự do và hội sinh.

Thuộc về nhóm này có tới hàng nghìn chủng VSV khác nhau, trong đó phải kể đến một số VSV sau:

+ *Vi khuẩn Azotobacter*: Năm 1901, nhà bác học Beijerinck đã phân lập được từ đất một loài VSV có khả năng cố định nitơ phân tử cao, ông đặt tên cho loài VSV này là *Azotobacter*. Vi khuẩn *Azotobacter* khi nuôi cấy ở môi trường nhân tạo thường biểu hiện tính đa hình, khi còn non có tiêm mao, có khả năng di động được nhờ tiêm mao (Flagellum), *Azotobacter* là vi khuẩn hình cầu, gram âm, không sinh nha bào, hảo khí có kích thước tế bào dao động 1,5-5,5µm, khuẩn lạc dạng S màu trắng trong, lồi, nhầy. Khi già khuẩn lạc có màu vàng lục hoặc màu nâu thẫm, tế bào được bao bọc lớp vỏ dày

và tạo thành nang xác, gặp điều kiện thuận lợi nang xác này sẽ nứt ra và tạo thành các tế bào mới.

Vi khuẩn *Azotobacter* thích ứng ở pH $7,2 \div 8,2$, ở nhiệt độ $28 \div 30^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $40 \div 60\%$. *Azotobacter* đồng hoá tốt các loại đường đơn và đường kép, cứ tiêu tốn 1 gam đường gluco nó có khả năng đồng hoá được 8-18 mg N. Ngoài ra *Azotobacter* còn có khả năng tiết ra một số vitamin thuộc nhóm B như B_1 , B_6 ..., một số axit hữu cơ như: axit nicotinic, axit pantotenic, biotin, auxin. Các loại chất kháng sinh thuộc nhóm Anixomyxin.

Thuộc về giống *Azotobacter* có rất nhiều loài khác nhau: *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter acidum*, *Azotobacter araxit*, *Azotobacter nigricans*, *Azotobacter galophilum*, *Azotobacter unicapsulare*...

+ Vi khuẩn *Beijeriniskii*. Năm 1893, nhà bác học Ấn Độ Stackê đã phân lập được một loài vi khuẩn ở ruộng lúa nước có độ pH rất chua có khả năng cố định nitơ phân tử, ông đặt tên là vi khuẩn *Beijeriniskii*. Vi khuẩn *Beijeriniskii* có hình cầu, hình bầu dục hoặc hình que, gram âm không sinh nha bào, hảo khí, một số loài có tiêm mao có khả năng di động được. Kích thước tế bào dao động $0,5 \div 2,0 \times 1,0 \div 4,5\mu\text{m}$, khuẩn lạc thuộc nhóm S, rất nhầy, lồi không màu hoặc màu nâu tối khi già, không tạo nang xác.

Vi khuẩn *Beijeriniskii* có khả năng đồng hoá tốt các loại đường đơn, đường kép, cứ tiêu tốn 1 gam đường gluco có khả năng cố định được 5-10 mg N.

Khác với vi khuẩn *Azotobacter*, vi khuẩn *Beijeriniskii* có tính chống chịu cao với axit, có thể phát triển ở môi trường pH = 3, nhưng vẫn phát triển ở pH trung tính hoặc kiềm yếu, vi khuẩn *Beijeriniskii* thích hợp ở độ ẩm 70-80% ở nhiệt độ $25 + 28^{\circ}\text{C}$. Vi khuẩn *Beijeriniskii* phân bố rộng trong tự nhiên, nhất là ở vùng nhiệt đới và Á nhiệt đới.

+ Vi khuẩn *Clostridium*. Năm 1939, nhà bác học người Nga Vinogradskii đã phân lập tuyển chọn được một loài vi khuẩn yếm khí, có khả năng cố định nitơ phân tử cao, ông đặt tên cho loài vi khuẩn này là vi khuẩn *Clostridium*. Đây là loài trực khuẩn gram dương, sinh nha bào, khi sinh nha bào nó kéo méo tế bào. Kích thước tế bào dao động $0,7 + 1,3 \times 2,5 + 7,5\mu\text{m}$, khuẩn lạc thuộc nhóm S, màu trắng đục, lồi này. Vi khuẩn *Clostridium* ít mẫn cảm với môi trường, nhất là môi trường thừa P, K, Ca và có tính ổn định với pH, nó có thể phát triển ở pH $4,5 + 9$, độ ẩm thích hợp 60-80%, nhiệt độ $25-30^{\circ}\text{C}$. Vi khuẩn *Clostridium* đồng hoá tốt tất cả các nguồn thức ăn nitơ vô cơ và hữu cơ, cứ 1 gam đường gluco thì đồng hoá được 5-12mg N.

Vi khuẩn *Clostridium* có rất nhiều loài khác nhau: *Clostridium butyrium*, *Clostridium beijeriniskii*, *Clostridium pectinovorum*...

* Quá trình cố định nitơ phân tử cộng sinh

Là quá trình đồng hoá nitơ trong không khí dưới tác dụng của các loài vi sinh vật cộng sinh với cây bộ đậu có hoạt tính Nitrogenaza.

Mối quan hệ đặc biệt này được gọi là mối quan hệ cộng sinh, trong tự nhiên thường gặp nhiều mối quan hệ cộng sinh khác nhau như: Mối cộng sinh giữa nấm và tảo (địa y); mối quan hệ giữa vi khuẩn nốt sần với cây họ đậu...

Từ xa xưa con người đã biết áp dụng những quy luật tất yếu này vào trong sản xuất, họ đã biết trồng luân canh hoặc xen canh giữa cây họ đậu với cây hoà thảo để thu được năng suất cây trồng cao và bồi bổ độ phì cho đất.

Năm 1886, Hellriegel và Uynfac đã khám phá ra bản chất của quá trình cố định nitơ phân tử. Họ đã chứng minh được khả năng của cây họ đậu lấy được nitơ khí quyển là nhờ vi khuẩn nốt sần (VKNS) sống ở vùng rễ cây họ đậu. Họ đặt tên cho loài VKNS này là *Bacillus radicicola*. Năm 1889, Pramoovskii đã đổi tên VSV này là *Bacterium radicicola*. Cuối năm 1889, Frank đề nghị đổi tên là *Rhizobium*.

Vi khuẩn *Rhizobium* là loại trực khuẩn gram âm không sinh nha bào, hiếu khí. Kích thước tế bào dao động $0,5 + 1,2 \times 2,0 + 3,5 \mu\text{m}$, khuẩn lạc thuộc nhóm S, nhầy lồi, màu trắng trong hoặc trắng đục, kích thước khuẩn lạc dao động $2,3 + 4,5 \text{ mm}$ sau một tuần nuôi trên môi trường thạch bằng. Vi khuẩn *Rhizobium* có tiêm mao, có khả năng di động được, chúng thích hợp ở pH từ $6,5 + 7,5$, nhiệt độ $25-28^\circ\text{C}$, độ ẩm $50 + 70\%$. Khi già có một số loài tạo được nang xác, khuẩn lạc sẽ chuyển sang màu nâu nhạt. Vi khuẩn *Rhizobium* gồm

nhiều loài khác nhau: *Rh. leguminosarum*, *Rh. phaseoli*, *Rh. trifolii*, *Rh. lupini*, *Rh. japonicum*, *Rh. meliloti*, *Rh. cicer*, *Rh. simplese*, *Rh. vigna*, *Rh. robinii*, *Rh. lotus*...

Hiện nay, người ta tạm chia VKNS thành 4 nhóm lớn:

+ *Sinorhizobium fredy* là những loài mà trong hoạt động sống của chúng sản sinh ra axit, hay là chúng làm axit hoá môi trường.

+ *Bradyrhizobium* là những loài mà trong hoạt động sống của chúng sản sinh ra chất kiềm, hay là chúng làm kiềm hoá môi trường.

+ *Agrobacterium* và *Phyllobacterium*, hai giống là VKNS nhưng không cộng sinh ở cây họ đậu, mà cộng sinh ở rễ thân kẽ lá cây rừng cạn và những cây rừng ngập mặn. Hai giống này không có ý nghĩa nhiều trong nông nghiệp.

* Các VSV cố định nitơ phân tử khác

Ngoài những giống VSV cố định nitơ phân tử nói trên, còn vô số những giống khác đều có khả năng cố định nitơ phân tử, chúng có nhiều ý nghĩa trong sản xuất nông lâm, ngư nghiệp.

* Vi khuẩn:

+ Nhóm vi khuẩn cố định nitơ phân tử hảo khí: *Azotomonas insolita*, *Azotomonas fluorescens*, *Pseudomonas azotogenis*, *Azospirillum*...

+ Nhóm vi khuẩn cố định nitơ phân tử hảo khí không bắt buộc: *Klebsiella pneumoniae*, *Aerobacter aerogenes*...

+ Nhóm vi khuẩn cố định nitơ phân tử kỵ khí quang hợp: *Rhodospirillum rubrum*, *Chromatium* sp.; *Chlorbium* sp.; *Rhodomicribium* sp.;...

+ Nhóm vi khuẩn cố định nitơ phân tử kỵ khí không quang hợp: *Desulfovibrio desulfuricans*; *Methanobacterium* sp.;

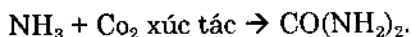
* *Xạ khuẩn*: Một số loài thuộc giống: *Streptomyces*; *Actinoyces*; *Frankia*, *Nocardia*, *Actinopolyspora*; *Actinosynoema*...

* *Nấm*: *Thodotorula*...

* *Tảo - Vi khuẩn lam*: *Glococapa* sp., *Lyngbyaps*; *Plectonema*; *Boyryanum*; *Anabaena azollae*; *Anabaena ambigua*; *Anabaena cycadae*; *Anabaena cylindrica*; *Anabaena fartilissima*, *Calothrix brevissima*; *Calothrix elenkii*, *Nostoccaloicola commune*; *Nostoccaloicola cycadae*, *Nostoccaloicola entophytum*, *Nostoccaloicola muscorum*, *Nostoccaloicola paludosum*...

* *Cơ chế của quá trình cố định nitơ phân tử*

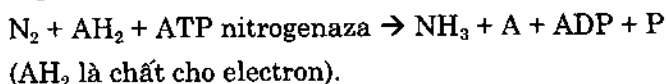
Trong một thời gian dài, cơ chế của quá trình cố định nitơ phân tử là một bí ẩn đầy hấp dẫn của tự nhiên. Trong khi con người phải sử dụng những điều kiện kỹ thuật rất cao, rất tốn kém ($400 + 500^{\circ}\text{C}$, $200 + 1000$ atm với những chất xúc tác rất đắt tiền) để phá vỡ mối liên kết của 3 phân tử nitơ để có phân đạm hoá học, bằng cách tổng hợp từ:



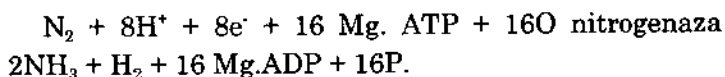
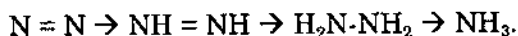
Trong khi đó VSV với sự trợ giúp của hoạt tính

Nitrogenaza lại phá vỡ mối liên kết 3 của phân tử nitơ một cách dễ dàng ngay trong điều kiện rất bình thường về nhiệt độ và áp suất. Phân tử nitơ có năng lượng là $9,4 \times 10^5 \text{ J/mol}$.

Có thể nói quá trình cố định nitơ phân tử là quá trình khử N_2 thành NH_3 có xúc tác của enzyme nitrogenaza, khi có mặt của ATP:



Năm 1992, các nhà khoa học đã hoàn thiện được cơ chế của quá trình cố định nitơ phân tử như sau:



Nitrogenaza được cấu tạo bởi hai phần:

- F_e -protein có trọng lượng phân tử lượng khoảng 6.10^4
- $\text{M}_0\text{-F}_e$ -protein có trọng lượng phân tử lượng khoảng $2,2.10^5$.

** Phân vi sinh vật cố định nitơ phân tử (đạm sinh học)*

Vài chục năm trở lại đây, ở Việt nam chế phẩm VSV và phân VSV cố định nitơ đã được nhiều người dân biết đến, những loại chế phẩm này đã thực sự góp phần làm tăng năng suất cây trồng và tăng chất lượng nông sản và thúc đẩy phát triển nền nông nghiệp bền vững ở nước ta.

Phân bón vi sinh vật cố định nitơ (Biological nitrogen fixing fertilzer) (tên thường gọi: phân vi sinh vật cố

định đạm, phân đạm vi sinh) là sản phẩm chứa một hay nhiều chủng VSV sống (tự do, hội sinh, cộng sinh, kỵ khí hoặc hiếu khí) đã được tuyển chọn với mật độ đạt tiêu chuẩn hiện hành, có khả năng cố định nitơ cung cấp các hợp chất chứa nitơ cho đất và cây trồng, tạo điều kiện nâng cao năng suất cây trồng và chất lượng nông sản, tăng độ màu mỡ của đất. Phân bón vi sinh cố định nitơ không gây ảnh hưởng xấu đến người, động thực vật, môi trường sinh thái và chất lượng nông sản.

2. Quy trình sản xuất

- Phân lập tuyển chọn chủng vi sinh vật cố định Nitơ VSVCĐN

Muốn có chế phẩm vi sinh vật cố định Nitơ (VSVCĐN) tốt phải có chủng VSV có cường độ cố định nitơ cao, sức cạnh tranh lớn, thích ứng ở pH rộng, phát huy được ở nhiều vùng sinh thái khác nhau. Vì vậy, công tác phân lập tuyển chọn chủng VSVCĐN và đánh giá đặc tính sinh học của các chủng khuẩn là việc làm không thể thiếu được trong quy trình sản xuất chế phẩm VSVCĐN.

Thông thường đánh giá một số chỉ tiêu sau: Thời gian mọc; kích thước khuẩn lạc và kích thước tế bào VSV; điều kiện sinh trưởng phát triển (nhu cầu dinh dưỡng, nhu cầu oxy, pH và nhiệt độ thích hợp); khả năng cạnh tranh và cường độ cố định nitơ phân tử. Chủng giống vi sinh vật sau khi tuyển chọn được bảo quản phù hợp với yêu cầu của từng loài và sử dụng cho sản xuất chế phẩm dưới dạng chủng giống gốc.

