QUAN SÁT HỖN HỢP SẮC TỐ PHỨC TẠP TRONG TẾ BÀO SỐNG

Trong một tiến bộ kỹ thuật cho phép các nhà nghiên cứu quan sát tế bào hoạt động khi thực hiện quá trình quang hợp, họ đã phát triển một phương pháp có thể tăng cường hiệu quả của hình ảnh sinh học dưới tác động của ánh sáng huỳnh quang nh

Phương pháp này cung cấp hình ảnh rất rõ nét về những gì đang diễn ra ở cấp độ phân tử trong quá trình quang hợp. Hứa hẹn mang lại nhiều thông tin quan trọng về những hoạt động bên trong tế bào khi chúng tham gia vào tiến trình quang hợp trong đó bao gồm công đoạn thu nhận ánh sáng rồi biến ánh sáng thành năng lượng hóa học.

Những thông tin nói trên rất có giá trị trong việc giúp các nhà nghiên cứu kiểm soát và điều chỉnh các loại vi khuẩn cho các mục đích khác nhau, theo Wim Vermaas – giáo sư thuộc đại học Khoa học đời sống ASU đồng thời là tác giả chính của nghiên cứu: "Hình ảnh huỳnh quang cùng tiêu điểm đa quang phổ giúp xác định vị trí và phân bố sắc tố trong tế bào vi khuẩn cyanobacterial". Báo cáo của nghiên cứu được đăng tải trực tuyến trong tuần trên phiên bản Early Edition của tờ Proceedings of the National Academy of Sciences. Các nhà nghiên cứu ASU đã cộng tác với các nhà khoa học thuộc phòng thí nghiệm quốc gia Sandia và Albuquerque để tìm ra phương pháp mới.

Vermaas cho biết: "Đây là một công cụ mới trong hộp đồ dùng của chúng ta và cũng là một công cụ rất hữu ích". Phương pháp được dựa trên hình ảnh huỳnh quang để phân biệt các loại sắc tố khác nhau trong vi khuẩn có tham gia vào quá trình quang hợp. Huỳnh quang là đặc tính mà một số hợp chất có thể phát ra ánh sáng đặc trưng khi bị kích thích bởi một bước sóng ánh sáng cụ thể. Cho đến giờ, các phương pháp huỳnh quang hiện đại đã phải trải qua một quãng thời gian khá khó khăn trong việc phân biệt các hợp chất cùng sắc tố cũng như đặc tính huỳnh quang. Chính vì thế các nhà nghiên cứu bị kìm hãm khi tìm hiểu chính xác những gì đang diễn ra bên trong tế bào.

Phương pháp hiển vi huỳnh quang cùng tiêu điểm đã được chứng minh là một phương pháp hiệu quả nhằm định vị sắc tố trong tế bào miễn là có sự chồng chéo quang phổ nhỏ giữa các sắc tố huỳnh quang khác nhau. Phương pháp hình ảnh huỳnh quang đa quang phổ này đã mở rộng biên giới cho kỹ thuật. Nó có thể định vị riêng biệt từng sắc tố dựa trên quang phổ huỳnh quang tương đồng.

Vermaas nói rằng các nhà nghiên cứu đã ứng dụng một phương pháp phân tích hình ảnh cao cấp được phát triển tại phòng thí nghiệm Sandia.

Vermaas – thành viên của Trung tâm năng lương sinh học và quang hợp ASU – phát biểu: "Đây là một phương pháp phân tích vượt trội so với những gì hệ thống phân tích thương mại có thể làm. Nó cho bạn biết vật chất huỳnh quang đang nằm ở đâu trong tế bào, huỳnh quang của mỗi loại vật chất trông như thế nào và lượng phát ra là bao nhiêu ngay cả khi đặc tính huỳnh quang của hai vật khác nhau dường như giống hệt nhau".

Vermaas cho biết, nghiên cứu ban đầu tập trung vào định vị sắc tố trong vi khuẩn cyanobacterium – một loại vi khuẩn gây hứng thú cho nhóm nghiên cứu. Khi áp dụng phương pháp này, họ đã chứng minh các sắc tố tham gia vào quá trình quang hợp (chlorophyll, phycobilin và carotenoid) có thể được định vị trong tế bào sống của vi khuẩn cyanobacterium Synechocystis sp. PCC 6803 thông qua quá trình dãn xoắn của từng quang phổ huỳnh quang riêng biệt phát ra với thể tích rất nhỏ (0,03μm3) nhờ hình ảnh huỳnh quang đồng tiêu điểm đa quang phổ.

