

CỐ ĐỊNH NI-TƠ: MỐI QUAN HỆ GIỮA THỰC VẬT VÀ VI KHUẨN (PHẦN 1)

Không khí gần như là một trò đùa. Không gì có thể chống lại oxy nhưng 78% không khí lại là ni-tơ. Ni-tơ thường là nguồn gốc sự sống trên trái đất và là nguồn dinh dưỡng quyết định sự vật phát triển đến mức nào, phát triển

Không khí gần như là một trò đùa. Không gì có thể chống lại oxy nhưng 78% không khí lại là ni-tơ. Ni-tơ thường là nguồn gốc sự sống trên trái đất và là nguồn dinh dưỡng quyết định sự vật phát triển đến mức nào, phát triển ở đâu. Vậy mà lượng lớn ni-tơ đi qua phổi hoặc lá lại không giúp ích gì cho động thực vật: một trong những nguồn tài nguyên quý giá nhất của sự sống bị bỏ phí qua từng hơi thở.

Ni-tơ trôi nổi trong không khí ở dạng nguyên tử kép (N_2) được khóa chặt với nhau bằng hóa chất thông qua một mối liên kết ba thẳng. Mặc dù rất cần nguyên tố này, cơ thể sinh vật sống vừa đủ độ phức tạp khi có tế bào có nhân – paramecia, khoai tây hay người đều giống nhau – không có biện pháp tự nhiên nào có thể phá vỡ mối liên kết đó. Đây là điểm mà nhân loại bị các sinh vật tầm thường qua mặt Những dạng sự sống “đơn giản”, ví dụ như cyanobacteria trôi nổi trong nước hoặc nhóm vi khuẩn rhizobia lẫn khuất trong đất, có thể phá vỡ sự liên kết này. Chiến công này, được gọi là sự cố định ni-tơ, biến N_2 thành một dạng amoniac dễ sử dụng hơn.

Kể từ năm 1920, biện pháp công nghiệp Haber-Bosch đã giúp con người tách mối liên kết 3 này, miễn là có nguồn năng lượng có thể nâng nhiệt độ lên 400 hoặc 500°C và áp suất là 200 atmosphere. Vậy mà lớp váng trên mặt hồ bạn có thể cố định ni-tơ ở nhiệt độ phòng và áp suất khí quyển bình thường.

Các cây đậu và họ đậu có khả năng tự tạo ni-tơ từ vi khuẩn mà có khả năng phá vỡ mối liên kết ba của N_2 ở nhiệt độ phòng. Trong những thập niên gần đây, các nhà khoa học đã nghiên cứu tìm cách đưa những khả năng đó vào hoa màu. (Ảnh: iStockphoto)

Một số loài thực vật nhất định có những giải pháp gọn gàng hơn. Tự bản thân chúng, đậu nành, đậu, cây tổng quán sủi và những loài khác, có thể cố định ni-tơ tốt hơn bất kỳ người nào. Thực chất chúng hấp dẫn những vi khuẩn di cư vào và giúp chúng làm nhiệm vụ trên.

Trong một xã hội vượt ranh giới cũng phức tạp như xã hội loài người, vi khuẩn và thực vật trao đổi những tín hiệu và những bài kiểm tra thiện ý hóa chất cho đến khi vi khuẩn di cư ổn định,

thường là trong những hốc hoặc chỗ lồi đặc biệt của cây, và bắt đầu cố định ni-tơ. Với sự giúp sức từ những người bạn này, các loài cây trên có thể lấy được phân bón từ không khí.

Điều này cũng đủ để con người phải ghen tị với giống đậu nành. Sản xuất phân bón thông qua phương pháp Haber-Bosch cho mùa màng tiêu tốn nguồn năng lượng khủng khiếp. Và khi chi phí năng lượng đang lên cao, chưa kể đến đốt cháy năng lượng hóa thạch làm tăng lượng khí nhà kính, và dân số toàn cầu tăng nhanh đòi hỏi nhiều thực phẩm hơn nữa. Chỉ đối với 1/3 dân số thế giới, nhiều thực phẩm hơn có nghĩa là nhiều phân bón nhân tạo hơn. Mọi việc sẽ đơn giản hơn nếu lương thực thực phẩm có thể sử dụng ni-tơ từ N₂ trong không khí.

Allan Downie, thuộc Trung tâm John Innes ở Norwich, Anh, tác giả một bài báo gần đây về tín hiệu thực vật-vi khuẩn trên tờ *Annual Review of Plant Biology*, cho biết "Mọi người lúc nào cũng hỏi tôi khi nào chúng ta có thể tạo ra bột mì tự cố định ni-tơ". Downie cho biết mọi chuyện không đơn giản như thế. Ông đã bắt đầu nghiên cứu việc cố định ni-tơ trong suốt những năm 1980 và nhận thấy còn cả một quãng đường dài phía trước.

Tin tốt là khoa học đang tăng tốc. Nghiên cứu cả thực vật và vi khuẩn của chúng đã phát hiện ra sự đa dạng mới, bất ngờ trong việc cố định ni-tơ và đem lại cho các nhà khoa học những mối quan hệ hợp tác mới để tìm ra những đầu mối vận hành cơ chế. Các nhà khoa học cũng đang bổ sung kiến thức về cách các cây họ đậu dùng một loại danh sách hóa chất đặc biệt để tìm và thương thảo với những "công nhân" vi khuẩn tiềm năng. Khoa học đang tìm cách học lại quá trình này, theo dõi từng sắc thái của nó. Thậm chí khi người thầy ở đây chỉ là những chấm nhỏ nằm trong đất.

