

SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU TỪ QUANG HỢP NHÂN TẠO

Các nhà khoa học đang nuôi tham vọng và ráo riết chạy đua vào một địa hạt nghiên cứu rất “nóng” đó là khai thác ánh sáng mặt trời như một nguồn nguyên liệu đầu vào vô hạn, đồng thời sử dụng chính lượng khí nhà kính carbon dioxide (CO_2) dư thừa trong khí quyển để chuyển đổi thành nhiên liệu sử dụng rộng rãi trong cuộc sống. Điều này vừa giúp nhân loại có được nguồn năng lượng sạch, bền vững, vừa giúp giảm thiểu khí nhà kính. Ước vọng đó đang dần được hiện thực hóa khi các nhà hóa học thuộc Đại học Illinois tại Urbana-Champaign (Mỹ) đã tận dụng ánh sáng mặt trời để chuyển đổi hiệu quả CO_2 và nước thành nhiên liệu lỏng thông qua quá trình quang hợp nhân tạo. Công trình nghiên cứu được công bố trên tạp chí Nature ngày 1/5/2019 [1].

Khủng hoảng năng lượng và an ninh môi trường

Nhân loại đang phải đối mặt với vấn đề khủng hoảng năng lượng: nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt, những túi dầu trong lòng đất đang vơi đi một cách không kiểm soát, phát triển năng lượng hạt nhân gặp phải những vấn đề về nguy cơ mất an toàn... Cùng với đó là phát thải khí nhà kính gia tăng ở mức báo động, trở thành mối nguy hại lớn và hiểm họa khôn lường (gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu, khí hậu diễn biến không theo quy luật, những hiện tượng thời tiết cực đoan gia tăng mạnh mẽ...). An ninh năng lượng và phát triển bền vững đang đặt ra thách thức chưa từng có đối với loài người. Những hệ lụy là vô cùng lớn, quyết định sự tồn vong của Trái đất.

Từ năm 1970, thế giới đã chứng kiến sự tăng trưởng nhanh chóng về nhu cầu năng lượng, trong đó

nguồn cung cấp chủ yếu là nhiên liệu hóa thạch và sản xuất điện tập trung. Nhưng dự kiến bức tranh về năng lượng tương lai sẽ rất khác [2]. Hiện tại, cuộc chiến về sản lượng trên thị trường dầu mỏ ở Trung Đông đã đẩy giá năng lượng đề nặng lên vai người dân. Những ông lớn trong ngành năng lượng đang sử dụng nguồn cung năng lượng như vũ khí trong cuộc chiến thương mại toàn cầu khi sự phụ thuộc của các quốc gia vào dầu mỏ, khí đốt ngày càng trở nên bức thiết hơn bao giờ hết. Nga, Mỹ, EU và những quốc gia khác đang cố gắng tối đa sức ảnh hưởng và tác động chính trị của mình lên cán cân năng lượng toàn cầu. Chính vì vậy, Ủy ban châu Âu (EC) đã thúc đẩy sự hình thành một Liên minh năng lượng cho sự phối hợp các chính sách năng lượng bao gồm cả việc tiết kiệm năng lượng và giảm khí thải CO_2 cho đến việc đa dạng hóa nguồn cung an ninh năng lượng.

Cùng với cuộc chiến năng lượng, một vấn đề khác đe dọa trực tiếp mối an nguy và phát triển bền vững của nhân loại chính là việc phát thải khí nhà kính đang ngày càng gia tăng - là nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng ấm lên toàn cầu. Việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch đồng nghĩa với việc tăng cường phát thải khí nhà kính. Hiện tốc độ giải phóng CO_2 tiếp tục tăng nhanh do các hoạt động công nghiệp của con người và cả do những nguyên nhân của ấm lên toàn cầu như băng tan, khí nhà kính giải phóng từ lòng đất... Một nghiên cứu của Viện Hải dương học NOAA (Mỹ) đã cho thấy, CO_2 trong khí quyển tiếp tục tăng nhanh vào năm 2019 với mức trung bình trong tháng 5 đạt đỉnh 414,7 ppm, đây là chỉ số cao nhất theo mùa được ghi nhận trong 61 năm quan sát trên đỉnh núi lửa lớn nhất Hawaii. Giá trị đỉnh năm 2019 cao hơn 3,5 ppm so với đỉnh 411,2 ppm

