



## NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI

1

Đầu tư cho nông nghiệp công nghệ cao: Bước khởi đầu chuỗi cung ứng nông sản sạch

2

2

Tăng trưởng xanh thúc đẩy phát triển bền vững

5

3

Nghiên cứu sản xuất dược phẩm, thực phẩm chức năng từ thiên nhiên

10

## ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

4

Chế tạo vật liệu polymer tự lành

13

## TRAO ĐỔI

21

## NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI

# Đầu tư cho nông nghiệp công nghệ cao: Bước khởi đầu chuỗi cung ứng nông sản sạch

**Sử dụng thực phẩm an toàn, tươi sạch là nhu cầu thiết yếu của con người. Đảm bảo an toàn thực phẩm là câu chuyện dài của cả một hệ thống phức tạp, liên ngành: từ trồng trọt, chăn nuôi, khai thác đến bảo quản, chế biến và lưu thông đến tay người tiêu dùng. Tham gia ngay từ những công đoạn ban đầu, đầu tư cho nông nghiệp công nghệ cao sẽ mở ra triển vọng cung ứng nguồn nông sản sạch với hiệu quả cao, đáp ứng yêu cầu cho cả nhà sản xuất và người tiêu dùng.**

Thành phố Hồ Chí Minh, nơi có hơn 13 triệu người đang sinh sống, làm việc và học tập, tiêu thụ lượng thực phẩm vô cùng lớn từ nông sản tươi. Do đó, việc đảm bảo nguồn nông sản tươi làm thực phẩm an toàn là yêu cầu cấp thiết. Trong bối cảnh này, dưới sự hỗ trợ và khuyến khích của Thành phố, các nhà khoa học tại Thành phố đã có nhiều kết quả nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ trong lĩnh vực nông nghiệp, mà đặc biệt là nông nghiệp công nghệ cao, cung cấp cho nhà nông nhiều loại giống cây trồng, các mô hình, quy trình, giải pháp, phương pháp, công nghệ, thiết bị sản xuất, chế phẩm sinh học,... hỗ trợ hiệu quả cho quá trình sản xuất các loại nông sản sạch, có giá trị kinh tế cao với chi phí thấp, không chỉ góp phần bảo vệ và chăm sóc sức khỏe cho người dân Thành phố, mà còn cả các tỉnh khu vực vùng Đông Nam Bộ. Trong hai năm nay, số đề tài nghiên cứu hướng đến việc tạo ra nguồn nông sản sạch, hiệu quả kinh tế cao được nghiệm thu tại Thành phố rất đa dạng và phong phú:

Về mô hình, quy trình, giải pháp, phương pháp trồng nông sản sạch với hiệu quả kinh tế cao, điển hình là các công trình: “*Khảo sát sự ảnh hưởng của các yếu tố dinh dưỡng và chất phủ đến sự phát triển nấm mốc đen (Xerula radicata) trên cơ chất mùn cưa cao su*” (Trung tâm Ươm tạo Doanh nghiệp Nông nghiệp Công nghệ cao (AHBI), Dương Phú Tiến, 2022), “*Khảo sát sự ảnh hưởng của cơ chất nuôi trồng và phương pháp trồng đến sự phát triển của nấm thái dương*” (AHBI, Ngô Thị Sinh, 2022), “*Xây dựng quy trình nuôi trồng trong lọ quy mô sản xuất thử nghiệm các giống nấm bào ngư (Pleurotus spp.) ở Thành phố Hồ Chí Minh*” (AHRD, Vũ Thùy Dương, 2022), “*Sản xuất thử nghiệm nấm chân dài Pleurotus giganteus Berk. ở quy mô trang trại*” (AHBI, Nguyễn Tiến Duy, 2022) để xác định mô hình, quy trình, phương pháp, công thức dinh dưỡng nuôi trồng phù hợp, đạt năng suất cao đối với các loại nấm có giá trị kinh tế cao; “*Nghiên cứu một số biện pháp trồng và thử nghiệm sơ chế hạt cây sacha inchi (Plukenetia volubilis) tại các huyện thuộc Thành phố Hồ Chí Minh và vùng phụ cận*” (Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Nguyễn Quang Thạch, 2022) nhằm xây dựng mô hình, quy trình trồng cây sacha inchi thay thế cho những loại cây trồng có giá trị kinh tế thấp và quy trình sơ chế hạt sacha inchi thành thực phẩm; “*Thử nghiệm mô hình ứng dụng hệ thống cảm biến trong sản xuất rau xà lách (Lactuca sativa L.) thủy canh hoàn lưu*” (AHBI, Nguyễn Thị Sáu, 2022) nhằm xây dựng mô hình sản xuất rau xà lách thủy canh có năng suất, chất lượng cao;...

Về tạo giống cây trồng phù hợp với điều kiện tự nhiên, có năng suất cao, kháng sâu bệnh, giảm thiểu yêu cầu can thiệp bên ngoài bằng các loại thuốc bảo vệ thực vật độc hại trong quá trình canh tác, tiêu biểu có các công trình nghiên cứu: “*Chọn lọc, khảo nghiệm và trình diễn một số dòng khổ qua lai F1 phù hợp với điều kiện Đông Nam Bộ*” (Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường, Phan Đăng Thái Phương, 2022) với sản phẩm là giống khổ qua lai F1 có năng suất cao hơn 10% so với các giống khổ qua F1 đang được trồng phổ biến ở vùng Đông Nam Bộ; “*Nghiên cứu ứng dụng công nghệ chỉnh sửa gen CRISPR/Cas9 trên cây dưa leo (Cucumis sativus L.) hướng đến tạo giống dưa leo có khả năng kháng virus*” (Trung tâm Công nghệ Sinh học TP. HCM (HCMBiotech), Nguyễn Xuân Dũng, 2022), “*Nghiên cứu chọn tạo giống dưa leo F1 (Cucumis sativus L.) phù hợp với khu vực Đông Nam Bộ*” (Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao (AHRD), Tô Thị Thùy Trinh, 2022) với sản phẩm là một số giống dưa leo có năng suất cao, chất lượng quả vượt trội và kháng bệnh;...

Về chế phẩm sinh học cải tạo đất, thay thế phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật, nổi bật là các công trình nghiên cứu: “*Nghiên cứu tạo chế phẩm Rhizobium sp. và Bradyrhizobium sp. trên nền chất mang bán rắn phục vụ cải tạo đất nông nghiệp*” (HCMBiotech, Nguyễn Thị Hạnh Nguyên, 2022) với sản phẩm là chế phẩm vi sinh cố định đạm; “*Nghiên cứu cơ chế và tiềm năng cải tạo mặn của đất nông nghiệp bằng than sinh học sản xuất từ các phụ phẩm nông nghiệp*” (Trường Đại học Công nghiệp TP. HCM, Nguyễn Thanh Bình, 2023) nhằm xác định các loại than sinh học và tỷ lệ than tối ưu cải thiện tính chất đất mặn, làm tăng năng suất cây trồng trên đó; “*AGRIBIS - Giải pháp công nghệ sinh học chuyển đổi canh tác nông nghiệp sang hướng hữu cơ bền vững*” (AHBI, Dương Nhật Linh, 2022) với sản phẩm là các chế phẩm vi sinh có tác dụng phòng chống bệnh do vi sinh gây ra ở cây trồng;...



Nấm mối đen trên cơ chất mùn cửa cao su (Nguồn: CESTI)



Trong lĩnh vực chăn nuôi, một trong những sản phẩm có giá trị gia tăng cao nhất hiện nay là tổ yến. Công trình “Nghiên cứu hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý, phát triển bền vững nghề nuôi yến ở Thành phố Hồ Chí Minh” (Viện Sinh học Nhiệt đới, Lương Đức Thiện, 2022) đã đánh giá các công nghệ nuôi yến hiện có ở TP.HCM, tác động môi trường, kinh tế - xã hội của việc nuôi chim yến và đưa ra các giải pháp nâng cao hiệu quả nuôi yến, đảm bảo chất lượng, vệ sinh an toàn thực phẩm, đáp ứng được nhu cầu tiêu dùng nội địa và xuất khẩu,...



Nhà nuôi yến trong khu dân cư (trái) và trong khu vực nuôi tôm tại huyện Cần Giờ  
(Nguồn: Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố)

Có thể thấy, chỉ tính riêng trong giai đoạn 2022-2023, ngành khoa học và công nghệ Thành phố đã có khá nhiều thành quả hữu ích để đưa vào ứng dụng trong thực tiễn. Các giống mới được phát triển; các mô hình, quy trình, phương pháp canh tác tiên tiến được xây dựng; các chế phẩm sinh học thay thế phân - thuốc hóa học độc hại được tạo ra,...., vừa đáp ứng nhu cầu cấp thiết về nông sản thực phẩm cho người dân Thành phố, vừa góp phần hữu hiệu trong các công tác bảo vệ và chăm sóc sức khỏe nhân dân. Theo định hướng phát triển nông nghiệp của Thành phố, vẫn còn nhiều lĩnh vực có thể tiếp tục khai phá để tạo ra nhiều hơn nữa những sản phẩm có tính ứng dụng cao, cần các tổ chức khoa học - công nghệ trên địa bàn Thành phố quan tâm hơn nữa, ví dụ như sản xuất con giống chất lượng cao, nuôi trồng các loài thủy sản có giá trị kinh tế cao,...

