

CHƯƠNG III

SỰ PHÂN BỐ CỦA VI SINH VẬT TRONG MÔI TRƯỜNG

3.1. MÔI TRƯỜNG ĐẤT VÀ SỰ PHÂN BỐ CỦA VI SINH VẬT TRONG ĐẤT

3.1.1. Môi trường đất

Môi trường đất là cả một thế giới - một hệ sinh thái phức tạp được hình thành qua nhiều quá trình sinh học, vật lý và hoá học. Sự tích lũy các chất hữu cơ đầu tiên trên bề mặt đá mẹ là nhờ các vi sinh vật tự dưỡng. Đó là các vi sinh vật sống bằng chất vô cơ, phân huỷ các chất vô cơ, tổng hợp nên các chất hữu cơ của cơ thể mình. Khi các vi sinh vật đó chết đi, một lượng các chất hữu cơ được tích lũy lại. vi sinh vật dị dưỡng nhờ các chất hữu cơ đó mà sống. Sau đó các thực vật bậc thấp như tảo, rêu, địa y bắt đầu mọc trên tầng chất hữu cơ đầu tiên đó. Khi lớp thực vật này chết đi, các vi sinh vật dị dưỡng sẽ phân huỷ chúng làm cho lớp chất hữu cơ càng thêm phong phú. Nhờ đó mà các thực vật bậc cao có thể phát triển. Lá cành của thực vật bậc cao rụng xuống lại cung cấp một lượng lớn chất hữu cơ làm cho các loại vi sinh vật dị dưỡng phát triển mạnh mẽ. Các tế bào vi sinh vật này lại là nguồn thức ăn của các nhóm nguyên sinh động vật như trùng roi, amip ... Nguyên sinh động vật lại là thức ăn của các động vật khác trong đất như giun, nhuyễn thể, côn trùng ... Các động vật này trong quá trình sống cũng tiết ra các chất hữu cơ và bản thân chúng khi chết đi cũng là một nguồn hữu cơ lớn cho vi sinh vật và thực vật phát triển. Các loại sinh vật cứ tác động lẫn nhau như thế trong những điều kiện môi trường nhất định như độ ẩm, nhiệt độ, chất dinh dưỡng, năng lượng mặt trời ... tạo thành một hệ sinh thái đất vô cùng phong phú mà không có nó thì không thể có sự sống, không thể có đất trồng trọt - nguồn nuôi sống con người. Vậy hệ sinh thái đất là một thể thống nhất bao gồm các nhóm sinh vật sống trong đất, có quan hệ tương hỗ lẫn nhau dưới tác động của môi trường sống, có sự trao đổi vật chất và năng lượng. Trong hệ sinh thái đất, vi sinh vật đóng vai trò quan trọng, chúng chiếm đại đa số về thành phần cũng như số lượng so với các sinh vật khác.

Đất là môi trường thích hợp nhất đối với vi sinh vật, bởi vậy nó là nơi cư trú rộng rãi nhất của vi sinh vật, cả về thành phần cũng như số lượng so với các môi trường khác. Sở dĩ như vậy vì trong đất nói chung và trong đất trồng trọt nói riêng có

một khối lượng lớn chất hữu cơ. Đó là nguồn thức ăn cho các nhóm vi sinh vật dị dưỡng, ví dụ như nhóm vi sinh vật các hợp chất các bon hữu cơ, nhóm vi sinh vật phân huỷ các hợp chất Nitơ hữu cơ ... Các chất vô cơ có trong đất cũng là nguồn dinh dưỡng cho các nhóm vi sinh vật tự dưỡng. Đó là các nhóm phân huỷ các chất vô cơ, chuyển hoá các chất hợp chất S, P, Fe ...

Các chất dinh dưỡng không những tập trung nhiều ở tầng đất mà còn phân tán xuống các tầng đất sâu. Bởi vậy ở các tầng đất khác nhau, sự phân bố vi sinh vật khác nhau phụ thuộc vào hàm lượng các chất dinh dưỡng.

Mức độ thoáng khí của đất cũng là một điều kiện ảnh hưởng đến sự phân bố của vi sinh vật. Các nhóm hiếu khí phát triển ở nhiều nơi có nồng độ ôxy cao. Những nơi yếm khí, hàm lượng oxy thấp thường phân bố nhiều loại vi sinh vật kỵ khí.

Độ ẩm và nhiệt độ trong đất cũng ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật đất. Đất vùng nhiệt đới thường có độ ẩm 70 - 80% và nhiệt độ 20⁰C - 30⁰C. Đó là nhiệt độ và độ ẩm thích hợp với đa số vi sinh vật. Bởi vậy trong mỗi gram đất thường có hàng chục triệu đến hàng tỷ tế bào vi sinh vật bao gồm nhiều nhóm, khác nhau về vị trí phân loại cũng như hoạt tính sinh lý, sinh hoá. Đó là cả một thế giới phong phú chứa trong một nắm đất nhỏ bé mà bình thường ta không thể hình dung ra được. Chúng ta có thể tưởng tượng: một nắm đất là một vương quốc bao gồm các sắc tộc khác nhau sống chen chúc, tập nập và hoạt động sôi nổi.

3.1.2. Sự phân bố của vi sinh vật trong đất và mối quan hệ giữa các nhóm vi sinh vật

3.1.2.1. Sự phân bố của vi sinh vật trong đất

Vi sinh vật là những cơ thể nhỏ bé dễ dàng phát tán nhờ gió, nước và các sinh vật khác. Bởi vậy nó có thể di chuyển một cách dễ dàng đến mọi nơi trong thiên nhiên. Nhất là những vi sinh vật có bào tử, bào tử của chúng có khả năng sống tiềm sinh trong các điều kiện khó khăn. Khi gặp điều kiện thuận lợi, chúng lại phát triển, sinh sôi. Bởi vậy trên trái đất này, nếu có một loại sinh vật nào phân bố rộng rãi nhất, phong phú nhất thì đó chính là vi sinh vật. Nó phân bố ở khắp mọi nơi. Tuy nhiên, đất là nơi vi sinh vật cư trú nhiều nhất so với các môi trường khác. Sự phân bố của vi sinh vật đất còn gọi là khu hệ vi sinh vật đất.

Chúng bao gồm các nhóm có đặc tính hình thái, sinh lý và sinh hoá rất khác nhau. Các nhóm vi sinh vật chính cư trú trong đất bao gồm: Vi khuẩn, Vi nấm, Xạ khuẩn, Virus, Tảo, Nguyên sinh động vật. Trong đó vi khuẩn là nhóm chiếm nhiều nhất về số lượng. Chúng bao gồm vi khuẩn hiếu khí, vi khuẩn kỵ khí, vi khuẩn tự dưỡng, vi khuẩn dị dưỡng ... Nếu chia theo các nguồn dinh dưỡng thì lại có nhóm tự dưỡng cacbon, tự dưỡng amin, dị dưỡng amin, vi khuẩn cố định nitơ v.v...

Số lượng và thành phần vi sinh vật trong đất thay đổi khá nhiều. Trước hết số lượng và thành phần vi sinh vật trên bề mặt đất rất ít do ngay trên bề mặt đất độ ẩm không phải là thích hợp cho vi sinh vật phát triển, hai nữa bề mặt đất bị mặt trời chiếu rọi nên vi sinh vật bị tiêu diệt.

Số lượng và thành phần vi sinh vật thấy nhiều hơn khi chiều sâu đất 10 - 20 cm so với bề mặt, ở tầng lớp này độ ẩm vừa thích hợp, các chất dinh dưỡng tích lũy nhiều, không bị tác dụng của ánh sáng mặt trời nên vi sinh vật phát triển nhanh, các quá trình chuyển hoá quan trọng trong đất chủ yếu xảy ra trong tầng đất này. Số lượng và thành phần vi sinh vật sẽ giảm đi khi độ sâu của đất hơn 30 cm và sâu 4 - 5m hầu như rất ít (trừ trường hợp đất có mạch nước ngầm). Rõ ràng là vi sinh vật ở tầng đất này phải là loài yếm khí đồng thời phải chịu được áp suất lớn mới phát triển được. Hai nữa ở lớp đất này hầu như các chất hữu cơ rất hiếm.

Số lượng và thành phần vi sinh vật trong đất còn thay đổi tùy chất đất, ở nơi đất nhiều chất hữu cơ, giàu chất mùn có độ ẩm thích hợp vi sinh vật phát triển mạnh, thí dụ ở đầm lầy, đồng nước trũng, ao hồ, khúc sông chết, cống rãnh, ... Còn ở những nơi đất có đá, đất có cát số lượng và thành phần vi sinh vật ít hơn. Lợi dụng sự có mặt của vi sinh vật trong đất mà người ta phân lập, tuyển chọn, đồng thời duy trì những chuyển hoá có lợi phục vụ cho cuộc sống.

Bảng 3.1. Lượng vi khuẩn trong đất xác định theo chiều sâu đất

Chiều sâu đất (cm)	Vi khuẩn	Xạ khuẩn	Nấm mốc	Rong tảo
3 - 8	9.750.000	2.080.000	119.000	25.000
20 - 25	2.179.000	245.000	50.000	5.000
35 - 40	570.000	49.000	14.000	500
65 - 75	11.000	5.000	6.000	100
135- 145	1.400		3.000	

Theo nhiều tài liệu đáng tin cậy thì trung bình trong đất vi khuẩn chiếm khoảng 90% tổng số. Xạ khuẩn chiếm khoảng 8%, vi nấm 1%, còn lại 1% là tảo, nguyên sinh động vật. Tỷ lệ này thay đổi tùy theo các loại đất khác nhau cũng như khu vực địa lý, tầng đất, thời vụ, chế độ canh tác v.v... Ở những đất có đầy đủ chất dinh dưỡng, độ thoáng khí tốt, nhiệt độ, độ ẩm và pH thích hợp thì vi sinh vật phát triển nhiều về số lượng và thành phần. Sự phát triển của vi sinh vật lại chính là nhân tố làm cho đất thêm phì nhiêu, màu mỡ.

Bởi vậy, khi đánh giá độ phì nhiêu của đất phải tính đến thành phần và số lượng vi sinh vật. Nếu chỉ tính đến hàm lượng chất hữu cơ thì khó giải thích được tại sao ở một vùng đất chiêm trũng hàm lượng chất hữu cơ, chất mùn, đạm, lân đều cao mà cây trồng phát triển lại kém. Đó là do điều kiện yếm khí của đất hạn chế các loại vi sinh vật hiếu khí phát triển làm cho các chất hữu cơ không được phân giải. Các dạng chất khó tiêu đối với cây trồng không được chuyển thành dạng dễ tiêu. Các chất độc tích lũy trong đất trong quá trình trao đổi chất của cây cũng không được phân giải nhờ vi sinh vật, gây ảnh hưởng xấu đến cây trồng. Sự phân bố của vi sinh vật trong đất có thể chia ra theo các kiểu phân loại sau đây:

1. Phân bố theo chiều sâu:

Quần thể vi sinh vật thường tập trung nhiều nhất ở tầng canh tác. Đó là nơi tập trung rễ cây, chất dinh dưỡng, có cường độ chiếu sáng, nhiệt độ, độ ẩm thích hợp nhất. Số lượng vi sinh vật giảm dần theo tầng đất, càng xuống sâu càng ít vi sinh vật. Theo số liệu của Hoàng Lương Việt: ở tầng đất 9 - 20 cm của đất đồi Mộc Châu - Sơn La có tới 70,3 triệu vi sinh vật trong 1 gram đất. Tầng từ 20 - 40 cm có chứa 48,6 triệu, tầng 40 - 80cm có 45,8 triệu, tầng 80 - 120cm có chứa 40,7 triệu.

Riêng đối với đất bạc màu, do hiện tượng rửa trôi, tầng 0 - 20 cm ít chất hữu cơ hơn tầng 20 - 40cm. Bởi vậy ở tầng này số lượng vi sinh vật nhiều hơn tầng trên. Sau đó giảm dần ở các tầng dưới.

Thành phần vi sinh vật cũng thay đổi theo tầng đất: vi khuẩn hiếu khí, vi nấm, xạ khuẩn thường tập trung ở tầng mặt vì tầng này có nhiều oxy. Càng xuống sâu, các nhóm vi sinh vật hiếu khí càng giảm mạnh. Ngược lại, các nhóm vi khuẩn kỵ khí như vi khuẩn phản nitrat hoá phát triển mạnh ở độ sâu 20 - 40cm. Ở vùng khí hậu nhiệt đới

nóng ẩm thường có quá trình rửa trôi, xói mòn nên tầng 0 - 20cm dễ biến động, tầng 20 - 40cm ổn định hơn.

2. Phân bố theo các loại đất

Các loại đất khác nhau có điều kiện dinh dưỡng, độ ẩm, độ thoáng khí, pH khác nhau. Bởi vậy sự phân bố của vi sinh vật cũng khác nhau. Ở đất lúa nước, tình trạng ngập nước lâu ngày làm ảnh hưởng đến độ thông khí, chế độ nhiệt, chất dinh dưỡng ... Chỉ có một lớp mỏng ở trên, khoảng 0 - 3 cm là có quá trình oxy hoá, ở tầng dưới quá trình khử oxy chiếm ưu thế. Bởi vậy, trong đất lúa nước ác loại vi sinh vật kỵ khí phát triển mạnh. Ví dụ như vi khuẩn amôn hoá, vi khuẩn phản nitrat hoá. Ngược lại, các loại vi sinh vật hiếu khí như vi khuẩn nitrat hoá, vi khuẩn cố định nitơ, vi nấm và xạ khuẩn đều rất ít. Tỷ lệ giữa vi khuẩn hiếu khí/ yếm khí luôn luôn nhỏ hơn 1.

Ở đất trồng màu, không khí lưu thông tốt, quá trình ôxy hoá chiếm ưu thế, bởi thế các loài sinh vật hiếu khí phát triển mạnh, vi sinh vật yếm khí phát triển yếu. Tỷ lệ giữa vi khuẩn hiếu khí và yếm khí thường lớn hơn 1, có trường hợp đạt tới 4 - 5. Ở đất giàu chất dinh dưỡng như phù sa sông Hồng, số lượng vi sinh vật tổng số rất cao. Ngược lại, vùng đất bạc màu Hà Bắc có số lượng vi sinh vật ít nhất.

+ Phân bố theo cây trồng

Đối với tất cả các loại cây trồng, vùng rễ cây là vùng vi sinh vật phát triển mạnh nhất so với vùng không có rễ. Sở dĩ như thế vì rễ cây cung cấp một lượng lớn chất hữu cơ khi nó chết đi. Khi còn sống, bản thân rễ cây cũng thường xuyên tiết ra các chất hữu cơ làm nguồn dinh dưỡng cho vi sinh vật. Rễ cây còn làm cho đất thoáng khí, giữ được độ ẩm. Tất cả những nhân tố đó làm cho số lượng vi sinh vật ở vùng rễ phát triển mạnh hơn vùng ngoài rễ.

Tuy nhiên, mỗi loại cây trồng trong quá trình sống của nó thường tiết qua bộ rễ những chất khác nhau. Bộ rễ khi chết đi cũng có thành phần các chất khác nhau. Thành phần và số lượng các chất hữu cơ tiết ra từ bộ rễ quyết định thành phần và số lượng vi sinh vật sống trong vùng rễ đó. Ví dụ như vùng rễ cây họ Đậu thường phân bố nhóm vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh còn ở vùng rễ Lúa là nơi cư trú của các nhóm cố định nitơ tự do hoặc nội sinh ... Số lượng và thành phần vi sinh vật cũng thay đổi theo các giai đoạn phát triển của cây trồng. Ở đất vùng phù sa sông Hồng, số lượng vi sinh vật đạt cực đại ở giai đoạn lúa hồi nhanh, đẻ nhánh, giai đoạn này là cây lúa sinh trưởng

manh. Bởi vậy thành phần và số lượng chất hữu cơ tiết qua bộ rễ cũng lớn - đó là nguồn dinh dưỡng cho vi sinh vật vùng rễ. Số lượng vi sinh vật đạt cực tiểu ở thời kỳ lúa chín. Thành phần vi sinh vật cũng biến động theo các giai đoạn phát triển của cây phù hợp với hàm lượng các chất tiết qua bộ rễ.

3.1.2.2. Môi quan hệ giữa các nhóm vi sinh vật trong đất

Sự phân bố của vi sinh vật trong đất vô cùng phong phú cả về số lượng cũng như thành phần. Trong quá trình sống chung như thế, chúng có một mối quan hệ tương hỗ vô cùng chặt chẽ. Dựa vào tính chất của các loại quan hệ giữa các nhóm vi sinh vật, người ta chia ra làm 4 loại quan hệ: ký sinh, cộng sinh, hỗ sinh và kháng sinh.

1. Quan hệ ký sinh:

Quan hệ ký sinh là hiện tượng vi sinh vật này sống ký sinh trên vi sinh vật, hoàn toàn ăn bám và gây hại cho vật chủ. Ví dụ như các loại virus sống ký sinh trong tế bào vi khuẩn hoặc một vài loài vi khuẩn sống ký sinh trên vi nấm. Các loại vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh thường hay bị một loại thực khuẩn thể ký sinh và tiêu diệt. Khi nuôi cấy vi khuẩn *Rhizobium* trên môi trường dịch thể thường có hiện tượng môi trường đang đục trở nên trong. Nguyên nhân là do thực khuẩn thể xâm nhập và làm tan tất cả các tế bào vi khuẩn - gọi là hiện tượng sinh tan. Khi nuôi cấy vi khuẩn trên môi trường đặc cũng có hiện tượng như vậy. Các thực khuẩn thể này tồn tại ở trong đất trồng cây họ Đậu làm ảnh hưởng rất lớn đến quá trình hình thành nốt sần ở cây Đậu.

2. Quan hệ cộng sinh:

Quan hệ cộng sinh là quan hệ hai bên cùng có lợi, bên này không thể thiếu bên kia trong quá trình sống. Ở vi sinh vật người ta ít quan sát thấy quan hệ cộng sinh. Có một số giả thiết cho rằng: Ty thể - cơ quan hô hấp của tế bào vi nấm chính là một vi khuẩn cộng sinh với vi nấm. Giả thiết đó dựa trên cấu tạo của ty thể có cả bộ máy ADN riêng biệt, có thể tự sao chép như một cơ thể độc lập. Giả thiết này còn chưa được công nhận hoàn toàn. Lại có giả thiết cho rằng: Các plasmid có trong vi nấm và vi khuẩn chính là sự cộng sinh giữa virus và vi nấm hay vi khuẩn đó. Ví dụ như các plasmid mang gen kháng thuốc đã mang lại môi lợi cho vi khuẩn chủ là kháng được thuốc kháng sinh. Vì thế mà hai bên cùng có lợi và gọi là quan hệ cộng sinh.

3. Quan hệ hỗ sinh:

Quan hệ hỗ sinh là quan hệ hai bên cùng có lợi nhưng không nhất thiết phải có nhau mới sống được như quan hệ cộng sinh. Quan hệ này thường thấy trong sự sống của vi sinh vật vùng rễ. Ví dụ như mối quan hệ giữa nấm mốc phân huỷ tinh bột thành đường và nhóm vi khuẩn phân giải loại đường đó. Mối quan hệ giữa nhóm vi khuẩn phân giải photpho và nhóm vi khuẩn phân giải protein cũng là quan hệ hỗ sinh, trong đó nhóm thứ nhất cung cấp P cho nhóm thứ hai và nhóm thứ hai cung cấp N cho nhóm thứ nhất.

4. Quan hệ kháng sinh:

Quan hệ kháng sinh là mối quan hệ đối kháng lẫn nhau giữa hai nhóm vi sinh vật. Loại này thường tiêu diệt loại kia hoặc hạn chế quá trình sống của nó. Ví dụ điển hình là xạ khuẩn kháng sinh và nhóm vi khuẩn mẫn cảm với chất kháng sinh do xạ khuẩn sinh ra. Khi nuôi cấy 2 nhóm này trên môi trường thạch đĩa, ta có thể thấy rõ hiện tượng kháng sinh: xung quang nơi xạ khuẩn có một vòng vô khuẩn, tại đó vi khuẩn không mọc được. Người ta căn cứ vào đường kính của vòng vô khuẩn đó mà đánh giá khả năng sinh kháng sinh của xạ khuẩn. Tất cả các mối quan hệ trên đây của khu hệ vi sinh vật đất tạo nên những hệ sinh thái vô cùng phong phú trong từng loại đất.

Chúng làm nên độ màu mỡ của đất, thay đổi tính chất lý hoá của đất và từ đó ảnh hưởng đến cây trồng.

3.1.3. Mối quan hệ giữa đất, vi sinh vật và thực vật

3.1.3.1. Quan hệ giữa đất và vi sinh vật đất

Đất có kết cấu từ những hạt nhỏ liên kết với nhau thành cấu trúc đoàn lạp của đất. Vậy yếu tố nào đã liên kết các hạt đất với nhau. Có quan điểm cho rằng vi sinh vật đóng vai trò gián tiếp trong sự liên kết các hạt đất với nhau. Hoạt động của vi sinh vật, nhất là nhóm háo khí đã hình thành nên một thành phần của mùn là axit humic. Các muối của axit humic tác dụng với ion Canxi tạo thành một chất dẻo gắn kết những hạt đất với nhau. Sau này người ta đã tìm ra vai trò trực tiếp của vi sinh vật trong việc tạo thành kết cấu đất: Trong quá trình phân giải chất hữu cơ, nấm mốc và xạ khuẩn phát triển một hệ khuẩn ti khá lớn trong đất. Khi nấm mốc và xạ khuẩn chết đi, vi khuẩn phân giải chúng tạo thành các chất dẻo có khả năng kết dính các hạt đất với nhau. Bản

thân vi khuẩn chết đi và tự phân huỷ cũng tạo thành các chất kết dính. Ngoài ra lớp dịch nhày bao quanh các vi khuẩn có vỏ nhày cũng có khả năng kết dính các hạt đất với nhau.