- Nhân sinh khối

Từ chủng VSV tuyển chọn người ta tiến hành nhân sinh khối VSV theo phương pháp lên men chìm hoặc lên men xốp. Sinh khối VSV cố định nitơ được nhân qua cấp 1, 2, 3 trong các điều kiện phù hợp với từng chủng loại VSV và mục đích sản xuất. Các sản phẩm phân vi sinh sản xuất từ vi khuẩn được tạo ra chủ yếu bằng phương pháp lên men chìm (Submerged culture). Trong sản xuất công nghiệp môi trường dinh dưỡng chuẩn cách làm này không được sử dụng vì giá thành quá cao. Các nhà sản xuất đã phải tìm môi trường thay thế từ các nguồn vật liệu sẵn có đó là: Tinh bột ngô, sắn, rỉ mật, nước chiết ngô, thay cho nguồn dinh dưỡng cacbon, nước chiết men, nước chiết đậu tương, amoniac thay cho nguồn dinh dưỡng nitơ. Walter thuộc công ty W.R. Grace (Mỹ) (1996) đã tổng kết được một số môi trường tổng hợp trong sản xuất phân vi sinh từ vi khuẩn. Thành phần môi trường phù hợp với từng đối tượng vi khuẩn.

Trong quá trình sản xuất việc kiểm tra và điều chỉnh các yếu tố môi trường (pH, liều lượng, tốc độ khí, áp suất, nhiệt độ...) là hết sức cần thiết. Các yếu tố này theo Walter (1996) nên được điều chỉnh tự động. Các hệ thống lên men hiện nay đã được trang bị hiện đại có công suất từ hàng chục đến hàng trăm ngàn lít.

Trên cơ sở nghiên cứu, khảo sát tình hình thực tế ở một số quốc gia gần đây. Viện cố định nitơ sinh học (NifTAL-Mỹ) và Trung tâm cố định nitơ (Úc) đã nghiên cứu và chế tạo thành công nổi lên men đơn giản để tạo

ra sinh khối vi khuẩn có thể sử dụng trong điều kiện bán công nghiệp ở các nước phát triển. Nổi lên men đơn giản kiểu này đang được sử dụng tại Thái Lan, Ấn Độ và một số quốc gia khác trong đó có Việt Nam.

- Xử lý sinh khối tạo sản phẩm

Sinh khối VSV được phối trộn với chất mang vô trùng (hoặc không vô trùng) để tạo ra chế phẩm trên nền chất mang vô trùng (hoặc không vô trùng), hay được bổ sung các chất phụ gia, chất dinh dưỡng, bảo quản để tạo ra chế phẩm dạng lỏng hoặc cô đặc, làm khô để tạo ra chế phẩm dạng đông khô hoặc khô.

Để đảm bảo chất lượng trong quá trình sản xuất chế phẩm vi sinh vật nói chung và chế phẩm vi sinh vật cố định nito nói riêng cần thiết phải kiểm tra chất lượng ở các công đoạn sản xuất sau:

- + Giống gốc và lên men cấp 1;
- + Lựa chọn chất mang và chuẩn hoá chất mang;
- + Lên men sinh khối;
- + Xử lý và phối trộn sinh khối;
- + Đóng gói và bảo quản.

- Kiểm tra chất lượng và yêu cầu chất lượng đối với chế phẩm vi sinh vật cố định nito

Yêu cầu chất lượng đối với chế phẩm vi sinh vật cố định nito nói riêng và phân bón vi sinh nói chung là phải có hiệu quả đối với đất và cây trồng, nghĩa là có ảnh hưởng tích cực đến sinh trưởng phát triển của cây trồng, đến năng suất hoặc chất lượng nông phẩm hoặc độ phì

của đất. Mật độ VSV chuyên tính trong sản phẩm phải bảo đảm các tiêu chuẩn ban hành. Tùy theo điều kiện của từng quốc gia, mật độ VSV chuyên tính trong 1 gam hoặc mililit chế phẩm dao động $10.000.000 \div 1.000.000.000$ đối với chế phẩm trên nền chất mang khử trùng và $100.000 \div 1.000.000$ đối với chế phẩm trên nền chất mang không khử trùng. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, mật độ VSV chuyên tính trong chế phẩm phải đạt 10^8 đối với chế phẩm trên nền chất mang khử trùng và 10^5 đối với chế phẩm trên nền chất mang không khử trùng. Tùy theo yêu cầu của từng nơi, người ta còn đưa thêm các tiêu chuẩn kỹ thuật khác đối với từng loại chế phẩm cụ thể như khả năng cố định nitơ trong môi trường chứa 10g đường (đối với *Azotobacter*) hoặc khả năng tạo nốt sần trên cây chủ đối với vi khuẩn nốt sần...

** Phương pháp sử dụng chế phẩm VSVCDN*

Có rất nhiều cách bón chế phẩm VSVCDN khác nhau, dựa vào từng loại cây trồng khác nhau sao cho hiệu quả cao nhất.

- Đối với chế phẩm VSVCDN tự do thường được hồ vào hạt hoặc rễ cây khi còn non, hay bón trực tiếp vào đất. Nhưng nhìn chung bón càng sớm càng tốt.

- Đối với chế phẩm VSVCDN cộng sinh thường được trộn vào hạt giống trước khi gieo hạt hoặc tưới phủ sớm, không quá 20 ngày sau khi cây mọc.

- Bón chế phẩm VSVCDN vào đất

Theo phương pháp này có nhiều cách bón chế phẩm VSVCDN:

+ Có thể trộn đều chế phẩm với đất nhỏ tơi, sau đó đem rắc đều vào luống trước khi gieo hạt trên ruộng cạn, hoặc rắc đều ra mặt ruộng nước.

+ Có thể đem chế phẩm ủ hoặc trộn với phân chuồng hoai, sau đó bón đều vào luống rồi gieo hạt (nếu là ruộng cạn), hoặc rắc đều ra mặt ruộng (nếu là ruộng nước).

+ Người ta có thể trộn chế phẩm VSV với đất hoặc với phân chuồng hoai, sau đó đem bón thúc sớm cho cây (càng bón sớm càng tốt).

Phương pháp này nhằm tăng số lượng VSV hữu ích vào đất.

+ Phương pháp phun chế phẩm VSVCDN lên cây hoặc vào đất

Theo phương pháp này, khi cây đã nảy mầm, dùng chế phẩm hoà vào nước sạch tưới trực tiếp vào cây hay vào đất (người ta thường gọi là phương pháp tưới phủ sớm).

Có rất nhiều tên gọi chế phẩm VSVCDN khác nhau: Nitragin, Ridafo; Rhizobin; Rizolu; Azotobacterin, Flavobacterin, Azogin; Enterobacterin...

** Hiệu quả của chế phẩm VSVCDN*

- Phân vi khuẩn nốt sần

Cố định nitơ cộng sinh giữa vi khuẩn nốt sần và cây bộ đậu hàng năm cung cấp thêm cho đất và cây trồng 40-552kgN/ha. Kết quả nghiên cứu của Viện cây trồng nhiệt đới Cộng hoà liên bang Nga cho thấy: Cứ 3 năm trồng cây đậu đỗ làm giàu cho đất 300-600kg N/ha; cho

13-15 tấn mùn; cải thiện quá trình khoáng hoá trong đất và đẩy ra từ keo đất 60-80kg P_2O_5 /ha; 80-120kg K_2O /ha. Bón chế phẩm VSVCDN làm giàu cho đất 50-120kg N/ha/năm. Có thể thay thế được 20-60 kg đạm urê/ha, giảm tỷ lệ sâu bệnh từ 25 đến 50% so với không bón phân vi sinh.

Trong hơn 20 năm qua các công trình nghiên cứu và thử nghiệm phân VKNS tại Việt Nam cho thấy: phân VKNS có tác dụng nâng cao năng suất lạc vỏ 13,8-17,5% ở các tỉnh phía Bắc và miền Trung và 22% ở các tỉnh miền Nam. Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sử dụng phân VKNS kết hợp với lượng đạm khoáng tương đương 30-40kgN/ha mang lại hiệu quả kinh tế cao, năng suất lạc trong trường hợp này có thể đạt tương đương như khi bón 60 và 90kg N/ha. Hiệu lực của phân VKNS thể hiện đặc biệt rõ nét trên vùng đất nghèo dinh dưỡng và vùng đất mới trồng cây bộ đậu.

- Phân vi sinh vật cố định nitơ khác

Phân bón VSVCDN hội sinh và tự do có tác dụng tốt đến sinh trưởng, phát triển và năng suất cây trồng. Tại Ấn Độ, sử dụng phân VSVCDN cho lúa, cao lương và bông làm tăng năng suất trung bình 11,4%, 18,2% và 6,8% đã mang lại lợi nhuận 1015 rupi, 1149 rupi và 343 rupi/ha. Tại Nga, bón chế phẩm VSVCDN năng suất nông sản tăng: khoai tây 12,8 tạ/ha, cà chua 28,0 tạ/ha; ngô hạt 22,4 tạ/ha và bắp cải 75,2 tạ/ha.

Ở Việt Nam các thử nghiệm sử dụng phân vi sinh vật cố định nitơ hội sinh (Azogin) ở 15 tỉnh miền Bắc,

miền Trung và miền Nam trên diện tích hàng chục ngàn hecta cho thấy: trong cùng điều kiện sản xuất, ruộng lúa được bón phân VSVCDN đều tốt hơn so với đối chứng, biểu hiện: bộ lá phát triển tốt hơn; tỷ lệ nhánh hữu hiệu, số bông/khóm nhiều hơn đối chứng. Năng suất hạt tăng so với đối chứng 6-12%, nhiều nơi đạt 15-20%. Những ruộng bón phân VSVCDN giảm bớt 1kg đạm urê cho mỗi sào năng suất vẫn tăng so với đối chứng. Đối với rau (xà lách, rau diếp, khoai tây...) bón phân VSVCDN cũng làm tăng sản lượng thu hoạch 20-30%. Việc bón phân VSVCDN còn làm tăng khả năng chống chịu của cây và giảm lượng nitrat tồn dư trong rau. Hiệu quả kinh tế do sử dụng phân VSVCDN là rõ rệt.

Bón phân VSVCDN cho cây trồng có thể thay thế một phần phân đạm khoáng. Số liệu nghiên cứu của các đề tài khoa học cấp Nhà nước KC.08.01 giai đoạn 1991-1995 và KHCN.02.06 giai đoạn 1996-2000 cho biết lượng phân đạm khoáng có thể tiết kiệm được như sau:

+ Đất phù sa sông Hồng: vụ xuân 14,26 kgN/ha; vụ hè: 10,80kg N/ha;

+ Đất phù sa sông Mã: vụ xuân 15,28 kgN/ha; vụ hè: 12,12 kgN/ha;

+ Đất bạc màu: vụ xuân 22,40kgN/ha; vụ hè 16,60 kgN/ha;

+ Đất cát ven biển: vụ xuân 17,46kgN/ha; vụ hè 17,06kgN/ha.

**Tác dụng của phân vi sinh
trong việc chống chịu bệnh ở khoai tây**

Công thức	Bệnh héo xanh VK (%)	Bệnh thối đen VK (%)	Bệnh lở cổ rễ do nấm (%)	Năng suất (tấn/ha)
Nền	3	10	12	18,00
Nền + 10%N	3	10	14	18,70
Nền + Klebsiella	2	6	7	18,90
Nền + Myzorin	2	5	6	19,35
Nền + Pseudomonas	2	5	6	19,98
Nền + Azotobacter	1	5	6	19,60

Ngoài tác dụng nâng cao hiệu quả sử dụng và góp phần tiết kiệm một phần đáng kể phân bón vô cơ, thông qua các hoạt chất sinh học của chúng phân VSV còn có tác dụng điều hòa, kích thích quá trình sinh tổng hợp đồng thời nâng cao sức đề kháng của cây trồng đối với một số sâu bệnh hại.

PHỤ LỤC

Phụ lục I

CHƯƠNG TRÌNH QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Từ những năm 1990, Việt Nam đã triển khai áp dụng công nghệ sản xuất tiên tiến nhằm hạn chế những tác hại tiêu cực do thuốc hoá học bảo vệ thực vật, áp dụng các biện pháp như sử dụng các chế phẩm sinh học, thuốc thảo mộc trừ sâu, triển khai trên diện rộng có kết quả. Chương trình quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) trên lúa, trên cây bông tiếp đến là trên rau, và đặc biệt gần đây là chương trình "rau sạch" với những tiêu chuẩn về chất lượng như dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, hàm lượng kim loại nặng, hàm lượng nitrat, mức độ ô nhiễm sinh học (*E.coli*, trứng giun sán, v.v...) được đánh giá theo tiêu chuẩn của FAP/WHO.

Diện tích được áp dụng chương trình quản lý dịch hại tổng hợp đạt được khoảng 1/5 tổng diện tích gieo trồng (gần 2 triệu hecta).

Bình quân số lần sử dụng thuốc trừ dịch hại trên các ruộng IPM đều giảm so với ruộng theo tập quán cũ của nông dân từ 50-70%, trong đó thuốc trừ sâu giảm nhiều nhất, ở một số ruộng IPM hoặc phòng trừ sinh học (ong

mất đỏ, thuốc thảo mộc) không phải sử dụng thuốc trừ sâu, thuốc trừ bệnh giảm 25-50%, thuốc trừ cỏ cũng giảm từ 5-10%.

Chi phí cho thuốc trừ dịch hại trên đồng ruộng IPM giảm rõ rệt, bình quân giảm 40-50%/năm.

Năng suất lúa trên các ruộng IPM ngang bằng hoặc cao hơn chút ít so với ruộng theo tập quán cũ của nông dân. Bình quân tăng từ 10-20%.

Lãi thu được trên ruộng IPM tăng so với ruộng nông dân truyền thống bình quân là 132%.

Việc giảm thuốc trừ dịch hại và sử dụng các loại thuốc thuộc nhóm có độc tính thấp đã góp phần bảo vệ khu hệ thiên địch trên đồng ruộng, giữ được cân bằng sinh thái. Qua điều tra đồng ruộng hàng tuần và kết quả phân tích số liệu thu được cho thấy quần thể thiên địch có trên các ruộng IPM đều cao hơn, đặc biệt thí nghiệm trên ruộng nuôi cá - trong ruộng lúa do không sử dụng thuốc trừ sâu đã bảo vệ được cá, sâu bệnh ít phát thành dịch, thiên địch tăng, nông dân không phải phun thuốc nhiều lần đã giảm được độc hại, bảo vệ sức khỏe cho hệ sinh thái, bảo vệ sức khỏe cho người sử dụng sản phẩm nông nghiệp.

IPM đã đến các hộ nông dân, một phương pháp đào tạo, huấn luyện mới gắn giảng viên IPM với nông dân, với thực tế sản xuất trên đồng ruộng. Nông dân được học IPM trở thành chuyên gia đồng ruộng, đã thúc đẩy họ suy nghĩ và khuyến khích họ tìm tòi để tự quyết

định những biện pháp phải làm trên mảnh ruộng của họ. IPM góp phần nâng cao dân trí ở nông thôn.

Nâng cao nhận thức về sâu bệnh hại cây trồng, nâng cao kỹ thuật sản xuất cho nông dân.

Phát huy được tính năng động, tự chủ của người nông dân, khai thác được kinh nghiệm truyền thống về sản xuất và phòng trừ sâu bệnh ở từng vùng sinh thái.