**Nguyễn Ngọc**

-----  
**Tài liệu tham khảo chính**

[1] CESTI. Chuyên mục Thư viện Khoa học và Công nghệ. <http://www.cesti.gov.vn/trang-chu-thu-vien/>

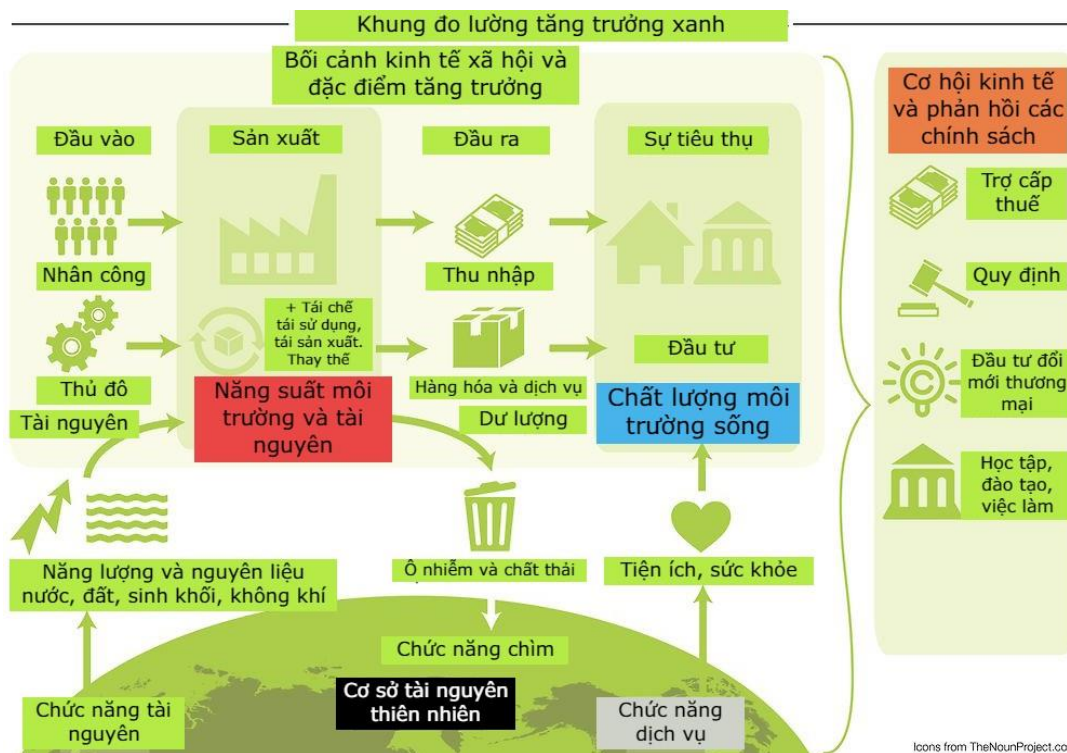
# Tăng trưởng xanh thúc đẩy phát triển bền vững

**Tăng trưởng xanh là việc thay đổi mô hình tăng trưởng, tái cơ cấu nền kinh tế nhằm tận dụng lợi thế so sánh, nâng cao hiệu quả và sức cạnh tranh của nền kinh tế, thông qua việc nghiên cứu và áp dụng công nghệ tiên tiến, phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng hiện đại để sử dụng hiệu quả tài nguyên thiên nhiên, giảm phát thải khí nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu, góp phần xóa đói giảm nghèo và tạo động lực thúc đẩy tăng trưởng kinh tế một cách bền vững.**

## Tăng trưởng xanh

Theo Tổ chức Hợp tác và Phát triển kinh tế (OECD), tăng trưởng xanh có nghĩa là thúc đẩy tăng trưởng và phát triển kinh tế đồng thời đảm bảo rằng tài sản tự nhiên tiếp tục cung cấp các tài nguyên và dịch vụ môi trường cần thiết cho sự thịnh vượng của chúng ta.

Tính đến nay có 47 quốc gia trong đó có Việt Nam, tuân thủ tuyên bố của OECD về Tăng trưởng xanh năm 2009.



Khung đo lường khái niệm tăng trưởng xanh (Nguồn TheNounProject.com)

Cách tiếp cận của OECD để theo dõi tiến trình hướng tới Tăng trưởng xanh được trình bày lần đầu trong OECD, 2011, tập trung vào hoạt động sản xuất và tiêu dùng của nền kinh tế, mô tả sự tương tác giữa nền kinh tế, cơ sở tài sản tự nhiên và các hành động chính sách. Theo OECD, Khung đo lường Tăng trưởng xanh gồm 26 chỉ số, thể hiện những đặc điểm chính của tăng trưởng xanh trong bốn lĩnh vực chính: (1) Năng suất tài nguyên và môi trường của nền kinh tế; (2) Cơ sở tài sản tự nhiên; (3) Khía cạnh môi trường của chất lượng cuộc sống; và (4) Các cơ hội kinh tế và phản ứng chính sách.

Từ các lĩnh vực này, bộ 6 chỉ báo được xác định để theo dõi các yếu tố trọng tâm của Tăng trưởng xanh, gồm: (1) Năng suất CO<sub>2</sub>, (2) Năng suất vật chất phi năng lượng, (3) Năng suất đa yếu tố được điều chỉnh theo môi trường, (4) Chỉ số tài nguyên thiên nhiên, (5) Thay đổi độ che phủ đất, (6) Dân số tiếp xúc với ô nhiễm không khí.

Năng suất môi trường và tài nguyên	
Năng suất carbon và năng lượng	1. Năng suất CO <sub>2</sub>
Năng suất tài nguyên	2. Năng suất vật chất phi năng lượng
Năng suất đa yếu tố	3. Năng suất đa yếu tố được điều chỉnh theo môi trường
Cơ sở tài sản thiên nhiên	
Cổ phiếu tái tạo và không tái tạo	4. Chỉ số tài nguyên thiên nhiên
Đa dạng sinh học và hệ sinh thái	5. Thay đổi độ che phủ đất
Chất lượng cuộc sống môi trường	
Sức khỏe môi trường và rủi ro	6. Dân số tiếp xúc với ô nhiễm không khí (PM2.5)
Cơ hội kinh tế và phản ứng chính sách	
Công nghệ và đổi mới	Trình giữ chỗ: không có chỉ báo nào được chỉ định
Hàng hóa và dịch vụ môi trường	
Giá cả và chuyển khoản	
Các quy định và phương pháp quản lý	

*Các chỉ số đo lường tăng trưởng xanh. (Nguồn OECD)*

### Thúc đẩy Tăng trưởng xanh tại Việt Nam

Tại Việt Nam, các nội dung thúc đẩy Tăng trưởng xanh được cụ thể hóa ở nhiều văn bản quy phạm pháp luật như: “Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh thời kỳ 2011-2020 và tầm nhìn đến năm 2050” (Quyết định số 1393/QĐ-TTg); “Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn 2050” (Quyết định số 1658/QĐ-TTg);...

Quyết định số 1658/QĐ-TTg xác định mục tiêu tổng quát là “Tăng trưởng xanh góp phần thúc đẩy cơ cấu lại nền kinh tế gắn với đổi mới mô hình tăng trưởng, nhằm đạt được thịnh vượng về kinh tế, bền vững về môi trường và công bằng về xã hội; hướng tới nền kinh tế xanh, trung hòa Carbon và đóng góp vào mục tiêu hạn chế sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu”. Từ đây, 4 nhóm mục tiêu cụ thể đã được Chính phủ chỉ rõ: (1) Giảm cường độ phát thải khí nhà kính trên GDP; (2) Xanh hóa các ngành kinh tế; (3) Xanh hóa lối sống và thúc đẩy tiêu dùng bền vững; (4) Xanh hóa quá trình chuyển đổi trên nguyên tắc bình đẳng, bao trùm, nâng cao năng lực chống chịu. Căn cứ các mục tiêu trên, tính đến nay, Tăng trưởng xanh ở nước ta đã có nhiều kết quả triển khai khá khả quan.

Ví dụ, năm 2022, 91% khu công nghiệp có hệ thống xử lý nước thải tập trung; tỷ lệ chất thải rắn sinh hoạt được thu gom xử lý tại khu vực đô thị đạt khoảng 96,37%; đã có 11 nhà máy xử lý, đốt rác phát điện được khởi công; số vụ việc vi phạm pháp luật về môi trường gây ô nhiễm môi trường giảm 65,38%; các ngành công nghiệp tái chế phát triển đạt mức tăng 11,3% so với năm 2021, đưa Việt Nam trở thành quốc gia đứng thứ 10 trên thế giới về tái chế kim loại, nhựa, giấy và thủy tinh, đặt nền móng cho phát triển kinh tế tuần hoàn. Tỷ lệ chất thải rắn sinh hoạt đô thị được thu gom, xử lý đảm bảo tiêu chuẩn, quy chuẩn theo quy định đạt 95%; tỷ lệ che phủ rừng ổn định ở mức 42%,...



Tỷ trọng năng lượng tái tạo trên tổng cấp năng lượng sơ cấp đạt 15-20%. Thông tin từ Tập đoàn Điện lực Việt Nam cho thấy, tháng 7/2023, sản lượng điện sản xuất toàn hệ thống đạt 26,2 tỷ kWh, tăng 7,1% so với cùng kỳ năm 2022. Trong đó, sản lượng điện huy động từ nguồn năng lượng tái tạo đạt 22,11 tỷ kWh, chiếm 13,8% (điện mặt trời là 15,48 tỷ kWh, điện gió 6,06 tỷ kWh).

