

CỐ ĐỊNH NI-TƠ: MỐI QUAN HỆ GIỮA THỰC VẬT VÀ VI KHUẨN (PHẦN 2)

Tìm hiểu quá trình hợp tác của thực vật – vi khuẩn

Tìm hiểu quá trình hợp tác của thực vật – vi khuẩn

Đối với thực vật, việc cho phép vi khuẩn cộng sinh là một điều mạo hiểm. Những vị khách phải biết giữ bản thân không sinh sôi ngoài tầm kiểm soát, phá hủy cấu trúc cây hoặc can thiệp vào cơ chế hóa học. Bù lại loài vi khuẩn có cơ hội không bị người chủ trọ - nguồn cung cấp thức ăn - nổi loạn và thiết lập cơ chế phòng thủ đối với chúng. Vì vậy các nhà nghiên cứu đang khám phá những tín hiệu trao đổi tạo nên sự thỏa thuận.

Bruce Hungate, ĐH Bắc Arizona, Flagstaff, cho biết "Chúng ta đang có một dạng đối thoại mà chúng ta chưa thể diễn dịch được hết."

Ann M. Hirsch thuộc ĐH California, Los Angeles, cho biết "Tôi vẫn nghĩ nó theo cách của một vũ điệu, nhưng có lẽ do tôi học ba-lê quá lâu." Ann và cộng sự Angie Lee, hiện thuộc ĐH California, San Diego, mô tả quá trình này theo mô hình vũ ba-lê trong công trình đăng trên Plant Signaling & Behavior năm 2006.

Đậu nành (ảnh trên bên trái), một loại cỏ ba lá đại châu Phi (ảnh trên bên phải) và những cây cùng họ phát triển những nốt rễ cổ điển. Cỏ bãi biển châu Phi không phát triển nốt nhưng cũng chứa vi khuẩn *Burkholderia* cố định ni-tơ (ảnh dưới bên trái). *Gunnera* (ảnh dưới bên phải) cũng tìm một loài vi khuẩn như cyanobacteria để cố định ni-tơ trong túi rễ. (Ảnh: USDA, Howieson, E. Cahill, iStockphoto)

Họ cho rằng quá trình này bắt đầu bằng một điệu vũ pas de deux giữa các sợi rễ, phần phóng thích các hợp chất flavonoid vào trong đất, và vi khuẩn xung quanh, đến lượt mình, giải thoát các phân tử được gọi là yếu tố nốt. Chỉ cần lượng rất ít những chất này cũng khiến cho can-xi nhanh chóng di chuyển vào các sợi rễ (theo Hirsch là điệu Allergo). Thường chỉ trong vài giây phóng một đợt yếu tố nốt, can-xi cũng đổ vào các tế bào sợi rễ. Thêm vài phút nữa, hàm lượng can-xi bắt đầu lao vào lặp đi lặp lại, tiếp nối trong vòng một giờ. Theo như Hirsch tính toán thì điều này có thể kích hoạt những gien xây dựng nốt.

Nếu tất cả đều thuận lợi, những sợi rễ nhỏ xoắn lại thành các móc và cuối cùng xoắn lại xung quanh vi khuẩn. Ở nhiều loài cây họ đậu, những tế bào rễ bị cuốn mở ra một đường ngầm bên

trong, hoặc sợi lây nhiễm, dẫn vi khuẩn vào những mô – nơi trú ẩn của chúng – cuối cùng phồng ra thành những nốt.

Vũ điệu ba-lê này còn hàm chứa nhiều điều ngạc nhiên. Mùa hè trước, hai loài vi khuẩn ORS278 và BTAi1 hóa ra không có yếu tố nốt. Thế nhưng vi khuẩn vẫn có thể hình thành nốt sẵn ở một số loài cây họ đậu nhất định theo một cách đáng nể.

Sharon Long, ĐH Stanford tỏ thái độ tích cực trước phát hiện này. “Điều này khá quan trọng. Hiện công trình chưa trả lời được điều gì nhưng thực sự mở ra những câu hỏi mới.”