Các loài vi khuẩn cố định ni-tơ

Theo David Dalton thuộc ĐH Reed ở Portland, Oregon, quyền năng nằm trong những chấm nhỏ đó. Một số loài, ví dụ như cyanobacteria, trôi nổi trong đại dương và xử lý nhiều ni-tơ đến mức chúng được công nhận là nguồn lực chính của thành phần hóa học đại dương.

Phần lớn ni-tơ trong cánh rừng thông già Douglas thuộc tây bắc Thái Bình Dương có thể xuất phát từ loài *Nostoc cyanobacteria*. Vài loài địa y *Lobaria* bao gồm *Nostoc* ở dạng xanh tươi rậm rạp, sau 80 năm có thể thiết lập những thuộc địa khổng lồ lên tận ngọn cây. Dalton ví von "Giống như người ta đổ đi một chuyến tàu đầy rau diếp vậy."

Những loài cố định ni-tơ khác thiết lập các mối quan hệ lỏng lẻo với thực vật khi định cư gần rễ hoặc chuyển vào các mô mà không có chỗ trú ẩn đặc biệt nào cả. Một trong những loài nổi tiếng nhất, hiện có tên *Gluconacetobacter diazotrophicus*, xuất hiện trong cây mía ở Brazil vào năm 1988. Nó thuộc vào một nhóm vi khuẩn được biết là có thể sản xuất z-xít α-xê-tic. Nhưng dưới những điều kiện thích hợp, loài này sản xuất đủ ni-tơ để giúp mía tăng trưởng.

Bản thân thực vật không thể sử dụng ni-tơ trong không khí, nhưng chúng có thể nhờ vào vi khuẩn

để tạo nên các công xử lý ni-tơ trong nốt sần trên rễ. (Ảnh: W. Eberhart, Getty Images)

Tuy nhiên, các mối quan hệ chặt chẽ nhất gồm nhiều cấu trúc chuyên biệt hơn, ví dụ như những mô riêng rẽ trong cây. Cycads mà Dalton mô tả là trông như “những cây cọ béo lùn” mọc những khối u làm chỗ trú cho cyanobacteria. Và một loài cây ra hoa khá lạ lùng, Gunnera, chấp nhận những túi cyanobacteria trong rễ. Chỉ cần cắt một đoạn rễ Gunnera ngay dưới một trong những cái lá cỡ chiếc ô của nó, ta sẽ thấy những đốm màu xanh lục.

Những quyển sách giáo khoa cũng đưa các cây họ đậu vào sơ đồ cố định ni-tơ, nhưng giống vi khuẩn Frankia tạo nên những nốt nhỏ trong các cây không thuộc họ đậu, ví dụ như cây tổng quán sủi và cây thanh mai. Những loài cố định ni-tơ trông “cực kỳ xương xẩu” này sống trong các chùm nốt trên rễ.

Cách sắp xếp thực vật-vi khuẩn nổi tiếng nhất xuất hiện giữa vi khuẩn và cây họ đậu. Mỗi cây tuyển dụng mới lực lượng lao động của mình, và vi khuẩn đi vào những sợi rễ nhỏ xíu sau này trở thành những nốt nhà máy ni-tơ nhìn như những hạt đậu hồng nhạt. Màu hồng là do hemoglobin thực vật, họ hàng của phân tử vận chuyển oxy trong máu động vật có vú.

“Sự bùng nổ dữ dội” là từ mà John Howieson, ĐH Murdoch ở Australia, mô tả sự phát hiện vô số các loài vi khuẩn cố định ni-tơ trong nốt cây họ đậu những năm gần đây. Các nhà sinh vật học biết rằng nhiều vi sinh vật xuất hiện bên trong các nốt nhưng không có cách đảm bảo nào tách những vi khuẩn cố định và những vi khuẩn trá hình.

Trong hơn 100 năm, các nhà sinh học đã ghi nhận những nốt chỉ hình thành với vi khuẩn thuộc nhánh alpha của nhóm Proteobacteria, đặc biệt là những vi khuẩn trong họ Rhizobiaceae. Tuy nhiên, bắt đầu từ năm 2000, các nhà nghiên cứu đã phát hiện các nodulator trong một nhánh hoàn toàn mới mang tên beta. Nhóm đầu tiên, thành viên của họ Burkholderia, được phát hiện cố định ni-tơ cho các cây mimosa ở Brazil.

“Chúng ta đã quen với những tổ màu xám đáng chán, màu trắng sữa và bây giờ những tổ màu hồng này xuất hiện.” Bộ sưu tập của Howieson xuất hiện thêm những vi khuẩn cố định ni-tơ bao gồm “những thứ mỏng mảnh, phát triển nhanh màu hồng lạ lùng” cũng như “thứ mỏng mảnh màu cam chưa được đặt tên.”

Một chuyên gia nữa về nốt cố định ni-tơ, Janet Sprent thuộc ĐH Dundee ở Scotland, nhớ lại thời hệ thống hóa đơn giản hơn nhiều. “Cách đây một thế kỷ mọi thứ trật tự hơn nhiều, còn bây giờ chúng tôi đang đi sâu vào một mớ hỗn độn.”

Sprent chỉ ra các nhà khoa học thậm chí còn chưa bắt đầu khảo sát nhiều loài cây nhiệt đới, đặc biệt là các cây họ đậu, mà rất có thể chứa những loài vi khuẩn cố định ni-tơ mới.

(Phần 2)