Chương trình IPM đã tăng thêm mối quan hệ tương trợ giúp đỡ lẫn nhau giữa những người nông dân trong cộng đồng.

Áp dụng IPM phòng trừ sâu hại lúa chính là một trong những giải pháp định hướng sản xuất nông nghiệp đạt chất lượng cao.

Chương trình IPM đã được coi như một chương trình góp phần nâng cao đời sống kinh tế ở nông thôn và bảo vệ môi trường, phát triển bền vững hệ sinh thái nông nghiệp.

Ở Việt Nam hiện nay, nhu cầu quốc gia về gạo đã được đảm bảo, nên yêu cầu phát triển rau cao cấp đã trở thành vấn đề quan trọng. Tuy vậy, quá trình phát triển rau sạch còn gặp nhiều trở ngại, đòi hỏi nhiều nỗ lực để giải quyết như việc thiếu giống tốt có năng suất và chất lượng cao, chưa có biện pháp được chấp nhận hạn chế sử dụng thuốc hoá học bảo vệ thực vật (BVTV); chưa có các cơ chế khuyến khích sản xuất và sử dụng rau sạch, đặc biệt là thiếu sự kiểm soát và tiêu chuẩn về rau sạch nên chưa tạo được sự tin cậy của người tiêu dùng.

Mục đích của chương trình trong giai đoạn này tại

Việt Nam là mở rộng ứng dụng IPM trên cây lúa, đồng thời từng bước triển khai IPM trên một số cây trồng khác và phát triển các nội dung hoạt động khác có liên quan tới IPM.

Trọng tâm hoạt động của chương trình là đào tạo, huấn luyện IPM lúa (đặc biệt là huấn luyện đồng ruộng cho nông dân).

IPM theo chương trình liên quốc gia về quản lý tổng hợp dịch hại cây lúa vùng Nam và Đông Nam châu Á là IPM do nông dân làm chứ không phải là làm IPM cho nông dân và 4 nguyên tắc của IPM được quán triệt trong toàn bộ hoạt động về huấn luyện IPM cho nông dân đó là: gieo, trồng cây khoẻ; bảo tồn các loài thiên địch (các sinh vật có ích) trên đồng ruộng để chúng khống chế mật độ sâu hại, thăm đồng thường xuyên hàng tuần để có quyết định xử lý đồng ruộng kịp thời, nông dân trở thành chuyên gia tự quyết định các biện pháp phải thực hiện trên mảnh ruộng của họ.

Thực hiện chương trình IPM, nền nông nghiệp nước ta đã thu được kết quả kinh tế to lớn. Ngoài hiệu quả kinh tế, kĩ thuật, nông dân biết quản lý đồng ruộng, thận trọng để giảm rủi ro trong sản xuất. Chi phí sản xuất thấp hơn do giảm số lần phun thuốc BVTV không cần thiết, giảm việc sử dụng phân hoá học từ 50-60% trong trồng rau. Trên các cây đậu tương, cây chè, thu hoạch đều tăng, mức lãi suất về mặt kinh tế do sử dụng chương trình IPM rất rõ ràng và đáng kể.

Việc giảm số lần phun thuốc BVTV ở tất cả mọi cây

trông là một thắng lợi lớn của chương trình IPM. Số lần phun thuốc giảm thu được nhiều lợi ích to lớn:

Giảm số lần nông dân tiếp xúc với hoá chất bảo vệ sức khoẻ cho nông dân, bảo vệ môi trường.

Giảm dư lượng thuốc BVTV tồn đọng trong lương thực, thực phẩm bảo vệ sức khoẻ người tiêu dùng.

Giảm ô nhiễm môi trường đất, nước và không khí do thuốc BVTV gây ra.

Giảm chi phí tốn kém do mua thuốc BVTV và hoá chất.

Chính vì lợi ích không thể phủ nhận được của chương trình IPM nên nó đã được nông dân Việt Nam, tất cả các tỉnh, thành tiếp nhận và triển khai rất có hiệu quả. Chương trình IPM được áp dụng trong cả nước một cách hữu hiệu và xét về tổng thể đã đem lại nguồn thu nhập cao hơn hẳn cho người nông dân.

Vì giảm số lần phun thuốc BVTV nên tổng chi phí cho sản xuất giảm dẫn đến tổng thu hoạch của người nông dân cao hơn hẳn.

Hiện nay, chưa có một chiến lược hoàn hảo đơn giản cho phép phòng trừ sâu bệnh và cỏ dại hiệu quả lý tưởng. Thuốc BVTV hiện đang bị chỉ trích vì những nguy hiểm và hậu quả do chúng gây ra đối với môi trường và sức khoẻ con người. Tuy nhiên, cho đến nay cũng chưa có biện pháp hữu hiệu thay thế được cho biện pháp hoá học. Vì vậy, mục tiêu chiến lược đúng đắn hiện nay là sự hợp lý hoá chất BVTV bằng cách tăng cường áp dụng biện pháp phòng trừ sinh học, biện pháp quản lý tổng hợp dịch hại

cây trồng (IPM), đẩy mạnh nghiên cứu áp dụng các biện pháp khác nhằm hướng tới nền nông nghiệp sạch hơn.

Tăng cường bảo vệ tính đa dạng sinh học và phát triển các loài sinh vật có ích (thiên địch) của sâu bệnh. Tăng cường sử dụng biện pháp phòng trừ tổng hợp (IPM), sử dụng các sinh vật có ích và các tác nhân sinh học như ong mắt đỏ, Bt, NPV, các thuốc trừ sâu thảo mộc, có quy định về bảo vệ các loài sinh vật có ích như rắn, mèo, chim bắt chuột v.v... Từng bước cải tiến hệ thống canh tác, nâng cao hiệu quả công tác BVTV, tăng cường sử dụng khôn khéo các giống cây trồng kháng sâu bệnh. Cần nghiên cứu quy hoạch phát triển nông nghiệp theo định hướng của nền nông nghiệp sạch hơn.

Nghiên cứu và khuyến khích sử dụng các thuốc BVTV có nguồn gốc thực vật. Các giải pháp trên về thực chất là các nghiên cứu khoa học để áp dụng biện pháp phòng trừ sâu bệnh đạt hiệu quả kinh tế cao và an toàn cho môi trường, sức khoẻ con người và nâng cao vai trò quản lý nhà nước trong việc quản lý thuốc BVTV.

**** Một số giải pháp về hạn chế ô nhiễm môi trường do các hoá chất dùng trong nông nghiệp***

Biện pháp canh tác luân canh, đa dạng hoá cây trồng, điều chỉnh thời vụ lệch pha với chu kỳ phát dịch của côn trùng hại.

Sử dụng các chế phẩm sinh học bằng công nghệ sinh học như thuốc thảo mộc, chế phẩm BT (B. Tharigiasia), chế phẩm NPV (Virus đa diện nhân), nấm, *Bauveria*, nấm *Trichoderma*, ong mắt đỏ

(*Trichogramma spp.*), v.v... các chế phẩm pheromon, chất gây ngán, hormon juvenin, v.v...

Theo hướng bảo vệ môi trường có thể xem xét các vấn đề sau đây:

- Biến đổi yếu tố môi trường

Bản chất của sự biến đổi này là định hướng các yếu tố môi trường sinh thái của côn trùng gây hại theo hướng không thích hợp cho chúng hoặc thuận lợi cho tập đoàn sinh vật có ích. Mục đích cuối cùng là làm giảm và khống chế số lượng của quần thể côn trùng gây hại dưới ngưỡng kinh tế. Nếu muốn khống chế số lượng của quần thể côn trùng gây hại ở mức thấp chỉ bằng các biện pháp canh tác thì chắc chắn là chưa đủ, nhưng trong khuôn khổ của biện pháp phòng trừ tổng hợp thì các biện pháp đó có vai trò vô cùng quan trọng.

- Biến đổi điều kiện môi trường theo hướng không lợi cho côn trùng gây hại

Sử dụng hợp lí các biện pháp canh tác: Luân canh là một trong những biện pháp canh tác cổ xưa nhất và được dùng phổ biến để phòng trừ côn trùng gây hại. Bản chất của biện pháp này là làm đứt quãng nguồn thức ăn của côn trùng gây hại. Luân canh phát huy hiệu quả phòng trừ tốt nhất đối với côn trùng hẹp thực có khả năng phát tán kém. Ví dụ, sức sinh sản của châu chấu đậu rất lớn khi dinh dưỡng trên cây đậu và giảm đến mức rất thấp khi dinh dưỡng trên các cây hoà thảo. Công thức luân canh đậu ngô hoặc cây hoà thảo khác đã làm giảm số lượng châu chấu đậu dưới ngưỡng kinh tế.

Luân canh ngô đậu sẽ hạn chế tác hại của bọ nhảy *Diabrotica* sp.

Một trong những phương thức luân canh hiện nay còn có nhiều ý kiến là luân canh bằng lửa đang được áp dụng ở vùng nhiệt đới. Người ta đốt rừng làm nương rẫy gieo trồng từ 2-3 năm, sau đó bỏ hoang từ 4-25 năm cho đến khi rừng tái sinh được phục hồi. Phương thức luân canh này đã tàn phá nhiều khu rừng và biến thành đồi trọc. Ngoài ra, phương thức canh tác này đã tạo điều kiện cho một số loài côn trùng hoang dại phát triển thành loài sâu hại tiềm năng và khi môi trường bị suy thoái các loài này sẽ phát dịch, trở thành sâu hại nguy hiểm, ví dụ: bọ xít dài hại lúa.

Xen canh sẽ ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng của cây trồng và sự quần tụ của quần thể côn trùng. Xen canh còn ảnh hưởng đến tập tính kiếm thức ăn, nơi đẻ trứng của côn trùng.

Gieo trồng với mật độ dày cũng tạo điều kiện thuận lợi cho côn trùng gây hại phát dịch hoặc tăng hiệu quả của tập đoàn sinh vật có ích. Gieo trồng với mật độ thích hợp có thể hạn chế được tác hại do côn trùng gây nên. Ví dụ, rừng thông khép tán ít bị sâu đục chồi phá hại, vì vậy nên trồng thông với mật độ khép tán nhanh nhất.

Đất màu mỡ cũng hạn chế sự gây hại của côn trùng. Ví dụ, cây keo *Acacia* trồng ở đất màu mỡ ít bị ong ăn lá *Megacllene rebiniae* phá hại so với các cây được trồng trên đất bạc màu. Châu chấu rệp thông *Hylobius radisis*

gây thiệt hại nặng cho rừng thông trong vùng đất cát khô, các vùng khác, thiệt hại do chúng gây nên không đáng kể.

Để tránh thiệt hại do bộ dứa Nhật gây nên cho các vùng trồng ngô, người ta đã điều chỉnh vụ trồng cho ngô trổ cờ, ra hoa vào lúc trước hoặc sau cao điểm xuất hiện của bộ trưởng thành (Langford, 1955). Gieo trồng đúng thời vụ có tác dụng hạn chế thiệt hại do tập đoàn côn trùng hại lúa gây ra ở vùng Đông Nam Á.

Thu hoạch nhanh gọn sẽ tránh được thiệt hại do côn trùng gây hại. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các vùng trồng cây ăn quả, nhất là các loại quả bị ruồi tấn công như cam, ổi, mướp, bí, v.v... Đối với các cây họ đậu làm thức ăn gia súc, nếu thu hoạch vào lúc mới bắt đầu ra hoa sẽ hạn chế được thiệt hại làm mất nơi sinh sống thích hợp của một số loài rầy *Empoasca fabae*, bộ xít đậu *H. postica* sp.

Cày lật để ải có tác dụng đảo đất, tăng độ thông khí, tăng cường hoạt động của tập đoàn vi sinh vật có ích, làm cho một số côn trùng gây hại bị chết vì tác động cơ học hoặc bị đẩy lên bề mặt cho vật kí sinh, vật ăn thịt tiêu diệt, bị chết khi gặp điều kiện thời tiết không thuận lợi. Cày lật để ải có thể khống chế số lượng sâu xanh hại bông (*H.zea*), sâu đục thân ngô (*O. nubilalis*), châu chấu (*Patanga succinda*), sâu đục thân bướm cú mèo (*Sezamia inferens*) v.v... Ở Canada, nạn sâu xám *Agrotis orthogonia* được khắc phục nhờ cày lật ải trong thời gian đất nghỉ,

cày lật ải kết hợp luân canh hợp lí có thể loại trừ hoàn toàn bộ hà hại khoai lang *Cylas formicarius*.

Bón phân có tác dụng tăng cường sinh trưởng, nâng cao năng suất cây trồng. Bón phân cũng sẽ thay đổi điều kiện, thời gian sống và khả năng sinh sản của côn trùng gây hại. Trong một số trường hợp, độ màu mỡ của đất tăng, đã làm giảm mức độ thiệt hại do côn trùng gây nên. Bón vôi làm giảm mật độ quần thể của sâu năn hại lúa, bệnh vàng lụi.

Ngoài những biện pháp trên, việc xây dựng hệ thống tưới tiêu hợp lí nhằm loại trừ khả năng sinh sản của các loài côn trùng gây hại ưa nước cũng cần được lưu ý.

Vệ sinh đồng ruộng: Vệ sinh đồng ruộng sau thu hoạch thường làm mất nơi sinh sản, nơi ngủ nghỉ qua đông, qua hè hoặc hoá nhộng của côn trùng gây hại.

Mức độ gây hại của sâu đục thân bướm hai chân *Scirpophaga incertulas* sẽ tăng nếu mùa đông còn sót lại nhiều cây lúa rai và cây thuộc họ lúa hoang dại.

Dọn sạch cây, cành còn sót lại trên cánh đồng bông sau khi thu hoạch hoặc cày lật để ải là biện pháp phòng ngừa sâu hồng nhỏ *Pectinophora gossypiella* hại bông phát dịch có hiệu quả. Đối với châu chấu *Anthonomus grandis*, thu dọn phế liệu kết hợp với bừa rạch và cày lật rất có hiệu quả. Quần thể của nhiều loài sâu hại cam, táo tồn tại được trong các vườn cây là nhờ các quả thối hoặc quả rụng. Cắt và đốt bỏ những cành nhiễm rệp sáp là biện pháp phòng trừ hữu hiệu nhất là đối với các loài sâu hại nguy hiểm ở các vườn cam.

- *Biến đổi điều kiện môi trường theo hướng thuận lợi cho các loài côn trùng có ích*

Sử dụng hợp lí các biện pháp canh tác: Thay đổi mật độ gieo trồng, tạo điều kiện phát tán dễ dàng cho các loài sinh vật có ích, đặc biệt đối với những loài có khả năng phát tán kém. Gieo trồng với mật độ dày, các loài sinh vật có ích dễ dàng di chuyển từ cây này sang cây khác, tăng khả năng tìm kiếm vật chủ, tạo điều kiện cho các yếu tố gây bệnh dễ dàng lây lan trong quần thể côn trùng gây hại.