Genxe - một nhà nghiên cứu về kết cấu đã nhận xét rằng: khi bón vào đất những chất như Xenluloza và Protein thì kết cấu của đất được cải thiện. Đó là do vi sinh vật phân giải xenluloza và protein đã phát triển mạnh mẽ, các sản phẩm phân giải của chúng và các chất tiết trong quá trình sống của chúng đã liên kết các hạt đất với nhau tạo nên cấu trúc đất.

Rudacop khi nghiên cứu về kết cấu đoàn lạp ở đất trồng cây họ đậu đã kết luận rằng: Nhân tố kết dính các hạt đất trong đất trồng cây họ đậu chính là một sản phẩm kết hợp giữa axit galactorunic và sản phẩm tự dung giải của vi khuẩn *Clostridium polymyxa*. Axit galactorenic là sản phẩm của thực vật được hình thành dưới tác dụng của enzym protopectinaza do vi khuẩn tiết ra. Các chất kết dính tạo thành kết cấu đất còn được gọi là mùn hoạt tính. Như vậy mùn không những là nơi tích lũy chất hữu cơ làm nên độ phì nhiêu của đất mà còn là nhân tố tạo nên kết cấu đất. Sự hình thành và phân giải mùn đều do vi sinh vật đóng vai trò tích cực. Vì vậy các điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng đến vi sinh vật cũng ảnh hưởng đến hàm lượng mùn trong đất. Đặc biệt nước ra ở trong vùng nhiệt đới nóng ẩm, sự hoạt động của vi sinh vật rất mạnh ảnh hưởng rất lớn đến sự tích lũy và phân giải mùn. Các biện pháp canh tác như cày bừa, xới xáo, bón phân ... đều ảnh hưởng trực tiếp đến vi sinh vật và qua đó ảnh hưởng đến hàm lượng mùn trong đất.

1. Tác động của sự cày xới, đảo trộn đất đến vi sinh vật đất

Cày xới, đảo trộn có tác dụng điều hoà chất dinh dưỡng, làm đất thoáng khí tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển mạnh. Theo thí nghiệm của Mitxustin và Nhiacôp, các phương pháp cày xới khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến số lượng và thành phần vi sinh vật. Từ đó cường độ các quá trình sinh học trong đất cũng khác nhau. Khi xới lớp đất canh tác nhưng không lật mặt, số lượng vi sinh vật cũng như cường độ hoạt động có tăng lên nhưng không nhiều bằng xới đất có lật mặt hoặc cày sâu. Tuy nhiên không phải đất nào cũng theo quy luật đó, đối với đất úng ngập, quy luật trên thể hiện rõ hơn trong khi đó ở đất cát nhẹ khô hạn thì việc xới xáo không hợp lý lại làm giảm lượng vi sinh vật.

2. Tác động của phân bón đến vi sinh vật đất

Khi ta bón các loại phân hữu cơ và vô cơ vào đất, phân tác dụng nhanh hay chậm đến cây trồng là nhờ hoạt động của vi sinh vật. Vi sinh vật phân giải hữu cơ thành dạng vô cơ cho cây trồng hấp thụ, biến dạng vô cơ khó tan thành dễ tan ...

Ngược lại các loại phân bón cũng ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật trong đất.

Phân hữu cơ như phân chuồng, phân xanh, bùn ao ... đặc biệt làm tăng số lượng vi sinh vật vì bản thân trong đó đã có một số lượng lớn vi sinh vật. Chất hữu cơ vào đất lại làm tăng số lượng vi sinh vật sẵn có trong đất, đặc biệt là vi sinh vật phân giải xenluloza, phân giải protein và nguyên sinh động vật. Tuy vậy, các loại phân hữu cơ khác nhau tác động đến sự phát triển của vi sinh vật đất ở các mức độ khác nhau tùy thuộc vào tỷ lệ C/N của phân bón.

Phân vô cơ cũng có tác dụng thúc đẩy sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật đất vì nó có các nguyên tố N, P, K, Ca, vi lượng rất cần thiết cho vi sinh vật. Đặc biệt là khi bón phối hợp các loại phân vô cơ với phân hữu cơ sẽ làm tăng số lượng vi sinh vật lên từ 3 - 4 lần so với bón phân khoáng đơn thuần, đặc biệt là các vi khuẩn *Azotobacter*, vi khuẩn amôn hoá, nitrat hoá, phân giải xenluloza. Khi trong đất có nhiều phân hữu cơ thì việc bón các loại phân vô cơ có tác dụng kích thích hoạt động phân giải chất hữu cơ của vi sinh vật. Bón vôi có tác dụng cải thiện tính chất lý hoá của đất, làm tăng cường hoạt động của vi sinh vật, nhất là đối với đất chua, mặn, bạc màu.

3. Tác động của chế độ nước đối với vi sinh vật:

Đại đa số các loại vi khuẩn có ích đều phát triển mạnh mẽ ở độ ẩm 60 - 80%.

Độ ẩm quá thấp hoặc quá cao đều ức chế vi sinh vật. Chỉ có nấm mốc và xạ khuẩn là có thể phát triển được ở điều kiện khô. Ở các ruộng lúa nước các loại vi khuẩn đã thích hợp với độ ẩm cao, tuy nhiên ở những ruộng có tính thấm nước cao được làm ải, sự phát triển vi sinh vật cũng tốt hơn. Đặc biệt là cân đối được tỷ lệ giữa hai loại háo khí và yếm khí.

4. Tác động đến chế độ canh tác khác tới vi sinh vật

Ngoài các chế độ phân bón, nước, làm đất, các chế độ canh tác khác cũng có tác dụng rõ rệt tới hoạt động của vi sinh vật. Ví dụ như chế độ luân canh cây trồng. Mỗi

loại cây trồng đều có một khu hệ vi sinh vật đặc trưng sống trong vùng rễ của nó. Bởi vậy luân canh cây trồng làm cho khu hệ vi sinh vật đất cân đối và phong phú hơn. Người ta thường luân canh các loại cây trồng khác với cây họ đậu để tăng cường hàm lượng đạm cho đất.

Các loại thuốc hoá học trừ sâu, diệt cỏ gây tác động có hại tới vi sinh vật cũng như hệ sinh thái đất nói chung. Việc dùng các loại thuốc hoá học làm ô nhiễm môi trường đất, tiêu diệt phần lớn các loại vi sinh vật và động vật nguyên sinh trong đất.

Tất cả những biện pháp canh tác nói trên có ảnh hưởng trực tiếp và sâu sắc đến sự phát triển của vi sinh vật trong đất, từ đó ảnh hưởng đến quá trình hoạt động sinh học, cụ thể là sự chuyển hoá các chất hữu cơ và vô cơ trong đất, ảnh hưởng đến quá trình hình thành mùn và kết cấu đất. Những yếu tố này lại ảnh hưởng trực tiếp đến cây trồng. Bởi vậy, việc nghiên cứu đất sao cho thích hợp với năng suất cây trồng không thể bỏ qua yếu tố sinh học đất.

3.1.3.2. Môi quan hệ giữa vi sinh vật và thực vật

Mỗi loại cây đều có một khu hệ vi sinh vật vùng rễ đặc trưng cho cây đó bởi vì rễ thực vật thường tiết ra một lượng lớn các chất hữu cơ và vô cơ, các chất sinh trưởng ..., thành phần và số lượng của các chất đó khác nhau tùy loại cây. Những chất tiết của rễ có ảnh hưởng quan trọng đến vi sinh vật vùng rễ. Trên bề mặt và lớp đất nằm sát rễ chứa nhiều chất dinh dưỡng nên tập trung vi sinh vật với số lượng lớn. Càng xa rễ số lượng vi sinh vật càng giảm đi.

Thành phần vi sinh vật vùng rễ không những phụ thuộc vào loại cây trồng mà còn phụ thuộc vào thời kỳ phát triển của cây. Vi sinh vật phân giải xenluloza có rất ít khi cây còn non nhưng khi cây già thì rất nhiều. Điều đó chứng tỏ vi sinh vật không những sử dụng các chất tiết của rễ mà còn phân huỷ rễ khi rễ cây già, chết đi.

Vi sinh vật sống trong vùng rễ có quan hệ mật thiết với cây, chúng sử dụng những chất tiết của cây làm chất dinh dưỡng, đồng thời cung cấp chất dinh dưỡng cho cây qua quá trình hoạt động phân giải của mình. Vi sinh vật còn tiết ra các vitamin và chất sinh trưởng có lợi đối với cây trồng. Bên cạnh đó có rất nhiều vi sinh vật gây bệnh cho cây, có những loại ức chế sự sinh trưởng của cây, có những loại tàn phá mùa màng nghiêm trọng.

Trong khu hệ vi sinh vật vùng rễ ngoài những nhóm vi sinh vật có ích, có rất nhiều vi sinh vật gây bệnh cây. Đó là mối quan hệ ký sinh của vi sinh vật trên thực vật. Nhóm vi sinh vật gây bệnh cây thuộc loại dị dưỡng, sống nhờ vào chất hữu cơ của thực vật đang sống (khác với nhóm hoại sinh- sống trên những tế bào thực vật đã chết).

Hàng năm bệnh cây đã gây thiệt hại to lớn cho sản xuất nông nghiệp. Vi sinh vật gây bệnh không chỉ làm giảm sản lượng mà còn làm giảm phẩm chất nông sản. Vi sinh vật sử dụng các chất hữu cơ của cây bằng cách tiết ra các loại men phân huỷ chúng. Trong quá trình sống chúng tiết ra các chất độc làm cây chết. Ví dụ như độc tố Lycomarasmin do nấm *Fusarium heterosporum* tiết ra có thể làm cây chết.

Vi sinh vật gây bệnh có khả năng tồn tại trong đất hoặc trên tàn dư thực vật từ vụ này qua vụ khác dưới dạng bào tử hoặc các dạng tiềm sinh khác gọi là nguồn bệnh tiềm tàng. Từ nguồn bệnh tiềm tàng vi sinh vật được phát tán đi khắp nơi nhờ gió, nước mưa, dụng cụ lao động, động vật và người, đặc biệt là qua côn trùng môi giới. Qua các con đường đó nguồn bệnh lây lan sang các khoẻ và bắt đầu xâm nhiễm vào cây khi gặp điều kiện thuận lợi. Các bào tử nằm trên bề mặt cây khi gặp độ ẩm và nhiệt độ thích hợp sẽ nảy mầm và xâm nhập vào cây. Sau khi xâm nhập vào cây chúng bắt đầu sử dụng các chất của cây và tiết chất độc làm cây suy yếu hoặc chết. Qua quá trình hoạt động của vi sinh vật cây bị thay đổi các quá trình sinh lý, sinh hoá, sau đó thay đổi về cấu tạo và hình thái tế bào cuối cùng là xuất hiện những triệu chứng bệnh như những đốm trên lá, trên thân. Nếu bệnh xuất hiện ở bó mạch thì biểu hiện triệu chứng héo lá, héo thân ...Sau một thời gian phát triển vi sinh vật bắt đầu hình thành cơ quan sinh sản mọc ra ngoài bề mặt của cây và từ đó lại lan truyền đi.

Để tránh bệnh cho cây người ta dùng nhiều biện pháp hoá học, biện pháp sinh vật học, biện pháp tổng hợp bảo vệ cây trồng ... Ngày nay người ta hạn chế việc chống bệnh bằng hoá học vì biện pháp này thường phá hoại sự cân bằng sinh thái, ô nhiễm môi trường. Các biện pháp sinh học đang được nghiên cứu và áp dụng ngày càng nhiều do những ưu điểm của nó. Đó là những biện pháp dùng vi sinh vật chống côn trùng hại cây. Một biện pháp hiện đại đang được nghiên cứu và áp dụng nữa là tạo cho cây những đặc tính chống chịu mới bằng biện pháp công nghệ sinh học - truyền gen chống chịu cho cây. Người ta đã tạo được những giống thuốc lá chống chịu bệnh virus

hoặc những giống khoai tây, cà chua chống bệnh vi khuẩn nhờ việc cấy gen của một loại vi khuẩn nào đó có khả năng chống bệnh vào tế bào thực vật.

3.2. MÔI TRƯỜNG NƯỚC VÀ SỰ PHÂN BỐ CỦA VI SINH VẬT TRONG NƯỚC

3.2.1. Môi trường nước

Tất cả những nơi có chứa nước trên bề mặt hay dưới lòng đất đều được coi là môi trường nước. Ví dụ như ao, hồ, sông, biển, nước ngầm ... Những địa điểm chứa nước đó còn gọi là các thủy vực. Trong các thủy vực khác nhau, tính chất hoá học và vật lý rất khác nhau. Bởi vậy môi trường sống ở từng thủy vực đều có đặc trưng riêng biệt và sự phân bố của vi sinh vật phụ thuộc vào những đặc trưng riêng biệt đó.

- Nước ngầm có trong những lớp đất nằm dưới mặt đất do các nguồn nước khác thấm vào. Nước ngầm có hàm lượng muối khoáng khác nhau tùy từng vùng, có vùng chứa nhiều CaCO_3 gọi là nước cứng, có vùng chứa ít CaCO_3 gọi là nước mềm. Nói chung nước ngầm rất nghèo chất dinh dưỡng do đã được lọc qua các tầng đất.

- Nước bề mặt bao gồm suối, sông, hồ, biển. Suối được tạo thành ở những nơi nước ngầm chảy ra bề mặt đất hoặc từ khe của các núi đá. Tùy theo vùng địa lý nước suối có thể rất khác nhau về nhiệt độ và thành phần hoá học. Có những suối nước nóng chảy ra từ các vùng núi lửa hoặc từ độ sâu lớn. Có những suối có thành phần chất khoáng điển hình có tác dụng chữa bệnh. Tùy theo thành phần và hàm lượng chất khoáng mà người ta phân biệt suối mặn, suối chua, suối sắt, suối lưu huỳnh ... Sông có lượng nước nhiều hơn suối. Tính chất lý học và hóa học của sông cũng khác nhau tùy thuộc vào vùng địa lý. Sông ở vùng đồng bằng thường giàu chất dinh dưỡng hơn vùng núi nhưng lại bị ô nhiễm hơn do chất thải công nghiệp và sinh hoạt.

Hồ là những vùng trũng ngập đầy nước trong đất liền. Tính chất lý học và hoá học của các loại hồ cũng rất khác nhau. Hồ ở các vùng núi đá có nguồn nước ngầm chảy ra và hồ ở vùng đồng bằng khác nhau rất lớn về nhiệt độ cũng như thành phần chất dinh dưỡng. Ngay ở trong một hồ cũng có sự phân tầng, ở mỗi tầng lại có một điều kiện môi trường khác nhau. Có những hồ có nồng độ muối cao gọi là hồ nước mặn, nồng độ muối có thể lên tới 28%.

Biển bao phủ gần 3/4 bề mặt trái đất, khác với các thủy vực trong đất liền điển hình về hàm lượng muối cao tới 35%. Ngoài ra biển còn có thành phần các chất khoáng khác với các thủy vực trong đất liền. Các vùng biển và các tầng của biển cũng

có các đặc trưng môi trường khác nhau. Thí dụ như về nhiệt độ, áp lực thủy tĩnh, ánh sáng, pH, thành phần hoá học ... Tất cả những yếu tố khác nhau đó đều ảnh hưởng trực tiếp đến sự phân bố của vi sinh vật trong các môi trường nước.

3.2.2. Sự phân bố của vi sinh vật trong các môi trường nước

Vi sinh vật có mặt ở khắp nơi trong các nguồn nước. Sự phân bố của chúng hoàn toàn không đồng nhất mà rất khác nhau tùy thuộc vào đặc trưng của từng loại môi trường. Các yếu tố môi trường quan trọng quyết định sự phân bố của vi sinh vật là hàm lượng muối, chất hữu cơ, pH, nhiệt độ và ánh sáng. Nguồn nhiễm vi sinh vật cũng rất quan trọng vì ngoài những nhóm chuyên sống ở nước ta còn có những nhóm nhiễm từ các môi trường khác vào. Ví dụ như từ đất, từ chất thải của người và động vật.

Nước nguyên chất không phải là nguồn môi trường thuận lợi cho vi sinh vật phát triển, vì nước nguyên chất không phải là môi trường giàu dinh dưỡng. Trong nước có hoà tan nhiều chất hữu cơ và muối khoáng khác nhau. Những chất hoà tan này rất thuận lợi cho vi sinh vật sinh trưởng và phát triển.

Vi sinh vật trong nước được đưa từ nhiều nguồn khác nhau:

- Có thể từ đất do bụi bay lên, nguồn nước này chủ yếu bị nhiễm vi sinh vật trên bề mặt.
- Có thể do nước mưa sau khi chảy qua những vùng đất khác nhau cuốn theo nhiều vi sinh vật nơi nước chảy qua.
- Do nước ngầm hoặc nguồn nước khác qua những nơi nhiễm bẩn nghiêm trọng.
- Số lượng và thành phần vi sinh vật thấy trong nước mang đặc trưng vùng đất bị nhiễm mà nước chảy qua.

Ở môi trường nước ngọt, đặc biệt là những nơi luôn có sự nhiễm khuẩn từ đất, hầu hết các nhóm vi sinh vật có trong đất đều có mặt trong nước, tuy nhiên với tỷ lệ khác biệt. Nước ngầm và nước suối thường nghèo vi sinh vật nhất do ở những nơi này nghèo chất dinh dưỡng. Trong các suối có hàm lượng sắt cao thường chứa các vi khuẩn sắt như *Leptothrix ochracea*. Ở các suối chứa lưu huỳnh thường có mặt nhóm vi khuẩn lưu huỳnh màu lục hoặc màu tím. Những nhóm này đều thuộc loại từ dưỡng hoá năng và quang năng. Ở những suối nước nóng thường chỉ tồn tại các nhóm vi khuẩn ưa nhiệt như *Leptothrix thermalis*.

Ở ao, hồ và sông do hàm lượng chất dinh dưỡng cao hơn nước ngầm và suối nên số lượng và thành phần vi sinh vật phong phú hơn nhiều. Ngoài những vi sinh vật tự dưỡng còn có rất nhiều các nhóm vi sinh vật dị dưỡng có khả năng phân huỷ các chất hữu cơ. Hầu hết các nhóm vi sinh vật trong đất đều có mặt ở đây. Ở những nơi bị nhiễm bẩn bởi nước thải sinh hoạt còn có mặt các vi khuẩn đường ruột và các vi sinh vật gây bệnh khác. Tuy những vi khuẩn này chỉ sống trong nước một thời gian nhất định nhưng nguồn nước thải lại được đổ vào thường xuyên nên lúc nào chúng cũng có mặt. Đây chính là nguồn ô nhiễm vi sinh nguy hiểm đối với sức khoẻ con người.

Ở những thủy vực có nguồn nước thải công nghiệp đổ vào thì thành phần vi sinh vật cũng bị ảnh hưởng theo các hướng khác nhau tùy thuộc vào tính chất của nước thải. Những nguồn nước thải có chứa nhiều axit thường làm tiêu diệt các nhóm vi sinh vật ưa trung tính có trong thủy vực.

Tuy cũng là môi trường nước ngọt nhưng sự phân bố của vi sinh vật ở hồ và sông rất khác nhau. Ở các hồ nghèo dinh dưỡng, tỷ lệ vi khuẩn có khả năng hình thành bào tử thường cao hơn so với nhóm không có bào tử. Ở các tầng hồ khác nhau sự phân bố của vi sinh vật cũng khác nhau. Ở tầng mặt nhiều ánh sáng hơn thường có những nhóm vi sinh vật tự dưỡng quang năng. Dưới đáy hồ giàu chất hữu cơ thường có các nhóm vi khuẩn dị dưỡng phân giải chất hữu cơ. Ở những tầng đáy có sự phân huỷ chất hữu cơ mạnh tiêu thụ nhiều ôxy tạo ra những vùng không có ôxy hoà tan thì chỉ có mặt nhóm kỵ khí bắt buộc không có khả năng tồn tại khi có oxy.

Ở môi trường nước mặn bao gồm hồ nước mặn và biển, sự phân bố của vi sinh vật khác hẳn so với môi trường nước ngọt do nồng độ muối ở những nơi này cao. Tùy thuộc vào thành phần và nồng độ muối, thành phần và số lượng vi sinh vật cũng khác nhau rất nhiều. Tuy nhiên tất cả đều thuộc nhóm ưa mặn ít có mặt ở môi trường nước ngọt. Có những nhóm phát triển được ở những môi trường có nồng độ muối cao gọi là nhóm ưa mặn cực đoan. Nhóm này có mặt ở cả các ruộng muối và các thực phẩm ướp muối. Đại diện của nhóm này là *Halobacterium* có thể sống được ở dung dịch muối bão hoà. Có những nhóm ưa mặn vừa phải sống ở nồng độ muối từ 5 đến 20%, nhóm ưa mặn yếu sống được ở nồng độ dưới 5%. Ngoài ra có những nhóm chịu mặn sống được ở môi trường có nồng độ muối thấp, đồng thời cũng có thể sống ở môi trường nước ngọt.

Các vi sinh vật sống trong môi trường nước mặn nói chung có khả năng sử dụng chất dinh dưỡng có nồng độ rất thấp. Chúng phát triển chậm hơn nhiều so với vi sinh vật đất. Chúng thường bám vào các hạt phù sa để sống. Vi sinh vật ở biển thường thuộc nhóm ưa lạnh, có thể sống được ở nhiệt độ từ 0 đến 4⁰C. Chúng thường có khả năng chịu được áp lực lớn nhất là ở những vùng biển sâu.