Phát biểu tại Diễn đàn quốc gia Phát triển kinh tế số và xã hội số lần thứ nhất ngày 14/9 tại Bình Định, theo ông Nguyễn Mạnh Hùng (Bộ trưởng Bộ Thông tin và Truyền thông), ước tính tỉ lệ đóng góp của kinh tế số trong GDP đã tăng từ 11,91% năm 2021 lên 14,26% trong năm 2022 và 6 tháng đầu năm 2023 đã đạt gần 15%.



Lắp đặt điện mặt trời trên mái nhà tại TP.HCM

### TP.HCM và Tăng trưởng xanh

Là một trong những đơn vị đi đầu trong Tăng trưởng xanh khi xem đây là lựa chọn tối ưu để phát triển kinh tế giai đoạn 2030-2050, hiện nay, TP.HCM đã đạt nhiều thành quả trong thực hiện các mục tiêu về giảm khí thải, nghiên cứu và sử dụng năng lượng tái tạo thay thế cho nhiên liệu hóa thạch và đảm bảo an ninh môi trường.

Tại buổi gặp 100 CEO doanh nghiệp (ngày 14/9) để bàn phát triển kinh tế xanh, Bí thư Thành ủy TP.HCM Nguyễn Văn Nên xác nhận, Thành phố đang hoàn thiện “*Khung chiến lược phát triển xanh đến năm 2030 tầm nhìn 2050*”. Để đạt mục tiêu giảm 30% lượng khí thải CO<sub>2</sub> đến năm 2050, theo Phó Giám đốc Sở Tài nguyên và Môi trường TP.HCM Trần Văn Bảy, Sở đang hợp tác với TP Osaka (Nhật Bản) trong khuôn khổ Ghi nhớ về Chương trình phát triển thành phố phát thải carbon thấp giai đoạn 2021-2025. Trong đó có các nội dung về phát triển nguồn nhân lực, chia sẻ kiến thức chuyên môn về ứng phó biến đổi khí hậu, phát triển thành phố phát thải carbon thấp thông qua các dự án theo cơ chế tín dụng chung (JCM), các hợp tác về bảo vệ môi trường,... Ngành KH&CN Thành phố cũng góp phần cùng các nỗ lực giảm thải carbon, ví dụ như đề tài: “*Nghiên cứu và đánh giá lượng phát thải CO<sub>2</sub> ở TP.HCM, đề xuất giải pháp xây dựng thành phố phát thải thấp carbon*”, do Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM chủ trì và TS. Nguyễn Xuân Trường làm chủ nhiệm năm 2020 đã được nghiên cứu thành công, cho phép đánh giá được



lượng phát thải CO<sub>2</sub> từ các nguồn và lượng hấp thụ CO<sub>2</sub>; ứng dụng công nghệ GIS để xây dựng bản đồ hiện trạng phát thải và hấp thụ khí CO<sub>2</sub> từ các nguồn phát thải và các điểm hấp thụ CO<sub>2</sub> tại TP.HCM. Từ đó, đề xuất các giải pháp giảm phát thải CO<sub>2</sub> để xây dựng mô hình thành phố phát thải thấp carbon.

Để tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo thay thế cho nhiên liệu hóa thạch, ngành KH&CN Thành phố đã có nhiều hoạt động khá tích cực, với các kết quả có tính ứng dụng cao, ví dụ như nhiệm vụ “*Nghiên cứu tổng hợp vật liệu nanocomposite trên cơ sở graphene ứng dụng trong pin mặt trời chất màu nhạy quang*” của nhóm chuyên gia tại Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM (năm 2021). Các chuyên gia đã chế tạo thành công pin mặt trời chất màu nhạy quang có sử dụng vật liệu nanocomposite trên cơ sở graphene làm điện cực catot và anot. Pin có khả năng cải thiện hiệu suất hơn 20% so với pin dùng vật liệu Pt và TiO<sub>2</sub> truyền thống, đồng thời giảm đáng kể lượng vật liệu Pt và TiO<sub>2</sub> sử dụng. Việc sử dụng năng lượng mặt trời- năng lượng tái tạo giúp giải quyết phần nào vấn đề về ô nhiễm môi trường cũng như cạn kiệt các nguồn tài nguyên thiên nhiên. Nhóm nghiên cứu của PGS.TS Trần Văn Mẫn (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM) cũng có nghiên cứu về pin sạc Li-ion sử dụng vật liệu silica/carbon có triển vọng thay thế một phần vật liệu graphite thương mại. Vật liệu được phát triển trên cơ sở vỏ trấu Việt Nam, khi ứng dụng thành công sẽ giúp “*Việt hóa*” các thành phần của vật liệu sản xuất pin Li-ion. Pin sạc Li-ion được kỳ vọng là nguồn điện chủ yếu cho các loại phương tiện giao thông điện cũng như giải quyết bài toán lưu trữ năng lượng tái tạo. Công nghệ từ nhóm nghiên cứu này được thông tin rộng rãi tại hội thảo “*Công nghệ pin sạc Li-ion và công nghệ khí hydro xanh ứng dụng lưu trữ và chuyển hoá năng lượng*”, do Trung tâm Thông tin và Thống kê Khoa học và Công nghệ TP.HCM tổ chức vào tháng 8/2023 vừa qua.

Nhằm góp phần giải quyết bài toán đảm bảo an ninh môi trường, nhiều nghiên cứu đã được các chuyên gia tại TP.HCM triển khai thực hiện. Ví dụ như nghiên cứu “*Tăng trưởng kinh tế và ô nhiễm môi trường tại Việt Nam và các quốc gia châu Á*” do TS. Hồ Thị Lam (Trung tâm Phát triển Khoa học và Công nghệ Trẻ, năm 2021) làm chủ nhiệm, đã đánh giá được tác động của tăng trưởng kinh tế đến ô nhiễm môi trường tại Việt Nam và các quốc gia châu Á dựa trên giả thuyết Đường cong Kuznets môi trường (EKC), từ đó đưa ra các khuyến nghị về cách có thể đạt được tăng trưởng kinh tế bền vững trong điều kiện đảm bảo chất lượng môi trường phù hợp với định hướng tăng trưởng kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.

Gần đây, tháng 9/2023, Sở KH&CN TP.HCM vừa tổ chức nghiệm thu nhiệm vụ “*Chế tạo màng lọc đa chức năng ứng dụng làm sạch không khí chứa VOCs và vi sinh*”, do TS. Trần Thụy Tuyết Mai (Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM) là chủ nhiệm. Nghiên cứu đã thành công trong việc tạo ra màng lọc đa chức năng Mdoped cryptomelane dùng để làm sạch không khí. Sản phẩm có khả năng hấp thụ đáng kể không khí chứa các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi và vi sinh. Kết quả thử nghiệm cho thấy, màng cryptomelane là màng đa chức năng có khả năng xử lý các hợp chất hữu cơ (ethanol và formaldehyde) ở nhiệt độ thấp (dưới 100°C) và có khả năng kháng chủng loại vi sinh gram âm, gram dương điển hình như khuẩn tụ cầu vàng và trực khuẩn mủ xanh. Hơn nữa màng chế tạo còn có khả năng kháng khuẩn ly *Shigella sonnei* và khuẩn gây bệnh sâu răng *Streptococci mutans*. Nghiên cứu này phù hợp để ứng dụng trong nha khoa, y tế, các phòng mạch, bệnh viện,...



Sản phẩm màng/tấm lọc Mdoped cryptomelane

Tăng trưởng xanh giúp đảm bảo sự cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế với việc bảo vệ môi trường và cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân, là một mục tiêu quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của các quốc gia. Ở Việt Nam, Tăng trưởng xanh được xem là nội dung trọng điểm trong phát triển kinh tế giai đoạn 2030-2050. Thời gian qua, các nhà khoa học tại Việt Nam nói chung và Thành phố nói riêng đã có nhiều đóng góp qua quá trình nỗ lực nghiên cứu, sáng tạo của mình. Tuy nhiên, để đẩy mạnh tiến trình hoàn thành các mục tiêu của Thành phố, của quốc gia về Tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030 và tầm nhìn đến năm 2050, vẫn cần nhiều hơn nữa các công trình nghiên cứu có tính ứng dụng thực tiễn cao từ giới khoa học.

**Minh Thư**

---

### Tài liệu tham khảo chính

- [1] Như Bình. TP.HCM sẵn sàng cho kinh tế xanh. <https://tuoitre.vn/tp-hcm-san-sang-cho-kinh-te-xanh-20230916092745131.htm>
- [2] Hướng phát triển mới cho pin năng lượng mặt trời. <https://dost.hochiminhcity.gov.vn/hoat-dong-so-khcn/huong-phat-trien-moi-cho-pin-nang-luong-mat-troi/>
- [3] Như Bình. Nguồn phát thải khí nhà kính tại TP.HCM nhiều nhất từ đâu? <https://tuoitre.vn/nguon-phat-thai-khi-nha-kinh-tai-tp-hcm-nhieu-nhat-tu-dau-20230920101252624.htm>
- [4] Viễn thông. 'TP HCM là nơi thử nghiệm tốt nhất chính sách thúc đẩy kinh tế xanh' <https://vnexpress.net/tp-hcm-la-noi-thu-nghiem-tot-nhat-chinh-sach-thuc-day-kinh-te-xanh-4653560.html>
- [5] Trịnh Dũng. Hệ số che phủ rừng của Việt Nam đạt 42%, cao hơn mức bình quân của thế giới. <https://nhandan.vn/he-so-che-phu-rung-cua-viet-nam-dat-42-cao-hon-muc-binh-quan-cua-the-gioi-post623083.html>
- [6] Đ.T.V (NASATI). Nghiên cứu và đánh giá lượng phát thải CO<sub>2</sub> ở TP. Hồ Chí Minh, đề xuất giải pháp xây dựng thành phố phát thải thấp cacbon. <https://www.vista.gov.vn/news/print/ket-qua-nghien-cuu-trien-khai/nghien-cuu-va-danh-gia-luong-phat-thai-co2-o-tp-ho-chi-minh-de-xuat-giai-phap-xay-dung-thanh-pho-phat-thai-thap-cacbon-3072.html>
- [7] Các CSDL KH&CN của CESTI.