Luân canh dâu theo luồng, ngoài việc tận dụng đất còn là hình thức cung cấp nơi trú ẩn luân chuyển cho các loài sinh vật có ích. Hình thức này lần đầu tiên được áp dụng để bảo vệ côn trùng kí sinh và côn trùng bắt mồi ruồi - vật truyền vi trùng trong các chuồng trại gà. Sự đa dạng nơi ở đã tạo điều kiện thuận lợi để duy trì và tăng số lượng sinh vật có ích. Cấu trúc đa dạng của rừng nhiệt đới đã hạn chế sự phát dịch của các loài côn trùng gây hại. Sự can thiệp của con người đã làm cho hệ sinh thái đa dạng của rừng trở nên đơn điệu, nhiều loài sinh vật có ích bị tiêu diệt hoặc bị mất vì cấu trúc theo lớp tuổi của rừng bị xoá bỏ.

Cung cấp đầy đủ nguồn thức ăn, nhằm khuyến khích sự phát triển của các loài sinh vật có ích cho từng pha dinh dưỡng theo thời gian là rất quan trọng.

Phun "dung dịch thức ăn" và phấn hoa hoặc chỉ có phấn hoa vào ruộng gieo trồng cây lương thực, thực phẩm đã làm tăng khả năng tiêu diệt côn trùng gây hại

của ấu trùng ruồi vằn và nhiều loại bọ rùa. Phun dung dịch đường hoặc rỉ đường lên ruộng ngô đã thu hút sinh vật có ích xung quanh và kết quả đã làm cho số lượng của quần thể sâu đục thân ngô bị giảm đáng kể.

Nhiều loài sinh vật có ích của côn trùng gây hại thường có tập tính lựa chọn vật chủ khá nghiêm ngặt. Vì vậy, khi sử dụng thuốc hoá học thiếu lựa chọn có thể tiêu diệt toàn bộ tập đoàn sinh vật có ích. Hiện nay có nhiều ý kiến cho rằng: thuốc hoá học là yếu tố gây hại cho các loài sinh vật có ích. Hậu quả nghiêm trọng có thể xảy ra là những loài côn trùng gây hại thứ yếu trở thành loài côn trùng gây hại chủ yếu. Nguyên nhân chính của hiện tượng này là do tập đoàn sinh vật có ích có vai trò kìm hãm số lượng côn trùng gây hại đã bị thuốc hoá học vô hiệu hoá. Hiện tượng này có tính đặc hiệu cao, có cơ chế tác động lớn và phân huỷ nhanh.

Phụ lục 2

MỘT SỐ CHẾ PHẨM SINH HỌC ĐỂ PHÒNG TRỪ SÂU HẠI

1. Chế phẩm nấm

Nấm là một quần thể vi sinh vật quan trọng, so với vi khuẩn và virus, nấm là loại vi sinh vật cỡ lớn, nhân thật, không có chất diệp lục, có sự phân hoá tế bào hữu tính, ngoài một số có đơn bào, hầu hết là thể sợi nấm phân nhánh hoặc không phân nhánh, bao gồm nấm hoại sinh và nấm ký sinh, trong điều kiện nào đó có thể biến thành nấm ký ỳnh. Người ta đã phát hiện được 750 loài nấm gây bệnh côn trùng.

Phần lớn nấm gây bệnh côn trùng thuộc các bộ nấm mốc sâu trong ngành phụ nấm tiếp hợp và các bộ trong lớp nấm sợi, ngành phụ nấm bất toàn.

a) Nấm mốc sâu

Nấm mốc sâu có đặc trưng hình thái khá phức tạp, bao gồm:

+ *Thể sợi nấm*. Sợi thường rất thô, đường kính lớn ít phân nhánh hoặc phân nhánh nhiều, thể sợi đơn bào gọi là thể nấm. Chúng thường tồn tại trong xoang máu côn trùng. Thể nấm hình cầu, hình bầu dục hoặc hình quả thận. Thể nấm nảy mầm thành sợi nấm, sợi nấm

lại phân hóa thành cuống bào tử, thể dạng túi và rễ giả. Sợi nấm và thể nấm có thể chịu đựng được các điều kiện bất lợi.

+ *Cuống bào tử' phân sinh.* Trong điều kiện thuận lợi sợi nấm xuyên qua da côn trùng và hình thành trên bề mặt một lớp cuống bào tử, cuống bào tử phân nhánh hoặc không phân nhánh, phía đỉnh hình thành tế bào sinh bào tử, 1 nhân hoặc nhiều nhân. Khi hình thành bào tử, chất nguyên sinh được vận chuyển đến đỉnh sau khi thất bại và hình thành vách ngăn hình thành bào tử phân sinh. Bào tử có thể bật ra xa mấy centimet.

+ *Bào tử phân sinh.* Bào tử phân sinh của nấm mốc sâu có nhiều hình dạng như hình bầu dục, hình quả lê, hình cầu, hình chuông... có u nhỏ. Bào tử có 2 loại: một vách và 2 vách tế bào; số lượng nhân tế bào cũng khác nhau theo loài bào tử phân sinh được chia ra sơ sinh và thứ sinh. Những bào tử từ cuống bật ra xung quanh gọi là bào tử sơ sinh. Loại bào tử này nếu không gặp vật chủ, sau khi nảy mầm và sợi nấm sẽ hình thành dạng bào tử khác gọi là bào tử thứ sinh. Bào tử thứ sinh này nếu gặp vật chủ côn trùng vẫn có thể xâm nhiễm, cũng có thể hình thành bào tử thứ sinh lần 2, lần 3, lần 4...

+ *Bào tử ngủ.* Bào tử ngủ là loại bào tử có vách dày, có thể chống lại các điều kiện không có lợi. Bào tử ngủ tiếp hợp thường có 2 vách tế bào; bào tử vách dày chỉ có một vách tế bào.

+ *Rễ giả và thể dạng túi.* Khi hình thành cuống bào tử trên thân côn trùng một số sợi nấm phân hoá thành

rễ giả và thể dạng túi. Rễ giả có tác dụng làm cho thân sâu bám vào giá thể. Rễ giả có rất nhiều dạng, phân nhánh, không phân nhánh, đỉnh sợi phình lên hoặc nứt ra thành dạng vôi bám. Rễ giả có thể phát triển thành một sợi hoặc bó sợi. Thể dạng túi là thể sợi nấm phình to ở giữa cuống bào tử, chúng là sợi bất thụ.

+ *Thể nguyên sinh chất*. Nguyên sinh chất được hình thành trong cơ thể côn trùng hoặc trong dịch nuôi mô côn trùng. Thể nguyên sinh chất có các dạng sợi, dạng trứng, dạng biến hình. Thể nguyên sinh chất không có vách tế bào, sinh sản theo phương thức nảy mầm. Thể nguyên sinh chất sau khi tiêm vào cơ thể côn trùng sẽ làm tăng khả năng gây bệnh.

Phần lớn nấm mốc sâu có tính chuyên hoá rất cao, chúng xâm nhiễm đến những loài sâu có đặc tính gần giống nhau.

Vòng đời của nấm mốc sâu khá phức tạp. Sau khi bào tử phân sinh nảy mầm, xâm nhập vào xoang côn trùng, hình thành thể nấm và sinh sản trong cơ thể côn trùng, có một số loài hình thành thể sợi nấm và cũng có một số loài phân chia tế bào hình thành thể nguyên sinh chất, về sau thể nguyên sinh chất hình thành vách tế bào biến thành nấm. Thể nấm nảy mầm hình thành cuống bào tử phân sinh và bào tử phân sinh. Đó là vòng *bào tử phân sinh*.

Trong một điều kiện khác thể nấm nảy mầm hình thành dạng bào tử tiếp hợp, cũng có thể nấm hình thành bào tử vách dày. Sau khi thân sâu nứt ra chúng

phát tán trong tự nhiên, gặp điều kiện thuận lợi nảy mầm về sau hình thành bào tử phân sinh. Đó là vòng *bào tử ngủ*.

Trong mùa sinh trưởng vòng bào tử phân sinh thường xuất hiện nhiều lần và chu kỳ tái xâm nhiễm rất ngắn thông thường 5-10 ngày và có tác dụng quan trọng trong việc gây dịch. Bào tử ngủ chỉ ở trong cơ thể côn trùng, không lây lan nhưng do vách tế bào dày có sức đề kháng với điều kiện bất lợi và tồn tại nhiều năm trong tự nhiên, trở thành nguồn xâm nhiễm của nấm mốc sâu.

Đối với nấm mốc sâu muốn gây hại cho sâu cần có mấy điều kiện:

1/ Bào tử phân sinh có sức bật và có gió nhẹ mang đi xa;

2/ Bào tử phân sinh sau khi dính vào cơ thể côn trùng không bị nước mưa và gió rửa trôi;

3/ Bào tử phân sinh lớn có chất dinh dưỡng nhiều có thể kéo dài tích trữ chất năng lượng và hoạt tính hóa học;

4/ Sự phát tán bào tử chủ yếu là vào ban đêm từ khoảng 11 giờ đến sáng sớm. Thời gian này là lúc có nhiều sương nhiệt độ thấp phù hợp với bào tử nảy mầm và hình thành bào tử;

5/ *Bào tử ngủ* có sức đề kháng mạnh có thể kéo dài thời gian tồn tại trong tự nhiên để tạo ra nguồn xâm nhiễm.

Nước ta là một nước nhiệt đới, độ ẩm cao là điều kiện

thuận lợi cho nấm mốc sâu phát triển. Trong tự nhiên thường gặp mấy loài nấm mốc sâu như sau:

- Nấm mốc ruồi
- Nấm mốc ngài đen
- Nấm mốc dịch bọ hung
- Nấm mốc dịch hình cầu
- Nấm mốc rận

b) Nấm bất toàn

Nấm bất toàn có rất nhiều loài, phân bố rộng, có thể sử dụng nhiều loại dinh dưỡng, để nuôi cấy và sản xuất chế phẩm, nên đã được ứng dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất.

Hầu hết nấm này thường ký sinh trên sâu non làm cho thân sâu cứng lại, trên thân mọc đầy sợi nấm và bào tử phân sinh tạo nên các màu.

Nấm bất toàn có thể sợi phân nhánh và có vách ngăn.

Trong ngành phụ nấm bất toàn có các lớp bào mẫn, lớp bào tử sợi và lớp bào tử xoang. Hầu hết các loài nấm gây bệnh côn trùng thuộc lớp bào tử sợi. Chúng không có cơ quan bao bọc, chỉ có cuống bào tử và bào tử trần. Phần lớn chúng thuộc các họ cuống chùm. Một số loài thuộc bộ vỏ cầu và bộ vỏ đỏ đậm. Cụ thể:

+ Nấm bào tử hình thoi

Nấm bào tử hình thoi, chất đậm mềm, màu nhạt, bào tử phân sinh mọc trên cuống ngắn, đơn bào hình thoi, không màu có nhiều vách ngăn. Phần lớn ký sinh trên

các loài côn trùng. Ta thường gặp ký sinh trên rận phần hại cam quýt. Việc sử dụng nấm này để phòng trừ rận phần cam quýt rất có hiệu quả.

+ Nấm bạch cương:

Nấm bạch cương còn gọi là nấm cứng trắng, nấm tầm voi, là loại thường gặp trên nhiều loài sâu hại. Riêng chúng có mặt trên 120 loài thuộc 45 họ 7 bộ côn trùng rừng. Nếu cả sâu hại nông nghiệp chúng có thể ký sinh gần 200 loài.

Đặc điểm cơ bản là thể sợi nấm màu trắng, dạng lông, sợi nấm mảnh đường kính 1,5-2 μ m, cuống bào tử mọc đơn hoặc phân nhánh. Tế bào sinh bào tử hình bình, hình ống hoặc hình cầu, thẳng hoặc hơi uốn cong. Trục sợi uốn hình chữ "Z" bào tử mọc trên đầu góc chữ Z cùng với cuống rất nhỏ.

Nấm bạch cương được chia ra 2 loài chính là *Beauveria bassiana* có bào tử hình cầu (hoặc trên 50% bào tử hình cầu) và *B.tenella* có bào tử hình trứng (2% bào tử hình cầu). Trong đó loài *B.bassiana* phân bố rộng nhất xâm nhiễm nhiều loài côn trùng nhất dùng để phòng trừ sâu thuộc bộ cánh vẩy và cánh nửa. Nấm *B.tenella* còn có tên khác là *B.brongniartii*, thường phân bố trong đất và dùng để phòng trừ bọ hung non.

Tại Việt Nam, việc sử dụng chế phẩm nấm *Beauveria bassiana* đã được tiến hành từ năm 1979, đến nay vẫn tỏ ra có tác dụng đối với sâu róm thông và một số loài sâu hại cây nông nghiệp.

+ Nấm lục cương

Cũng như nấm bạch cương, nấm lục cương (nấm cứng xanh) ký sinh trên nhiều loài sâu hại. Cuống bào tử thẳng, đơn nhánh hoặc phân nhánh hoặc dạng cây, cuống nhỏ mọc bào tử dạng sợi hoặc dạng bình, mọc đơn hoặc vòng. Bào tử phân sinh đơn bào, mọc trên đỉnh cuống nhỏ, thành chuỗi, dính liền nhau bằng dịch nhầy, hình trứng hoặc hình bầu dục dài, một số loài có bó cuống bào tử hoặc chất đệm.

+ Nấm tựa mốc xanh

Nấm này phân lập trên thân côn trùng ngủ nghỉ trong đất. Chi nấm này tựa như nấm mốc xanh và nấm chổi

Khuẩn lạc dạng thảm nhung, dạng bó sợi, màu trắng, hồng nhạt, màu tím đình hương, màu nâu vàng và màu nâu xám, thỉnh thoảng có màu lục nhạt. Cuống bào tử phân sinh phân nhánh, mức độ phân nhánh lớn hơn nấm mốc xanh. Gốc cuống dạng bình phình to, phía trên nhỏ và uốn cong. Cuống bình sắp xếp thường dạng vòng hoặc không đồng đều. Bào tử phân sinh đơn bào, không màu, mọc thành chuỗi, hình bầu dục, bề mặt nhẵn hoặc có gai.

Việc nghiên cứu loài nấm này khá nhiều, chúng có thể ký sinh trên nhiều loài thuộc bộ cánh nửa, bộ cánh cứng, bộ cánh màng, bộ cánh vẩy và bộ hai cánh. Người ta đã sản xuất chế phẩm Pelomin phòng trừ ngài đục quả táo, hiệu quả cao hơn nấm bạch cương; ngoài ra còn dùng để phòng trừ sâu róm thông.

+ Nấm hoang dã

Năm 1983, người ta đã phát hiện một loài nấm ký sinh trên côn trùng họ ngài đêm ở Bắc Mỹ tên là *Botrytis rileyi* và *Spicaria rileyi*. Ở châu Á cũng tìm ra nấm ký sinh trên họ ngài đêm là *Botrytis prasina* và *Spicaria prasina*.