Nói chung các nhóm vi sinh vật sống ở các nguồn nước khác nhau rất đa dạng về hình thái cũng như hoạt tính sinh học. Chúng tham gia vào việc chuyển hoá vật chất cũng như các vi sinh vật sống trong môi trường đất. Ở trong môi trường nước cũng có mặt đầy đủ các nhóm tham gia vào các chu trình chuyển hoá các hợp chất cacbon, nitơ và các chất khoáng khác. Mối quan hệ giữa các nhóm với nhau cũng rất phức tạp, cũng có các quan hệ ký sinh, cộng sinh, hỗ sinh, kháng sinh như trong môi trường đất. Có quan điểm cho rằng vi sinh vật sống trong môi trường nước và đất đều có chung một nguồn gốc ban đầu. Do quá trình sống trong những môi trường khác nhau mà chúng có những biến đổi thích nghi. Chỉ cần một tác nhân đột biến cũng có thể biến từ dạng này sang dạng khác do cơ thể và bộ máy di truyền của vi sinh vật rất đơn giản so với những sinh vật bậc cao.

Ngày nay các nguồn nước, ngay cả nước ngầm và nước biển ở những mức độ khác nhau đã bị ô nhiễm do các nguồn chất thải khác nhau. Do đó khu hệ vi sinh vật bị ảnh hưởng rất nhiều và do đó khả năng tự làm sạch các nguồn nước do hoạt động phân giải của vi sinh vật cũng bị ảnh hưởng

3.3. MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ VÀ SỰ PHÂN BỐ CỦA VI SINH VẬT TRONG KHÔNG KHÍ

3.3.1. Môi trường không khí

Môi trường khí không phải là đồng nhất, tùy từng vùng khác nhau, môi trường khí rất khác nhau về thành phần các loại khí. Thí dụ như thành phần oxy, nitơ, CO₂ và các hợp chất bay hơi khác như H₂S, SO₂ v.v... Môi trường khí còn khác nhau về nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng ... Ở những vùng không khí trong lành như vùng núi, tỷ lệ khí O₂ thường cao. Ở những vùng không khí bị ô nhiễm, tỷ lệ các khí độc như H₂S, SO₂, CO₂ ... thường cao, nhất là ở các thành phố và các khu công nghiệp.

3.3.2. Sự phân bố của vi sinh vật trong không khí

Sự phân bố của vi sinh vật trong không khí cũng khác nhau tùy từng vùng. Không khí không phải là môi trường sống của vi sinh vật. Tuy nhiên trong không khí có rất nhiều vi sinh vật tồn tại. Nguồn gốc của những vi sinh vật này là từ đất, từ nước, từ con người, động vật, thực vật, theo gió, theo bụi phát tán đi khắp nơi trong không khí. Một hạt bụi có thể mang theo rất nhiều vi sinh vật, đặc biệt là những vi sinh vật có bào tử có khả năng tồn tại lâu trong không khí. Nếu đó là những vi sinh vật gây bệnh thì đó chính là nguồn gây bệnh có trong không khí. Ví dụ như các vi khuẩn gây bệnh đường hô hấp có thể tồn tại lâu trong không khí. Khi người khỏe hít phải không khí có nhiễm khuẩn đó sẽ có khả năng nhiễm bệnh. Những vi khuẩn gây bệnh thực vật như nấm rỉ sắt có thể theo gió bay đi và lây bệnh cho các cánh đồng ở rất xa nguồn bệnh.

Sự phân bố của vi sinh vật trong môi trường không khí phụ thuộc vào 3 yếu tố sau:

1. Phụ thuộc khí hậu trong năm

Thường vào mùa đông, lượng vi sinh vật hầu như ít nhất so với các mùa khác trong năm. Ngược lại lượng vi sinh vật nhiều nhất vào mùa hè. Có lẽ do độ ẩm không khí, nhiệt độ cao, gió mưa, do các hoạt động khác của thiên nhiên. Theo kết quả nghiên cứu của Omelansku lượng vi sinh vật trong các mùa thay đổi như sau (số lượng trung bình trong 10 năm).

Bảng 3.2. Lượng vi sinh vật trong 1m³ không khí

	Vi khuẩn	Nấm mốc
Mùa đông	4305	1345
Mùa xuân	8080	2275
Mùa hè	9845	2500
Mùa thu	5665	2185

2. Phụ thuộc vùng địa lý

- Lượng vi sinh vật gần khu quốc lộ có nhiều xe qua lại bao giờ cũng nhiều vi sinh vật trong không khí hơn vùng nơi khác.

- Không khí vùng núi và vùng biển bao giờ cũng ít vi sinh vật hơn vùng khác. Đặc biệt trong không khí ngoài biển lượng vi sinh vật rất ít.

- Ngoài ra nó còn phụ thuộc chiều cao lớp không khí. Không khí càng cao so với mặt đất, lượng vi sinh vật càng ít, kết quả nghiên cứu trên bầu trời Matxcova cho thấy:

Bảng 3.3. Lượng vi sinh vật trong một lít không khí

Độ cao (m)	Lượng tế bào
500	2,3
1000	1,5
2000	0,5
5000 - 7000	Lượng vi sinh vật ít hơn 3 - 4 lần

3. Phụ thuộc hoạt động sống của con người

Con người và động vật là một trong những nguyên nhân gây nạn ô nhiễm không khí. Thí dụ như trong giao thông, vận tải, trong chăn nuôi, trong sản xuất công nông nghiệp, do bệnh tật hoặc do các hoạt động khác của con người và động vật mà lượng vi sinh vật tăng hay giảm.

Kết quả thí nghiệm trong một nhà máy bánh mì thấy rằng lượng vi sinh vật/1m³ không khí.

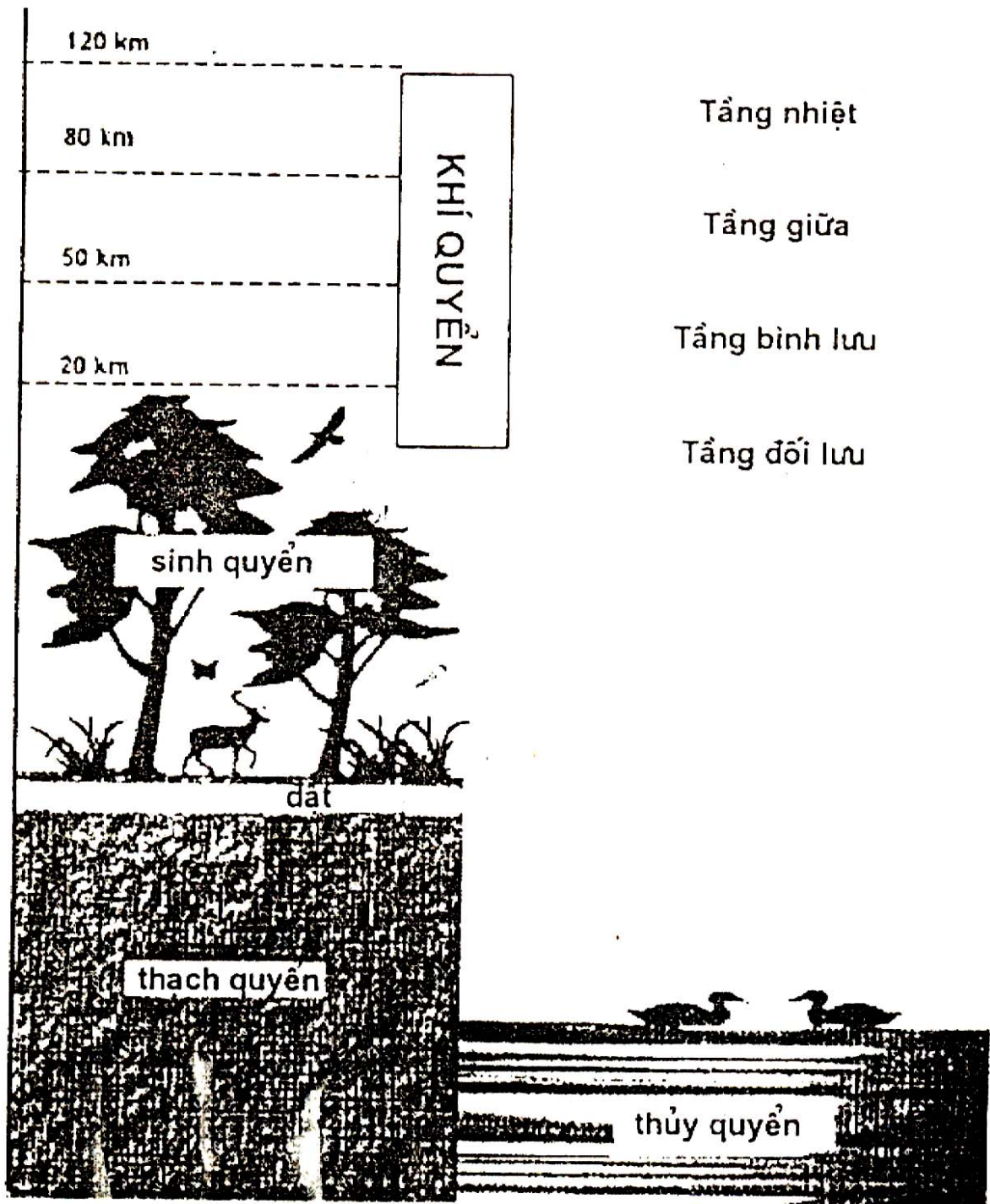
Bảng 3.4.

Phân xưởng	Nấm mốc (th/m ³ kk)	Vi khuẩn (th/m ³ kk)
Bột	4250	2450
Nhào bột	700	360
Lên men	650	810
Nuôi nấm men	410	720
Tạo hình	830	1160
Nướng bánh	750	950
Bảo quản	2370	1410

Kết quả chung cho thấy khu vực SX khác nhau cho thấy lượng vi sinh vật trong không khí khác nhau.

Bảng 3.5. Lượng vi sinh vật/1m³ không khí ở các vùng khác nhau

Nơi chăn nuôi	1.000.000 - 2.000.000
Khu cư xá	20.000
Đường phố	5.000
Công viên trong thành phố	200
Ngoài biển	1 - 2



Hình 3.3. earth (Trái đất): the principal layers and compartments of the earth
(các lớp chính và các quyển của Trái đất)

CHƯƠNG IV

KHẢ NĂNG CHUYỂN HÓA VẬT CHẤT CỦA VI SINH VẬT TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG TỰ NHIÊN

Sự chuyển hoá vật chất liên tục của vi sinh vật trong môi trường tự nhiên chính là yếu tố quyết định của sự tồn tại môi trường sống xung quanh chúng ta. Trong thiên nhiên vật chất luôn luôn chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác tạo thành những vòng tuần hoàn vật chất. Sự sống có được trên hành tinh chúng ta chính nhờ sự luân chuyển đó.

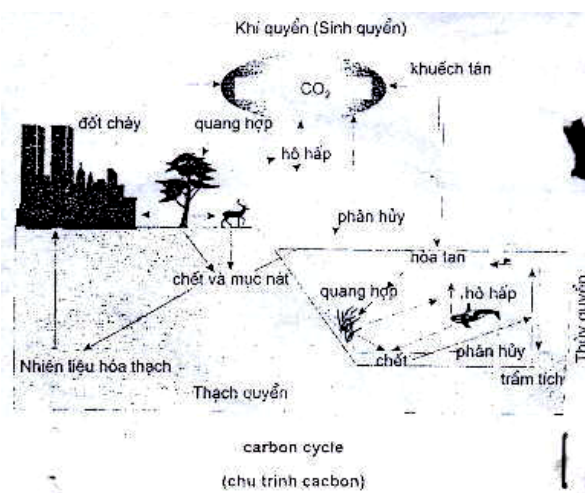
Trong các khâu của các chu trình chuyển hóa vật chất, vi sinh vật đóng vai trò vô cùng quan trọng. Các nhóm vi sinh vật khác nhau tham gia vào các khâu chuyển hoá khác nhau. Nếu như vắng mặt một nhóm nào đó thì toàn bộ quá trình chuyển hoá sẽ bị dừng lại, điều này sẽ ảnh hưởng đến toàn bộ hệ sinh thái vì sự tồn tại của các loài sinh vật trong hệ sinh thái phụ thuộc vào nguồn thức ăn có trong môi trường.

4.1. KHẢ NĂNG CHUYỂN HOÁ CÁC HỢP CHẤT CACBON TRONG MÔI TRƯỜNG TỰ NHIÊN

4.1.1. Vòng tuần hoàn cacbon trong tự nhiên

Carbon cycle chu trình cacbon :

Sự chu chuyển của nguyên tố cacbon giữa cơ thể và môi trường nhờ hoạt động sống của các sinh vật trong hệ sinh thái. Cacbon đioxit (CO_2) trong khí quyển hay trong nước được sinh vật tự dưỡng hấp thụ và biến đổi thành các hợp chất hữu cơ phức tạp như hydrat cacbon, protein, lipid ... thông qua quá trình quang hợp và những phản ứng sinh hoá. Một phần các chất được tạo thành cấu trúc nên cơ thể thực vật.

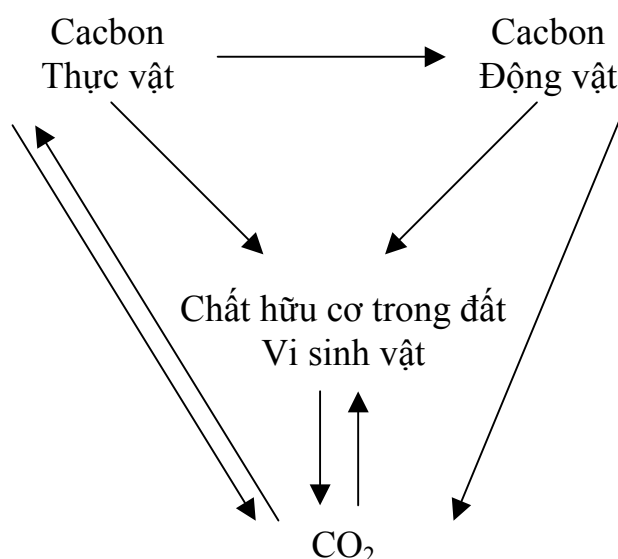


Hình 4.1

Thực vật được động vật hay các sinh vật dị dưỡng sử dụng, sau đó, các chất bài tiết cũng như xác chết của sinh vật bị vi khuẩn phân huỷ đến giai đoạn cuối cùng (giai đoạn kháng hoá) trả lại Cacbon đioxit cho môi trường.

4.1.2. Vai trò của vi sinh vật trong vòng tuần hoàn cacbon

Cacbon trong tự nhiên nằm ở rất nhiều dạng hợp chất khác nhau, từ các hợp chất vô cơ đến các hợp chất hữu cơ. Các dạng này không bất biến mà luôn luôn chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác, khép kín thành một chu trình chuyển hoá hoặc vòng tuần hoàn cacbon trong tự nhiên. Vi sinh vật đóng một vai trò quan trọng trong một số khâu chuyển hoá của vòng tuần hoàn này.



Hình 4.1.2

Các hợp chất cacbon hữu cơ chứa trong động vật, thực vật, vi sinh vật, khi các vi sinh vật này chết đi sẽ để lại một lượng chất hữu cơ không lồ trong đất. Nhờ hoạt động của các nhóm vi sinh vật dị dưỡng cacbon sống trong đất, các chất hữu cơ này dần dần bị phân huỷ tạo thành CO_2 . CO_2 được thực vật và vi sinh vật sử dụng trong quá trình quang hợp lại biến thành các hợp chất cacbon hữu cơ của cơ thể thực vật. Động vật và con người sử dụng cacbon hữu cơ của thực vật biến thành cacbon hữu cơ của động vật và người. Người, động vật, thực vật đều thải ra CO_2 trong quá trình sống, đồng thời khi chết đi để lại trong đất một lượng chất hữu cơ, vi sinh vật lại bị phân huỷ

nó. Cứ thế trong tự nhiên các dạng hợp chất cacbon được chuyển hoá liên tục. Dưới đây ta xét đến các quá trình chuyển hoá chính mà vi sinh vật tham gia.

4.1.3 Sự phân giải một số các hợp chất cacbon do vi sinh vật

1. Sự phân giải xenluloza

a.. Xenluloza trong tự nhiên

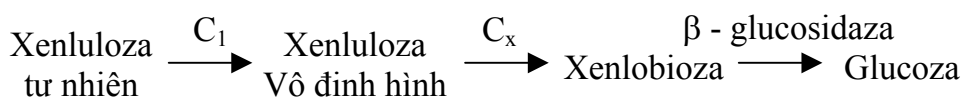
Xenluloza là thành phần chủ yếu của màng tế bào thực vật. Ở cây bông, xenluloza chiếm tới 90% trọng lượng khô, ở các loại cây gỗ nói chung xenluloza chiếm 40 - 50%. Hàng ngày, hàng giờ, một lượng lớn xenluloza được tích lũy lại trong đất do các sản phẩm tổng hợp của thực vật thải ra, cây cối chết đi, cành lá rụng xuống. Một phần không nhỏ do con người thải ra dưới dạng rác rưởi, giấy vụn, phoi bào, mùn cưa v.v.... Nếu không có quá trình phân giải của vi sinh vật thì lượng chất hữu cơ khổng lồ này sẽ tràn ngập trái đất.

Xenluloza có cấu tạo dạng sợi, có cấu trúc phân tử là 1 polimer mạch thẳng, mỗi đơn vị là một disaccarit gọi là xenlobioza. Xenlobioza có cấu trúc từ 2 phân tử D - glucoza. Cấu trúc bậc 2 và bậc 3 rất phức tạp thành cấu trúc dạng lớp gắn với nhau bằng lực liên kết hydro. Lực liên kết hydro trùng hợp nhiều lần nên rất bền vững, bởi vậy xenluloza là hợp chất khó phân giải. Dịch tiêu hoá của người và động vật không thể tiêu hoá được chúng. Động vật nhai lại tiêu hoá được xenluloza là nhờ khu hệ vi sinh vật sống trong dạ dày cỏ.

b. Cơ chế của quá trình phân giải xenluloza nhờ vi sinh vật

Xenluloza là một cơ chất không hoà tan, khó phân giải. Bởi vậy vi sinh vật phân huỷ xenluloza phải có một hệ enzym gọi là hệ enzym xenlulaza bao gồm 4 enzym khác nhau. Enzym C_1 có tác dụng cắt đứt liên kết hydro, biến dạng xenluloza tự nhiên có cấu hình không gian thành dạng xenluloza vô định hình, enzym này gọi là xenlobiohydrolaza.

Enzym thứ hai là Endoglucanaza có khả năng cắt đứt các liên kết β - 1,4 bên trong phân tử tạo thành những chuỗi dài. Enzym thứ 3 là Exo - gluconaza tiến hành phân giải các chuỗi trên thành disaccarit gọi là xenlobioza. Cả hai loại enzym Endo và Exo - gluconaza được gọi là C_x . Enzym thứ 4 là β - glucosidaza tiến hành thủy phân xenlobioza thành glucoza.



c. Vi sinh vật phân huỷ xenluloza

Trong thiên nhiên có nhiều nhóm vi sinh vật có khả năng phân huỷ xenluloza nhờ có hệ enzym xenluloza ngoại bào. Trong đó vi nấm là nhóm có khả năng phân giải mạnh vì nó tiết ra môi trường một lượng lớn enzym đầy đủ các thành phần. Các nấm mốc có hoạt tính phân giải xenluloza đáng chú ý là *Tricoderma*. Hầu hết các loài thuộc chi *Tricoderma* sống hoạt sinh trong đất và đều có khả năng phân huỷ xenluloza. Chúng tiến hành phân huỷ các tàn dư của thực vật để lại trong đất, góp phần chuyển hoá một lượng chất hữu cơ khổng lồ. *Tricoderma* còn sống trên tre, nứa, gỗ tạo thành lớp mốc màu xanh phá huỷ các vật liệu trên. Trong nhóm vi nấm ngoài *Tricoderma* còn có nhiều giống khác có khả năng phân giải xenluloza như *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor* ...

Nhiều loài vi khuẩn cũng có khả năng phân huỷ xenluloza, tuy nhiên cường độ không mạnh bằng vi nấm. Nguyên nhân là do số lượng enzym tiết ra môi trường của vi khuẩn thường nhỏ hơn, thành phần các loại enzym không đầy đủ. Thường ở trong đất có ít loài vi khuẩn có khả năng tiết ra đầy đủ 4 loại enzym, trong hệ enzym xenlulaza. Nhóm này tiết ra một loại enzym trong hệ enzym xenlulaza. Nhóm này tiết ra một loại enzym, nhóm khác tiết ra các loại khác, chúng phối hợp với nhau để phân giải cơ chất trong mối quan hệ hỗ sinh.

Nhóm vi khuẩn hiếu khí bao gồm *Pseudomonas*, *Xenllulomonas*, *Achromobacter*.

Nhóm vi khuẩn kỵ khí bao gồm *Clostridium* và đặc biệt là nhóm vi khuẩn sống trong dạ cỏ của động vật nhai lại. Chính nhờ nhóm vi khuẩn này mà trâu bò có thể sử dụng được xenluloza có trong cỏ, rơm rạ làm thức ăn. Đó là những cầu khuẩn thuộc chi *Ruminococcus* có khả năng phân huỷ xenluloza thành đường và các axit hữu cơ.