Thực vật có thể khá kỹ tính khi chọn cho mình bạn nhảy vi khuẩn. Ví dụ, công trình hiện nay của Howieson phát hiện rằng hai loài cỏ ba lá chọn dòng vi khuẩn *Rhizobium leguminosarum* cụ thể thậm chí nếu chúng hiếm có trong môi trường đất xung quanh. Howieson và cộng sự đã viết về điều này trên tờ *Soil Biology and Biochemistry* tháng 3 rằng một loài vi khuẩn đặc biệt hiệu quả rất cuộc sẽ là người cộng sự lý tưởng của cỏ ba lá thậm chí khi dân số của chúng kém gấp 100 lần so với những cộng sự khác kém hiệu quả hơn, chỉ hình thành nốt nhưng không cố định ni-tơ. Những nhóm nghiên cứu khác đang kiểm nghiệm những gien mà thực vật sử dụng trong quá trình thương lượng với người cộng sự của mình. Loại gien *SymRK* mã hóa một loại protein liên quan đến quá trình tiếp nhận các tín hiệu nốt – lời hồi đáp của vi khuẩn đối với tín hiệu tìm cộng sự của thực vật. Tuy nhiên, theo Didier Bogusz thuộc Viện Nghiên cứu và Phát triển ở Montpellier, Pháp, thì *SymRK* còn những nhiệm vụ khác trong cây họ đậu. Những công trình trước đó cũng cho thấy *SymRK* hoạt động trong mối quan hệ lâu đời với cây họ đậu, tương tự như 3/4 các loài thực vật, cho phép hình thành những mối quan hệ mật thiết giữa rễ và nấm. Mạng lưới nấm bám chặt rễ này được gọi là *arbuscular mycorrhizae* và đưa chất dinh dưỡng như phốt-phát từ đất lên cây.

Vi khuẩn cyanobacteria tự do, ví dụ như loài *Mastigocladus laminosus* này, cố định được nhiều ni-tơ và tỏ ra có vai trò quan trọng trong những vòng dinh dưỡng toàn cầu. (Ảnh: G. Wanner, Getty Images)

Những cây phi lao Australia với tán lá mượt như lông tơ không phải thuộc họ đậu, và chúng không kết thân với những vi khuẩn nhóm đậu. Hiện nay, Bogusz phát hiện rằng, giống như cây họ đậu, loài cây này dựa vào *SymRK* khi chúng nhóm với các vi khuẩn cố định ni-tơ khác, *Frankia*. Bogusz và cộng sự cũng trình bày trên tờ *Proceedings of the National Academy of Sciences* ngày 25 tháng 3. Loài cây này cũng dùng *SymRK* để nối với một phiên bản mạng lưới nấm. Phát hiện này ủng hộ cho một lý thuyết rằng thực vật sử dụng các nốt cố định ni-tơ đã tiến hóa năng lượng

bằng cách mượn những yếu tố của hệ thống cổ xưa rộng rãi để hình thành mối quan hệ cộng tác với nấm.

Tương lai của cây lương thực cố định ni-tơ

Bogusz cho rằng phát hiện ra những gen cố định ni-tơ và tạo ra khả năng cố định ni-tơ trên những mùa vụ không phải đậu "rất có thể xảy ra trong thời gian dài".

Theo Eric Triplett, ĐH Florida ở Gainesville, cho biết hiện tại có thể là thời điểm thích hợp cho một đợt thúc đẩy đối với vụ mùa tái biến đổi. Những nỗ lực ban đầu vào những năm 1970 không tiến triển nhiều, nhưng do không có nhiều quỹ hỗ trợ liên tục và công cụ sẵn có như ngày nay. Năm trước ông đã thuyết trình trước Hội đồng Nghiên cứu quốc gia về triển vọng của thành công này. Triplett phản đối ý tưởng cố gắng dời khả năng của cây họ đậu tìm kiếm vi khuẩn thích hợp và phát triển nốt sang một loài khác về căn bản như ngô. Muốn thực hiện điều đó cần phải điều chỉnh cả một bộ những gen thực vật chuyên biệt để tìm những cộng sự vi khuẩn đặc biệt. "Tôi có cảm giác rằng, mọi chuyện không phải là quá khó. Đối với tôi, cách duy nhất cần làm là biến đổi thực vật trực tiếp với những gen cố định ni-tơ."