Nấm này có thể gây bệnh cho các loài côn trùng bộ cánh vẩy và thường gây ra dịch bệnh cho các loài sâu trên ruộng đậu. Ngoài ra còn dùng để phòng trừ sâu hại bông, ngài đêm vân lệch, sâu cuốn lá lúa, sâu đục thân ngô, hiệu quả phòng trừ rất tốt.

+ Nấm nhiều lông

Nấm *Hirsutella* thuộc bộ họ nấm cuống bó, lớp nấm bào tử sợi trần. Đặc điểm cơ bản của nấm này là sợi nấm xếp thành bó. Cuống bào tử mọc bên bó sợi, phía trên và dưới phình to. Cuống không màu. Bào tử mọc đơn trên cuống, đơn bào không màu hình thoi hơi uốn cong, có dịch nhầy che phủ.

Sâu bị bệnh thường có màu vàng, chết thành đám, sợi nấm màu trắng, cuống bào tử mọc bên thẳng. Nấm có tác dụng ức chế rất mạnh các loài nhện u và rận hại cam quýt, vải, nhện đỏ hại cam quýt.

+ Nấm bào tử bao đầu

Sợi nấm của chi nấm này dạng chùm nhỏ, xếp thành lớp. Cuống bào tử không phân nhánh, mọc phân tán trên sợi nấm, thẳng không có vách ngăn mọc không theo thứ tự. Bào tử đơn bào, hình bầu dục không màu

hoặc trắng nhạt. Cuống bào tử liên tục hình thành bào tử và đẩy sang bên tụ lại thành dạng đầu.

Thông thường người ta dùng loài *Cephalosporium lecanii* để phòng trừ rệp và rệp sáp.

Ảnh hưởng của môi trường đến nấm bất toàn

Khác với loài nấm trên, nấm bất toàn diệt sâu thuộc loại kiếm ký sinh. Khi không có côn trùng chúng sống theo phương thức hoại sinh, hút các chất dinh dưỡng hữu cơ từ đất, nhiều nhân tố môi trường ảnh hưởng đến sinh trưởng và hoạt động ký sinh của chúng trong đó có cả nhân tố con người. Các nhân tố chủ yếu là chất dinh dưỡng, nhiệt độ, độ ẩm, pH và ánh sáng.

+ Ảnh hưởng của chất dinh dưỡng đến nấm biểu hiện ở khả năng nảy mầm của bào tử, sinh trưởng sợi nấm và sự hình thành bào tử. Các bào tử mốc sâu không cần chất dinh dưỡng để nảy mầm. Nhưng các loài nấm bất toàn như nấm bạch cương, nấm lục cương khi nảy mầm lại cần chất dinh dưỡng, nếu để trong nước cất thì chúng nảy mầm rất ít hoặc nảy mầm rất chậm. Nấm bạch cương nảy mầm rất tốt trong môi trường có đường mía và pepton, nấm lục cương lại nảy mầm tốt trong môi trường có pepton, dấm dầu (oleic acid) nước chiết rau cải, nước phân bón lót. Căn cứ vào sự nảy mầm của hạt giống thì hạt giống trước khi nảy mầm cần tích dinh dưỡng, bào tử nảy mầm cũng cần có 1 hoặc nhiều chất dinh dưỡng. Về mặt sinh thái nấm chúng có ý nghĩa đặc biệt, muốn bảo đảm cho bào tử nảy mầm không thể thiếu chất dinh dưỡng.

Trong các loại đường nói chung, đường glucoza luôn luôn là nguồn dinh dưỡng khá tốt cho các loài nấm, nấm bạch cương lợi dụng glucoza trong đường đơn rất tốt, nhưng lợi dụng xyloza lại rất kém; trong đường đôi chúng lợi dụng đường mía và đường maltoza khá tốt nhưng đường lactoza lại rất kém. Với axit lợi dụng axit hữu cơ (lactic) rất kém, nhưng lợi dụng glycerin (3 cacbon) và 6 cacbon lại rất tốt. Nếu so sánh với các loài nấm hoại sinh thì nhu cầu nitơ hữu cơ rất cao, chúng luôn luôn cung cấp ở dạng axit amin đơn độc hoặc tổng hợp (axit nucleic vitamin). Nấm bạch cương yêu cầu nitơ hữu cơ và vô cơ, trong nitơ vô cơ lợi dụng NO_3^- tốt hơn là NH_4^+ . Đối với nấm lục cương trong môi trường Czapek có nguồn nitơ NO_3^- chỉ sinh trưởng sợi nấm mà không hình thành bào tử.

P là nhân tố quan trọng làm tăng sản lượng nấm bạch cương, trong giai đoạn sinh trưởng hàng loạt sợi nấm, lợi dụng C, N rất rõ rệt, nhưng đến khi sợi nấm đứt ra hình thành bào tử đốt, nhu cầu C, N giảm dần còn P lại tăng lên.

Chất dinh dưỡng cũng liên quan mật thiết với khả năng gây bệnh. Chẳng hạn nấm *Paelomyces tenuipes* khi thêm vào 15% bột ngô tỷ lệ ký sinh bào tử *P. papillata* tăng lên đến 92%, trong khi đó thêm maltoza 7% tỷ lệ sâu chết chỉ đạt 415% và chế phẩm có bột ngô để trong 7 tháng có thể làm tăng khả năng gây bệnh.

+ Nhiệt độ và độ ẩm là những yếu tố quan trọng cho

nấm sinh trưởng. Nói chung phạm vi nhiệt độ của nấm khoảng 5-35°C, thích hợp nhất là 20-30°C, nếu nhiệt độ thấp chúng sinh trưởng chậm, nếu nhiệt độ cao chúng sinh trưởng nhanh, nấm chống già yếu. Biểu sinh trưởng sợi nấm của nấm lục cương ở phạm vi nhiệt độ khác nhau cho thấy, nhiệt độ thích hợp nhất cho sinh trưởng là 25-30°C, trên 30°C, sinh trưởng giảm dần, trên 35°C nấm ngừng sinh trưởng.

Nhiệt độ cũng ảnh hưởng đến sự hình thành bào tử, nhiệt độ 15°C có lợi cho sự hình thành bào tử hơn là nhiệt độ 24°C. Nấm *P. papillata* nhiệt độ thích hợp nhất là 24-26°C, nhưng ở nhiệt độ 18°C tỷ lệ ký sinh cao hơn 18% so với nhiệt độ 25°C.

Độ ẩm cao có lợi cho bào tử nảy mầm và sinh trưởng của sợi nấm, nhưng nhiệt độ thấp lại có lợi cho duy trì sự sống của nấm. Bào tử phân sinh của nấm bạch cương và nấm tựa mốc xanh khi độ ẩm 0% và 34% có khả năng sống lâu hơn khi độ ẩm 75%. Nấm lục cương khi độ ẩm rất cao và rất thấp có khả năng kéo dài sự sống, ở 45% sự sống ngắn nhất.

+ Nấm thích hợp với điều kiện hơi chua đến trung tính. Chúng nảy mầm tốt nhất là pH 4,5-6,5, phạm vi thích hợp là 3-8. Nấm bạch cương có tính thích nghi rộng, phạm vi nảy mầm là pH 3-9,4, nảy mầm nhiều nhất là pH 4,4, tốc độ nảy mầm cũng nhanh nhất. Sợi nấm sinh trưởng ở pH 4,5-5,0, hình thành bào tử tốt nhất ở pH 6. Nấm lục cương sinh trưởng trong phạm vi là pH từ 6,9-7,2.

+ Ánh sáng có tác dụng xúc tiến bào tử nảy mầm và hình thành bào tử, mặt khác ánh sáng cũng có tác dụng ức chế và diệt nấm. Tia tử ngoại có thể giết chết bào tử. Cần chú ý vấn đề này khi phòng trừ sâu hại. Phòng trừ lúc sáng sớm, chiều tối hoặc lúc trời râm mát. Bào tử nấm bạch cương có tính thích nghi khá mạnh. Bào tử nấm bạch cương sau 91 giờ dưới nắng mới mất khả năng sống. Ở nhiệt độ 32°C dưới nắng trong 5 giờ có thể mất sức sống, ánh sáng tán xạ có tác dụng kích thích bào tử nảy mầm, sinh trưởng sợi nấm và hình thành bào tử của nấm bạch cương. Trong bóng tối, (sợi nấm) sinh trưởng chậm nhưng khuẩn lạc dày hơn, qua một thời gian chiếu sáng bào tử sẽ hình thành hàng loạt. Ánh sáng là yếu tố không thể thiếu được để hình thành bào tử *Paelomyces*, nhưng dưới ánh sáng trực xạ nấm lục cương lại rất khó nảy mầm.

**** Tác dụng gây bệnh của nấm***

Tác dụng gây bệnh của nấm trên côn trùng là bào tử nảy mầm, xâm nhập vào cơ thể và sinh sản trong xoang làm yếu và phá hoại chức năng trao đổi chất của côn trùng.

Nhờ gió, mưa, bào tử nấm lây lan đến sâu khỏe, gặp điều kiện độ ẩm và nhiệt độ thích hợp, bào tử phình lên, nảy mầm thành ống mầm, ống mầm tiếp xúc với da côn trùng mà hình thành vôi bám. Vôi bám là một tế bào có kích thước gấp 2-3 lần bào tử, cổ dịch nhầy để dính vào da. Vôi bám hình thành sợi nhỏ chọc thủng da. Sau khi xuyên qua da sợi nấm phình to thành dạng bàn, mép

bàn mọc sợi nấm rồi hình thành các sợi ngắn. Sợi ngắn nhờ áp lực đẩy vào lớp trong cuối cùng đạt đến da thật. Nếu côn trùng lột xác chúng lại hình thành vòi bám mới để tiến hành tái xâm nhiễm.

Nấm thông qua áp lực cơ giới để xâm nhập vào trong cơ thể côn trùng và nhờ tác dụng của enzym phân giải mà chọc thủng biểu bì. Những enzym phân giải là proteaza, lipoaza và kitinaza.

Nấm gây bệnh cứng sâu tổng hợp rất nhiều enzym. Mỗi loài nấm khác nhau sẽ hình thành các enzym khác nhau nhưng chúng đều có thể tự tạo ra enzym kitinaza.

+ Sự sinh sản trong cơ thể côn trùng làm cho hoạt động trao đổi chất, các cơ quan mô bị phá hoại, mất chức năng sinh lý và phát sinh sự rối loạn.

Trước hết là sợi nấm trong xoang sinh trưởng phát triển. Khác với virus và động vật nguyên sinh, nấm phải tiết các chất độc và enzym để giết chết vật chủ rồi sinh trưởng phát triển trên xác côn trùng, hình thành các hạch nấm làm cho côn trùng cứng lại, một số loài nấm không tiết ra chất độc mà sinh sản hàng loạt trong cơ thể côn trùng và không xâm nhiễm vào các cơ quan của côn trùng mà sau khi sâu chết mới làm vỡ và biến dạng các cơ quan.

Nấm xâm nhập vào cơ thể côn trùng luôn luôn xuất hiện phản ứng biến màu đen, hình thành các đốm đen. Sự hình thành các đốm đen là do enzym phenoloxydaza trong dịch thể côn trùng.

Sự sinh sản của nấm trước hết là sự biến đổi thành phần dịch thể làm giảm tác dụng ôxy hoá khử limfa trong máu. Do sinh sản nhiều nấm sẽ làm tắc hệ tuần hoàn côn trùng; gây rối sinh lý tế bào vật chủ; chất độc sinh ra làm thay đổi sinh hoá cơ thể và làm tê liệt thần kinh, từ đó làm mất đi và rối loạn cơ năng sinh lý. Chúng sẽ biểu hiện hô hấp thất thường, giảm sức sinh sản, ức chế sự lột xác.

Chẳng hạn, sâu non bọ lá khoai tây sau khi bị bệnh nấm bạch cương cường độ hô hấp tăng lên nhiều lần. Phần lớn sự hô hấp này là do tác dụng phản ứng của vật chủ đối với vật gây bệnh.

Sau khi tiêm chất độc của nấm cho sâu non chúng thường biểu hiện thay đổi biến thái của sâu và ức chế quá trình lột xác, cuối cùng làm cho sâu chết.

Sử dụng nấm bạch cương nhiễm vào nhiều loài sâu hại, làm giảm sức sinh sản rõ rệt của sâu. Ngài đục táo, một cá phê sau khi phun chế phẩm nấm bạch cương tỷ lệ đẻ trứng của con cái giảm xuống 45-60%.

Trong việc sản xuất chế phẩm nấm tính an toàn của nó là điều rất quan trọng. Một loài nấm trước khi đầu tư sản xuất cần phải có các số liệu về tính an toàn.

Nói chung nấm thường phát triển trong điều kiện nhiệt độ thấp và không ảnh hưởng đến con người; ở 35°C, dù ở điều kiện độ ẩm nào nấm đều ngừng phát triển và sau 28 ngày là mất khả năng sống, cho nên chúng rất an toàn

Nấm bạch cương không có ảnh hưởng xấu đối với con người vì có độ độc rất thấp. Nhiều thí nghiệm chứng tỏ nấm bạch cương là loại an toàn. Tuy nhiên người sản xuất chế phẩm nấm bạch cương thường có phản ứng nhạy cảm thể hiện mệt mỏi, nhức đầu, chóng mặt, ho, nhưng chỉ xảy ra trong thời gian rất ngắn. Người sản xuất cần mặc áo blouse và mang găng tay, khẩu trang để đề phòng sự độc hại. Cơ chế tác dụng của nó là protein của bào tử phân sinh kích thích cơ thể sinh ra sức đề kháng hình thành chất miễn dịch. Protein này có hại đối với cơ thể có thể gây viêm phổi, nhưng rời khỏi hiện trường trong thời gian ngắn có thể khôi phục sức khỏe. Ngoài ra trong không khí chỉ nên giữ nồng độ bào tử dưới $1\text{mg}/\text{m}^3$ không khí là có thể tránh được hiện tượng dị ứng.

Các loài nấm khác như *Nomurata*, *Hirsutella*, *Cephalosporium* cũng đều rất an toàn.

Phần lớn các loài nấm trong môi trường không gây ô nhiễm bởi vì bản thân các sinh vật đó đã tồn tại trong tự nhiên, nếu lâu dài chúng sẽ tự phân giải và không ảnh hưởng đến cân bằng sinh thái.

Số loài nấm gây bệnh côn trùng không nhiều, đối với sâu có ích có tính an toàn ở mức độ nhất định. Một số loài nếu gặp nấm bạch cương khả năng bắt mồi có thể tăng lên. Nhiều loài côn trùng có ích không bị ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng phát triển.

