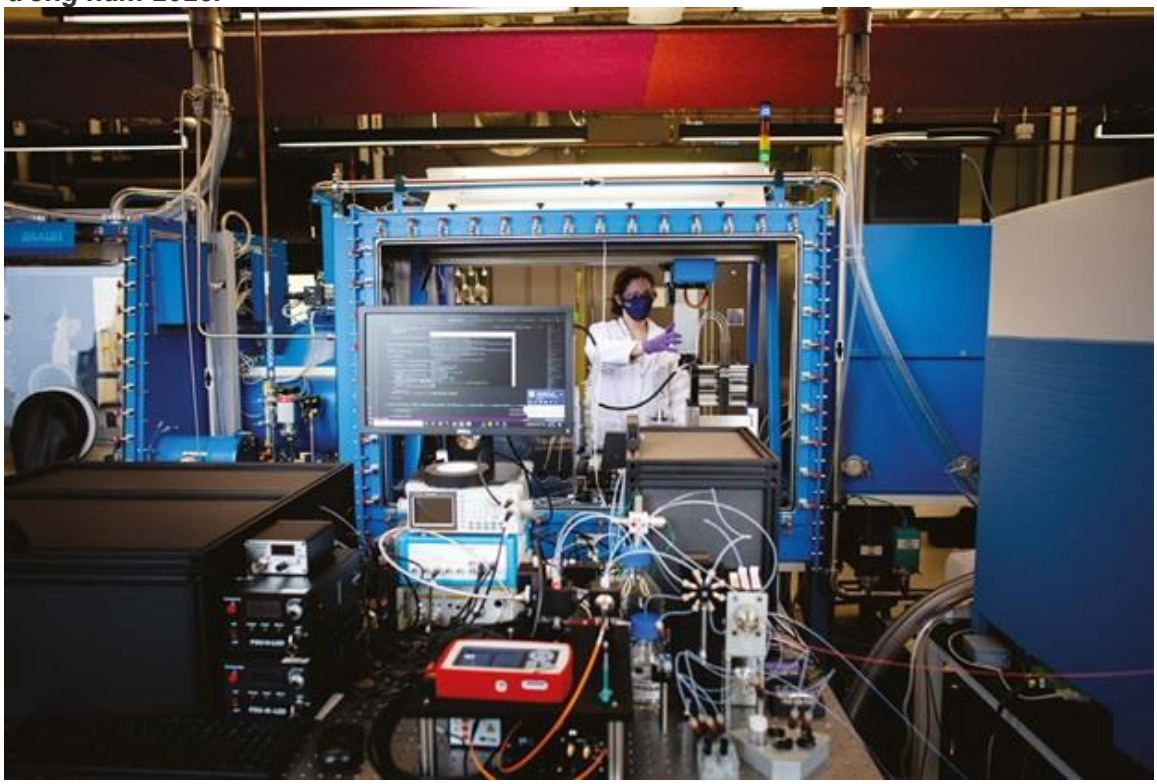
7 công nghệ đáng chú ý năm 2025

Mỗi năm, Tạp chí Nature đều lựa chọn và giới thiệu những công nghệ mới có tiềm năng nổi bật. Năm 2025, các công nghệ được lựa chọn tập trung vào lĩnh vực khoa học sự sống như: liệu pháp tế bào CAR-T, mô hình nền tảng cho sinh học, phân tích vi sinh vật đơn bào... Dưới đây là 7 công nghệ được Nature đánh giá là đáng chú ý trong năm 2025.



