

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HẠT NHÂN TRONG GIẢI QUYẾT CÁC THÁCH THỨC TOÀN CẦU

Vương Hữu Tấn

Chủ tịch Hội Năng lượng Nguyên tử Việt Nam

Khoa học và công nghệ (KH&CN) hạt nhân có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội ở nhiều quốc gia, đặc biệt trong đảm bảo an ninh năng lượng, chẩn đoán và điều trị bệnh, phát triển nông nghiệp bền vững, quản lý tài nguyên nước và bảo vệ môi trường, thăm dò và khai thác tài nguyên, xử lý chất thải, chiếu xạ bảo đảm an toàn lương thực thực phẩm, thanh trùng vật phẩm y tế và nhiều ứng dụng trong các ngành công nghiệp... Bài viết khái quát các đóng góp tiêu biểu của KH&CN hạt nhân trong giải quyết những thách thức toàn cầu.

Điện hạt nhân

Hiện nay, trên thế giới có 437 tổ máy điện hạt nhân đang vận hành ở 32 quốc gia/vùng lãnh thổ với tổng công suất là 389,5 GW(e), cung cấp 10% sản lượng điện toàn cầu, chiếm 1/4 sản lượng điện được tạo ra bằng công nghệ carbon thấp. Hiện có 50 quốc gia đang quan tâm đến phát triển điện hạt nhân, trong đó 24 quốc gia đã quyết định chủ trương và tiến hành các hoạt động liên quan. Trong số 26 nước còn lại thì 10 nước đã có chủ trương và đang xây dựng các cơ sở hạ tầng cần thiết cho phát triển điện hạt nhân, 16 nước khác đang trong quá trình chuẩn bị xin chủ trương của lãnh đạo quốc gia về phát triển điện hạt nhân. Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) dự báo, đến năm 2035 số nước có điện hạt nhân sẽ tăng hơn 30% so với hiện nay



26 nước sẽ phát triển điện hạt nhân trong tương lai gần, trong đó 16 nước đang xem xét quyết định chính sách (A) và 10 nước đã quyết định chính sách phát triển điện hạt nhân (B).

(32 nước), tức là thêm khoảng 10-12 nước nữa sẽ có điện hạt nhân. Về công nghệ, loại lò nước nhẹ cải tiến công suất lớn vẫn sẽ là lựa chọn trong 3 thập kỷ tiếp theo để đáp ứng nhu cầu năng lượng tăng cao và giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính. Các nghiên cứu phát triển công nghệ lò loại này vẫn được các nước quan tâm để nâng cao mức độ an toàn và hiệu quả sử dụng. Tuy nhiên, một xu hướng của tương

lai là phát triển các loại lò công suất nhỏ và trung bình (SMR) với nhiều ưu việt về an toàn và yêu cầu hạ tầng. Hiện có 70 loại thiết kế lò SMR trên thế giới đang được phát triển với các ứng dụng khác nhau, trong đó có cả nhà máy điện hạt nhân nổi. Một số nước vẫn tiếp tục phát triển công nghệ lò nơtron nhanh như Nga, Trung Quốc, Ấn Độ... Ngoài cấp điện, lò hạt nhân (61 lò) còn được dùng cho các mục đích phi điện



Lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân.

như cung cấp nhiệt cho sưởi ấm (48 lò chuyên dụng và 3 lò vừa cấp nhiệt cho sưởi ấm, vừa cấp nhiệt cho công nghiệp), ngọt hóa nước biển (5 lò) và cấp nhiệt cho các quá trình công nghiệp (5 lò).

Lò phản ứng nghiên cứu và máy gia tốc

Hiện nay, trên thế giới có 235 lò phản ứng nghiên cứu đang hoạt động ở 53 nước, trong đó có lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu ở Đà Lạt (Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam). Thống kê cho thấy, có 11 dự án lò phản ứng nghiên cứu mới đang được xây dựng ở 10 nước, 14 nước đã có kế hoạch xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới trong đó có Việt Nam và 16 nước đang xem xét chủ trương xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới. Điều này cho thấy, lò phản ứng nghiên cứu

vẫn có nhu cầu rất lớn phục vụ cho các nghiên cứu, phát triển và ứng dụng năng lượng nguyên tử trong các ngành kinh tế - xã hội trên thế giới.

