

eDNA: Phương pháp nghiên cứu mới trong đa dạng sinh học

Trần Thụy Hương Quỳnh

Đại học Y khoa Kansai, Nhật Bản

Lĩnh vực di truyền thương mại toàn cầu hiện nay đang trở nên phát triển hơn nhờ một công nghệ tiên tiến hiệu quả có tên gọi là Giải trình tự eDNA. Kỹ thuật này cho phép các nhà nghiên cứu truy xuất thông tin di truyền của sinh vật theo một cơ chế không xâm lấn nhờ vào việc thu thập vật chất di truyền có trong không khí và nước. Loại vật liệu di truyền trôi nổi trong không khí và nước này được gọi là eDNA (environmental DNA).

Đôi nét về eDNA

DNA là viết tắt của axit deoxyribonucleic, là vật liệu di truyền trong các sinh vật với cấu trúc hóa học ở các loài sinh vật

giống nhau, tuy nhiên sự sắp xếp thứ tự nucleotit khác nhau chính là nguyên nhân tạo nên khác biệt loài, quần thể và thậm chí là cá thể.

eDNA là DNA từ nhân hoặc ti thể được sinh vật giải phóng vào môi trường. Về cơ bản, eDNA chính là vật chất di truyền từ chất thải của sinh vật như tóc, lông, da,



Mô tả ý tưởng của thu thập eDNA dưới nước (nguồn: IMAGE COURTESY OF FISHBIO) [1].

nước tiểu, chất nhầy, giao tử hoặc phân. eDNA có thể được tìm thấy ở dạng tế bào hoặc ngoại bào. Ở hệ sinh thái trên cạn, eDNA thường có trong đất, trong khi với hệ sinh thái dưới nước, eDNA thường tích tụ với mật độ tương đối cao ở cả trong nước và trầm tích đáy. Các chuyên gia có thể thu thập eDNA bằng cách lọc, ly tâm hoặc kết tủa, sau đó bảo quản chúng để tiện cho các kế hoạch phân tích trong tương lai. Phương pháp nghiên cứu dựa trên eDNA rất quan trọng nhằm phát hiện không xâm lấn các loài sinh vật cũng như phát hiện các loài sinh vật quý hiếm và khó theo dõi. Tùy thuộc vào điều kiện môi trường, ảnh hưởng của tia UVB, độ axit, nhiệt độ và các enzym phân giải mà eDNA có thời gian tồn tại khác nhau, ví dụ như trong môi trường nước, eDNA bị pha loãng và phân tán bởi dòng chảy và các điều kiện thủy văn khác và thường tồn tại trong 7-21 ngày, ngắn hơn hoặc dài hơn tùy thuộc vào điều kiện nước ở nơi thu thập mẫu [2]. Ở các dòng suối và sông, eDNA được vận chuyển nhanh chóng về phía hạ lưu, tồn tại trong các trầm tích. Ở ao hồ, khả năng thu thập eDNA phụ thuộc vào các yếu tố có hay không có dòng chảy vào và chảy ra, sự phân tầng nước và thời gian quay vòng của nước trong hồ (thời gian nước đọng lại trong hồ). Ánh sáng cực tím làm thoái biến DNA nhanh chóng, do đó ở các hệ thống tiếp xúc với nhiều ánh sáng mặt trời sẽ có eDNA thấp hơn so với hệ thống được bảo vệ khỏi ánh sáng mặt trời. Do nhiệt