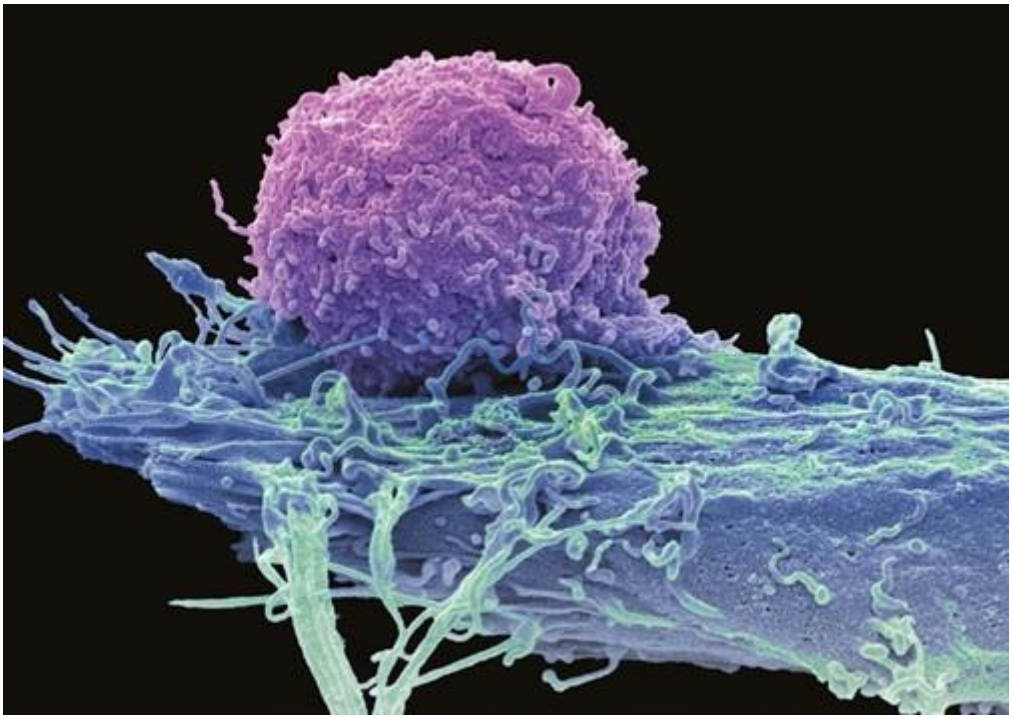
Phòng thí nghiệm tự động tại Toronto, Canada sử dụng thuật toán và robot để thúc đẩy nghiên cứu khoa học. Nguồn: Johnny Guatto/Univ.Toronto.

Phòng thí nghiệm tự động hóa

Năm 2024, một nhóm nghiên cứu quốc tế đã công bố hàng loạt vật liệu triển vọng dùng cho laser hữu cơ trạng thái rắn. Đây là bước tiến quan trọng hướng tới thiết bị điện tử tiết kiệm năng lượng và chi phí thấp. Phần lớn công trình được thực hiện bởi mạng lưới năm phòng thí nghiệm tự động do robot dẫn đường bằng trí tuệ nhân tạo (AI).

Khái niệm về phòng nghiên cứu tự động hóa nơi máy tính điều khiển robot thí nghiệm đã xuất hiện từ những năm 1970. Tuy nhiên, phòng thí nghiệm tự động ngày nay tinh vi hơn nhiều, với sự kết hợp của robot hiện đại với thuật toán AI. Dự báo, các thế hệ tiếp theo của phòng thí nghiệm tự động sẽ có sức mạnh hơn nữa, khi các công nghệ về robot, máy tính... vẫn đang phát triển từng ngày. Nhà hóa học tính toán Alán Aspuru-Guzik (Đại học Toronto, Canada) chia sẻ: “Phòng thí nghiệm tự động sẽ giúp mỗi nhà khoa học tăng năng suất làm việc lên gấp 10 đến 100 lần”.

Cơ hội lớn cho liệu pháp tế bào CAR-T



Liệu pháp tế bào CAR-T hiện đang hướng đến các khối u rắn.