Do hạn chế việc sử dụng nhiên liệu độ giàu cao (HEU) theo yêu cầu của quốc tế về giảm thiểu rủi ro phổ biến vũ khí hạt nhân nên các lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu sẽ bị hạn chế trong việc tạo ra các chùm neutron thông lượng cao phục vụ cho các nghiên cứu tán xạ neutron. Vì vậy, gần đây nguồn neutron dựa trên cơ sở máy gia tốc là một lựa chọn tốt hơn cho việc phát triển kỹ thuật tán xạ neutron.

Hướng phát triển công nghệ máy gia tốc thứ 2 là sử dụng trong lĩnh vực phân tích hạt nhân (Khối phổ kế dựa trên máy gia tốc - Accelerator Mass Spectrometry

- AMS) với độ nhạy siêu cao có khả năng đếm được từng nguyên tử riêng lẻ. Chúng được áp dụng trong nhiều lĩnh vực của đời sống hiện đại như khảo cổ, y sinh, nghiên cứu biến đổi khí hậu, thủy văn, đại dương học... Trong lĩnh vực pháp quy hạt nhân, kỹ thuật AMS được sử dụng để kiểm soát chất thải phóng xạ và bảo vệ môi trường với khả năng xác định được nhiều loại hạt nhân phóng xạ mà các kỹ thuật phân tích khác gặp khó khăn, xác định thành phần bê tông dùng trong các lò hạt nhân. Một hướng ứng dụng máy gia tốc khác nữa là nâng cao độ nhạy của kỹ thuật phân tích huỳnh quang tia X được tạo ra trên máy gia tốc Synchrotron với cường độ cao. Năng lượng được chọn lựa và độ hội tụ cao về không gian của chùm tia X phục vụ nghiên cứu phân bố nguyên tố

trong vật chất, phân tích gần bề mặt và phân tích siêu vết áp dụng trong các lĩnh vực khác nhau của khoa học vật liệu như vật liệu nano, vật liệu sinh học và các loại vật liệu năng lượng.

Việt Nam đang triển khai dự án lò nghiên cứu mới nên chúng ta cần quan tâm đến khả năng áp dụng kỹ thuật tán xạ neutron trên lò có thực sự thuộc loại tiên tiến trên thế giới không? Đây là yêu cầu quan trọng nhất của Dự án lò nghiên cứu mới để nâng tầm KH&CN của Việt Nam. Ngoài ra, chúng ta cũng cần quan tâm đến phát triển công nghệ gia tốc trong các lĩnh vực khác như xạ trị proton, xạ trị ion nặng, sản xuất đồng vị phóng xạ và lĩnh vực phân tích hạt nhân.

Môi trường

Ô nhiễm plastic là một trong các thách thức môi trường toàn cầu nghiêm trọng nhất và đe dọa trực tiếp đến phát triển bền vững. Ô nhiễm plastic trong môi trường biển đang là một vấn đề lớn ở phạm vi toàn cầu cũng như trong khu vực. Các kỹ thuật phân tích hạt nhân và đồng vị có thể phân tích được thành phần, kích thước và định lượng được các cặn có plastic trong môi trường biển. Kết hợp với các kỹ thuật phổ kế khác sẽ đồng thời nhận diện được polymer và phân tích đồng thời khối lượng mỗi loại polymer plastic và các chất phụ gia hữu cơ liên quan với các hạt plastic

trong các loại mẫu phức hợp của môi trường biển. Vì vậy, các kỹ thuật phân tích hạt nhân và đồng vị đã được áp dụng không những trong quan trắc plastic ở biển, mà còn góp phần quan trọng để hiểu biết quá trình vận chuyển các hạt plastic kích thước micro mét, thậm chí nano mét trong các cơ thể sinh vật biển và ảnh hưởng của chúng đến các sinh vật này.