*** Sản xuất nấm**

Chế phẩm nấm phải được bắt nguồn từ giống tốt, độ

độc cao, hiệu quả diệt sâu cao, dễ sản xuất và có thể bảo quản trong thời gian lâu dài. Giống nấm không nên cấy truyền nhiều lứa. Bởi vì trong cùng một điều kiện giống nấm khác nhau, hàm lượng bột nấm và độ độc khác nhau rất lớn, vì vậy cần tiến hành chọn ngoài tự nhiên và kịp thời làm khoẻ giống nấm áp dụng đột biến bằng kích thích ánh sáng, chọn ra một loạt các giống nấm tốt, lấy giống gần nơi sản xuất làm giống tin cậy để nâng cao chất lượng của giống nấm bảo đảm hiệu quả diệt sâu cao.

Nhiều nghiên cứu cho thấy dùng máy kích thích chiếu sáng hiệu quả sẽ rất cao. Thông qua kích thích ta có thể chọn được rất nhiều đặc tính tốt của giống nấm, tốc độ mọc cũng nhanh hơn, số lượng bào tử cũng tăng gấp 2-4 lần, tính ưu việt đó có thể giữ được 3-4 thế hệ; hiệu quả diệt sâu tăng lên 20-40%, sâu cũng chết sớm hơn 2-3 ngày. Thực tiễn chứng minh đột biến ánh sáng chọn giống nấm là một biện pháp có thể làm tăng nhanh hiệu suất sản xuất chế phẩm, bảo đảm chất lượng và hiệu quả phòng trừ cao.

Nấm bất toàn nói chung rất thích hợp với điều kiện cất trữ. Do sự lên men tăng sâu dịch thể trên cơ sở sản xuất bằng công nghệ hiện đại nếu nuôi cấy tăng sâu thu được bào tử phân sinh việc sản xuất khối lượng lớn chế phẩm nấm sẽ có ý nghĩa lớn. Nhưng trong nuôi cấy tăng sâu nhiều loại nấm không hình thành bào tử thật mà hình thành nhiều bào tử mọc mầm (sợi nấm ngắn) và bào tử này rất khó bảo quản, dễ mất hoạt tính. Sự hình

thành bào tử được quyết định bởi thành phần dinh dưỡng và kỹ thuật lên men, nhưng chế phẩm này khó bảo quản. Một số loài nấm có thể sử dụng loại bào tử nảy mầm để phòng trừ. Người ta dùng axit glutamic trộn với một số dầu paraffin, glycerin có thể bảo vệ được bào tử nảy mầm hoàn toàn chống chịu được khô hạn, từ đó chế tạo thành một chế phẩm nấm có hoạt tính cao.

Khi sản xuất nấm mốc sâu có thể dùng sợi nấm, bào tử phân sinh và bào tử ngủ. Bào tử ngủ có thể tồn tại lâu trong tự nhiên để bảo quản và sản xuất được khối lượng lớn. Nhưng do bào tử ngủ nảy mầm không đều, kéo dài quá lâu không thể đáp ứng được yêu cầu sản xuất. Cho nên không thể không dùng sợi nấm để sản xuất chế phẩm. Điều mấu chốt của sản xuất chế phẩm bằng sợi nấm là mức độ làm khô chế phẩm rất chậm, phức tạp, nếu không cẩn thận sẽ làm cho nấm chết hàng loạt.

Sản xuất chế phẩm nấm trừ sâu có rất nhiều điểm giống nhau.

Khống chế nhiệt độ là điểm mấu chốt của quá trình sản xuất. Nhiệt độ sản xuất cấp I và II là 24-28°C, môi trường cấp III phải thấp hơn, một mặt phải tránh nấm tạp, một mặt phải có lợi cho sự hình thành bào tử. Khi sấy cần dùng tủ sấy quạt gió và ở nhiệt độ 30-35°C, nhiệt độ quá cao sẽ làm cho bào tử chết, môi trường dịch thể cấp II phải thông khí, nếu dùng máy lắc phải có tốc độ 100 lần phút, nếu dùng máy lắc vòng thì 180-

200 vòng phút. Trong kỳ nuôi ở môi trường cấp III cần chú ý vi khuẩn que nấm, các loại nấm mốc gây ô nhiễm. Nếu nhiệt độ lên cao quá 30°C cần tìm biện pháp quạt thông gió và đảo nấm.

Yêu cầu dinh dưỡng của nấm bạch cương không cao, nên chọn các nông sản phụ có giá thành rẻ để sản xuất. Cấm là môi trường tốt để sản xuất chế phẩm. Trong khi sản xuất trên môi trường các cấp đều có thể dùng cám làm nguồn nguyên liệu chính, có thể thêm một ít dinh dưỡng khác. Cấp I, II có thể thêm một ít đường mía, pepton và cao thịt bò, khi nuôi ở môi trường cấp III cần thêm nhiều trấu để thông thoáng hơn, càng thông thoáng càng hình thành nhiều bào tử.

Sản xuất bột chế phẩm nấm, nên dùng vỏ pháo bột giấy và rải bột trên mặt đất nhưng không nên phun mù và phun bột bằng máy. Lúc nghiền bột cần tránh làm máy nóng lên gây ảnh hưởng đến sức sống của bào tử, cũng cần tránh để bào tử nấm bay lung tung làm mất nhiều lượng bào tử.

Có thể dùng vại 500 lít sản xuất sau đó dùng máy lắc tạo hạt có đường kính 1-1,4mm. Những hạt đó có thể dùng để phòng trừ sâu đục thân ngô. Có thể sản xuất theo hai cách:

Cách 1: lấy bào tử nuôi trong dịch thể cấy lên mặt cấy vào hạt gạo, để thu được sợi nấm và hình thành bào tử nhanh hơn.

Cách 2: dùng phương pháp lên men trong thể rắn cho cả 3 cấp, sau khi sấy khô dùng nguyên lý phân lập

gió xoáy tiến hành phân lập cơ giới, bỏ bớt chất tạp. Phương pháp này có thể thu được 15.10^{10} bào tử/g. Hàng năm có thể sản xuất được 4-5 tấn chế phẩm có chất lượng 12.10^{10} bào tử/g.

*** Dùng nấm phòng trừ sâu hại**

Nấm gây bệnh là một loại thiên địch của sâu, trong điều kiện thích hợp nấm có thể tồn tại. Do nấm được sản xuất bằng nhân tạo nên cần nấm vững thời cơ, trong một thời gian ngắn tăng nhanh số lượng trong tự nhiên. Phòng trừ sâu hại bằng nấm gây bệnh thông thường có 3 phương pháp:

- Dẫn giống nấm

Trong các điều kiện môi trường địa lý sinh thái tương tự có thể dẫn giống nấm vào, để chúng tồn tại lâu dài trong quần thể loài sâu hại, làm cho sâu hại luôn luôn bị khống chế. Nấm thường có bào tử ngủ nghỉ để qua những điều kiện bất lợi. Trong điều kiện thiếu vật chủ, nấm có thể sống hoại sinh hoặc ký sinh vào vật chủ trung gian, trong điều kiện thích hợp cho nấm gây bệnh nhập nội sẽ dễ thu được thành công.

Nấm mốc sâu thường rất ổn định trong quần thể sâu hại trở thành một bệnh địa phương cho côn trùng. Thông qua thả nấm cục bộ tạo ra một trung tâm gây dịch nấm cho côn trùng là biện pháp rất quan trọng trong phòng trừ sâu hại.

Khi nhập một giống nấm có thể sử dụng phương pháp nuôi côn trùng đã bị bệnh hoặc dùng một vật nuôi nấm để lây nhiễm nhân tạo. Nhưng khi sử dụng cần

chú ý xác sâu bị bệnh mốc sâu thường lây lan bào tử vào ban đêm hoặc sáng sớm, những xác sâu đã bay hết bào tử thì không thể có bào tử nữa nên không thể dùng để thả vào tự nhiên. Những xác sâu có bào tử ngủ nghỉ cũng không có khả năng hình thành bào tử phân sinh nữa. Cho nên cần tiêm chủng vào sâu mới sau 5 ngày sâu chết mới thả vào rừng, như vậy sẽ thu được hiệu quả cao.

- Cải thiện điều kiện môi trường, làm khoẻ hoá nấm địa phương

Bệnh địa phương là bệnh truyền nhiễm phát sinh lâu dài, liên tục trên một loài quần thể vật chủ. Bệnh địa phương mang ý nghĩa khống chế sâu hại không chỉ có tính bền vững mà lúc có thời cơ thuận lợi thông qua lây lan sẽ chuyển hoá thành bệnh dịch, từ đó kết thúc được dịch sâu hại. Thông qua cải thiện điều kiện môi trường là có thể xúc tiến sự chuyển hoá này; làm tăng độ ẩm và nước là biện pháp có thể làm khoẻ hoá nấm địa phương như việc dẫn nước vào đồng ruộng làm cho bệnh tăng lên.

Những sâu chết tự nhiên sau khi qua đông trong đất hoặc kẽ hở của cây nếu đem nuôi trong điều kiện giữ ẩm, hầu hết chúng đều mọc nấm. Vì vậy nguyên nhân chết chủ yếu là do sự ký sinh của các loài nấm tựa mốc xanh, nấm bạch cương, nấm lưới liềm, nấm mốc khúc, mốc xanh... Mùa đông dưới các đồng gạch không phun nấm nhưng rải một ít cám sau mùa đông có 46% sâu chết, trong khi đó nơi không rải cám tỷ lệ sâu chết chỉ

17%, Những vùng xử lý trên xác sâu đều có nấm tựa mốc xanh và nấm bạch cương. Như vậy, nếu có chất dinh dưỡng trong điều kiện rừng cải thiện độ ẩm có thể làm khoẻ hoá bệnh địa phương đối với sâu hại.

Nếu có một số lượng vật chủ nhất định trong rừng sẽ có ý nghĩa quan trọng trong việc kéo dài bệnh địa phương, vật chủ là một trong những điều kiện quan trọng nhất để lây bệnh.

Trong những vùng không có cây trồng duy trì vật chủ trung gian cây nấm mốc sâu cũng là một phương pháp làm khoẻ hoá bệnh côn trùng. Ví dụ trong vườn ươm trồng thêm các loài cây hấp dẫn rệp, những rệp đó có thể trước có khi rệp hại vườn ươm đạt đến đỉnh cao, kết quả thiên địch của rệp hại cây trồng thêm sẽ chuyển dịch sang diệt rệp hại vườn ươm.

*** Sử dụng chế phẩm nấm diệt sâu**

Độ ẩm là nhân tố mấu chốt cho nấm xâm nhiễm, phải nấm vững mùa có độ ẩm cao và môi trường độ ẩm cao để thả nấm. Ở nước ta sử dụng máy phun thuốc hoặc dùng máy bay phun nấm *Boverin* phòng trừ sâu róm thông phải được tiến hành vào tháng 1 đến tháng 3. Lúc này độ ẩm và nhiệt độ rất thích hợp. Sức đề kháng của sâu cũng thấp. Một số vùng có hai mùa mưa rất ngắn, chỉ sinh sản trong điều kiện tự nhiên; số lượng nấm gây bệnh côn trùng không đủ, mùa mưa qua đi không thể hình thành dịch bệnh. Cho nên cần phải nấm vững thời cơ, bổ sung nguồn nấm để tạo cho bệnh phát sinh gây dịch.

Một số vùng khô hạn việc phòng trừ sâu hại bằng chế phẩm nấm thường gặp khó khăn, song chỉ cần điều kiện đất đai thích hợp cho cây sinh trưởng, tổng hàm lượng nước thoả mãn nhu cầu của nấm thì nấm sẽ phát triển. Vì vậy trong vùng khô hạn, công tác phòng trừ sâu hại trong đất cũng có những triển vọng. Côn trùng và đất thường có mối liên hệ chặt chẽ, một số loài côn trùng ngủ nghỉ trong đất, một số hoá nhộng trong đất, hầu hết chúng có quan hệ trực tiếp với điều kiện đất đai. Đó là thời cơ phòng trừ có hiệu quả. Ngoài ra một số loài một hại vỏ cây không ăn lá, khó nhiễm vì khuẩn và có thể dùng nấm để phòng trừ, những nấm đó mọc tốt trong các đường lỗ mọt. Do đó nghiên cứu tiểu khí hậu để phát triển sử dụng nấm phòng trừ sâu là việc làm cần thiết.

Phương pháp sử dụng nấm là phun bột và phun mù. Phun mù nấm xâm nhiễm nhanh, phát bệnh sớm, tỷ lệ chết cao, thích nghi với nơi có nguồn nước, những nơi có cây thấp. Phun bột thường cho khả năng khuếch tán lớn, thời gian giữ lại trong rừng lâu, tiết kiệm nhân lực, giá thành thấp hơn phun nước. Phun nấm bằng thả pháo. Mỗi túi pháo chứa 0,5kg bột nấm, có thể khống chế 700m². Cách đặt pháo có nhiều cách, treo, ném. Những vùng thích nghi với hướng gió có thể đào hố nổ mìn mỗi hố đặt 10-15 kg bột, có thể phòng trừ được 1-1,5ha rừng.

Ngoài ra có thể thả sâu bị bệnh nấm (dùng dịch nấm tẩm sâu rồi thả vào cây rừng) chúng có thể lây bệnh

hoặc dùng rơm buộc cây lại rồi phun nấm *Boverin*, khi sâu non ngủ nghỉ qua đông nhiễm nấm sẽ bị nhiễm bệnh. Một số vùng dùng chế phẩm *Boverin* phòng trừ sâu đục quả đậu bằng cách phun vào đất làm cho sâu non khi chui vào đất bị bào tử nấm xâm nhiễm, tỷ lệ sâu chết lên tới 50-70%. Hầu hết các loài sâu ngủ nghỉ qua đông sử dụng chế phẩm *Boverin* phòng trừ hiệu quả sẽ rất cao.

Đối với sâu dưới đất, người ta thường dùng chế phẩm rắc lên mặt đất. Sau 4 năm số lượng quần thể sâu hại giảm xuống rõ rệt.

Nhiều nước có diện tích rừng thông rất lớn. Có thể sử dụng máy bay phun chế phẩm nấm *Boverin*.

Tuy nhiên việc phòng sâu róm thông bằng máy bay cần một số yêu cầu sau:

- Hàm lượng bào tử phải cao: mỗi gam chế phẩm phải đạt 10.10^9 bào tử sau khi phun phải có độ bám tốt, độ ẩm của chế phẩm phải dưới 15%.

- Kỹ thuật phun phải cao: Thời cơ phun chế phẩm phải ở độ ẩm trên 80% nhiệt độ phải trên 20°C , vào tháng 1-3 là thích hợp.

- Phun mù bằng thuốc dầu sữa cao hơn phun bột. Lượng bào tử liên quan chặt chẽ với tỷ lệ chết của sâu róm thông.

