

Phát hiện ô nhiễm nguồn nước từ cảm biến sinh học

Phạm Thị Thùy Phương, Nguyễn Phúc Hoàng Duy

Viện Công nghệ hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Thiết bị phát hiện độc tố trong nước chỉ sau 10 phút là sản phẩm của công trình nghiên cứu “A novel biosensing system for rapid estimation of BOD₅ and sensitive detection of toxicity in water (BODTOX)” do các nhà khoa học thuộc Viện Công nghệ hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam thực hiện. Công trình đã được trao Giải thưởng Sáng tạo châu Á (Best Innovation Award) của Quỹ toàn cầu Hitachi năm 2021. Sản phẩm giúp cảnh báo sớm nguy cơ ô nhiễm nguồn nước một cách nhanh chóng và chính xác.

Tầm quan trọng của quan trắc chất lượng nước

Việt Nam có nguồn nước mặt phong phú với hệ thống sông, suối dày đặc cùng với các ao, hồ, kênh, rạch phân bố rộng khắp các khu vực trên cả nước. Tuy nhiên, những năm gần đây, nguồn nước mặt đã có dấu hiệu suy giảm chất lượng và xảy ra ô nhiễm cục bộ từ chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ, kim loại nặng và ô nhiễm vi sinh. Nếu như nguồn nước bị ô nhiễm không được quan trắc và cảnh báo sớm thì sẽ trở thành mối nguy hại ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân. Trên thế giới, đã có nhiều công nghệ phục vụ việc cảnh báo sớm nguồn nước ô nhiễm. Cụ thể việc phân tích chất lượng nước được chia làm ba loại:

Thứ nhất, sử dụng các thiết bị chuyên dụng trong phòng thí nghiệm. Phương pháp này có ưu điểm là kết quả chính xác nhưng đòi hỏi thời gian lâu và người lấy mẫu phải có chuyên môn cao.

Thứ hai, sử dụng các bộ kit thử nghiệm với từng chỉ tiêu và ngưỡng đo riêng biệt. Phương



Nhóm nghiên cứu theo dõi chỉ số BOD trên hệ thống cảm biến sinh học trong phòng thí nghiệm.

pháp này có ưu điểm đóng gói nhỏ gọn, dễ mang đi hiện trường, không cần dụng cụ hoặc thiết bị hỗ trợ, trả kết quả nhanh; tuy nhiên nhược điểm là thực hiện ngoài hiện trường nên dễ bị tác động của tự nhiên như gió, mưa... khiến kết quả không chính xác.

Thứ ba, thiết bị cảm biến theo từng chỉ tiêu riêng biệt, ưu điểm là kết quả nhanh và liên tục. Ngược lại, thiết bị có cấu tạo khá rườm rà vì cần đo bằng đầu dò

dài để hoạt động, tuổi thọ sản phẩm không cao, khó khăn trong việc lắp đặt.

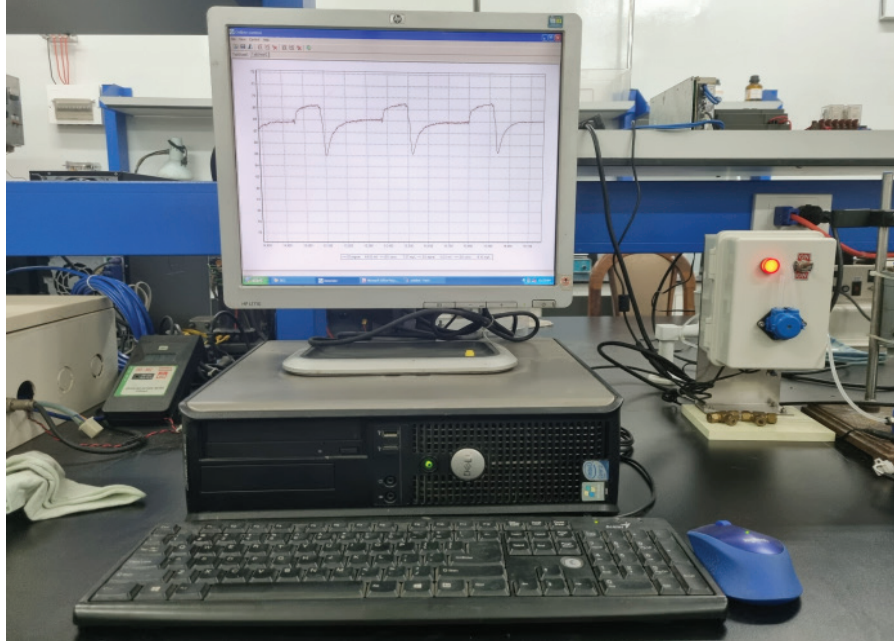
Phát hiện độc tố trong nước sau 10 phút

Với mục tiêu tạo ra sản phẩm công nghệ có khả năng ứng dụng cao, nhóm nghiên cứu đã chọn đi một con đường riêng, không trùng lặp với những nghiên cứu được tiến hành trên thế giới. Để đánh giá mức độ ô nhiễm nước, cần phụ thuộc vào hai yếu tố là

nước thải và nguồn thải, dựa trên hai thông số chính là BOD (nhu cầu oxy sinh hóa) và COD (nhu cầu oxy hóa học). Chỉ số COD ngày nay đã có thiết bị cảm biến đo, tuy nhiên chỉ số BOD phải dựa vào hoạt động của vi sinh nên sử dụng cảm biến sinh học là một lựa chọn bắt buộc để hoàn chỉnh quá trình quan trắc chất lượng nước.