Ngoài vi nấm và vi khuẩn, xạ khuẩn và niêm vi khuẩn cũng có khả năng phân huỷ xenluloza. Người ta thường sử dụng xạ khuẩn đặc biệt là chi *Streptomyces* trong

việc phân huỷ rác thải sinh hoạt. Những xạ khuẩn này thường thuộc nhóm ưa nóng, sinh trưởng, phát triển tốt nhất ở nhiệt độ 45 - 50°C rất thích hợp với quá trình ủ rác thải.

2. Sự phân giải tinh bột

a. Tinh bột trong tự nhiên

Tinh bột là chất dự trữ chủ yếu là của thực vật, bởi vậy nó chiếm một tỉ lệ lớn trong thực vật, đặc biệt là trong những cây có củ. Trong tế bào thực vật, nó tồn tại ở dạng các hạt tinh bột. Khi thực vật chết đi, tàn dư thực vật tích lũy ở trong đất một lượng lớn tinh bột. Nhóm vi sinh vật phân huỷ tinh bột sống đất sẽ tiến hành phân huỷ chất hữu cơ này thành những hợp chất đơn giản, chủ yếu là đường và axit hữu cơ.

Tinh bột gồm 2 thành phần amilo và amilopectin. Amilo là những chuỗi không phân nhánh bao gồm hàng trăm đơn vị glucoza liên kết với nhau bằng dây nối 1,4 glucozit. Amilopectin là các chuỗi phân nhánh; các đơn vị glucoza liên kết với nhau bằng dây nối 1,4 và 1,6 glucozit (liên kết 1,6 glucozit tại những chỗ phân nhánh). Amilopectin chính là dạng liên kết của các amilo thường chiếm 10 - 30%, amilopectin chiếm 30 - 70%. Đặc biệt có một số dạng tinh bột ở một vài loại cây chỉ chứa một trong hai thành phần amilo hoặc amilopectin.

b. Cơ chế của quá trình phân giải tinh bột nhờ vi sinh vật

Vi sinh vật phân giải tinh bột có khả năng tiết ra môi trường hệ enzym amilaza bao gồm 4 enzym:

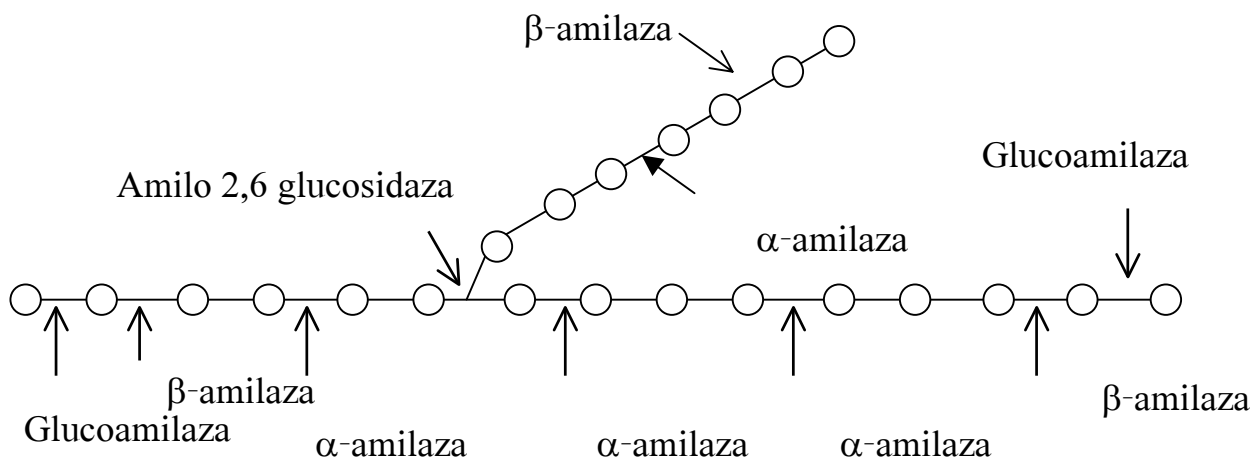
* α - amilaza có khả năng tác động vào bất kỳ mối liên kết 1,4 glucozit nào trong phân tử tinh bột. Bởi thế α - amilaza còn được gọi là endoamilaza. Dưới tác động của α - amilaza phân tử tinh bột được cắt thành nhiều đoạn ngắn gọi là sự dịch hoá tinh bột. Sản phẩm của sự dịch hoá thường là các đường 3 cacbon gọi là Mantotriosa.

* β - amilaza chỉ có khả năng cắt đứt mối liên kết 1,4 glucozit ở cuối phân tử tinh bột bởi thế còn gọi là exoamilaza. Sản phẩm của β - amilaza thường là đường disaccarit matoza.

* Amilo 1,6 glucosidaza có khả năng cắt đứt mối liên kết 1,6 glucosit tại những chỗ phân nhánh của amilopectin.

* Glucoamilaza phân giải tinh bột thành glucoza và các oligosaccarit. Enzym này có khả năng phân cắt cả hai loại liên kết 1,4 và 1,6 glucozit.

Dưới tác động của 4 loại enzym trên, phân tử tinh bột được phân giải thành đường glucoza.



c. Vi sinh vật phân giải tinh bột

Trong đất có nhiều loại vi sinh vật có khả năng phân giải tinh bột. Một số vi sinh vật có khả năng tiết ra môi trường đầy đủ các loại enzym trong hệ enzym amilaza. Ví dụ như một số vi nấm bao gồm một số loài trong các chi *Aspergillus*, *Fusarius*, *Rhizopus* ... Trong nhóm vi khuẩn có một số loài thuộc chi *Bacillus*, *Cytophaga*, *Pseudomonas* ... Xạ khuẩn cũng có một số chi có khả năng phân huỷ tinh bột.

Đa số các vi sinh vật không có khả năng tiết đầy đủ hệ enzym amilaza phân huỷ tinh bột. Chúng chỉ có thể tiết ra môi trường một hoặc một vài men trong hệ đó. Ví dụ như các loài *Aspergillus candidus*, *A.niger*, *A.oryzae*, *Bacillus subtilis*, *B. mesenterices*, *Clostridium pasteurianum*, *C. butiricum* ... chỉ có khả năng tiết ra môi trường một loại enzym α - amilaza. Các loài *Aspergillus oryzae*, *Clostridium acetobutlicum* ... chỉ tiết ra môi trường β - amilaza. Một số loài khác chỉ có khả năng tiết ra môi trường enzym glucoamilaza. Các nhóm này cộng tác với nhau trong quá trình phân huỷ tinh bột thành đường.

Trong sản xuất người ta thường sử dụng các nhóm vi sinh vật có khả năng phân huỷ tinh bột. Ví dụ như các loại nấm mốc thường được dùng ở giai đoạn đầu của quá trình làm rượu, tức là giai đoạn thủy phân tinh bột thành đường. Trong chế biến rác

thải hữu cơ người ta cũng sử dụng những chủng vi sinh vật có khả năng phân huỷ tinh bột để phân huỷ tinh bột có trong thành phần rác hữu cơ.

3. Sự phân giải đường đơn

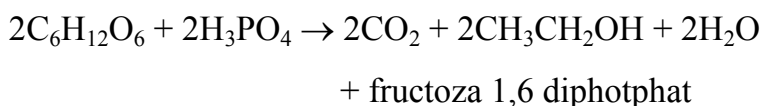
Ở phần trên chúng ta thấy kết quả của quá trình phân giải xenluloza và tinh bột đều tạo thành đường đơn (đường 6 cacbon). Đường đơn tích lũy lại trong đất sẽ được tiếp tục phân giải các nhóm vi sinh vật phân giải đường. Có hai nhóm vi sinh vật phân giải đường: nhóm háo khí và nhóm lên men.

A. Sự phân giải đường nhờ các quá trình lên men

Sản phẩm của sự phân giải đường nhờ các quá trình lên men là những chất hữu cơ chưa được oxy hoá triệt để. Dựa vào các sản phẩm sinh ra người ta đặt tên cho các quá trình đó:

1. Quá trình lên men etylic

Quá trình lên men etylic còn được gọi là quá trình lên men rượu. Sản phẩm của quá trình là rượu etylic và CO₂. Dưới tác dụng của một hệ thống enzym sinh ra bởi vi sinh vật, glucoza được chuyển hoá theo con đường Embden - Mayerhof để tạo thành pyruvat. Pyruvat dưới tác dụng của men piruvat decacboxylaza và tiamin pirophotphat sẽ khử cacboxyl tạo thành axetaldehyt. Axetaldehyt sẽ bị khử thành rượu etylic. Đó chính là cơ chế của quá trình lên men rượu, quá trình này ngoài tác dụng của hệ thống enzym do vi sinh vật tiết ra còn đòi hỏi sự tham gia của photphat vô cơ.



Đó là kiểu lên men rượu bình thường. Khi có mặt của NaHCO₃ hay Na₂HPO₄ quá trình lên men sẽ sinh ra một sản phẩm khác là Glyxerin đồng thời hạn chế sự sịn ra rượu etylic.

Nhiều loài vi sinh vật có khả năng lên men rượu, trong đó mạnh nhất là có ý nghĩa kinh tế nhất là nấm men *Saccharomyces cerevisiae*. Người ta thường ứng dụng quá trình lên men rượu để sản xuất rượu, bia nước giải khát lên men. Khi sử dụng nguồn tinh bột để chế tạo rượu thì người ta phải tiến hành 2 bước, bước 1 là quá trình phân huỷ tinh bột thành đường thường dùng các loài nấm mốc phân huỷ tinh bột. Bước 2 mới là quá trình lên men đường thành rượu thường sử dụng nấm men. Để rút ngắn và đơn giản hoá quá trình, một số nhà nghiên cứu đang tiến hành ghép gen phân

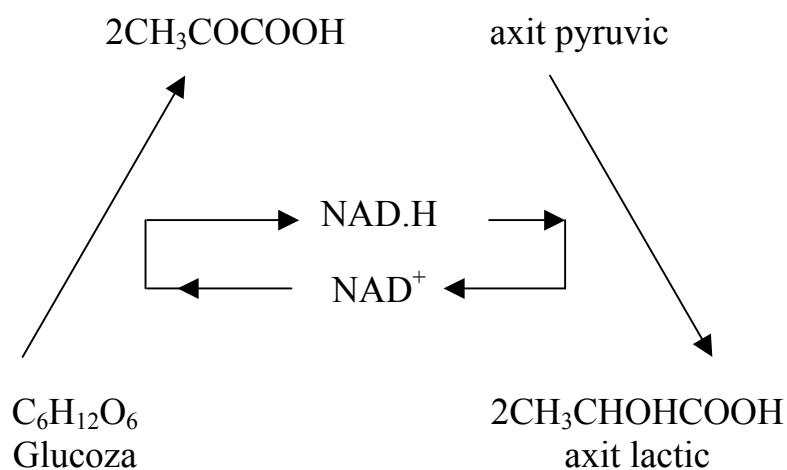
huỷ tinh bột ở một loài nấm mốc có khả năng phân huỷ tinh bột vào *Saccharomyces serevisiae*.

Quá trình lên men rượu còn được sử dụng trong công nghiệp làm bánh mỳ, CO₂ sinh ra trong quá trình lên men có tác dụng làm nở bột mỳ. Các nấm men có khả năng lên men rượu còn được dùng trong việc ủ men thức ăn. Thức ăn gia súc được ủ men có hương vị thơm ngon kích thích tiêu hoá của gia súc.

2. Quá trình lên men Lactic

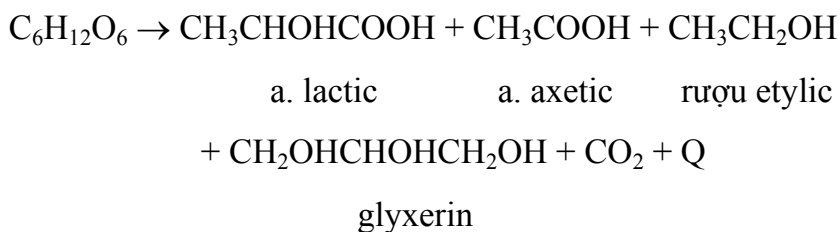
Quá trình phân giải glucoza thành axit lactic được gọi là quá trình lên men lactic. Có 2 loại lên men lactic đồng hình và lên men lactic dị hình.

Ở sự lên men lactic đồng hình glucoza bị phân giải theo con đường Embden - Mayerhof tạo thành axit pyruvic, axit pyruvic khử thành axit lactic.



Quá trình lên men lactic đồng hình được thực hiện bởi nhóm vi khuẩn *Lactobacterium* và *Streptococcus*.

Ở sự lên men lactic dị hình glucoza bị phân giải theo con đường pentozophotphat. Sản phẩm của quá trình lên men ngoài axit lactic còn có rượu etylic, axit axetic và glyxerin.



Vi khuẩn lactic thường đòi hỏi nhiều loại chất sinh trưởng, chúng khó có thể phát triển trên môi trường tổng hợp mà chỉ có thể sống trên môi trường có các chất hữu cơ như nước chiết nấm men, sữa, máu v.v... Chúng thường phân bố trên thực vật hoặc xác thực vật, trong sữa, các sản phẩm của sữa, trong ruột người và động vật.

Quá trình lên men lactic được ứng dụng để chế tạo axit lactic, muối rau quả, chế biến sữa chua v.v... Rau quả được muối, sữa biến thành sữa chua sau quá trình lên men lactic đều có tác dụng tiêu hoá rất tốt. Việc ủ chua thức ăn gia súc cũng dựa trên sự lên men lactic.

Trong quá trình muối dưa, áp suất thẩm thấu do muối tạo ra sẽ làm cho chất dịch bên trong tế bào rau đi ra ngoài. Vi khuẩn lactic có sẵn trong không khí sử dụng dịch tế bào đó để sống, lúc đầu cũng có cả những vi khuẩn hoại sinh khác, sau đó do axit lactic sinh ra làm hạ pH, ức chế các vi khuẩn khác. Đến một pH nhất định vi khuẩn lactic cũng bị ức chế, lúc đó sẽ xuất hiện váng dưa là một loại nấm men chịu pH thấp. Nấm men này phân huỷ axit lactic thành CO_2 và H_2O làm cho dưa giảm độ chua, các loại vi khuẩn hoại sinh do pH lên cao lại phát triển trở lại làm cho dưa bị khú.

Ngoài các quá trình lên men rượu, lên men lactic nói trên, trong thiên nhiên còn có nhiều nhóm vi sinh vật tiến hành phân giải đường nhờ các quá trình lên men khác. Ví dụ như sự lên men propionic, sản phẩm của quá trình là axit propionic, sự lên men fomic, lên men butiric, lên men metan ... sản phẩm của quá trình là axit fomic, rượu butiric, khí metan ... các nhóm vi khuẩn trên đều phân bố rộng rãi trong đất và tiến hành phân giải đường đơn thành các sản phẩm khác nhau. Đó là sự phân giải đường nhờ các quá trình lên men.

B. Sự phân giải đường nhờ các quá trình oxy hoá

Ngoài các quá trình lên men, trong thiên nhiên còn có các nhóm vi sinh vật có khả năng phân giải đường bằng con đường oxy hoá.

Đó là các nhóm vi sinh vật hiếu khí có khả năng phân huỷ triệt để đường glucoza thành CO_2 và H_2O qua chu trình Crebs (đọc giáo trình sinh hoá học). Sản phẩm của các quá trình hiếu khí không phải là các chất hữu cơ như ở các quá trình lên men mà là CO_2 và H_2O .

Như vậy nhờ các nhóm vi sinh vật khác nhau mà đường glucoza được sinh ra trong sự phân giải xenluloza và tinh bột lại được phân giải tiếp tục. Các sản phẩm của

quá trình phân giải đường do lên men cũng được tiếp tục phân giải. Ví dụ như rượu etylic là sản phẩm của quá trình lên men rượu sẽ được nhóm vi khuẩn axetic chuyển hoá thành axit axetic, đó chính là cơ chế của quá trình sản xuất dấm ăn v.v...

Các hợp chất cacbon hữu cơ trong đất được các nhóm vi sinh vật khác nhau phân huỷ cuối cùng thành CO_2 và H_2O . CO_2 và H_2O lại được nhóm vi khuẩn dinh dưỡng quang năng và thực vật đồng hoá thành chất hữu cơ, khép kín vòng tuần hoàn cacbon, nếu như không có sự hoạt động của các nhóm vi sinh vật trong đất thì vòng tuần hoàn cacbon không thể khép kín, các chất hữu cơ không được phân huỷ và lúc đó tai họa sinh thái sẽ xảy ra dẫn đến sự khủng hoảng sinh cầu, sự sống trên trái đất sẽ không thể tiếp diễn.

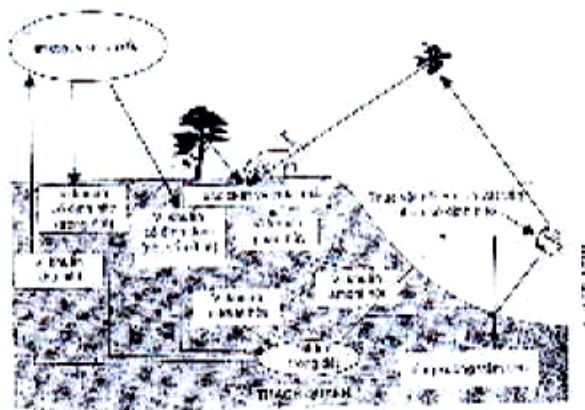
4. Sự cố định CO_2

Là quá trình quang hợp của cây xanh và vi sinh vật tự dưỡng quang năng. Quá trình này chuyển hoá CO_2 thành chất hữu cơ - sản phẩm của quá trình quang hợp.

Tóm lại, các nhóm vi sinh vật tham gia trong quá trình chuyển hoá các hợp chất cacbon đã góp phần khép kín vòng tuần hoàn vật chất, giữ mối cân bằng vật chất trong thiên nhiên. Từ đó giữ được sự cân bằng sinh thái trong các môi trường tự nhiên. Sự phân bố rộng rãi của các nhóm vi sinh vật chuyển hoá các hợp chất cacbon còn góp phần làm sạch môi trường, khi môi trường bị ô nhiễm các hợp chất hữu cơ chứa cacbon. Người ta sử dụng những nhóm vi sinh vật này trong việc xử lý chất thải có chứa các hợp chất cacbon hữu cơ như xenluloza, tinh bột v.v...

4.2. KHẢ NĂNG CHUYỂN HOÁ CÁC HỢP CHẤT NITƠ TRONG MÔI TRƯỜNG TỰ NHIÊN CỦA VI SINH VẬT

4.2.1. Vòng tuần hoàn nitơ trong tự nhiên

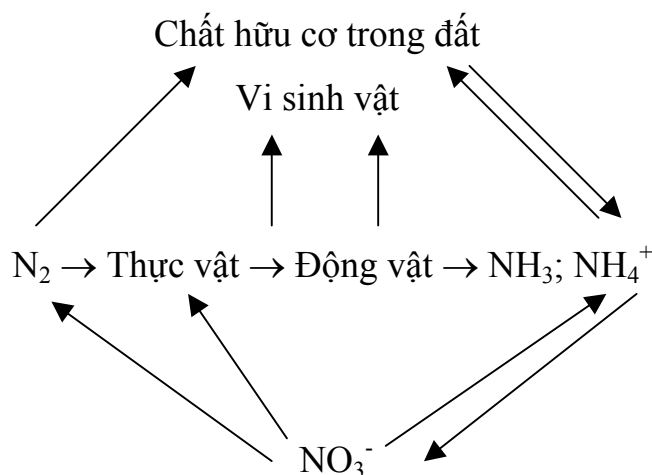


Hình 4.2.1 Nitrogen cycle Chu trình nitơ

Nitrogen cycle chu trình nitơ sự tuần hoàn của nitơ giữa các sinh vật và môi trường. Nitơ dạng khí trong khí quyển chỉ được sử dụng trực tiếp bởi một số vi sinh vật (clostridium) và một số tảo lam (nostoc). Chúng biến đổi nitơ thành dạng amon, nitrit và nitrat, những chất này sau đó được giải phóng vào đất bởi các quá trình bài tiết và phân giải. Có một cách khác để nitơ khí quyển được cố định là nhờ các tia lửa điện của sấm sét. Phần lớn thực vật chỉ có thể sử dụng nitơ dưới dạng nitrat, trừ một số thực vật cộng sinh với vi khuẩn nốt sần Rhizobium hoặc các sinh vật khác tạo nốt sần của rễ. Khi thực vật và động vật chết thì nitơ hữu cơ trong chúng biến đổi trở lại thành dạng nitrat trong quá trình gọi là nitrat hoá. Một phần nitrat này được thực vật hấp thụ, còn một phần bị mất do quá trình khử nitrit và quá trình rửa trôi. Sự tăng cường sử dụng phân bón trong nông nghiệp (nitrat amon) hiện nay trở thành một nhân tố quan trọng trong chu trình nitơ .x.nitrogen fixation.