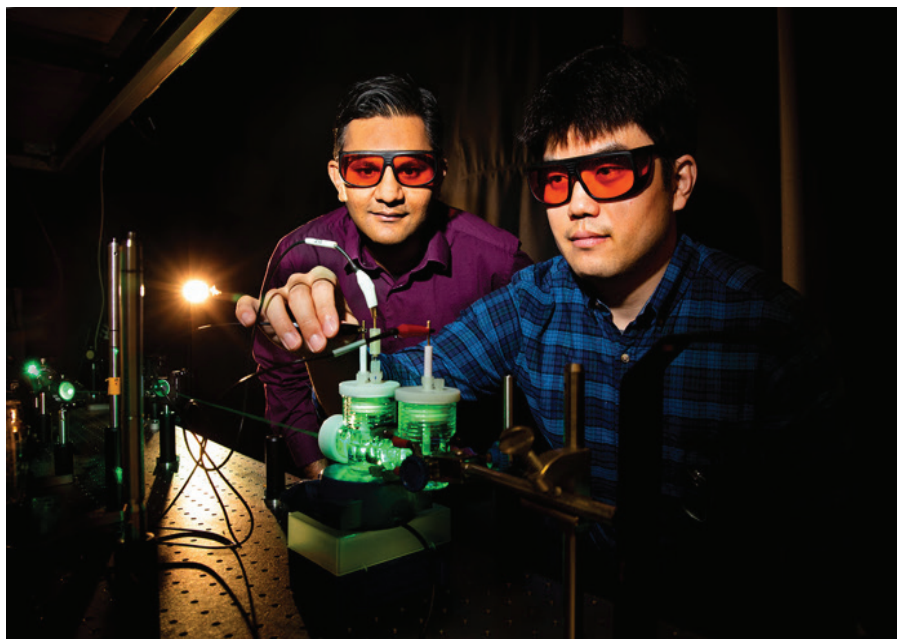
vào tháng 5/2018, đánh dấu bước nhảy hàng năm cao thứ hai trong lịch sử [3].

Những vấn đề nêu trên đã đặt ra yêu cầu về chiến lược phát triển bền vững trong tương lai là phải đáp ứng được mục tiêu lâu dài về năng lượng và khí hậu. Xuất phát từ đó, nhằm biến thách thức thành cơ hội, các nhà khoa học khắp thế giới đang nỗ lực nghiên cứu tạo ra các nguồn năng lượng sạch và bền vững. Những nguồn năng lượng này phải giải quyết được bài toán 2 trong 1, tức là vừa tái tạo nguồn năng lượng, vừa giảm phát thải khí nhà kính. Bởi vậy, mục tiêu lớn nhất mà các nhà khoa học đặt ra là biến tài nguyên CO_2 dư thừa trong khí quyển và nguồn năng lượng mặt trời vô tận thành nguồn nhiên liệu phục vụ các hoạt động của cuộc sống.

Chuyển đổi quang hóa CO_2 thành nhiên liệu được các nhà khoa học kỳ vọng là giải pháp đột phá để lưu trữ năng lượng mặt trời dưới dạng các liên kết hóa học. Tuy nhiên, thách thức lớn nhất hiện nay mà chúng ta chưa thể vượt qua đó là hydrocarbon có giá trị năng lượng cao hiếm khi được tạo ra theo phương pháp truyền thống vì những thách thức động học.