2. Chế phẩm vi khuẩn gây bệnh côn trùng

Côn trùng chết trong tự nhiên chiếm 80-99%, trong đó hầu hết chết do vi sinh vật, mà vi khuẩn là loại vi

sinh vật chiếm đa số. Do đó, trong điều kiện tự nhiên, vi khuẩn có tác dụng không nhỏ trong việc điều chỉnh số lượng quần thể sâu hại. Trong đó, một số quần thể vi khuẩn đã được sản xuất thành chế phẩm dùng để phòng trừ sâu hại.

Dựa vào mức độ ký sinh của vi khuẩn trên vật chủ người ta chia ra vi khuẩn chuyên ký sinh, vi khuẩn kèm ký sinh, vi khuẩn tiềm ẩn.

+ *Vi khuẩn chuyên ký sinh.* Trong tự nhiên chúng sinh sản trong cơ thể côn trùng. Muốn sinh sản cần có điều kiện đặc biệt. Do đó chúng rất khó mọc trên môi trường nhân tạo. Những loại này có phạm vi vật chủ hẹp, lây lan qua đường miệng. Ví dụ vi khuẩn bào tử mầm bọ hung *Bacillus poliliae*, *B. lentimorbus*.

+ *Vi khuẩn kèm ký sinh.* Chúng sinh sản ngoài cơ thể côn trùng, không đòi hỏi những điều kiện đặc biệt, cho nên có thể nuôi cấy trong môi trường nhân tạo, sinh sản trong ống tiêu hoá, làm tổn thương các mô vật chủ, đồng thời hình thành chất độc trong xoang máu côn trùng. Nếu chất độc đó vào trong ống tiêu hoá, dù vi khuẩn không sinh sản cũng có thể làm cho côn trùng chết. Ví dụ vi khuẩn que hình thành mầm và tinh thể.

+ *Vi khuẩn tiềm ẩn.* Trong tự nhiên vi khuẩn sinh sản ngoài cơ thể côn trùng, có thể mọc trên môi trường nhân tạo giống như loại vi khuẩn kèm ký sinh. Tuy nhiên do chất độc và enzym rất ít không thể xâm nhập vào xoang máu để gây hại. Nếu thông qua một phương

pháp tác động nào đó làm cho vi khuẩn vào được xoang máu là có thể gây ra bệnh bại huyết. Số loài côn trùng chết theo kiểu này rất nhiều.

Trong 3 loại trên 2 loại đầu đã được ứng dụng để phòng trừ sâu hại ngoài đồng ruộng. Những loài không có mầm trong tự nhiên khi bệnh bùng phát, chúng có thể tiêu diệt hàng loạt sâu hại.

Trong tự nhiên những loài vi khuẩn gây bệnh không phải đều có thể tạo thành chế phẩm trừ sâu và cần có một số tính chất cơ bản về độ độc, tính ổn định, khả năng lây lan tác dụng nhanh, chọn lọc tốt, có thể sản xuất hàng loạt, an toàn và đạt hiệu quả kinh tế.

a. Vi khuẩn gây bệnh

Vi khuẩn B.p sinh trưởng tốt trên môi trường dịch thể hoặc môi trường rắn có cao men và glucoza. Sinh trưởng 16-20 giờ là hình thành hàng loạt bào tử với số lượng 2×10^9 . Sau khi phát triển đỉnh cao, số lượng vi khuẩn sống giảm xuống, nhưng không xuất hiện tác dụng hoà tan tế bào, dù có ôxy hoặc không có ôxy đều không hình thành bào mầm.

Vi khuẩn B.p có tính ký sinh mạnh có thể sinh sản trong cơ thể bọ hung non. Bào mầm có thể sống lâu năm. Một bọ hung non chết khô bảo quản bào mầm sau 42 tháng vẫn gây bệnh cho bọ hung non khác.

Trong tự nhiên vi khuẩn này thông qua đường tiêu hoá của bọ hung để xâm nhiễm. Sau khi bọ hung ăn rễ,

vật hoại sinh trong đất, bào mầm nảy mầm thành thể dinh dưỡng xuyên qua vách ruột vào trong xoang cơ thể. Vi khuẩn sinh sản hàng loạt bào mầm trong xoang máu. Do sâu bị bệnh và chết trong cơ thể bào mầm làm cho limfa máu đục nên bọ hung non thành màu trắng sữa, hoạt động của chúng giảm dần, phản ứng rất chậm.

Mỗi con sâu non mỗi giai đoạn có số bào mầm là 20%-30%, 40-80%, cuối cùng số lượng bào mầm có thể lên tới 5×10^9 (mỗi ml limfa máu chứa 5×10^{10} bào mầm), limfa của máu côn trùng thành dạng như sữa bò. Trong môi trường dinh dưỡng nuôi B.p cũng chia ra các giai đoạn, từ đó sự hình thành bào mầm trong cơ thể sâu non phát triển và tăng cường theo diễn biến của bệnh.

Nhiệt độ thích hợp cho B.p phát triển là $16-36^{\circ}\text{C}$. Khi sâu non ăn phải bào mầm, nhiệt độ thấp hơn 16°C sẽ không gây bệnh, có lúc sâu non bị bệnh sau khi ngủ qua đông mới bị chết. Trong điều kiện bên ngoài, phần lớn sâu non bị chết ở giai đoạn 2 và 3, đến giai đoạn 4 chỉ sống sót 30%.

- Hiệu quả trừ sâu

Lợi dụng vi khuẩn phòng trừ sâu non bọ hung là biện pháp phòng trừ sinh học có hiệu quả. Sau khi sâu non bọ hung chết làm tăng số lượng bào mầm trong đất đạt được hiệu quả khống chế sâu non bọ hung rõ rệt, từ 20-60 con/m² giảm xuống còn 1-3 con và giữ mức như vậy trong 10 năm.

- Vi khuẩn hình thoi

Vi khuẩn hình thoi là loại chuyên ký sinh trong sâu róm. Vi khuẩn này có phản ứng gram âm, kích thước $3-13 \times 0,9-1,3 \mu\text{m}$, có thể vận động, bào tử hình thành là $1,6 \times 3 = 3,3 \mu\text{m}$. Tế bào dinh dưỡng nếu dùng dịch ép là táo sẽ có số lượng cao, nếu dùng K/Na nuôi có thể được nhưng không hình thành bào tử. Sâu non ăn phải vi khuẩn sau 1 ngày bào tử có thể nảy mầm thành tế bào dinh dưỡng. Do chúng là vi khuẩn yếm khí nên không xâm nhập vào xoang máu mà chỉ sinh sản trong ruột sâu non. Sau 3 ngày là sâu thể hiện triệu chứng: ngừng ăn, tiết dịch, trao đổi nước không bình thường. Vì vậy pH giảm xuống, các đốt cơ co thắt lại, các chất bài tiết ra ngoài, trong đó chứa nhiều bào tử và trở thành nguồn lây bệnh. Sau 1 tuần sâu chết, thân cứng khô. Vi khuẩn hình thoi này có thể phát hiện trên một số loài sâu bộ cánh vẩy.

b) Vi khuẩn kiềm ký sinh

Vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* (B.t) được phát hiện năm 1911 tại Địa Trung Hải sau khi phân lập trên loài sâu xám. Năm 1915 được gọi là *Bacillus thuringiensis*. B.t là loài vi khuẩn sản sinh tinh thể có tác dụng phòng trừ đối với nhiều loài sâu, là loài vi khuẩn kiềm ký sinh.

Hình thái cá thể vi khuẩn B.t rất đơn giản, quá trình sống có thể chia ra 3 giai đoạn: thể dinh dưỡng, nang bào tử, phóng bào mầm và tinh thể.

- Thể dinh dưỡng

Thể dinh dưỡng dạng que hai đầu tù, kích thước 1,2-1,5x3-5 μ m. Lông roi mọc xung quanh, hơi động hoặc không động. Chúng thường tồn tại 1 cá thể hoặc 2 cá thể liên nhau. Phản ứng gram dương. Thể dinh dưỡng là giai đoạn sinh sản phân chia ngang. Trong thời kỳ sinh sản thường có 2, 4, 8... thể dinh dưỡng liên nhau thành chuỗi. Lúc này sinh trưởng nhanh, trao đổi chất nhiều để nuôi cấy trên môi trường.

- Nang bào tử

Khi các thể vi khuẩn già, một đầu nào đó trong cơ thể hình thành bào mầm hình bầu dục, còn đầu kia hình thành tinh thể hình thoi. Đó là giai đoạn nang bào tử. Nang bào tử hình trứng dài to hơn thể dinh dưỡng. Nếu dùng thuốc nhuộm fusin carboxin màu đỏ nhuộm màu, thì thể dinh dưỡng màu đỏ, tinh thể màu đỏ sẫm, bào mầm không màu, chỉ nhìn thấy một vầng chiết quang.

- Bào mầm và tinh thể

Khi nang bào tử phát triển đến một giai đoạn nào đó, chúng nứt ra, phóng bào mầm và tinh thể. Kích thước bào mầm 0,8 - 0,9 x 2 μ m. Bào mầm ở dạng ngủ nghỉ có thể đề kháng với các điều kiện môi trường bất lợi. Chế phẩm vi khuẩn thường được bảo quản ở dạng bào mầm. Tinh thể thường có kích thước thay đổi theo biến loài, thường vào khoảng 0,6 x 2 μ m; hình thoi, cũng có loại

hình tròn, hình bầu dục, hình vuông tùy theo biến loài và điều kiện môi trường. Tinh thể là một loại chất độc chứa protein là chất diệt sâu có hiệu quả chủ yếu.

*** Đặc tính sinh vật học**

- Vi khuẩn B.t có thể mọc trên các loại môi trường nuôi cấy, trên môi trường khác nhau hình thái khuẩn lạc sẽ khác nhau.

Cùng một loài B.t nhưng biến chủng khác nhau mọc trên cùng một môi trường thường như nhau nhưng cũng thể hiện những trạng thái không giống nhau, ví dụ: những biến chủng sâu róm thông, sâu xám... trên môi trường dinh dưỡng có những biểu hiện về màu sắc, hình dạng, kích thước không như nhau.

Trong quá trình phát triển của vi khuẩn chúng trải qua rất nhiều biến đổi về sinh lý, sinh hoá. Sự hình thành bào mầm trải qua 4 giai đoạn.

+ Sợi trục hình thành nhiễm sắc thể

+ Phát sinh màng tế bào hoàn thành vách tiền bào tử

+ Tiền bào tử tách ra từ trong tế bào mẹ

+ Xung quanh bào tử hình thành vỏ bào tử, màng ngoài và bào tử được hình thành. Tinh thể xuất hiện vào đầu của kỳ 4 dần dần lớn lên, bên ngoài là thể 8 mặt.

- Vi khuẩn B.t yêu cầu dinh dưỡng không cao, chất dinh dưỡng chủ yếu là protein động thực vật, có thể phát triển bình thường trong nhiều nguồn nitơ, nguồn

cacbon và muối vô cơ. Thông thường dùng nguồn cacbon là tinh bột, maltoza, glucoza. Nguồn nitơ là nitơ hữu cơ như cao thịt bò, pepton, bột men, bột bánh lạc, bột bánh đậu, bột cá, bột ngô. Muối vô cơ thường dùng là K_2HPO_4 , $MgSO_4$, $CaCO_3$.

Vi khuẩn B.t có thể sinh trưởng trong điều kiện nhiệt độ 12-40°C, nhiệt độ thích hợp là 27-37°C, 35-40°C sinh trưởng nhanh nhưng chóng lão hoá, nhiệt độ thấp chúng sinh trưởng rất chậm.

Vi khuẩn thích hợp với điều kiện kiềm, pH thích hợp là 7,5, ở pH = 8,5 vẫn có thể hình thành bào mầm, nếu pH = 5 thì không hình thành bào mầm. Vi khuẩn là loại hiếu khí phải có đủ ôxy mới sinh trưởng tốt, nhất là khi hình thành bào mầm. Nếu không đủ không khí sẽ không hình thành bào mầm hoặc hình thành chậm

Vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* cũng tương tự như *B.cereus*. Có người cho rằng vi khuẩn B.t chính là vi khuẩn *B.cereus*, nhưng có người cho nó là loài độc lập.

Trong công tác phân loại vi khuẩn B.t, phản ứng sinh hoá là sự sai khác giữa các biến loài. Xem xét có lợi dụng nguồn cacbon và nitơ, enzym và sản phẩm trao đổi chất hay không. Dùng phương pháp này đơn giản thuận tiện, nhưng do sự khác nhau của một số biến loài rất ít nên có thể nhầm lẫn. Dùng kháng nguyên và kháng thể có thể phân biệt chúng, vì vậy phương pháp huyết thanh là phương pháp nhanh gọn hơn, nhưng phải có kháng nguyên của loài vi khuẩn chuẩn để xác định.

Ngoài ra, người ta còn dùng một số phương pháp khác như sinh hoá, kiểu chất độc ngoài của vi khuẩn, phản ứng các enzym....

*** Cơ chế gây bệnh của vi khuẩn B.t**

Tác dụng gây bệnh chủ yếu của vi khuẩn B.t đối với côn trùng là qua thức ăn vào cơ thể. Chế phẩm vi khuẩn bao gồm bào mầm và chất độc do vi khuẩn gây ra. Sự sinh sản của vi khuẩn có thể làm cho côn trùng chết, nhưng chất độc do vi khuẩn sinh ra làm cho chúng chết nhanh hơn. Tác dụng diệt sâu của vi khuẩn có quan hệ mật thiết với cơ chế gây bệnh và vật chủ.

- Chất độc của vi khuẩn B.t

Chất độc của vi khuẩn B.t được chia ra 2 loại: chất độc trong chính là tinh thể và chất độc ngoài là sản phẩm trao đổi chất tiết ra ngoài cơ thể vi khuẩn trong quá trình sinh trưởng. Chúng bao gồm các loại sau:

+ Chất độc ngoài B.t. α (còn gọi chất độc ngoài thể A) là protein bị nhiệt phá hoại (120°C trong 20 phút) chúng sinh ra trước khi hình thành bào mầm và tinh thể. Nhiều biến loài vi khuẩn đều hình thành loại chất độc này.

+ Chất độc ngoài B.t. β (còn gọi là chất độc thể B) là chất độc ổn định trong nhiệt.

+ Phạm vi và hiệu quả diệt sâu của chất độc ngoài β . Cho đến nay người ta nghiên cứu thấy phạm vi diệt sâu của chất độc ngoài β rất rộng. Chúng có thể diệt được

các loài thuộc bộ cánh vẩy, bộ hai cánh, bộ cánh cứng, bộ cánh màng, rệp và nhện.

Hiệu quả của chất độc phụ thuộc vào lượng tiêm vào hay sâu ăn phải. Độ độc của nó biểu hiện ở chỗ lúc lột xác hoặc biến thái, không hoá nhộng bình thường, biến dạng. Độ độc của nó gấp 160 lần so với DDT. Tuy nhiên khi sâu ăn phải độ độc của chất độc ngoài β bị giảm xuống.