4.2.2. Vai trò của vi sinh vật trong vòng tuần hoàn Nitơ

Trong các môi trường tự nhiên, nitơ tồn tại ở các dạng khác nhau, từ nitơ phân tử ở dạng khí cho đến các hợp chất hữu cơ phức tạp có trong cơ thể động, thực vật và con người. Trong cơ thể sinh vật, nitơ tồn tại chủ yếu dưới dạng các hợp chất đạm hữu cơ như protein, axit amin. Khi cơ thể sinh vật chết đi, lượng nitơ hữu cơ này tồn tại ở trong đất. Dưới tác dụng của các nhóm vi sinh vật hoại sinh, protein được phân giải thành các axit amin. Các axit amin lại được một nhóm vi sinh vật phân giải thành NH_3 hoặc NH_4^+ gọi là nhóm vi khuẩn amôn hoá. Quá trình này còn gọi là sự khoáng hoá chất hữu cơ vì qua đó nitơ hữu cơ được chuyển thành dạng nitơ khoáng. Dạng NH_4^+ sẽ được chuyển hoá thành dạng NO_3^- nhờ nhóm vi khuẩn nitrat hoá. Các hợp chất nitrat lại được chuyển hoá thành dạng nitơ phân tử, quá trình này gọi là sự phản nitrat hoá được thực hiện bởi nhóm vi khuẩn phản nitrat. Khí nitơ sẽ được cố định lại trong tế bào vi khuẩn và tế bào thực vật sau đó chuyển hoá thành dạng nitơ hữu cơ nhờ nhóm vi khuẩn cố định nitơ. Như vậy, vòng tuần hoàn nitơ được khép kín. Trong hầu hết các khâu chuyển hoá của vòng tuần hoàn đều có sự tham gia của các nhóm vi sinh vật khác nhau. Nếu sự hoạt động của một nhóm nào đó ngừng lại, toàn bộ sự chuyển hoá của vòng tuần hoàn cũng sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng.



Hình 4.2.2

4.2.3. Quá trình amôn hoá

Trong thiên nhiên tồn tại nhiều dạng hợp chất nitơ hữu cơ như protein, axit amin, axit nucleic, urê ... Các hợp chất này đi vào đất từ nguồn xác động, thực vật, các loại phân chuồng, phân xanh, rác rưởi. Thực vật không thể đồng hoá được dạng nitơ hữu cơ phức tạp như trên, nó chỉ có thể sử dụng được sau quá trình amôn hoá. Qua quá trình amôn hoá, các dạng nitơ hữu cơ được chuyển hoá thành dạng NH_4^+ hoặc NH_3 .

4.2.3.1. Sự amôn hoá urê

Urê có trong thành phần nước tiểu của người và động vật, chiếm khoảng 2,2% nước tiểu. Urê chứa tới 46,6% nitơ, vì thế nó là một nguồn dinh dưỡng đậm tốt với cây trồng. Tuy nhiên, thực vật không thể đồng hoá trực tiếp Urê mà phải qua quá trình amôn hoá. Quá trình amôn hoá Urê chia ra làm 2 giai đoạn, giai đoạn đầu dưới tác dụng của enzym ureaza tiết ra bởi các vi sinh vật Urê sẽ bị thủy phân tạo thành muối cacbonat amoni, giai đoạn 2 cacbonat amoni chuyển hoá thành NH_3 , CO_2 và H_2O :

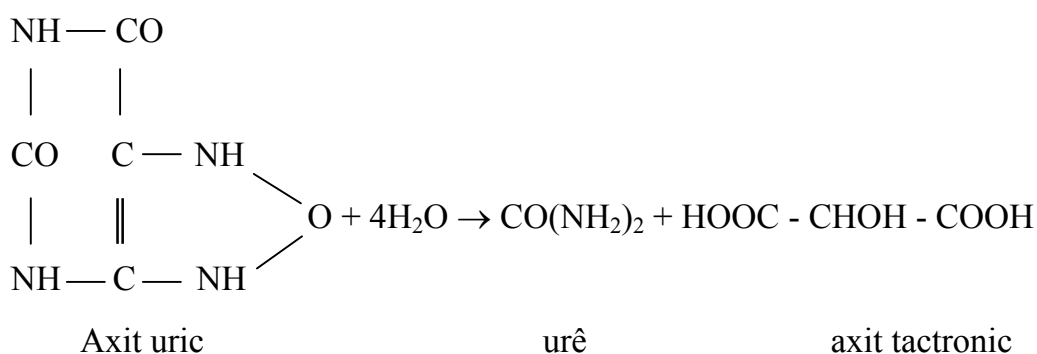


Urê

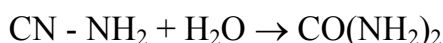
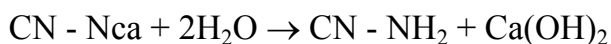


Cacbonat amoni

Trong nước tiểu còn có axit uric, tồn tại trong đất một thời gian axit uric sẽ bị phân giải thành urê và axit tactronic. Sau đó urê sẽ tiếp tục bị phân giải thành NH_3 .



Nhóm vi sinh vật phân giải Urê và axit uric còn có khả năng amôn hoá cyanamid canxi là một loại phân bón hoá học. Chất này sau khi đi vào đất cũng bị chuyển hoá thành Urê rồi sau đó qua quá trình amôn hoá được chuyển thành NH_3 :



Nhiều loài vi khuẩn có khả năng amôn hoá Urê, chúng đều tiết ra enzym ureaza. Trong đó có một số loài có hoạt tính phân giải cao như *Planosarcina ureae*, *Micrococcus ureae*, *Bacillus amylovorum*, *Proteus vulgaris* ...

Một số loài vi khuẩn có khả năng amôn hoá Urê. Đa số vi sinh vật phân giải Urê thuộc nhóm hiếu khí hoặc kỵ khí không bắt buộc, chúng ưa pH trung tính hoặc hơi kiềm. Bởi vậy khi sử dụng Urê làm phân bón người ta thường kết hợp với bón vôi hoặc tro, đồng thời xới xáo làm thoáng đất.

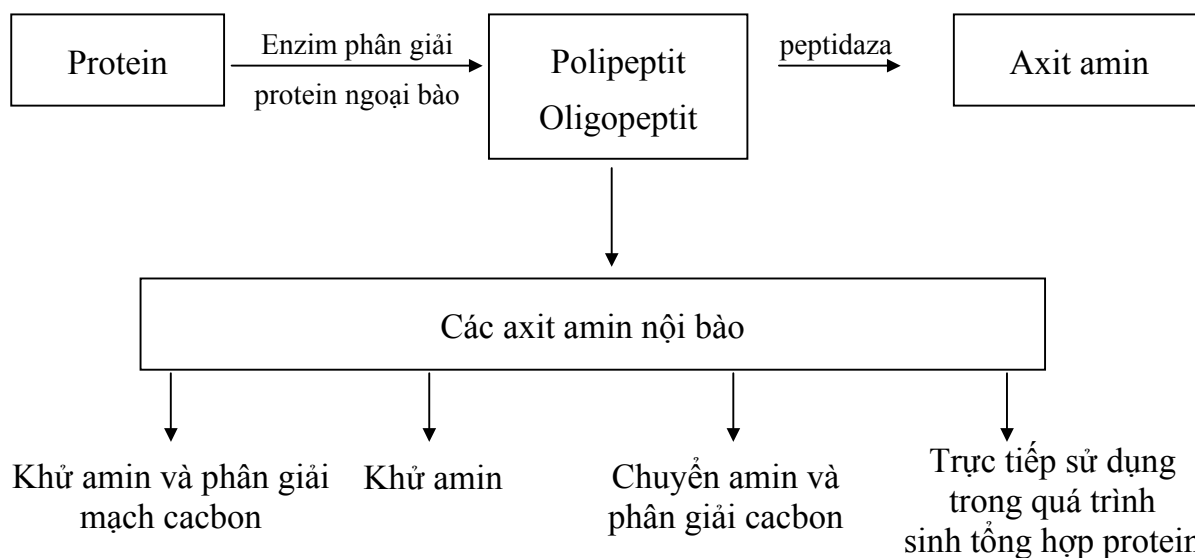
4.2.3.2. Sự amôn hoá protein

Khác với lên men, cơ chất của quá trình thối rữa là protein. Protein là một trong những thành phần quan trọng của xác động vật, thực vật và vi sinh vật. Protein thường chứa khoảng 15,0 - 17,6% nitơ (tính theo chất khô). Nếu như tổng lượng cacbon trong cơ thể các sinh vật sống trên mặt đất là vào khoảng 700 tỉ tấn thì tổng lượng nitơ ít ra cũng tới 10 - 25 tỉ tấn. Trong lớp đất sâu 30 cm bao quanh Trái Đất người ta còn thấy thường xuyên có khoảng 3 - 7,5 tỉ tấn nitơ mà phần lớn là tồn tại trong các hợp chất hữu cơ chứa nitơ. Sự phân giải các hợp chất hữu cơ chứa nitơ có ý nghĩa rất lớn đối với nông nghiệp và đối với vòng tuần hoàn vật chất trong tự nhiên. Người ta còn gọi là quá trình phân giải này là quá trình amôn hoá.

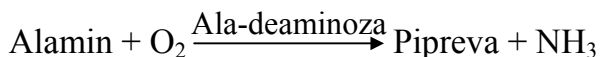
Muốn phân giải protein, cũng giống như đối với các hợp chất cao phân tử khác, đầu tiên vi sinh vật phải tiết ra các enzym phân giải protein ngoại bào và làm chuyển

hoá protein thành các hợp chất có phân tử nhỏ hơn (các polipeptit và các oligopeptit). Các chất này hoặc tiếp xúc được phân huỷ thành axit amin nhờ các peptidaza ngoại bào, hoặc được xâm nhập ngay vào tế bào vi sinh vật sau đó mới chuyển hoá thành axit amin. Một phần các axit amin này được vi sinh vật sử dụng trong quá trình tổng hợp protein của chúng, một phần khác được tiếp tục phân giải theo những con đường khác nhau để sinh NH_3 , CO_2 và nhiều sản phẩm trung gian khác.

Những vi sinh vật không có khả năng sinh ra các enzym phân giải protein ngoại bào rõ ràng là không có khả năng đồng hoá được các loại protein thiên nhiên. Chúng chỉ có thể sử dụng được các sản phẩm thuỷ phân của protein (polipeptit, oligopeptit, axit amin)



+ Một số axit amin bị deamin hoá bởi VSV nhờ enzym deaminaza, 1 số phản ứng, một trong những sản phẩm cuối cùng là amôn, ví dụ:



Đối với các axit amin có vòng như Triptophan, khi phân giải sẽ tạo thành các hợp chất có mùi thối như Indo và Scaton. Khi phân giải các axit amin chứa S như Metionin, Xistin, vi sinh vật giải phóng ra H_2S , chất này độc đối với cây trồng. Một số hợp chất amin sinh ra trong quá trình amôn hoá có tác dụng độc đối với người và động vật. Ví dụ như histamin, acmatin ... đó chính là nguyên nhân bị nhiễm độc khi ăn thịt cá thiu thối hoặc thịt hộp để quá lâu (ô nhiễm thực phẩm).

Tỷ lệ C : N trong đất rất quan trọng đối với nhóm vi sinh vật phân huỷ protein. Nếu như tỷ lệ này quá cao, trong đất quá ít đạm vi sinh vật sẽ tranh chấp thức ăn đạm đối với cây trồng, chúng phân huỷ được bao nhiêu là hấp thụ hết vào tế bào.

Nếu tỷ lệ C : N quá thấp, đạm dư thừa, quá trình phân huỷ sẽ chậm lại, cây trồng không có đạm khoáng mà hấp thụ. Nhiều công trình nghiên cứu đã rút ra tỷ lệ C:N bằng 20 là thích hợp nhất cho quá trình amôn hoá protein, có lợi nhất đối với cây trồng.

Nhiều vi sinh vật có khả năng amôn hoá protein. Trong nhóm vi khuẩn có *Bacillus mycoides*, *Bacillus mesentericus*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium sporogenes* ... Xạ khuẩn có *Streptomyces rimosus*, *Streptomyces griseus* ... Vi nấm có *Aspergillus oryzae*, *A. flavus*, *A. niger*, *Penicillium camemberti* v.v....

Ngoài protein và ure, nhiều loài vi sinh vật có khả năng amôn hoá kitin là một hợp chất cacbon chứa gốc amin. Kitin là thành phần của vỏ nhiều loại côn trùng, giáp xác. Hàng năm kitin được tích lũy lại trong đất với một lượng không nhỏ. Nhóm vi sinh vật phân huỷ kitin có khả năng tiết enzym kitinaza và kitobiaza phân huỷ phân tử kitin thành các gốc đơn phân tử, sau đó gốc amin được amôn hoá tạo thành NH_3 .



Hình 4.2.3 Nhóm vi khuẩn amôn hoá prôtit

Bảng: Vi sinh vật gây thối

Nhóm vi sinh vật	Dạng phân huỷ	Kiểu gây thối	
		Kị khí (Yếm khí)	Hiếu khí
Nhóm các vi sinh vật có enzym đơn	Phân huỷ protein	Bacillus putrificus Bacillus histolyticus Bacillus coligenes	Bacillus pyocyaneum Bacillus mensentericus
	Phân huỷ peptit	Bacillus Ventriculosus Bacillus orbiculus	
	Phân huỷ axit amin		Bacillus faccalis Algaligenes Proteus zenkirii
Nhóm vi sinh vật có enzym hỗn hợp	Phân huỷ protein	B. perfrigenes B. sporogenes	Streptococcus Straphylococcus Proteus vulgaris
	Phân huỷ peptit	B. bifidus B. acidophilus B. butyricus	
	Phân huỷ axit amin		B. lactic aerogen B. aminophilus B. coligenes

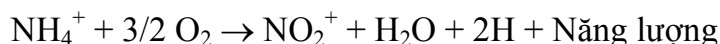
4.2.4. Quá trình nitrat hoá

Sau quá trình amôn hoá, NH_3 được hình thành một phần được cây trồng hấp thụ, một phần phản ứng với các anion trong đất tạo thành các muối amôn. Một phần các muối amôn cũng được cây trồng và vi sinh vật hấp thụ. Phần còn lại được oxy hoá thành dạng nitrat gọi là quá trình nitrat hoá. Trước kia người ta cho rằng quá trình nitrat hoá là một quá trình hoá học thuần túy. Sau này người ta mới tìm ra bản chất vi sinh vật học của nó. Nhóm vi sinh vật tiến hành quá trình này gọi chung là nhóm vi khuẩn nitrat hoá bao gồm hai nhóm tiến hành 2 giai đoạn của quá trình. Giai đoạn oxy

hoá NH_4^+ thành NO_2^- gọi là giai đoạn nitrat hoá, giai đoạn oxy hoá NO_2^- thành NO_3^- gọi là giai đoạn nitrat hoá.

4.2.4.1. Giai đoạn nitrit hoá

Quá trình oxy hoá NH_4^+ tạo thành NO_2^+ được tiến hành bởi nhóm vi khuẩn nitrit hoá. Chúng thuộc nhóm vi sinh vật tự dưỡng hoá năng có khả năng oxy hoá NH_4^+ bằng oxy không khí và tạo ra năng lượng:



Năng lượng này dùng để đồng hoá $\text{CO}_2 \rightarrow$ Cacbon hữu cơ

Enzym xúc tác cho quá trình này là các enzym của quá trình hô hấp hiếu khí. Nhóm vi khuẩn nitrit hoá bao gồm 4 chi khác nhau: Nitrozomonas, Nitrozocystis, Nitrozolobus và Nitrosospira chúng đều thuộc loại tự dưỡng bắt buộc, không có khả năng sống trên môi trường thạch. Bởi vậy phân lập chúng rất khó, phải dùng silicagen thay cho thạch.

4.2.4.2. Giai đoạn nitrat hóa

Quá trình oxy hoá NO_2^- thành NO_3^- được thực hiện bởi nhóm vi khuẩn nitrat. Chúng cũng là những vi sinh vật tự dưỡng hoá năng có khả năng oxy hoá NO_2^- tạo thành năng lượng. Năng lượng này được dùng để đồng hoá CO_2 tạo thành đường.



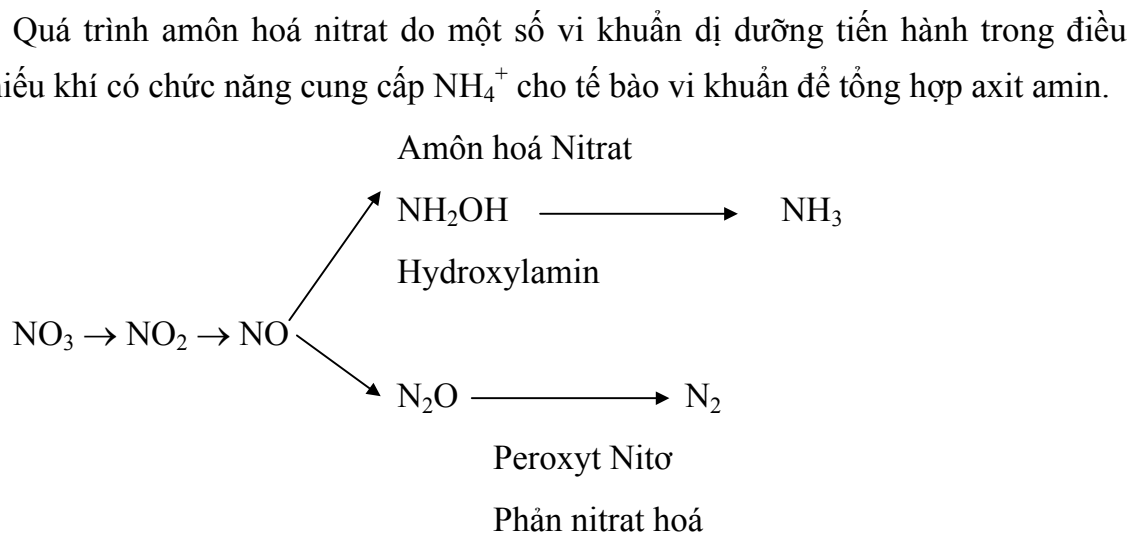
Nhóm vi khuẩn tiến hành oxy hoá NO_2^- thành NO_3^- bao gồm 3 chi khác nhau; Nitrobacter, Nitrospira và Nitrococcus.

Ngoài nhóm vi khuẩn tự dưỡng hoá năng nói trên, trong đất còn có một số loài vi sinh vật dị dưỡng cũng tiến hành quá trình nitrat hoá. Đó là các loài vi khuẩn và xạ khuẩn thuộc các chi *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Streptomyces* ...

Quá trình nitrat hoá là một khâu quan trọng trong vòng tuần hoàn nitơ, nhưng đối với nông nghiệp nó có nhiều điều bất lợi: Dạng đạm nitrat thường dễ bị rửa trôi xuống các tầng sâu, dễ bị đi vào quá trình phản nitrat hoá tạo thành khí nitơ làm cho đất mất đạm. Anion NO_3^- thường kết hợp với ion H^+ trong đất tạo thành HNO_3 làm cho pH đất giảm xuống rất bất lợi đối với cây trồng. Hơn nữa, lượng NO_3^- dư thừa trong đất được cây trồng hấp thu nhiều làm cho hàm lượng nitrat trong sản phẩm lương thực, thực phẩm cao gây độc cho người. Bởi vậy ngày nay người ta thường hạn chế việc bón phân đạm hoá học có gốc nitrat.

4.2.5. Quá trình phản nitrat hóa

Các hợp chất đạm dạng nitrat ở trong đất rất dễ bị khử biến thành nitơ phân tử. Quá trình này gọi là quá trình phản nitrat hoá. Nó khác với quá trình oxy hoá nitrat tạo thành NH_4^+ còn gọi là quá trình amôn hoá. Có thể phân biệt hai quá trình trên qua sơ đồ sau:

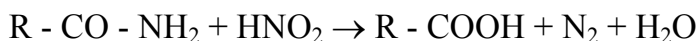
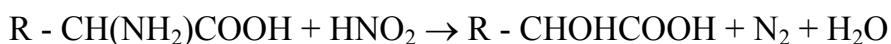
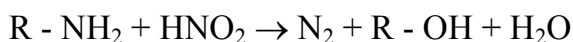
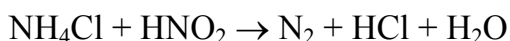


Phản ứng khử $\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2$ chỉ xảy ra trong điều kiện kỵ khí. NO_3^- là chất nhận điện tử cuối cùng trong chuỗi hô hấp kỵ khí, năng lượng tạo ra được dùng để tổng hợp nên ATP.

Nhóm vi sinh vật thực hiện quá trình phản nitrat hoá phân bố rộng rãi trong đất. Thuộc nhóm tự dưỡng hoá năng có *Thibacillus denitrificans*, *Hydrogenomonas agilis* ... Thuộc nhóm dị dưỡng có *Pseudomonas denitrificans*, *Micrococcus denitrificans* ... sống trong điều kiện kỵ khí (ngập nước).

Đối với nông nghiệp quá trình phản nitrat hoá là một quá trình bất lợi vì nó là cho đất mất đạm. Quá trình này xảy ra mạnh trong điều kiện kỵ khí. Oxy có tác dụng ức chế các enzym xúc tác cho quá trình khử nitrat, đó là các enzym nitrat reductaza và nitrit reductaza. Ở các ruộng lúa nước người ta thường làm cỏ xục bùn để hạn chế quá trình này, đồng thời bón đạm amôn chứ không bón đạm nitrat.

Trong các môi trường tự nhiên ngoài quá trình phản nitrat sinh học nói trên còn có quá trình phản nitrat hoá học thường xảy ra ở $\text{pH} < 5,5$. Các quá trình này không có sự tham gia của vi sinh vật:

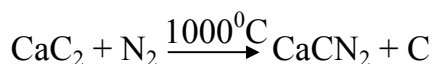


4.2.6. Quá trình cố định Nito phân tử

Khí nito chiếm khoảng 76% bầu không khí bao quanh chúng ta, trên mỗi hecta đất trọng lượng của nó nặng tới 80.000 tấn. Khí nito thường xuyên được hình thành và bổ sung vào không khí do quá trình phân nitrat hoá. Con người, động vật, thực vật đều cần đạm, song sống giữa bầu không khí mênh mông đạm như vậy tuyệt đại đa số sinh vật đều không sử dụng trực tiếp khí nito. Chỉ có nhóm sinh vật cố định nito là có khả năng này. Hàng năm nhu cầu của cây trồng trên toàn thế giới đối với nito là hàng trăm triệu tấn. Tuy nhiên, phân bón hoá học chỉ đáp ứng được khoảng 30%. Lượng còn lại là do quá trình cố định nito phân tử cung cấp.