Từ “người thầy thực vật” tới đột phá công nghệ

Thực vật sử dụng ánh sáng mặt trời để điều khiển các phản ứng hóa học giữa nước và CO_2 . Khi những tia nắng mặt trời chạm vào lá cây sẽ kích thích các điện tử (*electron*) trong chất diệp lục. Những điện tử bị kích thích khi nhận được năng lượng từ ánh sáng mặt trời sẽ thúc đẩy các phản ứng hóa học biến đổi CO_2 và



Sungju Yu (bên phải) và P.K. Jain - các tác giả của công trình.

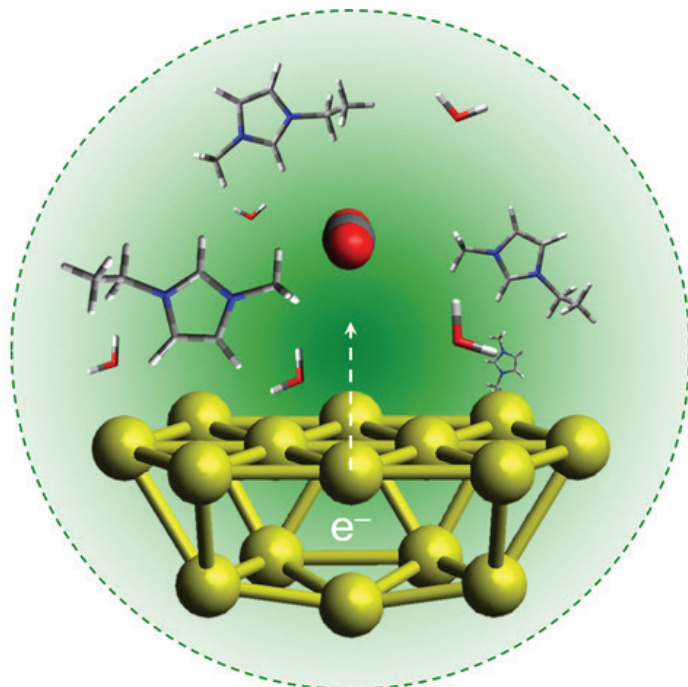
Nguồn: <https://www.sciencealert.com>.

nước thành glucose. Nhiều phát minh mang tính ứng dụng rộng rãi trong cuộc sống nhờ việc chúng ta bắt chước tự nhiên. Không nằm ngoài những phát hiện quan trọng đó, các nhà khoa học đã học hỏi chính những “người thầy thực vật” để làm một công việc có ích. Theo đó, trong một nghiên cứu mới công bố trên tạp chí *Nature*, các nhà khoa học thuộc Đại học Illinois tại Urbana-Champaign (Mỹ) đã tạo ra bước đột phá trong việc chuyển đổi CO_2 dư thừa trong khí quyển thành các nguồn năng lượng hữu ích cho cuộc sống.

Các nhà khoa học của Đại học Illinois tại Urbana-Champaign (Mỹ) đã sử dụng các hạt nano vàng (Au) để thay thế cho chất diệp lục - một sắc tố hoạt động như một chất xúc tác trong quang hợp tự nhiên, giúp thúc đẩy phản ứng hóa học ở thực vật. Có thể nói, đây là một bước tiến lớn, hướng tới việc xây dựng một hệ thống tái chế carbon, trong đó tận

dụng ánh sáng mặt trời để chuyển đổi hiệu quả CO_2 và nước thành nhiên liệu lỏng. Bằng cách tối ưu hóa hệ thống thực hiện phản ứng, giờ đây họ có thể điều khiển các phản ứng hóa học hai electron để tăng tính hiệu quả về mặt năng lượng.

Mục tiêu ở đây là sản xuất các hydrocarbon phức, hóa lỏng từ CO_2 dư thừa và các tài nguyên bền vững khác như ánh sáng mặt trời. Nhiên liệu lỏng là lý tưởng vì chúng dễ vận chuyển, an toàn và tiết kiệm hơn so với khí đốt. Hơn nữa, chúng được tạo ra từ các phân tử chuỗi dài chứa nhiều liên kết hơn, có nghĩa là chúng lưu trữ năng lượng nhiều hơn. Nhóm nghiên cứu của Đại học Illinois do GS P.K. Jain dẫn đầu đã phát triển một quy trình nhân tạo, sử dụng cùng một phần ánh sáng xanh lục của phổ ánh sáng được thực vật sử dụng trong quá trình quang hợp tự nhiên để chuyển CO_2 và nước thành nhiên liệu, với



Các hạt nano vàng cho các electron mượn để chuyển đổi các phân tử CO₂ màu đỏ và xám thành các phân tử nhiên liệu hydrocarbon.