# Nghiên cứu sản xuất dược phẩm, thực phẩm chức năng từ thiên nhiên

***Dược phẩm và thực phẩm chức năng có nguồn gốc từ thiên nhiên đang dần trở thành những sản phẩm thiết yếu đối với con người hiện đại. Để thúc đẩy sự phát triển đa dạng của ngành sản xuất dược phẩm, thực phẩm chức năng từ thiên nhiên, công nghệ sinh học có vai trò ngày càng quan trọng trong tiến trình này.***

Từ đầu thế kỉ XXI đến nay, hòa cùng xu thế sống hài hòa với thiên nhiên trên khắp trên thế giới, người Việt Nam đang có khuynh hướng khơi dậy lĩnh vực y học cổ truyền, qua nguyên lý ứng dụng “*đông - tây y kết hợp*” trong các hoạt động phòng, chữa bệnh và ngày càng ưa chuộng việc sử dụng các thực phẩm chức năng có nguồn gốc từ thiên nhiên nhằm bổ sung các vi chất, tăng cường sức khỏe hay hỗ trợ điều trị bệnh. Đáp ứng nhu cầu này, rất nhiều loại dược phẩm, thực phẩm chức năng với nguồn gốc, tác dụng phong phú đã ra đời nhờ ứng dụng các thành tựu công nghệ sinh học vào công nghiệp dược phẩm, hình thành ngành công nghiệp sản xuất dược phẩm, thực phẩm chức năng từ thiên nhiên.

Góp phần tạo ra những sản phẩm có giá trị gia tăng cao cho ngành công nghiệp sản xuất dược phẩm, thực phẩm chức năng, đóng góp vào các nỗ lực bảo vệ và chăm sóc sức khỏe cho người dân Thành phố, cũng như cả nước, trong giai đoạn 2022-2023, Sở Khoa học và Công nghệ đã có nhiều tài trợ, khuyến khích các đơn vị nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ theo hướng ứng dụng công nghệ sinh học, tạo ra các loại dược phẩm, thực phẩm chức năng có giá trị cao, cả trên phương diện chăm sóc sức khỏe con người lẫn phương diện kinh tế.

Nấm linh chi là vị thuốc quý vốn được sử dụng trong đông y từ lâu đời. Thể quả của nấm linh chi được dùng để bồi bổ cơ thể, tăng cường miễn dịch, hỗ trợ hạ đường huyết, hạ huyết áp và hỗ trợ điều trị ung thư. Trong vài năm gần đây, bào tử nấm linh chi đã trở thành đối tượng nghiên cứu đầy tiềm năng khi được phát hiện có hàm lượng hoạt chất cao hơn so với trong thể quả. Năm 2023, nhóm nghiên cứu của TS. Nguyễn Hữu Lạc Thủy (Đại học Y Dược TP. HCM - UMP) đã hoàn thành công trình “*Nghiên cứu sản xuất sản phẩm bảo vệ sức khỏe từ bào tử linh chi đã được phá vách*” với kết quả tạo ra phương pháp phá lớp vách bảo vệ khá vững chắc để chiết xuất hoạt chất từ bào tử nấm; công thức và quy trình bào chế viên nang từ bào tử đã được phá vách. Đồng thời, nhóm nghiên cứu cũng đã thử nghiệm hoạt tính sinh học, khảo sát độ ổn định và tiêu chuẩn hóa bào tử, cao chiết bào tử và viên nang. Kết quả nghiên cứu có tính ứng dụng và tiềm năng kinh tế rất cao vì hiện trên thị trường Việt Nam chỉ mới manh nha sản phẩm viên nang từ bào tử nấm linh chi phá vách.





Nấm linh chi, bào tử nấm linh chi, bào tử nấm linh chi phá vách và viên nang từ bào tử nấm linh chi phá vách (Nguồn: Nhóm nghiên cứu)

Dừa dại Bắc bộ là loài thực vật đặc hữu của Việt Nam, mọc hoang dại khá nhiều ở một số tỉnh miền núi phía Bắc. Đây là một trong số hơn 160 loài cây cỏ được xác định có tác dụng chữa các bệnh về gan ở nước ta. Tuy nhiên, trước năm 2023, chưa có công trình nào tại Việt Nam (và cả trên thế giới) nghiên cứu về thành phần hóa học cũng như tác dụng dược lý của loài này. Do vậy, Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM đã cấp kinh phí cho nhóm nghiên cứu của GS.TS. Phạm Hùng Việt (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội) thực hiện đề tài “Nghiên cứu quy trình chiết xuất cao toàn phần có tác dụng kháng viêm, bảo vệ gan từ quả dừa dại (*Pandanus tonkinensis* mart. ex B. Stone)”. Trong năm 2023, công trình đã đúc kết được thông tin về thành phần hóa học, xây dựng được quy trình chiết xuất cao toàn phần, xây dựng tiêu chuẩn cơ sở cho cao toàn phần và hoạt tính kháng viêm, bảo vệ gan của cao toàn phần. Kết quả công trình nghiên cứu có tính ứng dụng và tiềm năng kinh tế cao, là tiền đề định hướng dược phẩm, thực phẩm chức năng mới có nguồn gốc từ dừa dại, vừa góp phần đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe của người dân, vừa góp phần khai thác hiệu quả tài nguyên thiên nhiên, tạo thu nhập cho người dân tại những vùng nguyên liệu trong tương lai.



Cao toàn phần từ quả dừa dại Bắc bộ (Nguồn: Sở KH&CN TP.HCM)



Trước đó, trong năm 2022, nhiều công trình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ sinh học vào sản xuất dược phẩm, thực phẩm chức năng từ nguyên liệu tự nhiên cũng được Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố nghiệm thu, các kết quả nghiên cứu đều có thể ứng dụng trực tiếp vào hoạt động sản xuất. Trong đó, nổi bật là các công trình: *“Nghiên cứu sự tích lũy hoạt chất saponin theo tuổi cây và ứng dụng vào một số sản phẩm chất lượng cao từ sâm Việt Nam (Panax vietnamensis Ha et Grushv. - Araliaceae) trồng tại Lâm Đồng”* (SAPHARCEN, GS.TS. Nguyễn Minh Đức) nhằm xây dựng tiêu chuẩn cơ sở cho nguyên liệu sâm thương mại từ nguồn sâm Ngọc Linh trồng tại Lâm Đồng, từ đó thiết lập quy trình sản xuất và tiêu chuẩn cơ sở cho 3 sản phẩm: bột cao định chuẩn chứa 20% cao khô, sâm tẩm mật ong và trà sâm hòa tan để đáp ứng nhu cầu thị trường, tiến tới tạo ra những sản phẩm quốc gia từ sâm Ngọc Linh; *“Nghiên cứu hiện đại hóa bài thuốc bạch hoa xà thiệt thảo - bán chi liên có tác dụng bảo vệ gan”* (Bệnh viện Y học cổ truyền, TS. Dương Hồng Tố Quyên) nhằm khảo sát liều dùng, bào chế, đánh giá tính an toàn đối với sản phẩm dạng viên nang từ bài thuốc bạch hoa xà thiệt thảo - bán chi liên có tác dụng bảo vệ gan; *“Nghiên cứu thu nhận và đánh giá khả năng hạ đường huyết của dịch chiết từ các bộ phận của cây chuối hột (Musa balbisiana)”* (Trung tâm Phát triển Khoa học và Công nghệ Trẻ, ThS. Hoàng Thị Ngọc Nhơn) nhằm khảo sát thành phần hóa học và hoạt tính hạ đường huyết của các bộ phận cây chuối hột, từ đó làm làm sáng tỏ kinh nghiệm dân gian về việc sử dụng chuối hột trong điều trị tiểu đường và làm nền tảng sản xuất thử nghiệm các sản phẩm dược, thực phẩm chức năng từ cây chuối hột; *“Khảo sát tác động trị nám da của cao chiết từ lá tía tô (perilla frutescens) trên mô hình thỏ gây nám da bằng tia UV và progesteron”* (UMP, ThS. Nguyễn Ngọc Phúc) và *“Khảo sát tác động ức chế tyrosinase của các cao chiết từ lá tía tô (perilla frutescens) trên dòng tế bào hắc tố B16F10”* (UMP, PGS.TS. Huỳnh Ngọc Trinh) nhằm chiết xuất cao chiết từ lá tía tô và đánh giá tác động điều trị nám da, làm sáng da của cao chiết từ lá tía tô;...