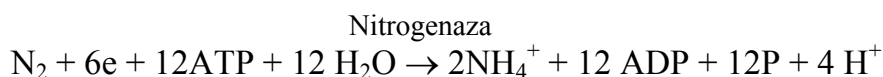
4.2.6.1. Cơ chế của quá trình cố định nito phân tử

Nito phân tử được cấu tạo từ 2 nguyên tử nito nối với nhau bằng 3 dây nối $\text{N} \equiv \text{N}$. Để phá vỡ được 3 dây nối này bằng phương pháp hoá học cần phải tiến hành ở nhiệt độ và áp suất rất cao. Ví dụ như muốn tạo thành xianamit canxi là một loại phân đạm hoá học người ta phải tiến hành phản ứng giữa nito phân tử và cacbit canxi ở nhiệt độ 1000 - 1100°C.

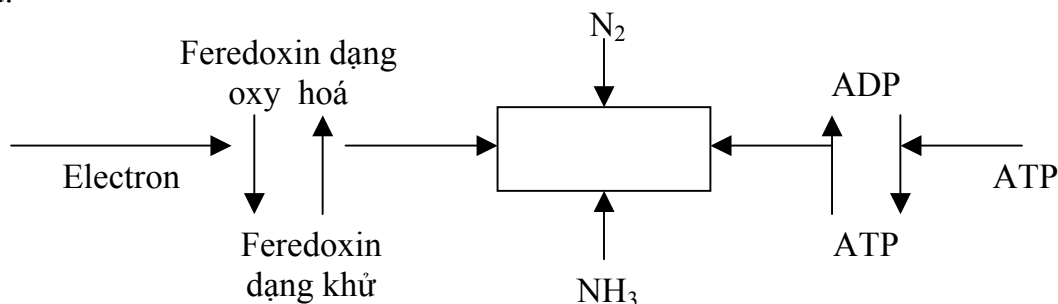


Nếu muốn liên kết nito với hydro để tạo thành amoniac thì phản ứng phải được tiến hành ở nhiệt độ 600°C và áp suất 1000at với những chất xúc tác đắt tiền. Trong khi đó nhóm vi khuẩn cố định nito có thể biến khí nito thành hợp chất đạm ở các điều kiện bình thường về nhiệt độ và áp suất. Vậy cơ chế cố định của nó là như thế nào? Đó là điều các nhà khoa học nghiên cứu trong lĩnh vực này hết sức quan tâm. Từ trước tới nay có rất nhiều giả thiết về cơ chế của quá trình cố định đạm sinh học.

Đa số nhà nghiên cứu đều thống nhất cho rằng: Quá trình cố định nito sinh học là một quá trình khử N_2 thành NH_3 dưới tác dụng của men nitrogenaza sinh ra bởi vi sinh vật.



Nitrogenaza đã được chiết xuất ra từ *Azotobacter vinelandii* - 1 loài vi khuẩn cố định nitơ sống tự do trong đất. Nitrogenaza bao gồm hai thành phần khác nhau, 1 thành phần gồm protein và Fe, 1 thành phần gồm protein, Fe, Mo. Electron của các chất khử sẽ đi vào thành phần thứ 1 của nitrogenaza (phần có chứa protein và sắt) sau đó được chuyển sang thành phần thứ 2, qua đó electron được hoạt hoá có thể phản ứng với N_2 . N_2 cũng đi qua 2 thành phần của nitrogenaza và được hoạt hoá. Hydro được hoạt hoá nhờ các enzym của hệ thống hydrogenaza. Năng lượng dùng trong quá trình này là ATP của tế bào. Cuối cùng NH_3 được hình thành. Có thể tóm tắt trong sơ đồ sau:



Enzym nitrogenaza ngoài tác dụng khử N_2 thành NH_3 còn có khả năng xúc tác cho việc khử một số chất khác. Ví dụ như nó có thể khử axetylen thành etylen. Phản ứng khử axetylen ngày nay được dùng để xác định hoạt tính nitrogenaza.

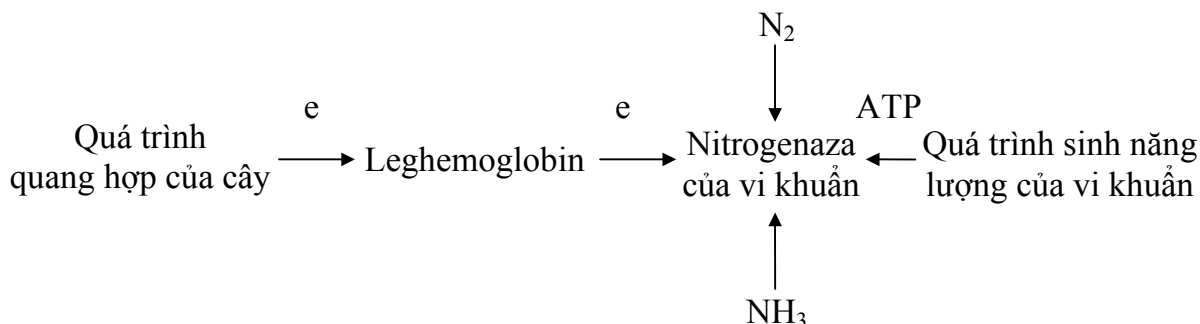
Azotobacter là loại vi khuẩn hiếu khí, song quá trình cố định nitơ lại là một quá trình khử ở điều kiện không có oxy. Hai điều kiện trái ngược nhau được thoả mãn đối với một tế bào là do *Azotobacter* có nhiều màng lipoprotein. Bên ngoài màng là những men hô hấp hoạt động, sử dụng oxy để hình thành ATP và làm cho oxy không thấm vào phía trong màng, nơi đó có nitrogenaza tiến hành cố định nitơ ở điều kiện kỵ khí.

NH_3 được hình thành đến một mức độ nào đó sẽ kìm hãm sự hoạt động của nitrogenaza, nó chính là yếu tố điều hoà hoạt tính của enzym.

Ở vi khuẩn cố định nitơ sống cộng sinh với cây bộ đậu, cơ chế cố định nitơ có phần nào phức tạp hơn vì nó có liên quan đến thực vật. Vai trò của thực vật ở đây chính là sự hình thành Leghemoglobin, chất này đóng vai trò chuỗi chuyển điện tử từ quá trình quang hợp của cây vào nitrogenaza của vi khuẩn. Enzym nitrogenaza của vi

khuẩn nốt sần sống cộng sinh với cây đậu cũng có cấu trúc giống như nitrogenaza của vi khuẩn cố định nitơ sống tự do trong đất.

Mối quan hệ giữa thực vật và vi khuẩn trong quá trình cố định nitơ cộng sinh có thể biểu diễn bởi sơ đồ sau:



Tuy nhiên gần đây có một số tác giả cho rằng, quá trình cố định nitơ phân tử xảy ra ở tế bào thực vật chứ không xảy ra ở tế bào vi khuẩn. Những tác giả này dựa vào kết quả thí nghiệm dùng nguyên tố phóng xạ N^{15} thấy nó xuất hiện chủ yếu ở màng tế bào thực vật trong khi xuất hiện rất ít ở tế bào vi khuẩn.

4.2.6.2. Vi sinh vật cố định nitơ

Nhiều loài vi sinh vật có khả năng cố định nitơ phân tử. Chúng bao gồm 3 nhóm chính: Nhóm vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh, nhóm vi khuẩn cố định nitơ sống tự do và nhóm vi tảo cố định nitơ. Ở đây chúng ta chỉ nghiên cứu kỹ 2 nhóm đầu.

1. Vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh với cây bộ đậu

+ Đặc điểm chung

Vi khuẩn cố định nitơ cộng sinh với cây bộ đậu còn gọi là vi khuẩn nốt sần. Chúng hình thành những nốt sần ở rễ cây, đôi khi ở cả thân cây phần gần với đất và cư trú trong đó. Tại nốt sần, vi khuẩn tiến hành quá trình cố định nitơ, sản phẩm cố định được một phần sử dụng cho vi khuẩn và một phần sử dụng cho cây. Những sản phẩm quang hợp của cây cũng một phần được cung cấp cho vi khuẩn. Chính vì thế mà quan hệ giữa vi khuẩn và cây là quan hệ cộng sinh hai bên cùng có lợi.

Từ năm 1886 Hellrigel và Wilfarth đã phát hiện ra khả năng cố định nitơ của cây đậu Hoà Lan bằng thí nghiệm trồng trên cát cây kiều mạch và cây đậu Hoà Lan. Sau khi kết thúc thí nghiệm người ta tiến hành định lượng đạm tổng số ở 2 chậu cát và

nhận thấy: chậu cát trồng cây đậu Hoà Lan có hàm lượng nitơ tăng lên so với ban đầu còn chậu cát trồng kiều mạch thì lượng nitơ giảm đi. Nghiên cứu sâu hơn nữa người ta thấy lượng đạm chỉ tăng lên khi đất trồng cây đậu không khử trùng và nốt sần được hình thành trên rễ cây đậu. Từ đó người ta đã kết luận rằng: cây đậu Hoà Lan khi cộng sinh với một loài vi khuẩn sống trong nốt sần thì sẽ có khả năng cố định nitơ không khí. Đến năm 1888 Beijerinck đã phân lập được vi khuẩn nốt sần, năm 1889 vi khuẩn nốt sần được đặt tên là *Rhizobium*. Lúc đầu người ta dựa vào cây đậu mà vi khuẩn cộng sinh để đặt tên loài cho chúng. Ví dụ như loài *Rhizobium leguminosarum* cộng sinh với cây đậu Hoà Lan, loài *Rhizobium trifolii* cộng sinh với cây cỏ ba lá. Gần đây người ta chia vi khuẩn nốt sần thành hai nhóm, nhóm sinh trưởng nhanh và nhóm sinh trưởng chậm dựa vào thời gian xuất hiện khuẩn lạc trên môi trường nuôi cấy. Nhóm sinh trưởng nhanh khuẩn lạc xuất hiện sau 3 - 5 ngày, có đường kính 2 - 4mm thuộc chi *Rhizobium*. Nhóm sinh trưởng chậm khuẩn lạc xuất hiện sau 5 - 7 ngày nuôi cấy, có đường kính không quá 1mm thuộc chi *Bradirhizobium*.

Trong quá trình phát triển vi khuẩn nốt sần thường có sự thay đổi hình thái. Lúc còn non, đa số các loài có hình que, có khả năng di động bằng đơn mao, chùm mao hoặc chu mao tùy từng loài. Sau đó trở thành dạng giả khuẩn để có hình que phân nhánh, mất khả năng di động. Ở dạng này, vi khuẩn nốt sần có khả năng cố định nitơ. Khi già dạng hình que phân nhánh phân cắt tạo thành dạng hình cầu nhỏ.

Vi khuẩn nốt sần thuộc loại hiếu khí, ưa pH trung tính hoặc hơi kiềm, thích hợp với nhiệt độ 28 - 30°C, độ ẩm 60 - 80%. Chúng có khả năng đồng hoá các nguồn cacbon khác nhau như các loại đường đơn, đường kép, axit hữu cơ, glyxerin v.v... Đối với nguồn nitơ, khi cộng sinh với cây đậu, vi khuẩn nốt sần có khả năng sử dụng nitơ không khí. Khi sống tiềm sinh trong đất hoặc được nuôi cấy trên môi trường, chúng mất khả năng cố định nitơ. Lúc đó chúng đồng hoá các nguồn nitơ sẵn có, nhất là các nguồn amôn và nitrat. Chúng có thể đồng hoá tốt các loại axit amin, một số có thể đồng hoá peptôn. Ngoài nguồn dinh dưỡng cacbon và nitơ, vi khuẩn nốt sần còn cần các loại chất khoáng, trong đó quan trọng nhất là photpho. Khi nuôi vi khuẩn nốt sần ở môi trường có sẵn nguồn đạm lâu ngày, chúng sẽ mất khả năng xâm nhiễm và hình thành nốt sần. Đó là điều cần chú ý trong việc giữ giống vi khuẩn nốt sần.

+ Sự hình thành nốt sần và quan hệ cộng sinh của vi khuẩn nốt sần với cây đậu.

Quan hệ cộng sinh giữa vi khuẩn nốt sần và cây đậu tạo thành một thể sinh lý hoàn chỉnh. Chỉ trong quan hệ cộng sinh này, chúng mới có khả năng sử dụng nitơ của không khí. Khi tách ra, cả cây đậu và vi khuẩn đều không thể sử dụng nitơ tự do, không phải tất cả các cây thuộc bộ đậu đều có khả năng cộng sinh với vi khuẩn nốt sần mà chỉ khoảng 9% trong chúng.

Khả năng hình thành nốt sần ở cây đậu không những phụ thuộc vào vi khuẩn có trong đất mà còn phụ thuộc vào các điều kiện ngoại cảnh khác nhau. Về độ ẩm, đa số cây đậu có thể hình thành nốt sần trong phạm vi độ ẩm từ 40 - 80%, trong đó độ ẩm tối thích là 60 - 70%. Tuy nhiên, cũng có những trường hợp ngoại lệ, ví dụ như cây điền thanh có thể hình thành nốt sần trong điều kiện đất ngập nước.

Độ thoáng khí của đất cũng ảnh hưởng đến sự hình thành và chất lượng nốt sần. Thường nốt sần chỉ hình thành ở phần rễ nông, phần rễ sâu rất ít nốt sần. Nguyên nhân là do tính háo khí của vi khuẩn nốt sần, thiếu Oxy sẽ làm giảm cường độ trao đổi năng lượng và khả năng xâm nhập vào rễ cây. Đối với cây, thiếu Oxy cũng làm giảm sự hình thành sắc tố Leghemoglobin. Những nốt sần hữu hiệu có màu hồng chính là màu của sắc tố này.

Nhiệt độ thích hợp nhất với hoạt động của vi khuẩn nốt sần là 24⁰C, dưới 10⁰C nốt sần vẫn có thể hình thành nhưng hiệu quả cố định nitơ giảm. Ở nhiệt độ 36⁰C cây đậu phát triển tốt nhưng cường độ cố định nitơ lại kém.

pH môi trường cũng ảnh hưởng đến sự hình thành và chất lượng nốt sần. Có loại chỉ hình thành nốt sần ở pH từ 6,8 đến 7,4 có loại có khả năng hình thành nốt sần ở pH rộng hơn từ 4,6 đến 7,5.

Tính đặc hiệu là một đặc điểm quan trọng trong quan hệ cộng sinh giữa vi khuẩn nốt sần và cây đậu. Một loài vi khuẩn nốt sần chỉ có khả năng cộng sinh với một hoặc vài loài đậu. Cũng có một số loài vi khuẩn có khả năng hình thành nốt sần ở cây đậu không đặc hiệu với nó nhưng số lượng nốt sần ít và khả năng cố định nitơ kém. Tuy nhiên đặc tính này giúp cho vi khuẩn nốt sần có thể tồn tại ở những nơi không có cây đậu đặc hiệu đối với nó. Tính đặc hiệu giữa vi khuẩn và cây đậu được quyết định bởi hệ gen của chúng. Bởi vậy người ta có thể cải biến tính đặc hiệu bằng các tác nhân đột biến hoặc có thể dùng kỹ nghệ di truyền để cải biến hệ gen quy định đặc hiệu cộng sinh.

Quá trình hình thành nốt sần được bắt đầu từ sự xâm nhập của vi khuẩn vào rễ cây. Vi khuẩn thường xâm nhập vào rễ cây qua các lông hút hoặc vết thương ở vỏ rễ. Cây đậu thường tiết ra những chất kích thích sinh trưởng của vi khuẩn nốt sần tương ứng, đó là các hợp chất glucit, các axit amin v.v... Muốn xâm nhiễm tốt, mật độ của vi khuẩn trong vùng rễ phải đạt tới 10^4 tế bào trong 1 gram đất. Nếu xử lý với hạt đậu thì mỗi hạt đậu loại nhỏ cần 500 - 1000 tế bào vi khuẩn, hạt đậu loại to cần khoảng 70.000 tế bào.

Khi mật độ vi khuẩn phát triển tới một mức độ nhất định nó sẽ kích thích cây đậu tiết ra enzym poligalactorunaza có tác dụng phân giải thành lông hút để vi khuẩn qua đó xâm nhập vào. Đường vi khuẩn xâm nhập được tạo thành do tốc độ phát triển của vi khuẩn (sinh trưởng đến đâu, xâm nhập đến đấy) hình thành một "dây xâm nhập" được bao quanh bởi một lớp nhày do các chất của vi khuẩn tiết ra trong quá trình phát triển. Ở giai đoạn này phản ứng của cây đối với vi khuẩn tương tự như đối với vật ký sinh, bởi vậy tốc độ tiến sâu vào nhu mô của dây xâm nhập rất chậm do phản ứng của cây - chỉ khoảng 5 - 8 $\mu\text{m}/\text{h}$. Không phải tất cả các dây xâm nhập đều tiến tới nhu mô rễ mà chỉ một số trong chúng. Chính vì thế để hình thành nốt sần cần mật độ vi khuẩn lớn.

Khi tới lớp nhu mô, vi khuẩn kích thích tế bào nhu mô phát triển thành vùng mô phân sinh. Từ vùng mô phân sinh tế bào phân chia rất mạnh và hình thành 3 loại tế bào chuyên hoá: Vỏ nốt sần là lớp tế bào nằm dưới lớp vỏ rễ bao bọc quanh nốt sần; Mô chứa vi khuẩn gồm những tế bào bị nhiễm vi khuẩn nằm xen kẽ với các tế bào không nhiễm vi khuẩn. Những tế bào chứa vi khuẩn có kích thước lớn hơn tế bào không chứa vi khuẩn tới 8 lần, có những mô chứa vi khuẩn toàn bộ các tế bào đều bị nhiễm vi khuẩn. Loại tế bào chuyên hoá thứ 3 là các mạch dẫn từ hệ rễ vào nốt sần. Đây chính là con đường dẫn truyền các sản phẩm của quá trình cố định nitơ cho cây và các sản phẩm quang hợp của cây cho nốt sần.

Tại các tế bào chứa vi khuẩn, vi khuẩn nốt sần xâm nhập vào tế bào chất tại đây chúng phân cắt rất nhanh. Từ dạng hình que sẽ chuyển sang dạng hình que phân nhánh gọi là dạng giả khuẩn thể. Chính ở dạng giả khuẩn thể này vi khuẩn bắt đầu tiến hành quá trình cố định nitơ. Thời kỳ cây ra hoa là thời kỳ nốt sần hình thành nhiều nhất và có hiệu quả cố định nitơ mạnh nhất. Hiệu quả cố định nitơ thường thể hiện ở những nốt sần có kích thước lớn và có màu hồng của Leghemoglobin. Ở những cây

đậu có đời sống ngắn từ 1 năm trở xuống, đến giai đoạn cuối cùng của thời kỳ phát triển, màu hồng của sắc tố Leghemoglobin chuyển thành màu lục. Lúc đó kết thúc quá trình cố định nitơ, dạng giả khuẩn thể phân cắt thành những tế bào hình cầu. Khi caê đậu chết, vi khuẩn nốt sần sống tiềm sinh trong đất chờ đến vụ đậu năm sau. Tuy nhiên, có một vài cây họ đậu như cây điền thanh hạt tròn không thấy xuất hiện dạng giả khuẩn.

Ở những cây đậu 1 năm và những cây đậu lâu năm (thân gỗ) cũng có sự khác nhau về tính chất nốt sần. Ở caê lạc, cây đậu tương, nốt sần hữu hiệu (có khả năng cố định nitơ) thường có màu hồng, kích thước lớn, thường nằm trên rễ chính trong khi nốt sần vô hiệu có màu lục, kích thước nhỏ, thường nằm trên rễ phụ. Tuy nhiên ở một số cây đậu lâu năm lại không theo quy luật đó. Ví dụ như cây keo tai tượng dùng để trồng rừng, nốt sần hữu hiệu có cả ở rễ phụ và không có màu hồng.

- Ứng dụng của vi khuẩn nốt sần

Từ lâu người ta đã biết sử dụng vi khuẩn nốt sần để sản xuất chế phẩm. Nitragin bón cho cây đậu. Nitragin là một loại phân vi sinh vật có hiệu quả khá rõ rệt so với các loại phân vi sinh vật khác. Nitragin được sản xuất bằng cách nhân giống vi khuẩn nốt sần trong môi trường thích hợp. Khi đạt được một số lượng nhất định thì cho hấp thụ vào chất mang. Chất mang có thể là đất hoặc than bùn, trong 1 gram chất mang cần chứa khoảng $\geq 10^9$ tế bào vi khuẩn. Việc bảo quản chế phẩm tương đối khó vì vi khuẩn nốt sần không có khả năng hình thành bào tử, nó sẽ bị chết dần. Để nâng cao chất lượng của chế phẩm người ta thường bổ sung vào chất mang một số chất dinh dưỡng như đường Saccaroza v.v...

Khi sử dụng Nitragin bón cho cây đậu cần chú ý đến điều kiện môi trường để đảm bảo cho vi khuẩn nốt sần sau khi vào đất sẽ phát huy được tác dụng. Hàm lượng nitơ trong đất rất quan trọng, nhất là nitơ dễ tiêu. Khi lượng nitơ dễ tiêu đạt đến một mức độ nhất định sẽ kìm hãm quá trình cố định nitơ của vi khuẩn nốt sần. Bởi thế người ta chỉ bón một ít phân đạm trong giai đoạn đầu để kích thích cây đậu phát triển. Hàm lượng P và K dễ tiêu trong đất cũng rất quan trọng đối với hoạt động của vi khuẩn nốt sần, thiếu P và K vi khuẩn nốt sần phát triển yếu. Các nguyên tố vi lượng như Mo, B, Cu, Co cũng rất cần thiết cho quá trình cố định nitơ. Ngoài ra còn cần chú ý đến độ ẩm, độ thoáng khí, nhiệt độ và pH của đất khi sử dụng Nitragin.