Vermaas giải thích: "Phương pháp cho phép chúng ta mở rộng giới hạn phân giải của phương pháp hiển vi huỳnh quang đồng tiêu điểm đặc biệt là khi có hỗn hợp của các hợp chất huỳnh quang khác nhau với quang phổ khá tương đồng. Cụ thể trong trường hợp của vi khuẩn cyanobacteria, phương pháp nói trên nhận diện các sắc tố khác nhau có liên quan trong tế bào. Cùng với việc quan sát sắc tố, chúng tôi có thể định vị hai hệ thống quang hợp khác nhau trong tế bào".

Các nhà nghiên cứu báo cáo kết quả đạt được đã chỉ ra kết cấu hỗn tạp của màng thylakoid của tế bào cyanobacteria: Sự phát thải phycobilin diễn ra khá mạnh dọc ngoại vi của tế bào trong khi huỳnh quang chlorophyll lại được phân bố tương đối đồng đều ở mọi vị trí. Điều đó cho thấy huỳnh quang phycobilin nổi bật hơn ở ngoại vi của màng thylakoid. Các sắc tố thực vật carotenoid lại tập trung nhiều ở thành tế bào và trong cả màng thylakoid nữa.

Hai yếu tố hợp phần của huỳnh quang chlorophyll cũng đã được phân giải: Thành phần bước sóng ngắn tập trung chủ yếu ở hệ thống quang hợp II và đặc biệt mạnh mẽ ở khu vực gần ngoại biên tế bào; thành phần bước sóng dài là đặc trưng của hệ thống quang hợp I (nó biến mất ở các dạng đột biến thiếu hệ thống quang hợp), có cường độ mạnh tương đối ở vùng bên trong màng thylakoid. Các kết quả cho thấy tính hỗn tạp trong kết cấu giữa các vành đai màng thylakoid (khu vực bên trong màng thylakoid chủ yếu diễn ra quá trìng quang hợp I).

Vermaas cho biết điều đó có nghĩa là thậm chí ngay một tế bào cyanobacterium đơn giản, bé nhỏ (nhỏ hơn 100 lần kích cỡ có thể nhìn thấy bằng mắt thường), cũng có sự phân chia chức năng tinh tế giữa các màng thylakoid bên trong tế bào đảm nhiệm các chu trình khác nhau trong quá trình quang hợp tại những khu vực khác nhau của màng.

Vermaas nói: "Chúng tôi nhận thấy hai hệ thống quang hợp không cùng nằm tại một vị trí trên màng thylakoid trong tế bào ngay cả khi các màng thylakoid trông đều như nhau trên ảnh hiển vi electron." Trên cơ sở này, phương thức hoạt động của tế bào là: khu vực bên trong màng thylakoid chủ yếu sản xuất ATP (adenosine triphosphate) cung cấp năng lượng cho tế bào bằng cách vận chuyển electron theo chu trình trong hệ thống quang hợp I; khu vực ngoại vi lại điều hành dòng electron cũng tạo ra ATP cũng như nicotinamide adenine dinucleotide phosphate có vai trò vận chuyển các chất tương đương sử dụng nhằm thu giữ khí cacbonic.

"Vấn đề quan trọng ở đây là ngay cả khi không thể nhận diện các khoang của tế bào (như các màng thylakoid) bằng phương pháp hiển vi electron, thì cũng có sự hỗn tạp chức năng do các nhóm protein khác nhau tại những khu vực khác nhau của màng thylakoid. Từ lâu chúng tôi đã đặt nghi vấn với tính hỗn tạp này nhưng chưa bao giờ được chứng minh qua thực nghiệm".

Vermaas phát biểu: "Những kết quả trên đã chứng minh hình ảnh huỳnh quang đa quang phổ có thể cung cấp nhiều thông tin mới về tổ chức và vị trí sắc tố trong cả những tế bào tí hon. Nó cũng cung cấp một phương pháp định vị các hợp chất huỳnh quang phức tạp trong tế bào sống với độ phân giải cao".

Hình ảnh huỳnh quang đa quang phổ được cho là sẽ phát huy hiệu quả mạnh mẽ khi tìm hiểu những tế bào đa sắc tố huỳnh quang. Nhưng theo Vermaas, những kết quả này cho đến nay đã minh họa cho sức mạnh của kĩ thuật trong việc nhận diện vị trí cụ thể của các hợp chất huỳnh quang trong tế bào. Nghiên cứu mở ra một tầm nhìn mới trong việc định vị một số loại protein, sắc tố và các hợp chất huỳnh quang khác bên trong tế bào. Phương pháp này dường như sẽ trở thành một công cụ không thể thiếu trong sinh học nhằm đưa ra những phân tích chính luận về tác động qua lại của các loại protein, các chất chuyển hóa, trạng thái năng lượng trong tế bào nhằm tìm hiểu tế bào hoạt động chức năng như thế nào.