Như vậy, trong các năm 2022 và 2023, nhiều đề tài nghiên cứu, ứng dụng công nghệ sinh học được Thành phố đầu tư đã tạo ra nhiều sản phẩm dược phẩm, thực phẩm chức năng từ thiên nhiên rất thiết thực, có tính ứng dụng và tiềm năng kinh tế cao. Để sớm biến tiềm năng kinh tế của các kết quả nghiên cứu trở thành lợi ích kinh tế thực sự và bền vững cho tất cả các bên liên quan, sự đồng hành của khu vực doanh nghiệp là rất cần thiết. Được như vậy, các sản phẩm nghiên cứu ở quy mô công nghiệp sẽ sớm ra đời, góp phần đáp ứng nhu cầu của người dân Thành phố cũng như cả nước, đóng góp hữu hiệu vào các nỗ lực bảo vệ và chăm sóc sức khỏe của Nhân dân.

**Hữu Ngọc**

-----  
**Tài liệu tham khảo chính**

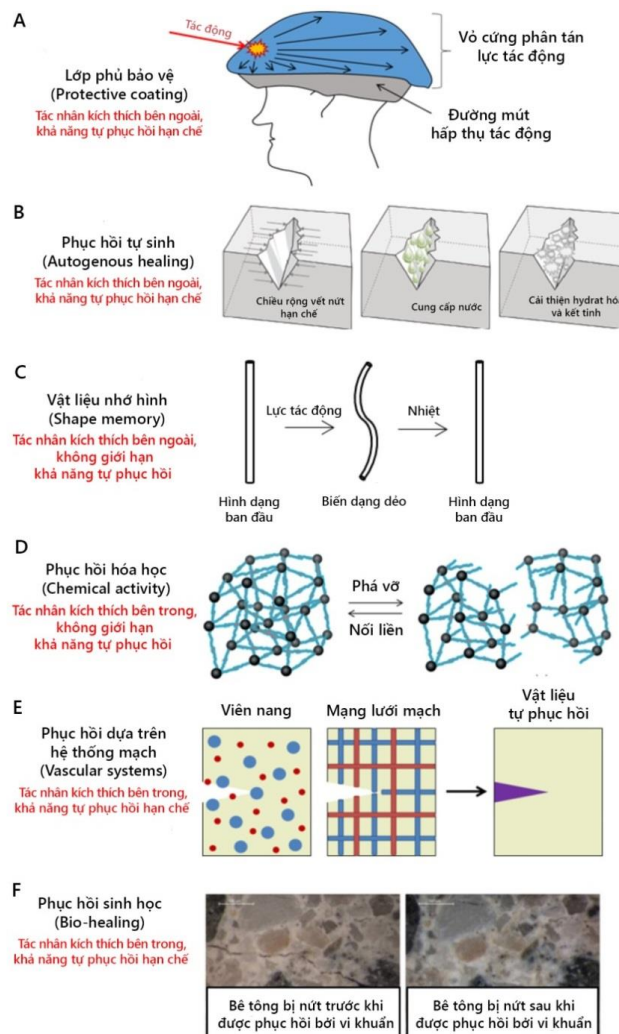
[1] CESTI. Chuyên mục Thư viện Khoa học và Công nghệ. <http://www.cesti.gov.vn/trang-chu-thu-vien/>

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

# Chế tạo vật liệu polymer tự lành

Trong những năm đầu của thế kỷ 21, lĩnh vực công nghệ vật liệu đã có bước tiến mới với các công trình nghiên cứu sâu hơn về vật liệu polymer tự lành. Nhờ khả năng ứng dụng phong phú trong nhiều lĩnh vực và mang lại hiệu quả kinh tế, việc nghiên cứu và phát triển loại vật liệu tiên tiến này ngày càng nhận được sự quan tâm từ cộng đồng khoa học trên thế giới. Tại Việt Nam, những nghiên cứu bước đầu làm tiền đề cho sự phát triển ngành khoa học vật liệu cũng được các nhà khoa học thực hiện nhằm từng bước tiến tới làm chủ công nghệ.

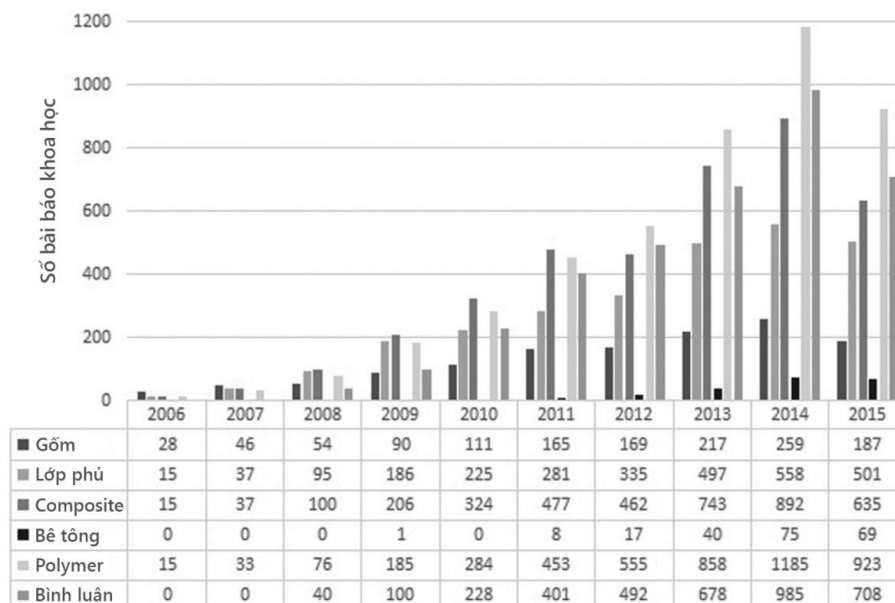
Mô phỏng từ quá trình tự chữa lành trong sinh học tự nhiên, các nhà khoa học trên thế giới đã nghiên cứu chế tạo các loại vật liệu có khả năng tự lành (*Self Healing Material*) sau khi bị tổn thương, giúp chúng có khả năng phục hồi một phần hoặc toàn bộ hình dạng, các tính năng ban đầu (như tính chịu lực, tính dẫn điện, hay tính quang học,...) mà không cần sự can thiệp đáng kể của con người (như sửa chữa hoặc phục hồi bằng thủ công).



Các loại vật liệu tự lành lấy ý tưởng từ sinh học tự nhiên (Nguồn: Biên dịch từ nghiên cứu *Bioinspired self-healing materials: lessons from nature* (Joseph và Bharat, 2018))

Theo nghiên cứu *Bioinspired self-healing materials: lessons from nature*, các vật liệu tự lành lấy cảm hứng từ sinh học tự nhiên như: (A) Lớp phủ bảo vệ (Protective coating), (B) Phục hồi tự sinh (Autogenous healing), (C) Vật liệu nhớ hình (Shape memory), (D) Phục hồi hóa học (Chemical activity), (E) Phục hồi dựa trên hệ thống mạch (Vascular systems) và (F) Phục hồi sinh học (Bio-healing). Mặc dù vật liệu tự lành giúp giảm bớt gánh nặng bảo trì, giảm nhu cầu về nguyên vật liệu, tiết kiệm chi phí và thân thiện với môi trường, nhưng vật liệu tự lành cũng có hạn chế về khả năng cung cấp (có thể là loại hữu hạn) các tác nhân kích thích bên trong hoặc bên ngoài (nguyên liệu hoặc năng lượng cần thiết để phục hồi) đến vị trí bị hư hại; phản ứng hóa học giữa các chất phục hồi và chất xúc tác diễn ra khác nhau ở những môi trường, nhiệt độ khác nhau, nên dù có thể tự phục hồi trong hệ thống này nhưng lại không thể tự phục hồi trong một hệ thống khác. Do đó, nghiên cứu chế tạo vật liệu tự lành đặt ra nhiều thách thức cho các nhà khoa học và cần được tiến hành trong các điều kiện ứng dụng cụ thể để phát huy đúng giá trị.

Việc thử nghiệm vật liệu tự lành đã được thực hiện trong suốt những năm 1990-2000, nhưng các phương pháp thành công đều đòi hỏi các hình thức can thiệp thủ công. Năm 2001, nghiên cứu *Autonomic healing of polymer composites* về vật liệu tự lành của White và cộng sự tại Đại học Illinois-Urbana Champaign (Mỹ) đã phát triển một phương pháp mới, liên quan đến vật liệu polymer cấu trúc có khả năng tự chữa lành các vết nứt. Vật liệu này kết hợp giữa polymer và một chất vi nang được giải phóng khi xuất hiện vết nứt, kết quả thử nghiệm cho thấy khả năng phục hồi độ bền lên tới 75%. Kể từ thời điểm đó, một loạt các vật liệu tự lành khác được nghiên cứu và chế tạo như cao su, bê tông, kim loại, gốm, kính, các lớp phủ,..., có khả năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như xây dựng, ô tô, y sinh, điện tử, viễn thông, hàng hải, hàng không vũ trụ,... Theo thống kê từ nghiên cứu *Study of quantification methods in self-healing ceramics, polymers and concrete: A route towards standardization*, giai đoạn từ 2006-2015 có đến hơn 16.000 bài báo khoa học liên quan đến vật liệu tự lành được công bố, tập trung vào các loại vật liệu polymer (nhiều nhất), composite, các lớp phủ, gốm và bê tông.