Mối quan hệ lẫn nhau giữa các nhóm vi sinh vật trong đất cũng rất quan trọng đối với vi khuẩn nốt sần. Trong đất có những nhóm vi sinh vật sống hỗ sinh với vi khuẩn nốt sần. Nhưng cũng có nhóm đối kháng, ví dụ như xạ khuẩn và virus. Một số xạ khuẩn sinh kháng thể có thể ức chế hoặc tiêu diệt vi khuẩn nốt sần. Một số virus có khả năng xâm nhiễm và phá vỡ tế bào vi khuẩn. Bởi vì khi sử dụng Nitragin cần phải chú ý đến các điều kiện ngoại cảnh. Đặc biệt không nên phun thuốc trừ sâu cùng một lúc với bón Nitragin cũng như các loại phân vi sinh khác.

2. Vi khuẩn cố định nitơ sống tự do trong đất

Ngoài vi khuẩn nốt sần là loại cố định nitơ cộng sinh, trong đất còn có nhóm vi sinh vật nitơ sống tự do, không cộng sinh với thực vật. Trong số này chúng ta nghiên cứu mấy nhóm chính sau đây:

+ *Azotobacter*

Azotobacter được phát hiện từ năm 1901 do Beijerinck - là một loại vi khuẩn hiếu khí, không sinh bào tử, có khả năng cố định nitơ phân tử, sống tự do trong đất.

Khi nuôi cấy *Azotobacter* trong môi trường nhân tạo chúng biểu hiện đặc tính đa hình: khi còn non chúng có dạng trực khuẩn hình que, có tiên mao, có khả năng di động. Khi già *Azotobacter* mất khả năng di động, tế bào chuyển thành dạng hình cầu, xung quanh được bao bọc bởi một lớp vỏ nhày. Một số loài *Azotobacter* có khả năng hình thành nang xác và sống tiềm sinh trong đó, khi gặp điều kiện thuận lợi nang xác vỡ, tế bào lại sinh trưởng phát triển. Nang xác là một hình thức tồn tại của *Azotobacter* nó không phải là bào tử. Một nang xác có thể bao bọc một số tế bào bên trong. Khuẩn lạc của *Azotobacter* lúc non có màu trắng đục. Khi già chuyển thành màu vàng lục hoặc màu nâu.

Trong đất, nhất là đất lúa, thường có phổ biến những loài *Azotobacter* sau:

- *Azotobacter chroococcum*: có khả năng di động lúc còn non, khi già có khả năng hình thành nang xác. Khuẩn lạc lúc già có sắc tố màu nâu hoặc màu đen không khuếch tán vào môi trường.

- *Azotobacter beijerinckii*: không có khả năng di động, có khả năng hình thành nang xác. Khuẩn lạc lúc già có màu vàng hoặc nâu sáng, sắc tố không khuếch tán vào môi trường.

- *Azotobacter vinelandii*: có khả năng di động và hình thành nang xác. Khuẩn lạc màu lục huỳnh quang, sắc tố khuếch tán vào môi trường.

- *Azotobacter agilis*: có khả năng di động, không tạo thành nang xác, khuẩn lạc màu vàng lục huỳnh quang, sắc tố khuếch tán vào môi trường.

Azotobacter có khả năng đồng hoá nhiều loại đường khác nhau, nhất là các sản phẩm phân giải của xenluloz. Bởi vậy, đất có bón phân xanh, rơm rạ, rác rưởi rất tốt cho sự phát triển của *Azotobacter*. Sự phát triển và khả năng cố định nitơ của *Azotobacter* phụ thuộc rất nhiều vào hàm lượng photpho dễ tiêu trong môi trường. Ngoài ra, canxi và các nguyên tố vi lượng như B, Mo, Fe, Mn cũng rất cần thiết đối với *Azotobacter*. Một vài nguyên tố phóng xạ có tác dụng kích thích sinh trưởng đối với *Azotobacter*.

Azotobacter thích hợp nhất với pH = 7,2 - 8,2 song chúng có thể phát triển được ở pH từ 4,5 - 9,0. Chúng thích hợp với nhiệt độ từ 25 đến 30⁰C.

Azotobacter đã được nghiên cứu để chế tạo phân vi sinh vật bón cho lúa, ở một số nơi chúng có thể hiện hiệu quả tốt nhưng không phổ biến bằng phân vi khuẩn nốt sần Nitragin. Chế phẩm chế tạo từ *Azotobacter* được gọi là Azotobacterin.

+ Clostridium

Clostridium được phát hiện từ năm 1893, là một loại vi khuẩn kỵ khí sống tự do trong đất. Khác với *Azotobacter* nó có khả năng hình thành bào tử. Loài phổ biến nhất trong đất là *Clostridium pasteurianum* có hình que ngắn, khi còn non có khả năng di động bởi tiên mao. Khi già mất khả năng di động.

Khi hình thành bào tử thường có hình con thoi do bào tử hình thành lớn hơn kích thước tế bào.

Clostridium có khả năng đồng hoá nhiều nguồn cacbon khác nhau như các loại đườn, rượu, tinh bột ... Nó thuộc loại kỵ khí nên các sản phẩm trao đổi chất của nó thường là các loại axit hữu cơ, butanol, etanol, axeton v.v.... Đó là các sản phẩm chưa được oxy hoá hoàn toàn.

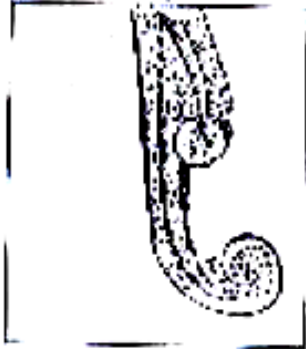
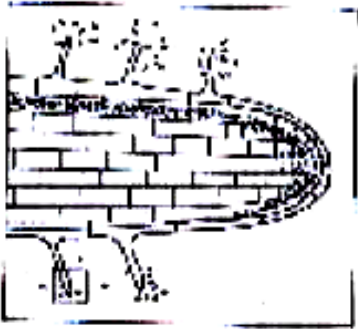
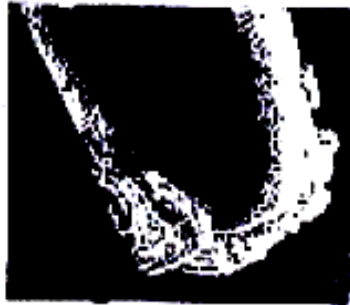
P và K và 2 nguyên tố rất cần thiết cho sự phát triển và cố định nitơ của *Clostridium*. Ngoài ra các nguyên tố vi lượng như Mo, Co, Cu, Mn cũng rất cần thiết đối với *Clostridium*.

Clostridium có khả năng phát triển ở pH = 4,7 - 8,5. Bào tử của chúng có thể chịu được nhiệt độ cao, có thể sống được 1 giờ ở nhiệt độ 80⁰C. Một số loài còn có thể chịu được nhiệt độ 100⁰C trong 30 phút.

Ngoài 2 nhóm vi khuẩn cố định nitơ sống cộng sinh với thực vật và sống tự do trong đất như đã nói ở trên, còn có một số vi khuẩn có khả năng cố định nitơ sống trên bề mặt rễ và ăn sâu vào lớp tổ chức bề mặt rễ của một số loại cây hoà thảo như lúa, ngô, mía ... Đó là một loại vi khuẩn có dạng xoắn được phát hiện từ năm 1974 thuộc chi *Azospirillum*. Từ 1974 đến nay *Azospirillum* đã được nghiên cứu nhiều trên thế giới. Ở Việt Nam cũng có những nghiên cứu bước đầu và ứng dụng chế phẩm *Azospirillum* nhằm mục đích nâng cao sản lượng của các cây hoà thảo nói trên.

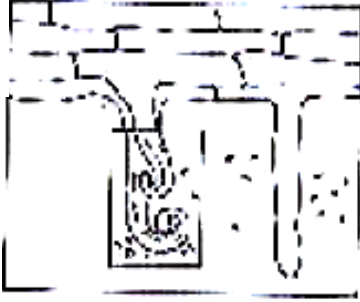
Ngoài các nhóm vi khuẩn cố định nitơ nói trên ra, còn có một số loài tảo đơn bào cũng có khả năng cố định nitơ. Ví dụ như tảo lam sống tự do và tảo lam sống cộng sinh trong bèo hoa dâu. Các loài này cũng đóng góp không nhỏ vào quá trình cố định nitơ không khí.

Vi khuẩn nốt sần tụ tập ở đầu lông hút của rễ

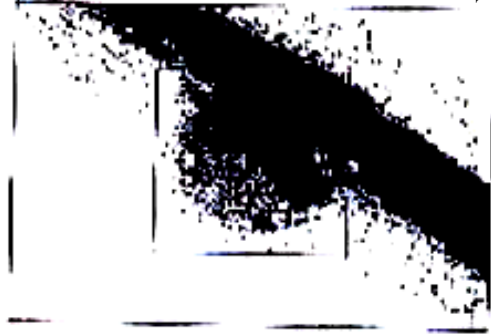


Lông hút ở rễ cây cong lại

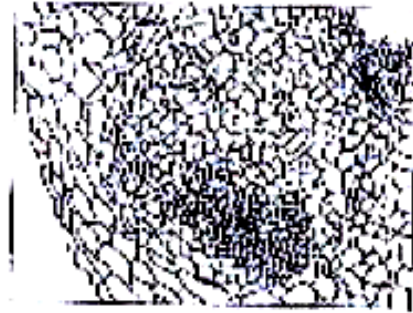
Dây xâm nhập



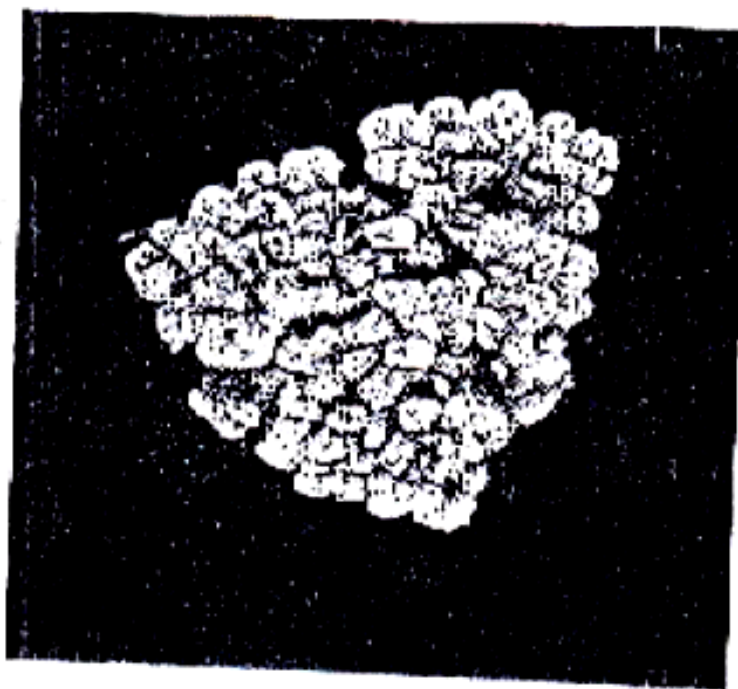
Sự xâm nhập của vi khuẩn nốt sần qua vào rễ cây bộ Đậu



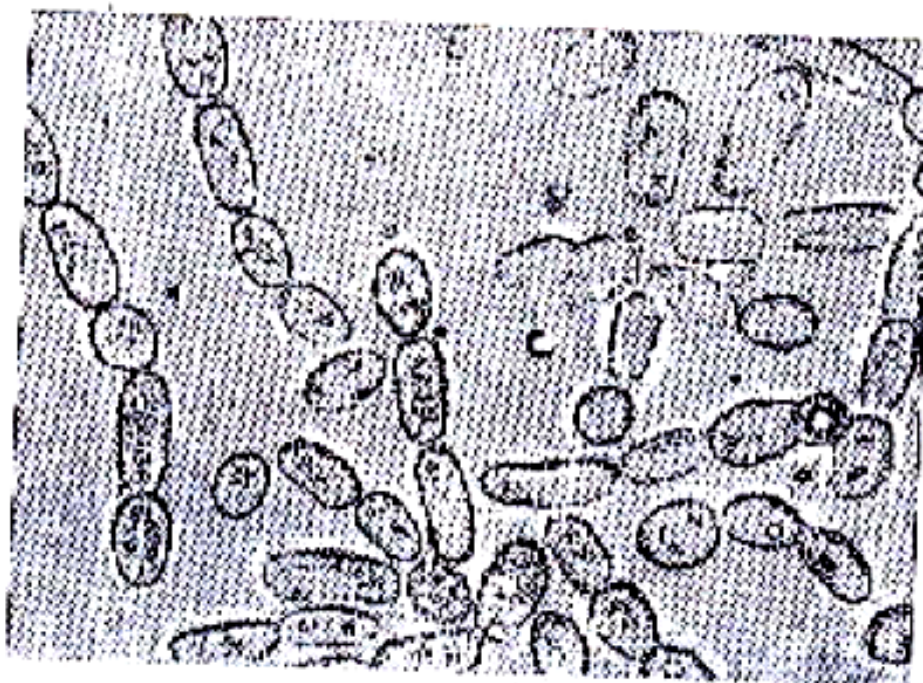
Sự tạo thành nốt sần ở rễ cây bộ Đậu



Vi khuẩn kích thích tế bào vùng này phân cắt và tạo ra nốt sần



Bèo hoa dâu (Azolla)



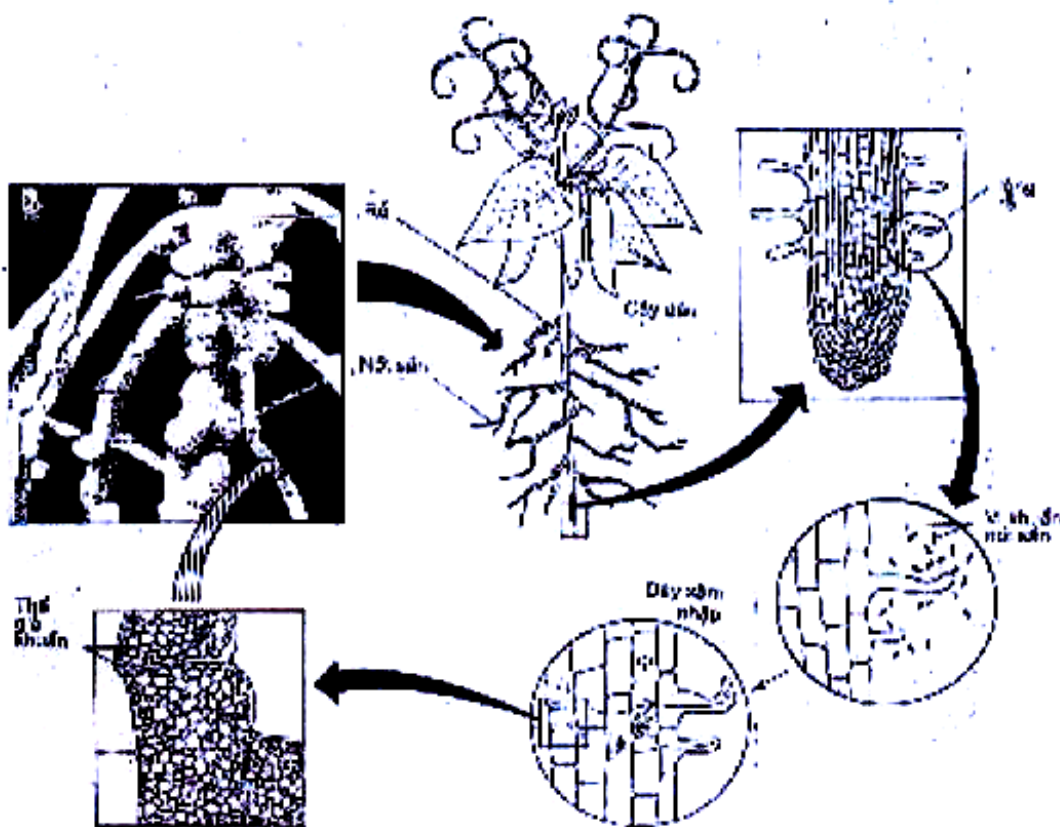
Vi khuẩn lam Anabaena



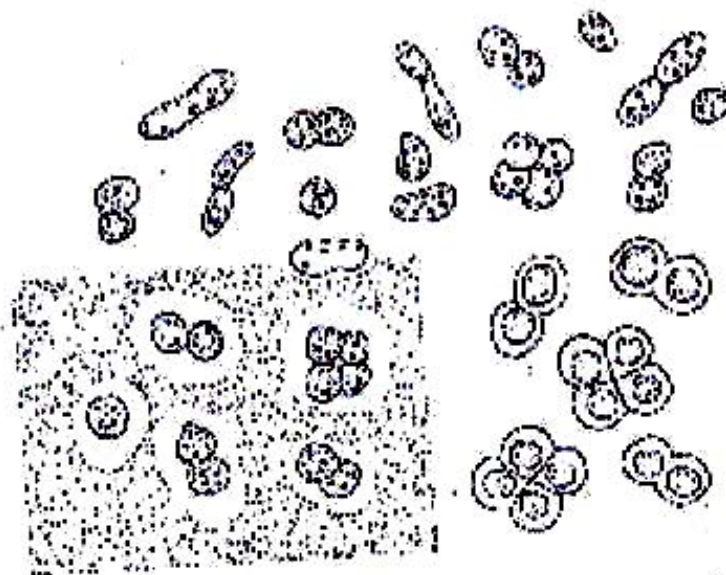
Nốt sần ở rễ cây bộ Đậu



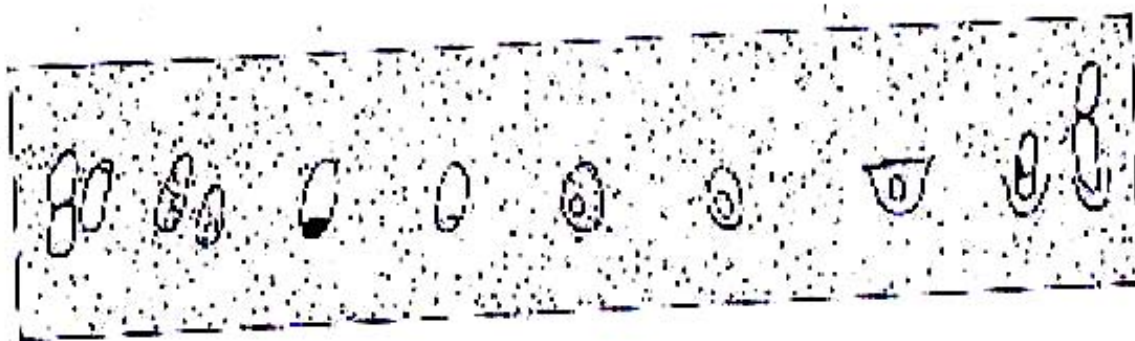
Nốt sần ở thân cây Điền thanh
(*Sesbania nostrata*)