Tế bào T mang thụ thể kháng nguyên dạng khảm (CAR-T) đã trở thành phương pháp điều trị tiêu chuẩn cho nhiều bệnh ung thư máu. Trong 7 năm kể từ khi liệu pháp này được ứng dụng lâm sàng, hàng chục nghìn bệnh nhân trên toàn thế giới đã được chữa khỏi.

Các liệu pháp CAR-T được phê duyệt hiện nay đều nhắm vào protein do tế bào B (tế bào tiết kháng thể) nguyên nhân chính gây bệnh ung thư máu. Tuy nhiên, vài năm gần đây đã chứng kiến bước tiến đáng kể trong việc phát triển CAR-T hướng đến khối u rắn. Nhóm nghiên cứu do bác sĩ Marcela Maus (Bệnh viện Đa khoa Massachusetts, Boston, Mỹ) đã phát hiện tế bào T nhắm mục tiêu vào một số khối u não. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các tế bào này có thể thu nhỏ khối u nguyên bào thần kinh đệm tái phát nhanh chóng, dù mức độ duy trì đáp ứng điều trị còn dao động.

Các nghiên cứu khác cũng ghi nhận kết quả đầy hứa hẹn ở ung thư não nhi khoa và ung thư đường tiêu hóa. Đáng chú ý, CAR-T nhắm đến tế bào B còn được chứng minh có khả năng "đóng băng" một số bệnh tự miễn. Năm 2021, nhóm nghiên cứu tại Đại học Erlangen-Nürnberg (Đức) đã thử nghiệm liêu pháp CAR-T trên một phụ nữ trẻ mắc lupus ban đỏ gây suy nhược. Về cơ bản, liệu pháp này đã loại bỏ hoàn toàn bệnh lupus ở bệnh nhân. Tính đến nay, nhóm nghiên cứu đã kiểm soát thành công bệnh cho khoảng 20 người mắc lupus và rối loạn tự miễn khác, với chỉ một trường hợp tái phát.

Công nghệ xử lý sinh học

Một số vi khuẩn đang tiến hóa để sử dụng nhựa làm nguồn thức ăn cho chúng, phát hiện này mở ra tiềm năng ứng dụng sinh học trong cuộc chiến chống ô nhiễm vi nhựa. Nhóm nghiên cứu của Ronan McCarthy (Đại học Brunel London, Anh) đã chế tạo thành công màng sinh học của vi khuẩn trên bề mặt nhựa. Màng sinh học này cho phép vi khuẩn tiết enzyme phân hủy nhựa trực tiếp lên bề mặt vi nhựa, ngăn enzyme bị rửa trôi bởi nước hoặc các tác động môi trường, tăng hiệu suất phân hủy vi nhựa lên 50-70% so với phương pháp thông thường.



Một cơ sở nghiên cứu xử lý sinh học tại Đại học Cranfield, Vương quốc Anh. Nguồn: Cranfield Univ.

Susie Dai, một nhà hóa học tại Đại học Missouri, Columbia, Mỹ đang nghiên cứu khả năng tự nhiên của nấm trắng để phân hủy các chất hóa học gây ung thư. Nhóm của Susie Dai đã phát triển một nền tảng có tên Rapimer, trong đó nấm được nuôi cấy trong một giàn giáo nhân tạo lắp ráp từ các sợi tự nhiên. Những sợi này có thể hoạt động như một chất hấp thụ các chất ô nhiễm gây ung thư. Hệ thống này có thể được sử dụng tại các cơ sở xử lý nước hoặc bùn thải. Các nhà nghiên cứu khác đang theo đuổi các phương pháp kỹ thuật protein và tiến hóa trong phòng thí nghiệm để tối ưu hóa các enzyme hiện có trong việc tạo ra các vi sinh vật có khả năng xử lý chất ô nhiễm tốt hơn.