Lương thực và nông nghiệp

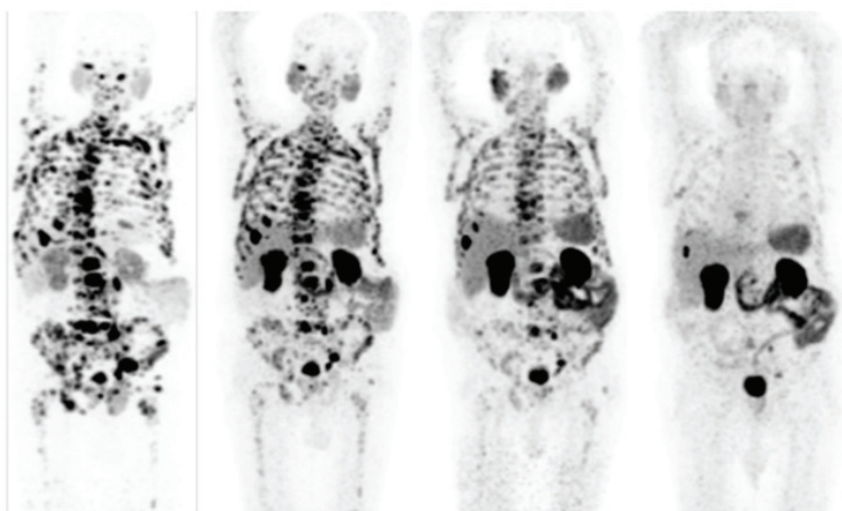
Chất kháng vi sinh vật như thuốc kháng sinh, kháng virus, chống nấm và diệt ký sinh trùng được sử dụng để bảo vệ và điều trị bệnh truyền nhiễm cho con người, động vật và cây trồng. Tuy nhiên, việc lạm dụng và sử dụng quá liều chất kháng sinh sẽ dẫn đến việc phát triển cơ chế kháng thuốc gây khó khăn cho việc điều trị. Các thuốc kháng sinh dùng trong chăn nuôi gia súc và gia cầm chỉ được hấp thụ một phần nhỏ, còn lại sẽ thải ra môi trường qua nước tiểu và phân. Ở góc độ này, các kỹ thuật phân tích hạt nhân và đồng vị sẽ góp phần làm rõ nguồn gốc và số phận các chất kháng lại thuốc kháng sinh, đồng thời giúp vạch ra các biện pháp quản lý nhằm làm giảm thiệt hại.

Việt Nam là quốc gia nông nghiệp nên việc phát triển những giống cây trồng có năng suất, chất lượng và thích ứng với các điều kiện thời tiết khắc nghiệt do biến đổi khí hậu gây ra như hạn hán, ngập lụt, xâm nhập mặn...

vẫn tiếp tục là ưu tiên trong các nghiên cứu về đột biến tạo giống bằng bức xạ.

Y tế

Với sự phát triển của y học hạt nhân, việc chẩn đoán và theo dõi kết quả điều trị ung thư bằng kỹ thuật chụp cắt lớp phát xạ positron (PET) đã có rất nhiều tiến bộ trong việc xác định vị trí khối u và vùng xâm lấn cũng như vị trí di căn (nếu có). Dựa trên nguyên tắc của kỹ thuật PET, các nhà khoa học đã phát triển công nghệ Theranostic có khả năng xác định vị trí khối u và vùng xâm lấn, đồng thời tiêu diệt ngay các tế bào ung thư trong khối u và vùng xâm lấn mà không làm ảnh hưởng đến các tế bào khỏe mạnh bên cạnh. Đây được xem là công nghệ y học hạt nhân hiện đại hay y học chính xác có khả năng chữa trị ung thư cho từng cá thể khác nhau và các loại ung thư khác nhau. Bí quyết của công nghệ Theranostic là gắn 2 loại đồng vị phóng xạ (1 loại cho chẩn đoán và 1 loại cho điều trị) vào một loại chất mang là dinh dưỡng cao cấp và tiêm hỗn hợp này vào tĩnh mạch. Khi đó, các tế bào ung thư sẽ hấp thụ loại dinh dưỡng cao cấp, còn tế bào thường thì không. Do đó khi ghi hình sẽ xác định được vị trí khối u bởi bức xạ gamma của đồng vị phóng xạ thứ nhất và loại bức xạ (alpha hoặc beta) của đồng vị thứ 2 sẽ tiêu diệt tế bào ung thư.