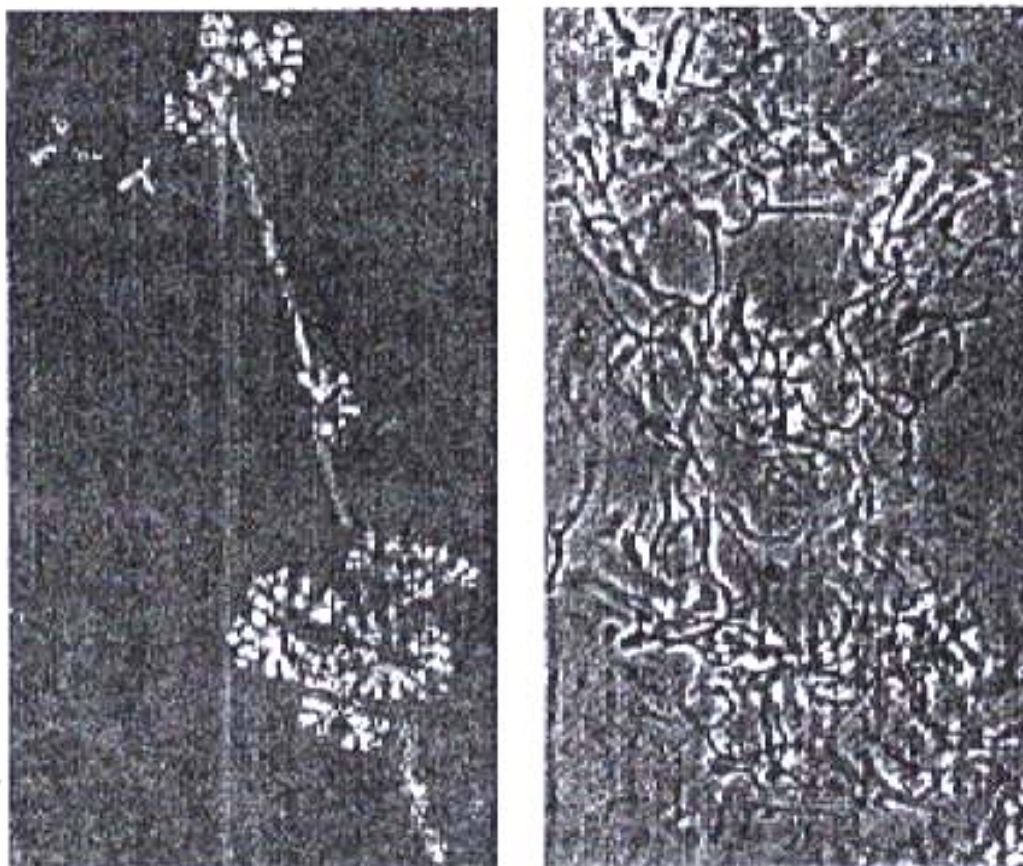
Sự hình thành nốt sần ở cây bộ Đậu



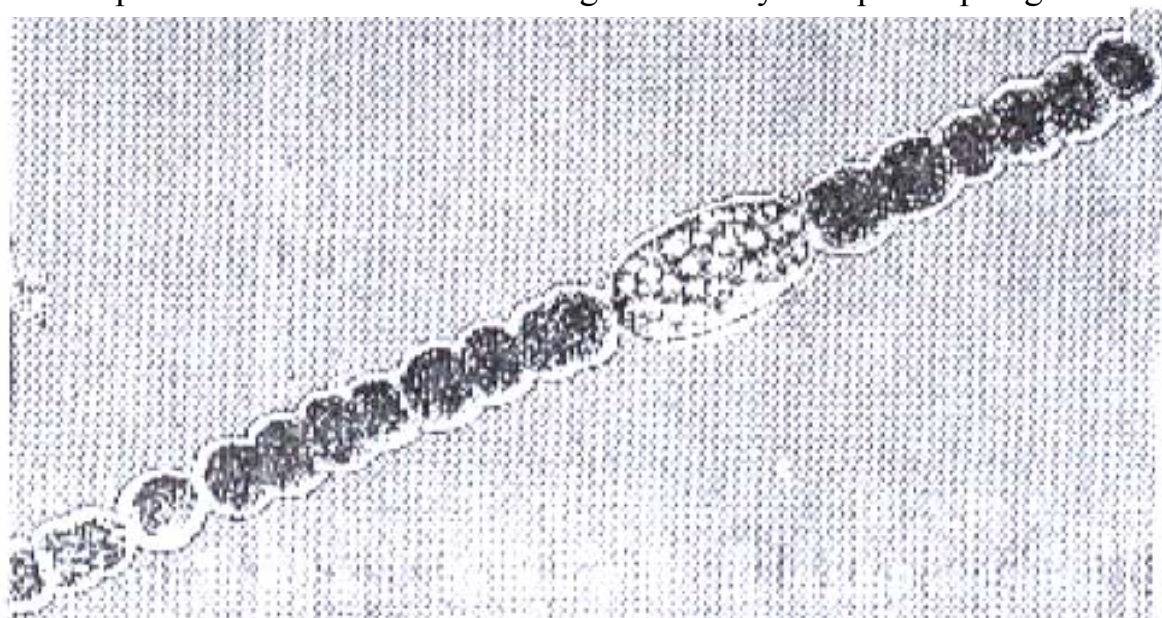
Vi khuẩn Azotobacter



Chu trình phát triển của Clostridium Pasteurramum



a. Nốt sần ở cây *Alnus glutinosa* tạo thành do sự cộng sinh với *Frankia*
b. Bên phải : các tế bào *Frankia* ở trong nốt sần cây *Comptonia peregrina*

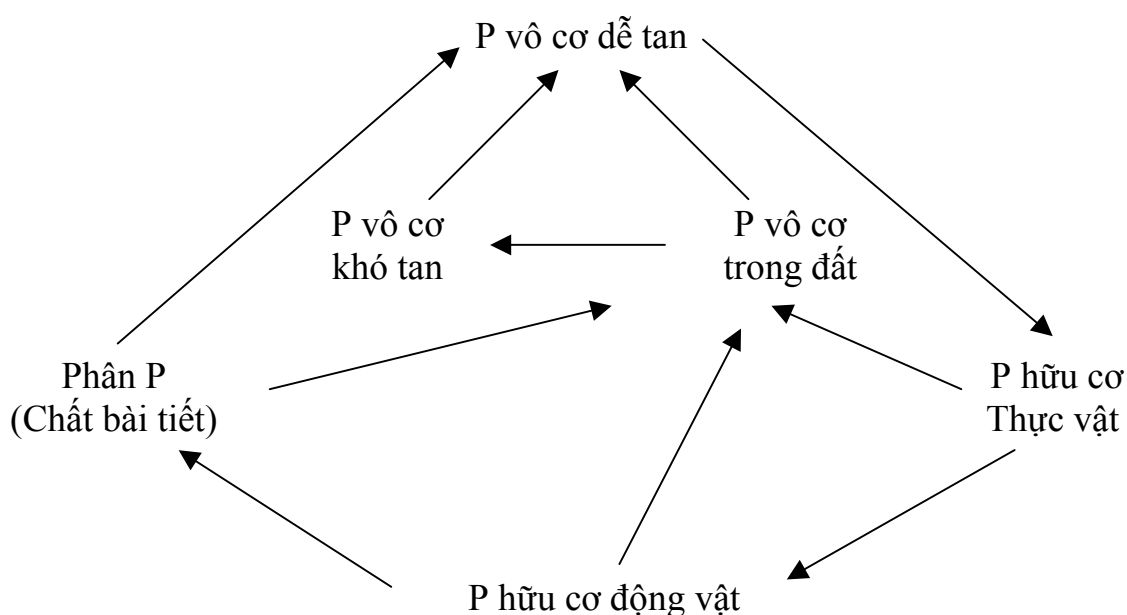


a. Vi khuẩn lam *Anabaena*. Tế bào dị hình (lớn hơn)
là nơi thực hiện quá trình cố định nitơ
Các vi khuẩn sống cộng sinh

4.3. KHẢ NĂNG CHUYỂN HOÁ CÁC HỢP CHẤT PHOTPHO TRONG MÔI TRƯỜNG TỰ NHIÊN CỦA VI SINH VẬT

4.3.1. Vòng tuần hoàn photpho trong tự nhiên

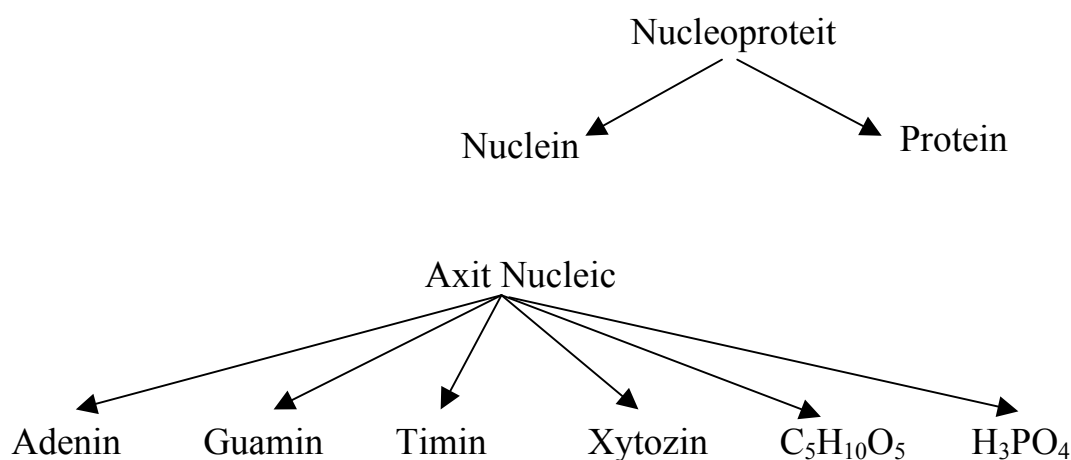
Trong tự nhiên, P nằm trong nhiều dạng hợp chất khác nhau. P hữu cơ có trong cơ thể động vật và thực vật, được tích lũy trong đất khi động vật và thực vật chết đi. Những hợp chất photpho hữu cơ này được vi sinh vật phân giải tạo thành các hợp chất photpho vô cơ khó tan, một số ít được tạo thành dạng dễ tan. Các hợp chất photpho vô cơ khó tan còn có nguồn gốc từ những quặng thiên nhiên như apatit, photphorit, photpho sắt, photphat nhôm ... Những hợp chất này rất khó hoà tan và cây trồng không thể hấp thụ trực tiếp được. Cây trồng chỉ có thể hấp thụ được khi chúng được chuyển hoá thành dạng dễ tan. Quá trình này được thực hiện một phần quan trọng là nhờ nhóm vi sinh vật phân hủy lân vô cơ. Các muối của axit photphoric dạng dễ tan được cây trồng hấp phụ và chuyển thành các hợp chất photpho hữu cơ trong cơ thể thực vật. Động vật và người sử dụng các sản phẩm thực vật làm thức ăn lại biến photpho hữu cơ của thực vật thành P hữu cơ của động vật và người. Người, động vật và thực vật chết đi để lại P hữu cơ trong đất. Vòng tuần hoàn của các dạng hợp chất photpho trong tự nhiên cứ thế diễn ra. Vi sinh vật đóng một vai trò quan trọng trong vòng tuần hoàn đó. Nếu như thiếu sự hoạt động của một nhóm vi sinh vật nào đó thì sự chuyển hoá của vòng tuần hoàn sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Vòng tuần hoàn của các dạng photpho trong tự nhiên được biểu diễn trong sơ đồ sau:



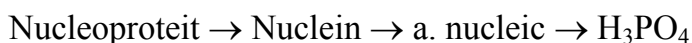
4.3.2. Sự phân giải lân hữu cơ do vi sinh vật

Các hợp chất lân hữu cơ trong đất có nguồn gốc từ xác động vật, thực vật, phân xanh, phân chuồng ... Hợp chất lân hữu cơ quan trọng nhất được phân giải ra từ tế bào sinh vật là Nucleoprotein.

Nucleoprotein có trong thành phần nhân tế bào. Nhờ tác động của các nhóm vi sinh vật hoại sinh trong đất, chất này tách ra khỏi thành phần tế bào và được phân giải thành 2 phần: Protein và nuclein. Protein sẽ đi vào vòng chuyển hoá các hợp chất nitơ, Nuclein sẽ đi vào vòng chuyển hoá các hợp chất photpho.



Sự chuyển hoá các hợp chất photpho hữu cơ thành muối của H_3PO_4 được thực hiện bởi nhóm vi sinh vật phân huỷ photpho hữu cơ. Những vi sinh vật này có khả năng tiết ra enzym photphatasa để xúc tác cho quá trình phân giải. Nhóm vi sinh vật phân giải photpho hữu cơ được phát hiện từ năm 1911 do J. Stoklasa, ông đã phân lập được 3 loài vi khuẩn có khả năng phân huỷ photpho hữu cơ đều thuộc giống *Bacillus*. Sau đó ông nuôi cấy những vi khuẩn này trong môi trường chỉ có axit nucleic làm nguồn P và N duy nhất và nhận thấy lượng lân được phân giải từ 15 đến 23%. Nếu bổ sung vào môi trường một ít $(NH_4)_2SO_4$ thì lượng lân được phân giải tăng lên. Năm 1952 Menkina đã phân lập được vi khuẩn *Bacillus megatherium* var. *photphaticum* có khả năng phân huỷ lân hữu cơ cao. Sau đó, người ta đã tìm ra nhiều loài vi sinh vật khác có khả năng phân huỷ lân hữu cơ theo sơ đồ tổng quát sau:



H_3PO_4 thường phản ứng với các kim loại trong đất tạo thành các muối photphat khó tan như $Ca_3(PO_4)_2$, $FePO_4$, $AlPO_4$...

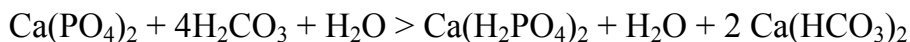
Vi sinh vật phân giải lân hữu cơ chủ yếu thuộc 2 chi: Bacillus và Pseudomonas. Các loài có khả năng phân giải mạnh là B. megatherium, B. mycoides và Pseudomonas sp.

Ngày nay, người ta đã phát hiện thấy một số xạ khuẩn và vi nấm cũng có khả năng phân giải photpho hữu cơ.

4.3.2. Sự phân giải lân vô cơ do vi sinh vật

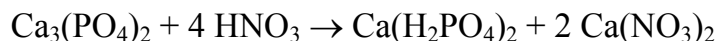
Các hợp chất lân vô cơ được hình thành do quá trình phân giải lân hữu cơ (còn gọi là quá trình khoáng hoá lân hữu cơ) phần lớn là các muối photphat khó tan. Cây trồng không thể hấp thu được những dạng khó tan này. Các hợp chất lân khó tan còn nằm trong các chất khoáng thiên nhiên như các mỏ Apatit, photphoric ... Nếu không có quá trình phân giải các hợp chất photpho khó tan biến thành dạng dễ tan thì hàm lượng photpho tổng số trong đất dẫu có nhiều cũng trở thành vô dụng.

Về cơ chế của quá trình phân giải photpho vô cơ do vi sinh vật cho đến nay vẫn còn nhiều tranh cãi. Nhưng đại đa số các nhà nghiên cứu đều cho rằng: sự sản sinh axit trong quá trình sống của một số nhóm vi sinh vật đã làm cho nó có khả năng chuyển các hợp chất photpho từ dạng khó tan sang dạng có thể hoà tan. Đa số các vi sinh vật có khả năng phân giải lân vô cơ đều sinh CO_2 trong quá trình sống, CO_2 sẽ phản ứng với H_2O có trong môi trường tạo thành H_2CO_3 . H_2CO_3 sẽ phản ứng với photphat khó tan tạo thành photphat dễ tan theo phương trình sau:

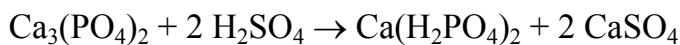


Dạng khó tan \longrightarrow Dạng dễ tan Dạng dễ tan

Các vi khuẩn nitrat hoá sống trong đất cũng có khả năng phân giải lân vô cơ do nó có khả năng chuyển NH_3 thành NO_2^- rồi NO_3^- . NO_3^- sẽ phản ứng với photphat khó tan tạo thành dạng dễ tan:



Các vi khuẩn sulfat hoá cũng có khả năng phân giải photphat khó tan do sự tạo thành H_2SO_4 trong quá trình sống.



Ngoài ra các nhóm vi sinh vật có khả năng tạo thành các axit hữu cơ trong quá trình sống cũng có thể làm cho dạng photphat khó tan chuyển thành dạng dễ tan.

Tuyệt đại đa số các vi sinh vật phân huỷ lân vô cơ trong quá trình sống đều làm giảm pH của môi trường. Tuy nhiên, gần đây có một vài tác giả đã công bố tìm ra một vài chủng vi khuẩn phân giải lân mà trong quá trình nuôi cấy không làm giảm pH môi trường.

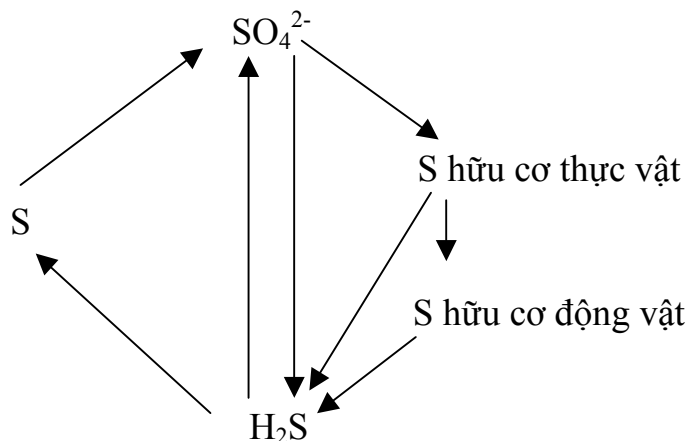
Rất nhiều vi sinh vật có khả năng phân giải lân vô cơ, trong đó nhóm vi khuẩn được nghiên cứu nhiều hơn cả. Các loài có khả năng phân giải mạnh là *Bacillus megatherium*, *B. butyricus*, *B. mycoides*, *Pseudomonas radiobacter*, *P. gracilis* ... Trong nhóm vi nấm thì *Aspergillus niger* có khả năng phân giải mạnh nhất. Ngoài ra một số xạ khuẩn cũng có khả năng phân giải lân vô cơ.

4.4. KHẢ NĂNG CHUYỂN HOÁ CÁC HỢP CHẤT LƯU HUỖNH TRONG MÔI TRƯỜNG TỰ NHIÊN CỦA VI SINH VẬT

4.4.1. Vòng tuần hoàn lưu huỳnh trong tự nhiên

Cũng như photpho, lưu huỳnh là một trong những chất dinh dưỡng quan trọng của cây trồng. Trong đất nó thường ở dạng các hợp chất muối vô cơ như $CaSO_4$, Na_2SO_4 , FeS_2 , Na_2S ... một số ở dạng hữu cơ. Trong cơ thể sinh vật, S nằm trong thành phần của các axit amin chứa lưu huỳnh như metionin, xystein và trong nhiều loại enzym quan trọng. Thực vật hút các hợp chất S vô cơ trong đất chủ yếu dưới dạng SO_4^{2-} và chuyển sang dạng S hữu cơ của tế bào. Động vật và người sử dụng thực vật làm thức ăn và cũng biến S của thực vật thành S của động vật và người. Khi động thực vật chết đi để lại một lượng lưu huỳnh hữu cơ trong đất. Nhờ sự phân giải của vi sinh vật, S hữu cơ sẽ được chuyển hoá thành H_2S . H_2S và các hợp chất vô cơ khác có trong đất sẽ được oxy hoá bởi các nhóm vi khuẩn tự dưỡng thành S và SO_4^{2-} , một phần được tạo thành S hữu cơ của tế bào sinh vật. SO_4^{2-} lại được thực vật hấp thụ, cứ thế vòng

chuyển hoá các hợp chất lưu huỳnh diễn ra liên tục. Trong đó các nhóm vi sinh vật đóng một vai trò quan trọng không thể thiếu được.



4.4.2. Sự oxy hóa các hợp chất lưu huỳnh

4.4.2.1. Sự oxy hoá các hợp chất lưu huỳnh do vi khuẩn tự dưỡng hoá năng

Trong nhóm vi khuẩn tự dưỡng hoá năng có một số loài có khả năng oxy hoá các hợp chất lưu huỳnh vô cơ như Thiosulfat, khí sulfua hydro và lưu huỳnh nguyên chất thành dạng SO_4^{2-} theo các phương trình sau:



H_2SO_4 sinh ra làm pH đất hạ xuống (diệt trừ được bệnh thối do *Streptomyces* gây ra và bệnh ghẻ khoai tây do pH thấp vi khuẩn không sống được).

Năng lượng sinh ra trong quá trình oxy hoá trên được vi sinh vật sử dụng để đồng hoá CO_2 tạo thành đường. Đồng thời một số ít hợp chất dạng S cũng được đồng hoá tạo thành S hữu cơ của tế bào vi khuẩn. Các loài vi khuẩn có khả năng oxy hoá các hợp chất lưu huỳnh theo phương thức trên là *Thiobacillus thioparus* và *Thiobacillus thioxidans*. Cả 2 loài này đều sống được ở pH thấp, thường là pH = 3, đôi khi ở pH = 1 - 1,5 hai loài này vẫn có thể phát triển. Nhờ đặc điểm này mà người ta dùng 2 loài vi khuẩn trên để làm tăng độ hoà tan của apatit.

Ngoài 2 loài vi khuẩn trên còn có 2 loài vi khuẩn khác có khả năng oxy hoá các hợp chất S vô cơ, đó là *Thiobacillus denitrificans* và *Beggiatira minima*. *Thiobacillus denitrificans* có khả năng vừa khử nitrat vừa oxy hoá S theo các phương trình sau:



Vi khuẩn *Beggiatoa minima* có thể oxy hoá H_2S hoặc S. Trong điều kiện có nhiều H_2S nó sẽ oxy hoá H_2S tạo thành S tích lũy trong tế bào. Trong điều kiện thiếu H_2S các hạt S sẽ được oxy hoá đến khi S dự trữ hết thì vi khuẩn chết hoặc ở trạng thái tiềm sinh.

4.4.2.2. Sự oxy hoá các hợp chất S do vi khuẩn tự dưỡng quang năng

Một số nhóm vi khuẩn tự dưỡng quang năng có khả năng oxy hoá H_2S tạo thành SO_4^{2-} . H_2S đóng vai trò chất cho điện tử trong quá trình quang hợp của vi khuẩn. Các vi khuẩn thuộc họ Thiodacêta chlorobacteriae thường oxy hoá H_2S tạo $C_6H_{12}O_6$, H_2SO_4 và S.

Ở nhóm vi khuẩn trên, S được hình thành không tích lũy trong cơ thể mà ở ngoài môi trường.

4.4.3. Sự khử các hợp chất S vô cơ do vi sinh vật

Ngoài quá trình oxy hoá, trong đất còn có quá trình khử các hợp chất S vô cơ thành H_2S . Quá trình này còn gọi là quá trình phản sulfat hoá. Quá trình này được tiến hành ở điều kiện kỵ khí, ở những tầng nước sâu. Nhóm vi sinh vật tiến hành quá trình này gọi là nhóm vi khuẩn phản sulfat hoá:



Ở đây chất hữu cơ đóng vai trò cung cấp hydro trong quá trình khử SO_4 có thể là đường hoặc các axit hữu cơ hoặc các hợp chất hữu cơ khác. H_2SO_4 sẽ bị khử dần tới H_2S theo sơ đồ sau:



Quá trình phản sulfat hoá dẫn đến việc tích lũy H_2S trong môi trường làm ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng đến đời sống của thực vật và động vật trong môi trường đó. Lúa mọc trong điều kiện yếm khí có quá trình phản sulfat hoá mạnh sẽ bị đen rễ và ảnh hưởng xấu đến sinh trưởng và phát triển.