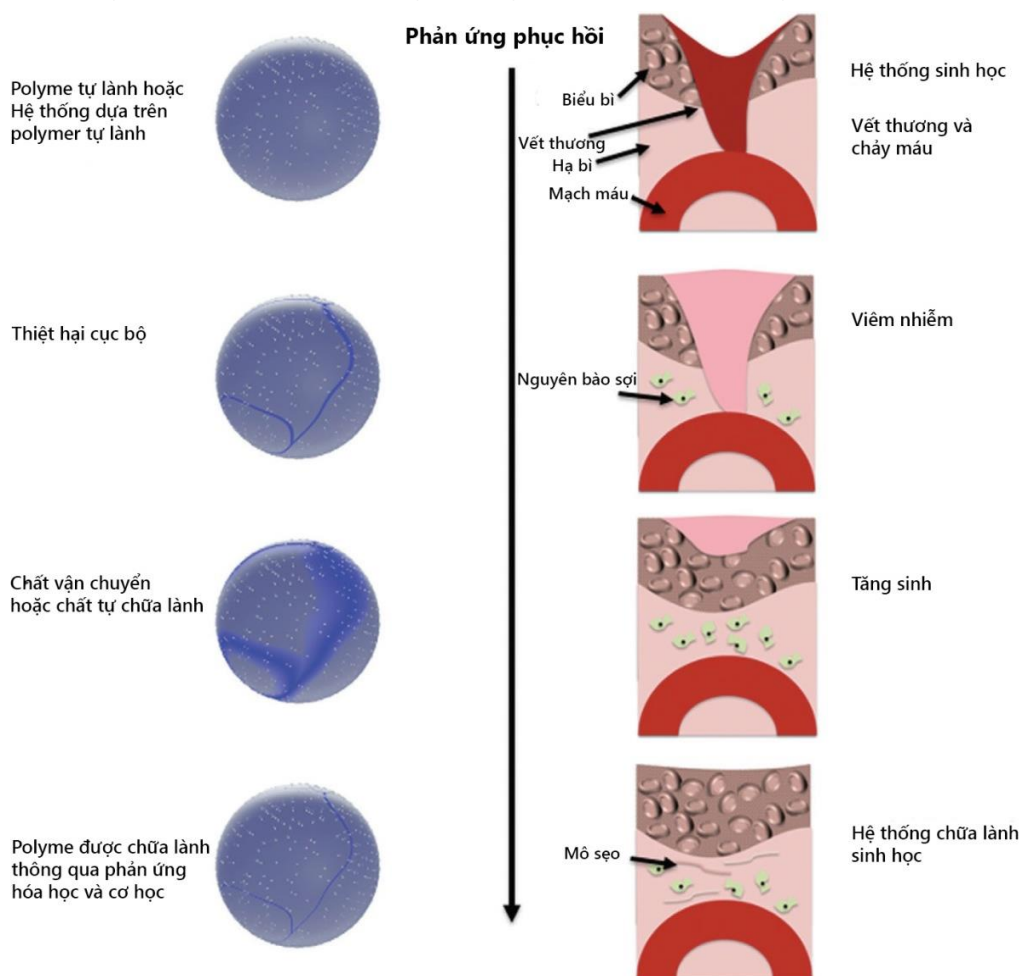


Thống kê bài báo khoa học liên quan đến vật liệu tự lành theo loại vật liệu (Nguồn: Biên dịch từ nghiên cứu *Study of quantification methods in self-healing ceramics, polymers and concrete: A route towards standardization* (Lucas, S. et al., 2016))

### Vật liệu polymer tự lành

Polymer là hợp chất gồm các phân tử được hình thành do sự lặp lại nhiều lần của một hay nhiều loại nguyên tử hay nhóm nguyên tử (đơn vị cấu tạo monomer) liên kết với nhau với số lượng khá lớn, tạo nên nhiều tính chất có thay đổi không đáng kể, khi lấy đi, hoặc thêm vào, một vài đơn vị cấu tạo. Polymer được chia thành hai loại: tự nhiên và tổng hợp. Các vật liệu từ polymer tổng hợp có nhiều tính năng vượt trội hơn so với sản phẩm tự nhiên và ngày càng được sử dụng thay thế kim loại, gỗ, gốm trong nhiều ứng dụng, với tính chất tương đương và hiệu quả kinh tế cao hơn.

Phần lớn các polymer tổng hợp sẽ bị thải bỏ sau khi sử dụng. Do đó, việc gia tăng cơ tính và kéo dài tuổi thọ sử dụng của các sản phẩm polymer sẽ giúp giảm thiểu chi phí thay thế và sửa chữa. Bên cạnh đó, việc vật liệu có khả năng tự phục hồi chức năng sau khi bị hư hỏng cũng giúp giảm thiểu năng lượng, tài nguyên và chất thải gây ô nhiễm môi trường.



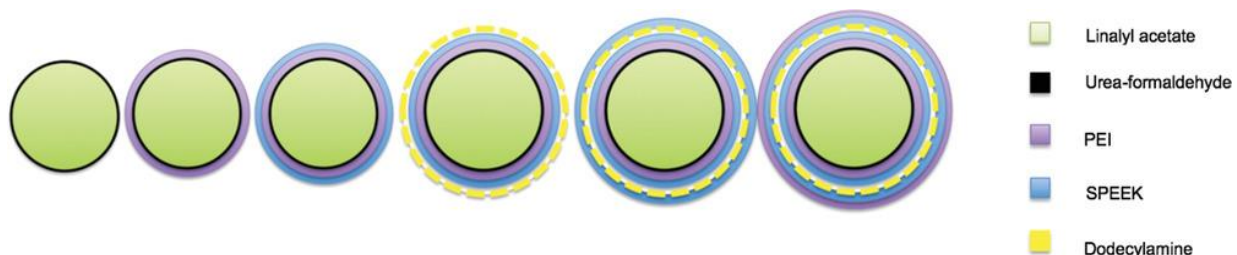
*Polymer tự lành và các hệ thống dựa trên polymer tự lành sửa chữa các hư hại cục bộ, tương tự như các hệ thống chữa lành sinh học tự nhiên (Nguồn: Biên dịch từ nghiên cứu An Overview of Self-Healable Polymers and Recent Advances in the Field (El Choufi N. et al., 2022))*

Vật liệu polymer tự lành có thể phục hồi lại hình dạng ban đầu nhờ thêm các chất làm lành, chất xúc tác hoặc chất phụ gia tự lành vào cấu trúc polymer. Dựa trên nhu cầu bổ sung thêm chất phục hồi trong quá trình tự lành, các vật liệu polymer tự lành được chia thành 2 loại: *Vật liệu polymer tự lành bên ngoài* và *Vật liệu polymer tự lành bên trong*. Việc phục hồi



vật liệu polymer tự lành bên ngoài cần có sự hỗ trợ của các yếu tố phục hồi bổ sung như nhiệt độ, hóa chất,..., trong khi việc phục hồi các polymer tự lành bên trong được thực hiện nhờ các đặc tính của vật liệu, mà không cần thêm các nhân tố khác bên ngoài.

- **Vật liệu polymer tự lành dựa trên viên nang:** Năm 2001, White và cộng sự đã giới thiệu vật liệu polymer được nhúng thêm các viên nang siêu nhỏ chứa chất phục hồi. Khi vật liệu polymer bị hư hại, các viên nang siêu nhỏ sẽ vỡ, chất phục hồi chảy ra, phản ứng với chất xúc tác trong vật liệu polymer để làm đầy và phục hồi lại các vết nứt một cách tự động. Tuy nhiên, hạn chế của loại vật liệu này là các viên nang chỉ có thể sử dụng một lần. Vì vậy, các nhà khoa học đã nghiên cứu một số phương pháp khắc phục như: chế tạo *Viên nang siêu nhỏ đa lõi alginate* (2016), kiểm soát việc giải phóng các chất chữa lành tại vị trí hư hại, có khả năng chữa lành theo chu kỳ, lặp đi, lặp lại tới 3 lần, cho phép gia tăng phạm vi ứng dụng (trong các hỗn hợp epoxy, hỗn hợp sợi, lớp phủ và xi măng); *Viên nang siêu nhỏ đa lớp polyelectrolyte* (2019), với phản ứng kích thích kép, làm cho viên nang vừa phòng ngừa, vừa xử lý vấn đề ăn mòn, giúp tăng tuổi thọ của vật liệu. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trên thế giới cũng đã chứng minh kích thước viên nang tỷ lệ thuận với hiệu quả tự lành và tỷ lệ nghịch với kết cấu của vật liệu, đặt ra vấn đề nghiên cứu về kích thước tối ưu khi chế tạo các viên nang.



*Sơ đồ cấu trúc của các viên nang siêu nhỏ phân lớp được tổng hợp trong vật liệu polyelectrolyte polyethylenimine (PEI) và xeton polyether ether sulfonated (SPEEK) (Nguồn: An Overview of Self-Healable Polymers and Recent Advances in the Field (El Choufi N. et al., 2022))*

- **Vật liệu polymer tự lành dựa trên hệ thống mạch:** Năm 1996, Dry và cộng sự đã nghiên cứu xây dựng hệ thống mạng lưới mạch tự chữa lành cho vật liệu polymer, sử dụng các sợi thủy tinh chứa đầy chất phục hồi, xếp theo các đường thẳng song song (một chiều - 1D). Qua thời gian, mạng lưới mạch được nâng cấp lên dạng 2D và 3D nhằm khắc phục hạn chế của mạng 1D trong việc bao phủ toàn bộ diện tích bề mặt của vật liệu polymer. Hệ thống này hoạt động tương tự như trên viên nang, khi các mạch bị vỡ, tại vùng bị hư hại, chất phục hồi được đưa vào vết nứt và được polyme hóa. Tuy nhiên, nhiều thách thức đặt ra trong quá trình chế tạo hệ thống mạch như: tính toán vện về cấu trúc của vật liệu, độ dày của mạch, việc lấp đầy chất chữa lành trong mạch và độ chính xác của thiết kế mạng lưới. Bên cạnh đó, mặc dù chất phục hồi có thể tái nạp nhưng việc nạp lại cần phải có sự tham gia của con người.