Mô hình nền tảng trong sinh học

Các nền tảng dựa trên mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) như ChatGPT đã trở thành công cụ hữu ích cho hàng trăm triệu người dùng toàn cầu, hỗ trợ vô số nhiệm vụ từ tra cứu thông tin đến soạn luận văn hay mã lập trình. Không thể phủ nhận LLM đánh dấu bước tiến quan trọng trong phát triển hệ thống AI, mở ra tiềm năng lớn cho các mô hình nền tảng sinh học.

Bo Wang, nhà sinh học tại Đại học Toronto (Canada) chia sẻ, mô hình nền tảng sinh học là giải pháp đột phá trong nghiên cứu. Mô hình này dựa trên các thuật toán AI được huấn luyện trước trên lượng dữ liệu khổng lồ trong sinh học. Nếu ChatGPT có thể được huấn luyện từ các tài liệu có sẵn trên Internet, thì trong sinh học, mô hình nền tảng sinh học có thể được huấn luyện trên dữ liệu gene, biểu hiện gene hoặc biến đổi DNA. Thuật toán tạo ra mô hình tổng quát dựa trên các mẫu phức tạp trong dữ liệu, sau đó dùng mô hình này để thực hiện nhiều tác vụ từ phân tích dữ liệu mới đến thiết kế protein hoặc hoặc tối ưu hóa quá trình chuyển hóa. Năm 2024, Wang và cộng sự đã công bố mô hình nền tảng scGPT được huấn luyện trên các mô hình đơn bào của khoảng 33 triệu tế bào người. Mô hình này có thể phân loại chính xác loại tế bào trong các mô khác nhau, xác định mạng lưới gene phối hợp thúc đẩy quá trình sinh học, dự đoán tác động của đột biến lên biểu hiện gene.

Cơ hội lớn hơn nằm ở việc tích hợp nhiều mô hình. Nhóm nghiên cứu đang xây dựng mô hình tế bào ảo (virtual cell) - về bản chất là mô hình tinh vi kết hợp nhiều mô hình nền tảng dựa trên dữ liệu RNA, protein, DNA, có khả năng mô phỏng toàn diện các hoạt động sinh học trong tế bào/mô, mở ra tiềm năng lớn cho nghiên cứu bệnh lý, sinh học tổng hợp và các lĩnh vực khác.

Làm mát đô thị bền vững

Trái đất đang nóng lên và thực tế khắc nghiệt này đòi hỏi những giải pháp cấp thiết nhằm giảm nhiệt độ tăng cao, cùng những hậu quả nghiêm trọng do nắng nóng cực đoan gây ra. Trong đó, những thành phố lớn là khu vực trọng điểm do hiện tượng "đảo nhiệt đô thị" có thể khiến nhiệt độ môi trường cao hơn 5-10°C so với vùng ngoại ô.

Matthaios Santamouris, chuyên gia kiến trúc tại Đại học New South Wales (Úc) và cộng sự đang phát triển "vật liệu siêu làm mát" giúp giảm nhiệt từ mái nhà và bề mặt đô thị. Matthaios Santamouris cho biết, vật liệu siêu làm mát phản xạ ánh sáng mặt trời và giải phóng nhiệt ở bước sóng có thể thoát ra ngoài khí quyển và đã được ứng dụng rộng rãi. Các phiên bản hiệu quả hơn đang được nghiên cứu. Ví dụ, trong thử nghiệm tại Riyadh (Ả Rập Xê-út) năm ngoái, nhóm nghiên cứu đã kết hợp vật liệu siêu làm mát với các biện pháp khác, giúp giảm nhiệt môi trường gần 5°C và cắt giảm đáng kể năng lượng làm mát. Chi phí cho giải pháp này không quá cao, vật liệu siêu làm mát chỉ đắt hơn 10% so với vật liệu xây dựng thông thường.