Thay vì phát triển một cảm biến sinh học đầy đủ (gồm bộ tiếp nhận sinh học, mạch giao tiếp, bộ khuếch đại, bộ biến năng...) đòi hỏi thiết bị hiện đại và chi phí cao, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn phương án sử dụng cảm biến DO (một dạng cảm biến điện hóa) để xác định nhanh mức độ thay đổi oxy hòa tan trong mẫu, kết hợp với thiết bị phản ứng sinh học (sử dụng vi sinh và đánh giá mức độ hoạt động thông qua hàm lượng oxy tiêu thụ), từ đó xác định độ độc và hàm lượng chất ô nhiễm hữu cơ (BOD). Đồng thời, bộ phận tiếp nhận sinh học được nhóm nghiên cứu chế tạo theo kiểu thiết bị phản ứng sinh học dạng ống nhồi (PBBR). Đầu ra của PBBR được kết nối với buồng đo có gắn cảm biến để xác định hàm lượng oxy hòa tan có trong mẫu đo. Sự linh hoạt này giúp nhóm nghiên cứu đạt được hai mục tiêu: sản xuất được cảm biến sinh học với quy trình đơn giản từ nguồn vật liệu có sẵn; thời gian kiểm tra độ độc trong nước nhanh, chỉ tính bằng phút.

Trải qua thành công ban đầu, nhờ nguồn tài trợ từ Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam và Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), nhóm nghiên cứu



Phần mềm hiển thị quá trình đo độ độc trong nước.

đã chế tạo và hoàn thiện cảm biến sinh học ứng dụng trong phân tích nhanh và liên tục chỉ số BOD. Bên cạnh đó, nhóm đã điều chế được công thức tạo dung dịch chuẩn bằng cách nhốt các vi sinh vật tự nhiên vào trong viên nang alginate, sau đó tiến hành bơm thêm nồng độ BOD₅ ở liều lượng 160 mg/l. Khi tiến hành đo, pha loãng nồng độ dung dịch chuẩn này từ 0; 1,25; 2,5; 5 mg/l áp dụng cho từng loại nước thải khác nhau như sinh hoạt, kênh rạch, chế biến thủy sản... kết quả cho ra chỉ trong vài phút; nếu tính cả thời gian tìm hệ số pha loãng phù hợp, ước tính thời gian có thể lên đến 6 giờ tùy mẫu nước. Để kiểm tra độ chính xác của công nghệ, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm trên mẫu nước thải thủy sản và nước kênh rạch trong nội thành TP Hồ Chí Minh với thời gian đo 10 phút, có hệ số biến thiên lớn nhất là <10%. Kết quả cho thấy, độ chính xác cao hơn 20% so với phương pháp đo BOD₅ truyền thống. Khi nguồn nước không có chất gây độc thì mức độ tiêu thụ oxy là 100%, khi phát hiện có chất gây độc thì giá trị này giảm xuống 70, 50 hoặc 30%. Khi đến mức giới hạn cảnh báo, thiết bị sẽ báo hiệu độ độc trong nước. Kết quả thu được

cho thấy, công nghệ này hoàn toàn có khả năng ứng dụng để đo độc tính tổng của nguồn nước.

Có thể nói, sản phẩm của đề tài có ý nghĩa quan trọng, đặc biệt là khả năng tạo vi sinh tại nguồn và cho kết quả ngay lập tức, góp phần phát hiện cảnh báo sớm độ độc trong nước, kịp thời ngăn chặn ô nhiễm môi trường nước trước khi ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân. Sản phẩm có giá chỉ bằng 1/10 so với các thiết bị nhập từ nước ngoài, phù hợp cho các nhà máy xử lý, hệ thống quan trắc nước mặt.

Trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục nghiên cứu dung dịch chuẩn phục vụ việc đo độ độc trong nước thải từ nhà máy giấy và ứng dụng phát triển thành thiết bị quan trắc cho các đơn vị nuôi trồng thủy hải sản trên sông, hồ, tránh xảy ra tình trạng người dân trắng tay trước cảnh cá chết sau một đêm vì nước nhiễm chất độc. Có thể nói, thành công của đề tài đã mang lại một giải pháp xanh, hiệu quả trong việc quan trắc đánh giá chất lượng nước tại Việt Nam.