Nguồn: <https://www.sciencealert.com>.

chất xúc tác là các hạt nano vàng giàu điện tử.

Trong quang hợp, thực vật chuyển đổi năng lượng từ ánh sáng mặt trời thành glucose bằng cách sắp xếp lại các phân tử nước và CO₂. Quá trình mới bắt chước khả năng tự nhiên này thông qua các thao tác hóa học tạo ra nhiên liệu lỏng mà không cần chất diệt lục. Nhưng thay vì dựa vào các sắc tố thực vật có khả năng phân hủy sinh học để chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng hóa học, các nhà khoa học đã tìm ra một phương pháp tốt hơn, đó là phát triển quang hợp nhân tạo, tạo ra các hydrocarbon năng lượng cao bằng cách tận dụng các hạt nano vàng giàu electron có kích thước 13-14 nanomet làm chất xúc tác. Trong nghiên cứu, các nhà khoa học đã chọn sử dụng các chất xúc tác kim loại để

hấp thụ ánh sáng xanh và chuyển các electron và proton cần thiết cho các phản ứng hóa học giữa CO₂ và nước. Các hạt nano vàng hoạt động đặc biệt tốt như một chất xúc tác vì bề mặt của chúng tương tác thuận lợi với các phân tử CO₂, tăng hiệu quả hấp thụ ánh sáng và không bị phá vỡ hoặc biến chất như các kim loại khác [4].

Nghiên cứu mới này đã tạo ra bước tiến xa hơn khi chuyển CO₂ thành các phân tử nhiên liệu hydrocarbon phức tạp (bao gồm propan và metan) được tổng hợp bằng cách kết hợp ánh sáng xanh với các hạt nano vàng trong chất lỏng ion. Ngoài propan và metan, phương pháp này cũng cho phép tạo ra ethylene, acetylene và propene. Đây là những nguyên liệu quan trọng mà một ngày nào đó cho phép lưu trữ năng lượng

khả thi dùng trong pin nhiên liệu.

Như vậy, bằng cách chuyển đổi CO₂ thành các phân tử phức tạp hơn như propan, công nghệ năng lượng xanh hiện đã tiến một bước gần hơn đến việc sử dụng CO₂ dư thừa để lưu trữ năng lượng mặt trời dưới dạng liên kết hóa học. Nguồn năng lượng này có thể được sử dụng vào những lúc không có ánh sáng mặt trời hoặc vào thời điểm nhu cầu sử dụng năng lượng cao nhất.

Có thể nói, thành quả nghiên cứu của các nhà khoa học thuộc Đại học Illinois đã tạo ra bước đột phá, mở ra triển vọng mới trong việc giải quyết bài toán khủng hoảng năng lượng và an ninh môi trường. Tuy nhiên, theo đánh giá của cộng đồng các nhà khoa học trong lĩnh vực này thì còn rất nhiều việc phải làm phía trước để công nghệ này sẵn sàng được sử dụng và nhân rộng, đáp ứng nhu cầu cuộc sống.

Nguyễn Đức Minh (tổng hợp)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Sungju Yu, P.K. Jain (2019), "Plasmonic photosynthesis of C₁-C₃ hydrocarbons from carbon dioxide assisted by an ionic liquid", *Nature Communications*, **10**(2022).

[2] World Energy Council (2019), *World Energy Issues Monitor 2019: Managing the Grand Energy Transition*.

[3] <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/06/190604140109.htm>.

[4] <https://news.illinois.edu/view/6367/789800>.