Để giải quyết thách thức làm đầy chất chữa lành trong toàn bộ hệ thống mạch, kỹ thuật in 3D đã được sử dụng để tạo ra polymer tự lành theo từng lớp, trong đó, một số polymer chưa được xử lý trong cấu trúc bị giữ lại và có thể hoạt động như một chất tự chữa lành. Ngoài ra, trong thiết kế mạng lưới, hệ thống mạch tự lành đã được tối ưu hóa bằng thuật toán di truyền, giúp hỗn hợp polymer có thể tích phân rỗng tối thiểu và giảm nguy cơ thay đổi kết cấu vật liệu.

- **Vật liệu polyme tự lành nội tại:** Các vật liệu polymer tự lành nội tại không yêu cầu bổ sung các chất chữa lành vì quá trình chữa lành xảy ra thông qua khả năng đảo ngược liên kết của chúng trong polymer. Cơ chế tự lành nội tại được phân thành 5 loại:

- **Tự lành nội tại dựa trên các phản ứng thuận nghịch (Reversible Reactions):** sự chuyển đổi thuận nghịch từ trạng thái đơn phân sang trạng thái liên kết ngang thông qua việc bổ sung năng lượng, cho phép xảy ra cơ chế tự lành. Ma trận tổng hợp polymer được phát triển đầu tiên vào năm 2002 kết hợp các phản ứng Diels-Alder (DA) và retro-Diels-Alder (rDA). Từ thời điểm đó, phản ứng DA được hỗ trợ bởi nhiệt độ là một trong những hệ thống tự lành nội tại được nghiên cứu rộng rãi nhất trên thế giới. Ưu điểm chính của khả năng đảo ngược này về mặt lý thuyết là các chu kỳ vô hạn của quá trình tự lành. Một số tiến bộ trong lĩnh vực này là việc giới thiệu các polymer mới của mạng polyurethane (PU) dựa trên poly ( $\epsilon$ -caprolactone) (PCL) với các liên kết DA thể hiện khả năng nhớ hình và cơ chế tự lành.
- **Tự lành nội tại dựa trên sự phân tán nhựa nhiệt dẻo (Thermoplastic Dispersion):** Nhựa nhiệt dẻo (hình dạng như sợi, hạt hoặc hình cầu, được sử dụng bằng cách nung nóng đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn điểm nóng chảy) được chèn hoặc tích hợp vào nhựa nhiệt rắn do nó có thể tan chảy và phân tán vào vết nứt và kết nối các bề mặt xung quanh. Nhựa nhiệt dẻo không chỉ chữa lành các hư hại lớn mà còn có thể lặp lại quá trình chữa lành nếu xảy ra hư hại tại vùng đã được chữa lành trước đó.
- **Polymer siêu phân tử (Supramolecular Polymers):** chỉ có các liên kết thuận nghịch, không cộng hóa trị kết nối các đơn phân. Tương tác trong các polymer siêu phân tử bao gồm lực van der Waal, liên kết hydro, tương tác  $\pi$ - $\pi$ , liên kết kim loại và tương tác chủ-khách. Sự tương tác và cường độ tương tác ảnh hưởng lớn đến đặc tính cơ học của các polymer siêu phân tử và từ đó ảnh hưởng đến hiệu quả tự lành.
- **Tự lành nội tại bằng khuếch tán phân tử (Molecular Diffusion):** xảy ra do sự khuếch tán giữa các phân tử, dẫn đến chuỗi polymer-polymer bị vướng lại ở bề mặt vết nứt. Mặc dù hầu hết nhựa nhiệt dẻo đều có đặc tính khuếch tán nhưng không được coi là khả năng tự lành hiệu quả do thời gian sử dụng dài và cần phải đạt đến nhiệt độ chuyển pha cứng-mềm (là vùng nhiệt độ mà tại đó tính chất cơ học của polymer thay đổi do chuyển động bên trong các chuỗi polymer tạo thành, từ trạng thái cứng, dễ vỡ (glassy) sang trạng thái đàn hồi, linh hoạt (leathery)).
- **Tự lành bằng ionomeric nội tại:** Ionomer là một chất co-polymer chứa ion với các đơn vị lặp lại của cả phân tử trung hòa về điện và một phần phân tử bị ion hóa. Ở nhiệt độ phòng, ionomer hoạt động tương tự như chất đàn hồi; còn ở nhiệt độ cao, ionomer có thể tan chảy và hoạt động như nhựa nhiệt dẻo.

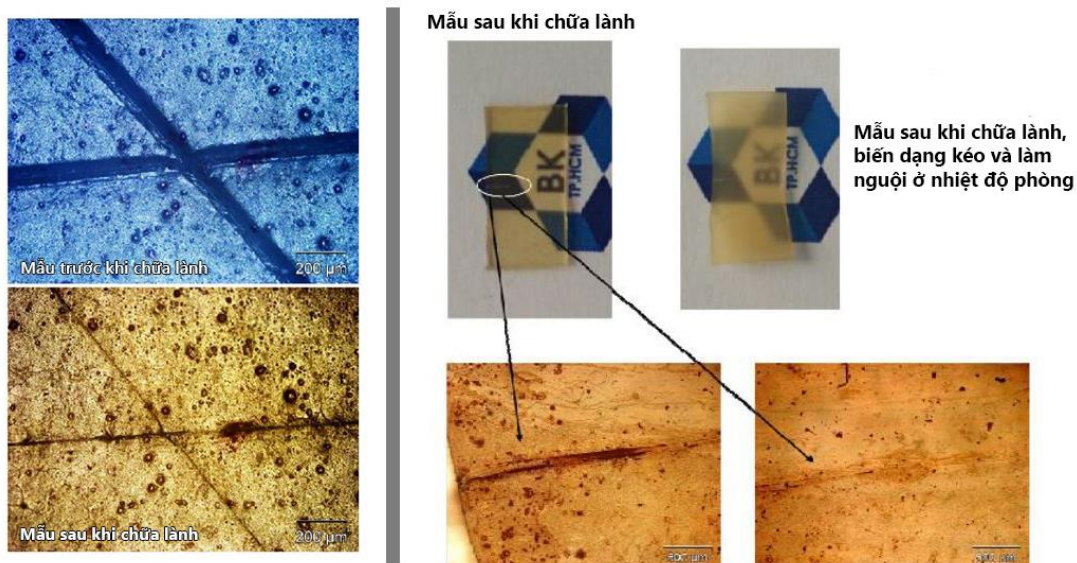
Các polymer tự lành nội tại, về mặt lý thuyết, có thể chữa lành hư hại trong một khoảng thời gian vô hạn. Tuy nhiên, những vật liệu này cần một kích thích để tự phục hồi, chẳng hạn như nhiệt hoặc bức xạ, và phụ thuộc vào sự tiếp xúc tốt giữa các bề mặt bị hư hỏng để tạo điều kiện thuận lợi cho chu kỳ tự lành.

Trong các vật liệu polymer tự lành nội tại, việc sản xuất và tổng hợp các polymer, đặc biệt là polyurethan, kết hợp phản ứng retro-Diels-Alder (rDA) đang nhận được nhiều sự quan tâm nhằm sớm đưa các polymer tự lành vào thị trường.

## Nghiên cứu làm chủ công nghệ chế tạo vật liệu polymer tự lành

Từ năm 2014, PGS.TS. Nguyễn Thị Lệ Thu cùng các cộng sự tại Trường Đại học Bách Khoa (Đại học Quốc gia TP.HCM) đã tiên phong trong các nghiên cứu chế tạo vật liệu polymer có đặc tính kết hợp “nhớ hình” và “tự lành” tại Việt Nam, với các đề tài như: “Nghiên cứu tổng hợp polyurethane “tự chữa lành” trên cơ sở nối mạng Diels-Alder giữa các pha cứng/mềm nhằm ứng dụng trong chế tạo sản phẩm polyme kỹ thuật chống rạn nứt” và “Nghiên cứu chế tạo vật liệu polyme nối mạng có khả năng hồi phục vết nứt dưới tác động nhiệt trên cơ sở bis-maleimide và tris-furan” được Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM nghiệm thu năm 2016 và “Nghiên cứu tổng hợp vật liệu tự lành trên cơ sở kết hợp cấu trúc mạng đan xen của polyurethane nhớ hình với liên kết Diels-Alder và mạch linh động” được Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM nghiệm thu năm 2023. Nhóm nghiên cứu tập trung đi sâu về vật liệu polymer tự lành nội tại, dựa trên các phản ứng thuận nghịch, vì tính ổn định và khả năng tự lành có thể lặp lại nhiều lần.