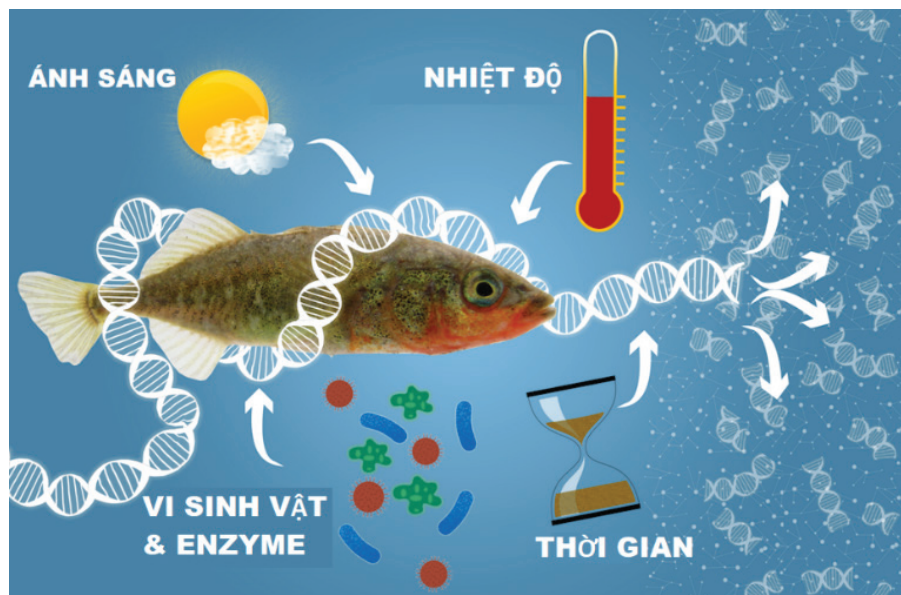
độ ảnh hưởng đến quá trình trao đổi chất của vi sinh vật và hoạt động của enzym nên eDNA có xu hướng phân hủy nhanh ở nhiệt độ cao hơn. Bên cạnh đó còn có các yếu tố làm tăng tốc độ phân hủy eDNA như độ pH, độ mặn và khí oxy. Mật độ của loài cũng là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng tới số lượng eDNA, các loài hiện diện với số lượng lớn có xu hướng tạo ra nhiều eDNA hơn các loài hiếm và số lượng eDNA thu thập được cũng liên quan đến sinh khối của loài.

Kết quả nghiên cứu từ Tạp chí Ecology and Evolution cho thấy, eDNA có khả năng mang lại hiệu suất cao gấp ba lần so với các phương pháp giải trình tự DNA truyền thống [3]. Các phương pháp truyền thống khi nghiên cứu về đa dạng sinh học thường liên quan tới việc bắt hoặc quan sát các loài sinh vật, do đó thường tốn thời gian, chi phí và đôi khi có tính xâm lấn. Trong khi đó eDNA mang lại một giải pháp thay thế không xâm lấn và tiết kiệm chi phí hơn khi tìm hiểu về đa dạng sinh học và tình trạng hiện tại của hệ sinh thái. Ngoài ra, eDNA cũng có độ nhạy cao hơn so với các phương pháp thông thường như Dip netting [4].

Sử dụng eDNA trong kiểm kê và giám sát đa dạng sinh học

Các phương pháp sử dụng eDNA cho phép thu thập dữ liệu chuẩn, nhanh chóng với chi phí thấp khi nghiên cứu về tình trạng, phân bố loài, điều kiện môi trường sống của loài, đặc biệt là đối với

các loài nhỏ, quý hiếm và khó phát hiện. Có hai cách tiếp cận chính để phân tích eDNA. Công nghệ đầu tiên được gọi là phản ứng chuỗi polymerase định lượng (qPCR). Trong qPCR, các nhà nghiên cứu tìm kiếm các đoạn DNA ngắn có trình tự độc nhất cho loài, đặc biệt là trong bộ gen của các bào quan như ty thể hoặc lục lạp. Phương pháp qPCR có độ chính xác và độ nhạy cao, nhưng vì mỗi loài phải sử dụng một thử nghiệm khác nhau nên phương pháp này chỉ phù hợp khi cần xác định ba hoặc bốn loài. Một phương pháp khác thường được sử dụng để phát hiện đồng thời nhiều loài trong cùng một thử nghiệm được gọi là metabarcoding (tạm dịch: nhận diện loài bằng mã DNA), là phương pháp khuếch đại PCR ban đầu của DNA đặc trưng cho loài, đưa vào dữ liệu, rồi so sánh với thư viện tham chiếu gồm nhiều trình tự bắt nguồn từ các loài đã định danh. Nếu trình tự thu được từ mẫu eDNA khớp với trình tự từ một loài đã định danh trong tham chiếu (thường từ 98-99%) thì hệ thống sẽ ghi nhận rằng DNA của loài đó đã có trong mẫu xét nghiệm ban đầu. Một thách thức trong metabarcoding là tính toán chính xác khác biệt trình tự DNA tồn tại giữa các cá thể trong một loài, giữa các loài khác nhau. Ví dụ nếu đặt ngưỡng trình tự DNA mục tiêu nghiêm ngặt, thì sẽ khó phát hiện loài; mặt khác, nếu ngưỡng được đặt quá lỏng lẻo, thì dễ nhầm lẫn khi xác định loài.



