

PHÁT HIỆN CƠ CHẾ HÌNH THÀNH TƠ NHỆN

(khoahoc.tv) - Tơ nhện là một loại vật liệu rất đặc biệt, nó có trọng lượng nhẹ và độ co giãn cao nhưng mạnh hơn cả thép. Tuy nhiên, thách thức mà những chú nhện phải đối mặt để sản xuất ra chất này còn kinh khủng hơn.

Normal

0

false

false

false

MicrosoftInternetExplorer4

(khoahoc.tv) - Tơ nhện là một loại vật liệu rất đặc biệt, nó có trọng lượng nhẹ và độ co giãn cao nhưng mạnh hơn cả thép. Tuy nhiên, thách thức mà những chú nhện phải đối mặt để sản xuất ra chất này còn kinh khủng hơn.

Các protein tơ nhện, được gọi là các spidroin, phải chuyển đổi từ một dạng lỏng sang sợi rắn ở nhiệt độ môi trường bao quanh, cùng với nước là dung môi, và ở tốc độ rất cao. Làm thế nào mà những chú nhện thực hiện được điều đáng kinh ngạc này?

Trong một nghiên cứu mới được trình bày trên trang cập mở của tạp chí PLOS Biology ngày 5/8/2014, Anna Rising và Jan Johansson đã cho thấy quá trình hình thành tơ được diễn ra như thế nào. Nghiên cứu này được thực hiện tại trường Đại học Khoa học Nông nghiệp Thụy Điển (Swedish University of Agricultural Sciences (SLU)) và Viện nghiên cứu Karolinska trong sự phối hợp với các đồng nghiệp tại Latvia, Trung Quốc và Mỹ.

Các spidroin là các protein lớn có tới 3.500 các amino acid chứa chủ yếu các trình tự lặp đi lặp lại, nhưng các phần quan trọng nhất cho sự biến đổi các spidroin thành tơ là ở phần cuối. Những vùng chót này của các protein là độc nhất với tơ nhện và rất giống nhau giữa các loài nhện khác nhau.

Các spidroin có một cấu trúc xoắn và không có trật tự khi được lưu trữ như là các protein hòa tan trong các tuyến tơ, nhưng khi chuyển thành tơ, cấu trúc của chúng thay đổi hoàn toàn thành một cấu trúc có độ ổn định cơ học cao. Những thay đổi này được kích hoạt bởi một chênh lệch tính

axit (pH) (acidity gradient) xảy ra giữa một đuôi của tuyến tơ nhện và đuôi tuyến tơ khác.

Tuyến tơ xuất phát từ một chót hẹp tới một túi và tới một ống dẫn mỏng manh, và các nhà khoa học biết rằng tơ nhện hình thành tại một vị trí chính xác bên trong ống dẫn. Tuy nhiên, những chi tiết cụ thể hơn về quá trình sản sinh tơ nhện vẫn rất khó hiểu.

Bằng cách sử dụng các vi điện cực có tính chọn lọc cao để đo độ pH trong các tuyến tơ, các tác giả đã chứng minh pH đã giảm từ pH trung tính là 7,6 thành pH axit 5,7 giữa phần đầu của chót và nửa phần dưới của ống, và gradient pH cao hơn nhiều so với suy nghĩ của các nhà khoa học.

Các vi điện cực cũng cho thấy nồng độ các ion bicacbonat và áp suất của khí CO₂ cũng đồng thời tăng lên dọc theo tuyến tơ. Cùng với nhau, những yếu tố này đã cho thấy gradient pH có thể hình thành thông qua hoạt động của một enzyme có tên carbonic anhydrase, enzyme này chuyển hóa carbonic và nước thành bicacbonat và các ion hydro (và do đó tạo ra môi trường có tính axit).

Sử dụng một phương pháp được phát triển bởi các tác giả, các nhà nghiên cứu đã có thể xác định carbonic anhydrase hoạt hóa trọng một phần hẹp hơn của tuyến tơ và xác định rằng carbonic anhydrase thực sự chịu trách nhiệm gây ra gradient pH.

Các tác giả cũng phát hiện thấy pH có tác động đối ngược lên tính ổn định của hai vùng tại phần cuối của các protein spidroin, điều này gây ngạc nhiên rằng những vùng này đã được cho là có các vai trò tương tự trong việc hình thành tơ. Trong khi một phần kết thúc (đầu chót N) có xu hướng kết đôi với các phân tử khác tại đầu của ống và trở nên ổn định khi độ axit tăng dọc theo ống, chót cuối khác (đầu chót C) mất ổn định khi tính axit tăng, và trải ra cho tới khi nó hình thành tính chất cấu trúc của tơ ở độ pH là 5,5. Những phát hiện này chứng minh rằng ở đầu của ống cũng là điểm mà hoạt động carbonic anhydrase được tập trung.

Những hiểu biết sâu sắc này dẫn các nhà nghiên cứu đề xuất ra một mô hình “khóa và kích hoạt” mới đối với sự hình thành các tơ nhện, trong đó dần dần hình thành các cặp đôi của các chót đầu N khóa các spidroin thành một mạng lưới của các phân tử protein, trong khi các thay đổi về cấu trúc trong chót đầu C có thể kích hoạt các phản ứng trùng hợp các spidroin thành các sợi “amyloid” (tinh bột) được tìm thấy trong não của những người bị bệnh như bệnh Alzheimer.

Cơ chế này giúp giải thích tại sao các tơ nhện mảnh mai có thể hình thành một cách nhanh chóng và thuận lợi trong ống tạo tơ của loài sinh vật kì diệu này. Bên cạnh việc con người có thể bắt chước nhện để sản xuất ra các sợi spidroin phòng sinh học cho mục đích của chúng ta, nghiên cứu này cũng giúp cung cấp cái nhìn sâu sắc về cách mà những sợi tinh bột bị cản trở một cách tự nhiên liên quan đến các bệnh như mất trí nhớ ở con người.