Vi khuẩn thực hiện phép màu với hơn 20 loại gen, nhưng thực vật chỉ có một số phiên bản của chúng. Ông đề nghị đưa cơ chế này vào một trong những bộ máy chuyển hóa năng lượng vốn đã hoạt động trong tế bào thực vật, như năng lượng sinh ty lạp thể hoặc lạp lục bắt ánh sáng. "Tôi không nghĩ sẽ có điều gì quan trọng hơn bạn có thể làm để cung cấp thực phẩm cho vùng hạ Sahara châu Phi."

Thậm chí nếu đưa các gen cố định ni-tơ trực tiếp vào các cây có hứa hẹn một phương pháp dễ dàng hơn thì điều này vẫn còn khó khăn. Ví dụ, Downie lưu ý sẽ tốn kém và thỏa hiệp nếu cơ chế phức tạp này có thể xuất hiện ở một loại cây mới. Dù có khả năng hóa sinh đó, thực vật vẫn sẽ cần một lượng lớn năng lượng để phá vỡ liên kết ba ni-tơ. Những tính toán dựa trên các loại enzyme vi khuẩn ước lượng rằng xử lý một phân tử của N_2 cần nhiều phân tử ATP, đơn vị năng lượng của tế bào, nhiều hơn xử lý phân tử CO_2 trong quang hợp ít nhất 8 lần. Năng lượng này sẽ không được dành cho những chức năng khác, như tạo lá hoặc hạt đậu.

Những vụ mùa đậu tự tạo ni-tơ thường cho năng suất thấp hơn ngô và bột mì được bón phân. Vì vậy cho thêm quyền năng cố định ni-tơ có thể khiến cho một số loài giảm hiệu suất nông nghiệp. Downie cho biết "Bạn sẽ không nhận được gì từ hư không. Liệu bạn sẽ chấp nhận đánh đổi năng suất không?"

Việc năng suất giảm có thể là một bất lợi nhưng theo Vaclav Smil, ĐH Mani-toba, Canada, có một cách nhìn khác đối với vấn đề nguồn cung cấp ni-tơ. Ông đã theo dõi việc sử dụng ni-tơ trên thế giới và ông không hề hy vọng các kỹ sư di truyền sẽ tạo ra một loại thực phẩm tự sản xuất phân bón trong thời gian ngắn. "Họ đã hứa hẹn điều đó từ rất lâu rồi."

"Với khẩu phần như ngày nay, khoảng 40% tất cả thực phẩm được sản xuất nhờ vào phân bón nhân tạo". Nhưng sự phụ thuộc đó đến từ một hệ thống thực phẩm mà ông gọi là "đều bị quản lý sai lầm".

Smil đưa dữ liệu về lượng dùng thừa và thải đi từ một bảng. Ví dụ, ngân quỹ phân bón khác nhau khá nhiều dựa vào chọn lựa thực phẩm, đặc biệt là bao nhiêu nông sản thịt và sữa một quốc gia tiêu thụ. Khẩu phần của Mỹ, dựa vào khoảng 50% phân bón nhân tạo, tiêu thụ thịt gần như gấp 5 lần trên mỗi khẩu phần châu Á.

Những thử thách của việc cung cấp ni-tơ cho thói quen thực phẩm hiện nay của thế giới là rất thật nhưng ông nghĩ rằng thật sai lầm khi chờ sự ra đời của bột mì cố định ni-tơ. "Hãy giảm sự thất

thoát thực phẩm. Trước khi đưa liệu pháp gien vào tất cả mọi thứ, hãy thay đổi khẩu phần ăn.”
Phần 1