Tiến bộ của kỹ thuật Theranostic đối với việc điều trị cho bệnh nhân 82 tuổi bị ung thư tiền liệt tuyến (từ trái qua phải: hình ảnh di căn của khối u vào trong xương và u lympho trên da, kết quả điều trị bằng kỹ thuật Theranostic cho thấy các di căn mất dần cho đến hình cuối cùng là hoàn toàn sạch các di căn).

Bệnh béo phì và công nghệ sản xuất đồng vị phóng xạ mới

Thừa cân và béo phì đang tăng lên không ngừng ở khắp thế giới. Béo phì là nguyên nhân gây ra bệnh tiểu đường, tim mạch, ung thư, rối loạn cơ xương và cuối cùng là tử vong. Các bệnh liên quan đến béo phì, thừa cân đã trở thành bệnh dịch ở phạm vi toàn cầu với ít nhất 2,8 triệu người chết hàng năm. Để chiến đấu với bệnh béo phì, các nhà hoạch định chính sách đã cùng nhau hợp tác để có các hành động nhằm can thiệp về chế độ dinh dưỡng. Để hỗ trợ các hành động trên, những kỹ thuật liên quan đến đồng vị phóng xạ sẽ giúp các nhà hoạch định chính sách đưa ra các chế độ dinh dưỡng cũng như biện pháp y tế dự phòng hợp lý.

Tiêu thụ năng lượng toàn phần (TEE) được đo bằng kỹ thuật đồng vị bền (DLW) sẽ cho biết lượng năng lượng một người tiêu thụ là bao nhiêu. Phương pháp DLW sử dụng 2 vết đồng vị bền là deuterium (H-2) và Oxygien (O-18). Một người uống một liều nước chứa 2 đồng vị bền không phóng xạ nêu trên. Phân tích thành phần các đồng vị trong nước tiểu, phân và hơi thở sẽ cho đánh giá tốc độ thải 2 đồng vị này khỏi cơ thể như thế nào. Sự khác nhau giữa tốc độ thải H-2 và O-18 là số đo tốc độ tạo thành dioxit carbon, từ đó tính ra được tiêu thụ năng lượng.

Việc thiếu hụt nguồn cung đồng vị phóng xạ và phát triển các công nghệ chẩn đoán và điều trị bệnh mới như công nghệ Theranostic đặt ra yêu cầu phải

có các cách sản xuất ra các đồng vị phóng xạ mới. Dựa trên phản ứng quang hạt nhân trên máy gia tốc tuyến tính, các nhà KH&CN hạt nhân cũng có thể nghiên cứu và tạo ra nhiều loại đồng vị phóng xạ như molybdenum-99, actinium-225, copper-67 and scandium-47 phục vụ nhu cầu sử dụng của ngành y tế, trong đó có công nghệ Theranostic.

*
* *

Việt Nam đang trong quá trình thực hiện Nghị quyết Đại hội Đảng lần thứ XIII với mục tiêu xây dựng nước ta thành một nước công nghiệp theo hướng hiện đại. Để đạt được mục tiêu này, các vấn đề về bảo đảm an ninh năng lượng, an ninh lương thực, chăm sóc sức khỏe nhân dân, bảo vệ môi trường và phát triển các ngành công nghiệp cần được quan tâm đặc biệt. Trong các lĩnh vực này, KH&CN hạt nhân đều có thể có những đóng góp rất quan trọng. Vì vậy, chúng ta cần có các định hướng rõ về phát triển KH&CN hạt nhân với các mục tiêu cụ thể để giải quyết các thách thức đang đặt ra cho nền kinh tế 📝