- Chất độc ngoài B.t.γ. là một loại enzim chưa xác định.

- Chất độc trong B.t.δ. còn gọi là chất độc tinh thể, tinh thể protein.

+ Hình thái tinh thể: Trong nang bào tử B.t một đầu là bào mầm một đầu là tinh thể. Tinh thể có độ độc cao đối với côn trùng.

Độ độc của tinh thể khác nhau theo các biến loài. Tinh thể có hình dạng khác nhau độ độc của khác nhau. Những tinh thể gần tròn có hiệu quả đối với các loài sâu bộ cánh vẩy, những tinh thể nhiều cạnh ngắn độ độc không bằng loại tròn nhưng vẫn mạnh, còn những tinh thể nhiều cạnh dài độ độc rất kém đối với nhiều loài sâu.

+ Cơ chế gây bệnh của chất độc tinh thể: Khi vi khuẩn vào ruột giữa côn trùng không hình thành các enzim mà gây độc chủ yếu là do chất độc tinh thể. Sau khi tinh thể hoà tan trong ruột côn trùng chỉ mấy phút là côn trùng tê liệt, chỉ 55 phút là vách ruột bị vỡ, làm cho các tế bào thượng bì ruột giữa rụng, để lộ màng đáy

mỏng tạo điều kiện cho tế bào dinh dưỡng của vi khuẩn xâm nhập. Nghĩa là sau khi sâu ăn vi khuẩn bào mầm nảy mầm tế bào dinh dưỡng chui vào màng thực quản xâm nhập vào thượng bì ruột giữa bị phá hoại, cuối cùng tế bào dinh dưỡng chui vào màng đáy các chất trong ruột lẫn vào máu sâu non sẽ chết

Sau khi sâu non ăn chất độc chỉ mấy phút là ruột giữa tê liệt, 1-7 giờ màng ruột vỡ, các chất kiềm lẫn vào xoang làm pH tăng lên, làm cho toàn thân bại liệt. Những loại này bao gồm tầm nhà, tầm sồi, ngài trời thuốc lá.

Sau khi sâu non ăn chất độc sau mấy phút làm tê liệt ruột giữa, nhưng thức ăn không vào xoang, pH máu không đổi, thân không bị bại liệt, sau 2-4 ngày mới chết. Hầu hết sâu non bộ cánh vẩy thuộc loại này.

Sau khi ăn chất độc 2-4 ngày chết, không có hiện tượng bại liệt, nhưng phải ăn cùng với bào tử và tinh thể mới có thể chết. Sâu non sâu xám đốm phấn, ngài độc thuộc loại này.

Sâu non không nhạy cảm với chất độc tinh thể như ngài đêm rau cải, nhưng nếu tăng thêm số bào tử và tinh thể tỷ lệ chết có thể ở mức thấp 22-39%.

Cơ chế gây bệnh của chất độc ngoài β khá phức tạp và chậm chạp, chỉ khi lột xác và biến thái mới nhìn thấy. Khi một lượng nhỏ vi khuẩn vào cơ thể sâu non phát dục hoá nhộng tuy không vũ hoá nhưng vẫn có một số biến thành sâu trưởng thành có cánh không đầy

đủ. Nếu lượng vi khuẩn cao hoá nhộng không bình thường, nếu cao nữa thì sâu non lột xác đã bị chết.

Ngoài ra, chúng còn biểu hiện dị dạng nhộng hoặc sâu trưởng thành, biểu hiện rõ nhất là miệng co thắt lại, mất râu môi dưới, đỉnh lưỡi dài ra...

Phương pháp sản xuất chế phẩm B.t: thường có 2 phương pháp lên men tăng sâu thể lỏng và lên men nửa thể rắn. Sản xuất công nghiệp thường dùng lên men tăng sâu thể lỏng. Ưu điểm của phương pháp sản xuất này là cho số lượng nhiều, chất lượng cao, ổn định, nhưng phải có những thiết bị phức tạp. Phương pháp sản xuất nửa thể rắn đã được áp dụng từ lâu có thể lợi dụng bột đậu, bột ngô, cám để tạo môi trường nửa thể rắn, lên men trên đĩa lác, ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, không cần phải thiết bị khử trùng nghiêm ngặt để nắm vững kỹ thuật, có thể sản xuất tại nhiều địa phương. Nhưng các giai đoạn lên men khó khống chế, chất lượng sản phẩm không ổn định, hiệu suất lao động thấp, sản lượng không nhiều.

Hiệu quả phòng trừ bằng chế phẩm B.t không hoàn toàn quyết định bởi thành phần hoạt tính của chế phẩm mà dạng chế phẩm cũng là một nhân tố quan trọng. Dạng chế phẩm B.t bao gồm dạng nước, dạng bột, dạng bột thấm nước, dạng nang keo.

- Chế phẩm dạng nước

Sau khi lên men ta thu được bào mầm và tinh thể được bảo quản trong dung dịch thêm vào đó một số chất

bám dính và phòng thối. Thông thường dùng xà phòng, keo, bột mỳ, bột dong, nhựa cây, pyroproein và một số tổng hợp thành chất dính như aminolipoit, keo sữa tổng hợp có thể dùng làm chất bám dính. Chế phẩm dạng lỏng ngoài nước ra còn có chế phẩm dạng sữa, dạng dầu. Chế phẩm dạng sữa là bào mầm, tinh thể qua nén ly tâm thêm vào chất hoá sữa, trộn đều mà thành. Chế phẩm dạng dầu là trộn chất hoá sữa vào nước rồi thấm nước chế phẩm vi khuẩn khô, sau đó thêm dầu luyt pha loãng. Nhưng chế phẩm dầu tường gây hại cho cây cần hạn chế sử dụng.

- Chế phẩm dạng bột

Trong chế phẩm có thể thêm các chất bổ sung dạng bột như bột đất sét, đất caolin, đất sét.

- Chế phẩm bột thấm nước

Thêm vào chế phẩm một ít chất thấm nước, một số chất bám dính có thể làm chất thấm ướt tác dụng thấm ướt bao gồm chất có tính thấm nước.

- Chế phẩm dạng nang keo

Có thể chế thành viên con nhộng để đề phòng ánh sáng trực xạ, nhiệt độ cao và khô nóng của môi trường. Như vậy tác dụng gây độc của chế phẩm sẽ được lâu hơn. Trong chế phẩm có thể thêm vào một số chất bảo vệ như natri huỳnh quang để đề phòng tác dụng bức xạ tia tử ngoại. Hiện nay một số nước mới chỉ sản xuất dạng nước, dạng bột và dạng sữa. Trong nghiên cứu cần phát triển dạng nang keo.

*** Ứng dụng chế phẩm vi khuẩn B.t trong phòng trừ sâu hại**

Trong nhiều năm nay chế phẩm vi khuẩn B.t phát triển rất nhanh, nhiều nước đã có thuốc trừ sâu vi sinh vật. Phạm vi sử dụng chế phẩm B.t cũng rộng rãi hơn, bởi vì chúng làm cho sâu chết nhanh hơn, an toàn đối với người và gia súc, tác dụng đề kháng của sâu chậm, lây lan rộng phát huy lâu dài hiệu quả phòng trừ.

- Phạm vi diệt sâu

Nói chung phạm vi diệt sâu của vi khuẩn B.t hẹp hơn thuốc trừ sâu. Theo thống kê các biến loài B.t có thể diệt được 182 loài 32 họ trong các bộ cánh vẩy, bộ cánh màng, bộ cánh thẳng, bộ hai cánh, bộ cánh cứng. Tác dụng diệt sâu ở mức độ khác nhau, nhiều loài trong bộ cánh vẩy là nhạy cảm nhất. Đối với một số loài thuộc họ ngài độc, họ ngài đêm B.t đều có khả năng gây bệnh nhanh, đối với một số loài ruồi muỗi cũng đã được sử dụng để phòng trừ, hiệu quả rất tốt.

- Hiệu quả phòng trừ

Rất ít gặp vi khuẩn gây bệnh cho sâu hại ngoài tự nhiên, nguyên nhân chủ yếu là do trong cơ thể côn trùng còn rất nhiều dinh dưỡng nhưng bào mầm và tinh thể lại rất ít. Nói chung vi khuẩn B.t ít gây dịch cho sâu là do khả năng khuếch tán của chúng thấp. Vì vậy cần tìm cách phát huy tác dụng hiệu quả lâu dài sau khi dùng chế phẩm.

- Phương pháp sử dụng chế phẩm vi khuẩn B.t

Về cơ bản cũng giống như sử dụng thuốc trừ sâu, có thể phun mù, phun bột, tưới, rắc bột, phun bằng máy bay... Dù dùng phương pháp nào thì một nguyên tắc cơ bản là phải đều khắp, lượng dùng ít. Nếu dùng phương pháp phun hoặc rắc bột phải chọn lúc có độ ẩm cao, tưới thì phải chọn điểm để tiết kiệm thuốc.

Trong thực tiễn sản xuất để nâng cao hiệu quả phòng trừ người ta thường tìm cách làm tăng tính nhạy cảm của vi khuẩn, chủ yếu là để bảo vệ các loài thiên địch, có thể thêm một lượng rất ít thuốc trừ sâu hoá học. Thuốc hoá học có thể phá hoại tính trạng sinh lý bình thường của sâu. Giảm bớt sức đề kháng của sâu hại, tạo điều kiện cho vi khuẩn xâm nhập vào sâu từ đó mà nâng cao tính nhạy cảm của vi khuẩn; đồng thời nó cũng làm cho các vật gây bệnh khác tiềm ẩn trong côn trùng có điều kiện gây dịch, sau khi côn trùng đã nhiễm vi khuẩn tính chống thuốc hoá học của sâu một ít thuốc hoá học còn có thể kiêm phòng trừ một số loài sâu hại không phải thuộc bộ cánh vẩy bù đắp lại sự co hẹp phạm vi diệt sâu của vi khuẩn.

Ngoài ra, cần chú ý, cùng một loại chế phẩm phòng trừ các loài sâu khác nhau, hiệu quả sẽ khác nhau, loại chế phẩm của biến loài khác phòng trừ một loài sâu hại và hiệu quả cũng không như nhau. Thậm chí cùng một loài sâu nhưng các mẽ cấy khác nhau hiệu quả không

như nhau. Hiện nay vấn đề tiêu chuẩn hoá sản phẩm cần được giải quyết về mức độ pha loãng, hàm lượng bào mầm, liều lượng thích hợp mới có hiệu quả.

Ánh sáng ảnh hưởng rất lớn đến sự tồn tại vi khuẩn, chiếu sáng mạnh trong nửa giờ đã làm chết mất 50%, nhiệt độ cũng ảnh hưởng đến vật chủ côn trùng và vi khuẩn. Không khí trên 20°C là nhiệt độ lý tưởng để có thể phòng trừ có hiệu quả. Mưa nhỏ có thể làm cho vi khuẩn lây lan, nhưng mưa to có thể làm trôi vi khuẩn. do đó trong trường hợp như vậy cần phải phun lại chế phẩm để việc diệt sâu đạt hiệu quả và không gây ô nhiễm môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tủ sách khuyến nông phục vụ người lao động

1. Mai Phương Anh, Trần Khắc Thi, Trần Văn Lại: *Rau và trồng rau*. Nxb Nông nghiệp - 1996.
2. Bùi Chí Bửu - Nguyễn Thị Lang: *Ứng dụng công nghệ sinh học trong cải tiến giống lúa*-Nxb Nông nghiệp - 1995.
3. Luyện Hữu Chỉ và cộng sự. 1997. *Giáo trình giống cây trồng*.
4. *Công nghệ sinh học và một số ứng dụng ở Việt Nam*. Tập II. Nxb Nông nghiệp - 1994.
5. G.V. Guliaeb, I.U.L. Guijop. *Chọn giống và công tác giống cây trồng* (bản dịch) Nxb Nông nghiệp - 1978.
6. Cục Môi trường. *Hiện trạng môi trường Việt Nam và định hướng trong thời gian tới*. Tuyển tập Công nghệ môi trường, Hà Nội, 1998.
7. Lê Văn Cát. *Cơ sở hóa học và kỹ thuật xử lý nước*. Nxb Thanh Niên, Hà Nội, 1999.
8. Chương trình KT-02, *Bảo vệ môi trường và phát triển bền vững*, Tuyển tập các báo cáo khoa học tại Hội nghị khoa học về Bảo vệ môi trường và PTBV, Hà Nội, 1995.
9. *Dự báo thế kỷ XXI*, Nxb Thống Kê, 6/1998.
10. Lê Văn Khoa và Trần Thị Lành, *Môi trường và phát triển bền vững ở miền núi*, Nxb Giáo dục, 1997.
11. *Luật Tài nguyên nước*, Nxb Chính trị quốc gia, 1998.
12. Lê Văn Nãi, *Bảo vệ môi trường trong xây dựng cơ bản*, Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 1999.

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu 5

I. Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG VÀ VÙNG SINH HỌC 7

II. VI SINH VẬT VÀ CÁC CHẾ PHẨM 13

III. CHẾ PHẨM VI SINH VẬT TRONG XỬ LÝ CẢI
TẠO MÔI TRƯỜNG 19

Phụ lục 83

Tài liệu tham khảo 133

CẢI TẠO MÔI TRƯỜNG BẰNG CHẾ PHẨM VI SINH VẬT

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG-175 GIÁNG VÕ-HÀ NỘI
ĐT: 7366522-8515380-8439543

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PHAN ĐÀO NGUYỄN

Chịu trách nhiệm bản thảo:

TRẦN DŨNG

Biên tập:

NGUYỄN THẾ LỢI

Vẽ bìa:

TRƯỜNG GIANG

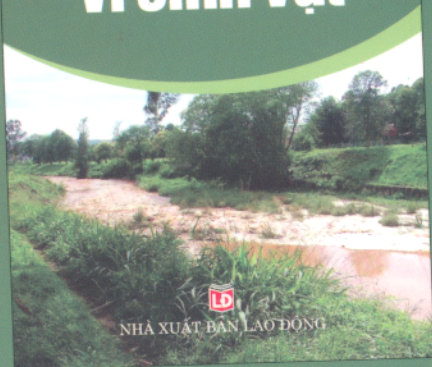
Sửa bản in:

NGỌC THỦY

In 3.000 cuốn khổ 13x19cm, tại nhà in Công ty Hữu Nghị
Giấy xác nhận XB số 70-2006/CXB/49-03/LĐ.
Quyết định xuất bản số 25 QĐ/LĐ NXB Lao Động
Cấp ngày 08 tháng 03 năm 2006.
In xong nộp lưu chiểu Quý II năm 2006.

TỦ SÁCH KHUYẾN NÔNG PHỤC VỤ NGƯỜI LAO ĐỘNG

Cải tạo môi trường bằng chế phẩm vi sinh vật




NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG

cải tạo môi trường bằng chế



1 006052 600129

14.000 VNĐ

GIÁ: 14.000F