Mô tả phương pháp nghiên cứu di truyền bằng eDNA trong môi trường nước (nguồn: FISHBIO).

Hơn thế, eDNA cũng là một công cụ hiệu quả để phát hiện sớm các loài du nhập dưới nước, có thể kể tới như thu thập định kỳ các mẫu nước và sàng lọc để phát hiện một số loài du nhập cùng một lúc. Ví dụ như, kiểm định hiệu quả khả năng diệt trừ chuyên sâu với các loài gây hại trong môi trường nước, các chuyên gia có thể sử dụng mẫu nước thu thập được để phân tích vật liệu di truyền từ eDNA nhằm xác định là loài gây hại đó đã hoàn toàn biến mất hay chưa. Một ví dụ khác ở Mỹ, eDNA được dùng để theo dõi sự phân bố của các loài cá nhập cư như các chép bạc, cá bống tượng so với các loài bản địa như cá hồi suối, lươn và các loài trai nước ngọt khác nhau [5]. Một điển hình của ứng dụng eDNA chính là nghiên cứu đa dạng sinh học của đại dương, với một mẫu nước thu thập từ đáy đại dương, các nhà khoa học có thể phác thảo một

bức tranh phong phú về sự tồn tại của các loài cá voi hoặc giáp xác một cách tiện lợi hơn.

Tiềm năng kinh tế từ eDNA

Trong thời kỳ giá cả thị trường tăng vọt như hiện nay, eDNA xuất hiện giúp giảm gánh nặng chi phí giải trình tự di truyền xuống đáng kể, thậm chí còn được kỳ vọng là sẽ giảm sâu hơn nữa trong tương lai. Không có gì ngạc nhiên khi các nhà đầu tư đều đặt cược vào eDNA, giúp nâng giá trị thị trường giải trình tự eDNA toàn cầu từ 4,64 tỷ USD vào năm 2022 lên tới 16,81 tỷ USD trong năm 2023.

Bên cạnh đó, những hỗ trợ lớn từ chính phủ Mỹ kể từ năm 2021 cũng đã thúc đẩy đáng kể nghiên cứu về eDNA. Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa của Liên hợp quốc (UNESCO) hiện đang thực hiện một dự án về eDNA để theo dõi độ nhạy cảm của cá với

biến đổi khí hậu [6]. Ý tưởng này mở ra cơ hội kinh doanh mới như các dịch vụ xét nghiệm eDNA, các thiết bị xét nghiệm mới và công cụ phân tích dữ liệu. Các công ty lớn như NatureMetrics, Jonah Ventures, SimplexDNA, Genidaqs và Smith-Root hiện cũng mở các dịch vụ liên quan tới eDNA như tư vấn môi trường, quản lý ngành thủy sản và giám sát đa dạng sinh học.

Hiệp hội eDNA (eDNA Society) cho biết vẫn đang nỗ lực phát triển mảng eDNA như một ngành khoa học với sứ mệnh hiện tại là kết nối học thuật, ngành công nghiệp và chính phủ nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc triển khai ứng dụng eDNA trên toàn xã hội ✍

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] <https://www.nps.gov/articles/aps-19-1-6.htm>, accessed 15 June 2023.

[2] <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/environmental-dna-edna#overview>, accessed 16 June 2023.

[3] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8093654/>, accessed 16 June 2023.

[4] https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Fu_et_al_2021.pdf, accessed 20 June 2023.

[5] <https://www.fws.gov/project/environmental-dna-edna>, accessed 20 June 2023.

[6] <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-launches-global-edna-project-study-vulnerability-species-climate-change-marine-world-heritage>, accessed 19 June 2023.