Trong nghiên cứu mới được nghiệm thu năm 2023, nhóm nghiên cứu của PGS.TS. Nguyễn Thị Lệ Thu đã tổng hợp hệ PU mới trên cơ sở liên kết cộng hóa trị thuận nghịch Diels-Alder và kết hợp các yếu tố để tăng hiệu quả tự lành như cấu trúc mạng đan xen, cơ chế khuếch tán - rói mạch của mạch nhánh/mạch bên, sử dụng các phân đoạn có độ linh động cao như polydimethylsiloxane. Kết quả: (1) Chế tạo thành công vật liệu cấu trúc đan xen của PU nhớ hình với cấu trúc mạch nhánh và mạng DA đạt các tính chất như độ bền kéo hơn 27 Mpa, Module Young hơn 170 Mpa, nhiệt độ chuyển pha nhớ hình 50-75°C, có thể lành hiệu quả vết xước/vết rạch trên bề mặt khi gia nhiệt ở 60-70°C trong vòng 1 giờ, hiệu quả hồi phục vết xước/vết rạch trên 90%; hiệu quả hồi phục cơ tính của màng có vết xước, rạch trên 70%, hiệu quả hồi phục cơ tính của mẫu sau khi cắt đứt và ghép chữa lành hơn 50%; (2) Chế tạo thành công vật liệu polyurethane PU-PDMS-DA đạt có độ bền kéo hơn 10 MPa, Module Young 80 MPa, nhiệt độ chuyển pha nhớ hình 50-75 °C, có thể lành hiệu quả vết rạch xước trên bề mặt khi gia nhiệt ở 60-70 °C trong vòng 24 giờ; (3) Hoàn thành quy trình chế tạo vật liệu tự lành PU-PDMS-DA, và quy trình chế tạo vật liệu tự lành cấu trúc đan xen của PU nhớ hình với cấu trúc mạch nhánh và mạng DA.



Hình chụp trên kính hiển vi quang học kết quả chữa lành trên bề mặt mẫu thử ở 70°C trong 24 giờ (Nguồn: Kết quả nghiên cứu)







Mặc dù còn nhiều thách thức trong việc phát triển công nghệ chế tạo nhưng vật liệu tự lành nói chung và polymer tự lành nói riêng đang thu hút nhiều sự quan tâm của giới công nghệ và các doanh nghiệp vì giàu tiềm năng ứng dụng, được dự báo sẽ góp phần quan trọng trong làn sóng công nghệ mới, làm cho mọi thứ thông minh hơn, tác động to lớn đến các ngành công nghiệp và đời sống xã hội. Tương lai của công nghệ chế tạo vật liệu tự lành được kỳ vọng sẽ phát triển vượt ngoài tầm các phương pháp hiện có, với khả năng phát triển một hệ thống sinh học tuần hoàn liên tục, giúp chữa lành nhiều loại vật liệu khác nhau.

**Duy Sang**

---

### Tài liệu tham khảo chính

- [1] Anh Trung. *Vật liệu tự phục hồi*. <https://cesti.gov.vn/bai-viet/CTDS6/vat-lieu-tu-phuc-hoi-01010757-0000-0000-0000-000000000000>
- [2] El Choufi N. et al. *An Overview of Self-Healable Polymers and Recent Advances in the Field*. *Macromolecular Rapid Communications*, 43(17).
- [3] Joseph C. Cremaldi and Bharat Bhushan. *Bioinspired self-healing materials: lessons from nature*. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 9, 907-935.
- [4] Lucas, S. et al.. *Study of quantification methods in self-healing ceramics, polymers and concrete: A route towards standardization*. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 2577-2598.
- [5] Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM. *Nhà khoa học TP.HCM chế tạo thành công vật liệu tự lành*. <https://dost.hochiminhcity.gov.vn/hoat-dong-so-khcn/nha-khoa-hoc-tphcm-che-tao-thanh-cong-vat-lieu-tu-lanh/>

## TRAO ĐỔI

Tăng trưởng xanh giúp đảm bảo sự cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế với việc bảo vệ môi trường và cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân. Đây là một trong những mục tiêu quan trọng về phát triển kinh tế - xã hội của các quốc gia. Tại Việt Nam, kể từ năm 2012, Tăng trưởng xanh đã chính thức được xác định: “...là sự nghiệp của toàn Đảng, toàn dân, các cấp chính quyền, các Bộ, ngành, địa phương, các doanh nghiệp và tổ chức xã hội” (Quyết định số 1393/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ). Trải qua hơn 10 năm triển khai, đến nay, Chiến lược Tăng trưởng xanh đã bước đầu thành công, từng bước góp phần thúc đẩy: (i) Cơ cấu lại nền kinh tế gắn với đổi mới mô hình tăng trưởng, (ii) Nâng cao năng lực cạnh tranh của nền kinh tế, (iii) Mở rộng khả năng tiếp cận bình đẳng cho nhân dân về thành quả phát triển của quá trình chuyển đổi xanh, (iv) Hiện thực hóa các cam kết của Việt Nam với cộng đồng quốc tế về phát triển bền vững và biến đổi khí hậu, nhất là các cam kết đưa mức phát thải ròng về "0" vào năm 2050 tại Hội nghị COP26.

Trên cơ sở này, “Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050” (Quyết định số 1658/QĐ-TTg) và “Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030” (Quyết định số 882/QĐ-TTg) tiếp tục được Thủ tướng phê duyệt. Trong năm 2022, Ban Chỉ đạo Quốc gia về Tăng trưởng xanh cũng đã được thành lập, nhằm giúp Thủ tướng nghiên cứu, chỉ đạo và điều phối giải quyết những vấn đề quan trọng, liên ngành trong quá trình triển khai Chiến lược.

Chứng kiến những tác động to lớn do biến đổi khí hậu cùng những bất cập cần phải giải quyết, hành động mạnh mẽ và hiệu quả hơn nữa, TP.HCM đang khẩn trương hoàn thiện Khung chiến lược phát triển xanh đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050, nhằm xây dựng Thành phố trở thành đô thị văn minh, hiện đại, là điểm đến hấp dẫn của nhà đầu tư, du khách. Khung chiến lược phát triển xanh của Thành phố xác định người dân là trung tâm của chuyển đổi số, thúc đẩy liên kết vùng và hợp tác quốc tế nhằm thực hiện 4 trụ cột: (1) Phát triển nguồn lực xanh; (2) Xây dựng hạ tầng xanh; (3) Phát triển hành vi xanh; và (4) Xác định ngành và lĩnh vực tiên phong.

Với việc xác định phát triển xanh là xu hướng chủ đạo trong thời gian tới, Chính quyền Thành phố đã ban hành nhiều kế hoạch về phát triển kinh tế tuần hoàn, chuyển đổi năng lượng, phát triển đô thị bền vững; triển khai các giải pháp thúc đẩy đổi mới sáng tạo và phát triển, tạo môi trường và điều kiện thuận lợi để cộng đồng doanh nghiệp cùng chung tay, đồng hành thúc đẩy tăng trưởng xanh, hướng tới mục tiêu giảm phát thải ròng bằng “0”. Song song đó là huy động các nguồn lực đầu tư vào năng lượng tái tạo, xây dựng hệ thống giao thông công cộng hiện đại, giảm ô nhiễm không khí, tiết kiệm năng lượng, tài nguyên,... Năm 2023, kinh tế xanh là một trong những động lực mới góp phần đưa kinh tế TP.HCM đạt mục tiêu tăng trưởng 7,5%.

Tuy đã đạt được một số thành quả bước đầu, nhưng theo nhiều chuyên gia, vẫn còn nhiều khó khăn, điểm nghẽn thách thức quá trình tăng trưởng xanh, chuyển đổi xanh tại TP.HCM,

đặc biệt là các hạn chế về hạ tầng kỹ thuật, các chính sách và quy định cho phát triển kinh tế xanh. Thành phố còn thiếu nguồn lực tài chính đủ lớn để đầu tư vào các dự án và công nghệ xanh, cũng như nguồn nhân lực có đủ kỹ năng và kiến thức về kinh tế xanh, công nghệ xanh. Cũng theo các chuyên gia, việc chuyển đổi sang phát triển kinh tế xanh của TP.HCM cần dựa vào các trụ cột như phát triển năng lượng tái tạo (điện áp mái); phát triển phương tiện giao thông công cộng, xe điện (kèm kiểm soát khí thải phương tiện giao thông); đổi mới các công nghệ ít tiêu hao năng lượng; thu hút nhà đầu tư chiến lược về năng lượng sạch, thúc đẩy khởi nghiệp đổi mới sáng tạo về năng lượng sạch; tăng cường sản xuất theo nông nghiệp xanh; tăng diện tích cây xanh, bảo tồn khu sinh quyển,... Thành phố cũng cần tiếp tục triển khai xây dựng đề án trở thành trung tâm tài chính của khu vực và quốc tế; đi đầu trong phát triển, thử nghiệm các sản phẩm mới, sản phẩm xanh,...

Nghị quyết 98/2023/QH15 của Quốc hội về thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù phát triển TP.HCM đã mở ra cơ hội cho việc phát triển kinh tế xanh của Thành phố trong những năm tới, trong đó có các quy định về quản lý đầu tư, tài chính, ngân sách nhà nước, quản lý đô thị và tài nguyên môi trường. Trên cơ sở này, Thành phố đã xác định các ngành, nghề ưu tiên thu hút nhà đầu tư chiến lược; quản lý KH&CN, đổi mới sáng tạo,... Với những định hướng rõ ràng của Lãnh đạo Thành phố: *"...mô hình tăng trưởng kinh tế truyền thống không còn là lựa chọn tối ưu. Do vậy, Thành phố đã chuyển hướng, kiến tạo một hành trình mới, hành trình tăng trưởng xanh với tầm nhìn cho tương lai bền vững..."*; sự nỗ lực của các sở, ban, ngành trong việc tham mưu, kiến tạo các chủ trương, chính sách phù hợp với thực tiễn; sự phấn đấu của các nhà khoa học và doanh nghiệp, cộng đồng vì tăng trưởng xanh, có thể tin tưởng rằng kinh tế Thành phố sẽ nhanh chóng phát triển, bền vững.

**BBT**