Phân tích vi sinh vật đơn bào

Với sinh vật nhân thực đa bào, việc giải mã đa dạng gene gần như thường quy nhờ giải trình tự đơn bào (*single-cell sequencing*). Nhưng áp dụng phương pháp này cho vi sinh vật đơn bào lại là thách thức, một phần do thành tế bào vi khuẩn khó phá vỡ và lượng DNA/RNA của mỗi tế bào quá ít để phân tích hiệu quả. Tuy nhiên, vài năm gần đây, nhiều công cụ phân tích vi sinh ở cấp độ đơn bào đã ra đời.

Đáng chú ý là tiến bộ trong nghiên cứu phiên mã học phân tích vi sinh vật đã có sự xuất hiện của một số kỹ thuật. Ví dụ, Bacterial MATQ-seq có thể phân tích biểu hiện hàng trăm gene/tế bào trên hàng nghìn vi khuẩn. Các phương pháp khác như M3-seq có thể phân tích cho ra nhiều kết quả dù chỉ nắm bắt ít gene/tế bào và cân bằng được hiệu suất. Năm 2024, nhóm nghiên cứu y sinh tại Đại học Toronto, Canada đã tìm ra DoTA-seq - một phương pháp thu thập các tế bào riêng lẻ, sau đó chọn lọc giải trình tự hàng chục vị trí trong bộ gen của mỗi tế bào. DoTA-seq dường như hữu ích rộng rãi trên một loạt các loại tế bào, vi khuẩn đơn bào và đã được các nhà khoa học áp dụng nó để hiểu cách các vi sinh vật đơn bào phát triển trong ruột người và các hệ sinh thái khác định hình bộ gen vi sinh vật. Dù vậy, vi sinh học đơn bào vẫn là lĩnh vực chuyên sâu. Chưa phương pháp nào được thương mại hóa, một số đòi hỏi thiết bị phức tạp vượt khả năng của nhiều phòng thí nghiệm.

Máy tính quang học cho trí tuệ nhân tạo

Sự phát triển của AI đang đẩy hệ thống vi xử lý và cơ sở hạ tầng năng lượng đến ngưỡng giới hạn. Nếu không tìm ra hướng tiếp cận mới, năng lực tính toán trong tương lai sẽ không đủ sức hỗ trợ các mô hình AI quy mô lớn.

Lu Fang, một kỹ sư tại Đại học Thanh Hoa, Bắc Kinh (Trung Quốc) cùng nhiều nhà khoa học khác đang nghiên cứu hệ thống máy tính dựa trên quang học để bổ sung cho chip điện tử truyền thống. Ưu thế của bộ xử lý quang học nằm ở khả năng xử lý song song tốc độ cao và tiết kiệm năng lượng cho các tác vụ suy luận AI, trong quá trình phân tích dữ liệu để đưa ra phản hồi cho người dùng.

Dù ý tưởng về máy tính quang học đã có từ 50 năm trước, sự bùng nổ của AI đã thúc đẩy mạnh mẽ nghiên cứu trong lĩnh vực này. Sự xuất hiện của các nhà máy sản xuất cho phép thử nghiệm linh kiện quang học và thiết kế chiplet (vi mạch siêu nhỏ) với chi phí hợp lý. Giới nghiên cứu đang phát triển máy tính quang học, vừa tận dụng ưu điểm của quang học, vừa mô phỏng cách xử lý thông tin của não người.

Năm 2024, Harish Bhaskaran, một nhà khoa học vật liệu tại Đại học Oxford (Vương quốc Anh) cùng nhóm nghiên cứu đã công bố thiết kế về chip quang học hoạt động tốt trong các nhiệm vụ khác nhau, bao gồm việc xác định người mắc bệnh Parkinson dựa trên những thay đổi trong chuyển động của họ. Trong khi đó, nhóm nghiên cứu của Lu Fang tại Đại học Thanh Hoa giới thiệu nền tảng Taichi - chip quang học có hiệu suất gấp 100 lần GPU cao cấp nhất của Nvidia ở một số tác vụ.

Phạm Thịnh *(tổng hợp từ Nature)*

Nguồn: ***TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM***