

THIẾT BỊ PHÂN TÍCH METHANOL TRONG ĐỒ UỐNG CÓ CỒN VÀ NHIÊN LIỆU XĂNG

GS.TS Trần Đại Lâm

Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Với mục tiêu kiểm soát các nguồn thực phẩm chứa cồn góp phần bảo vệ sức khỏe người dân, các nhà khoa học thuộc Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã chế tạo thành công cảm biến điện hóa ứng dụng trong phân tích định lượng methanol trong đồ uống có cồn và nhiên liệu xăng. Thành công này còn mở ra hướng mới trong việc phân tích hàm lượng methanol đơn giản, chi phí thấp góp phần bảo vệ môi trường và sức khỏe người sử dụng.

Tác động của methanol đến con người

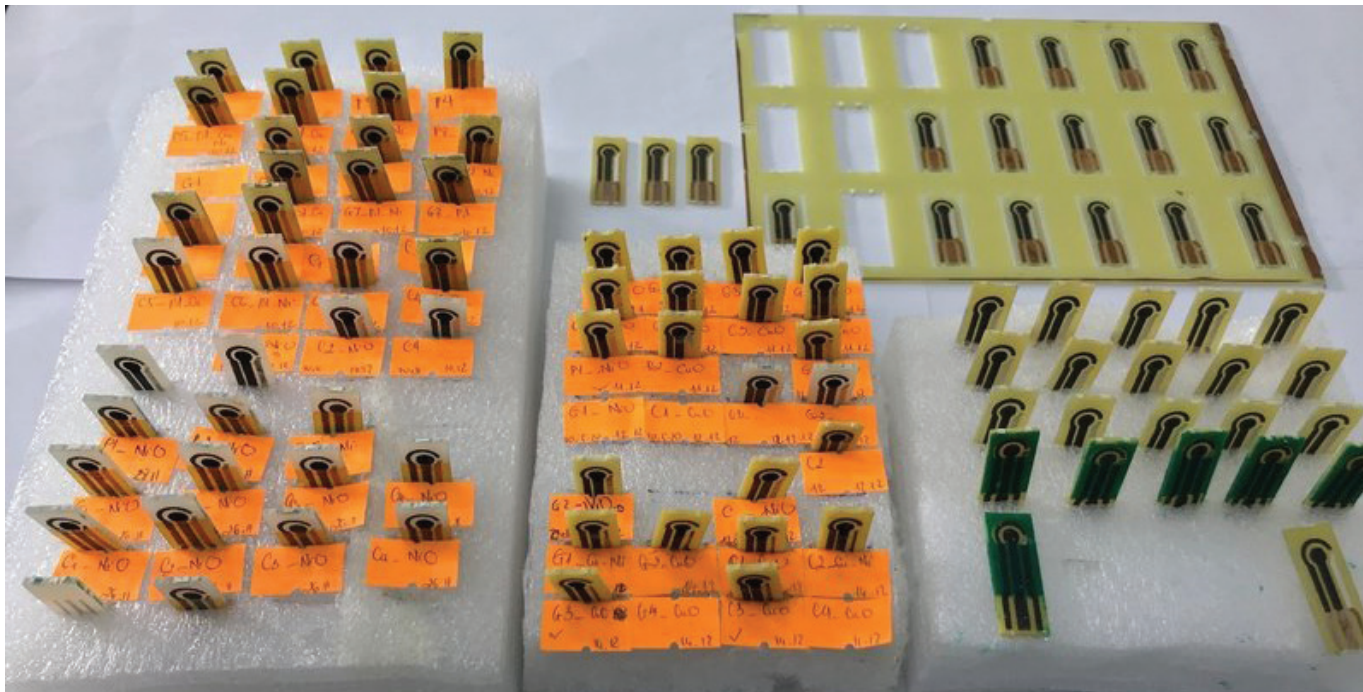
Methanol (CH_3OH) còn được gọi là alcol metylic, alcohol gỗ hay naphtha gỗ. Methanol là rượu đơn giản nhất, nhẹ, không màu, dễ bay hơi, dễ cháy, có mùi đặc trưng giống rượu trắng ethanol. Khác với ethanol, methanol có vị ngọt và thơm hơn, độc mạnh, khi tiếp xúc trực tiếp có thể làm viêm da, phát ban, vẩy nến, gây mờ và mù mắt, nghiêm trọng hơn có thể gây rối loạn cục bộ, kích ứng niêm mạc đường hô hấp, tổn thương nội tạng. Ở nhiệt độ phòng, methanol là một chất lỏng phân cực, được sử dụng như một chất chống đông, dung môi, nhiên liệu và một chất làm biến tính cho ethanol. Methanol cũng được sử dụng để sản xuất diesel sinh học thông qua phản ứng xuyên este hóa. Trong đời sống, methanol thường được sử dụng trong công nghiệp để làm chất chống đông lạnh, dung môi trong

chất tẩy rửa sơn, nước rửa kính xe, mực in máy photo, nhiên liệu cho các loại bếp lò nhỏ...

Trong thực tế, không thể loại bỏ hoàn toàn methanol trong đồ uống có cồn, đặc biệt là rượu, bia. Trong bia, lượng methanol có khoảng 6-27 mg/l, trong rượu (mạnh) là 10-220 mg/l. Khi uống rượu methanol, methanol dễ dàng hấp thu qua ruột, da vào phổi. Sau khi vào cơ thể, methanol sẽ đạt nồng độ đỉnh trong huyết tương sau 30-60 phút. Là một chất có độc tính thấp, nhưng sau khi được đưa vào cơ thể, hầu hết lượng methanol sẽ bị oxy hóa tạo thành formaldehyde. Chất này sau đó tiếp tục bị oxy hóa tạo thành acid formic - acid kiến (thành phần chính của nọc kiến). Chính acid formic được xem là thủ phạm gây độc trong các trường hợp ngộ độc rượu methanol. Cuối cùng, acid formic được chuyển hóa thành CO_2 và nước. Hai chất này được đào thải qua phổi và thận.

Quá trình oxy hóa xảy ra nhanh chóng khiến acid formic tích tụ trong huyết thanh và gây độc. Sự tích tụ của acid formic trong huyết thanh gây nên tình trạng tan chuyển hóa. Sự chuyển hóa methanol và tích tụ acid formic trong võng mạc gây tổn thương võng mạc, tổn thương thần kinh thị giác, dẫn đến mù lòa. Acid formic còn gây tổn thương não bộ. Do đó, nếu sử dụng rượu pha chế có hàm lượng methanol rất cao, dễ gây ngộ độc và có thể dẫn đến tử vong.

Ngoài việc pha methanol vào đồ uống có cồn để tăng mùi vị, nhằm mục đích trục lợi cá nhân thì việc pha methanol vào nhiên liệu xăng là vấn đề đáng quan tâm hiện nay trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Tại Việt Nam, đến nay vẫn chưa có quy định cụ thể về hàm lượng tối đa methanol trong xăng, dẫn đến việc kiểm soát pha chế xăng ở các khâu trung gian còn lỏng lẻo, thiếu chuẩn xác.



Sản phẩm điện cực cảm biến SPE của nhóm nghiên cứu Viện Kỹ thuật Nhiệt đới.

Methanol có trị số octane là 110, cao hơn xăng, trong khi chỉ số octane của xăng là 92 hoặc 95. Với tỷ lệ 1-2% thì methanol không làm biến chất xăng dầu, không làm ảnh hưởng tới các động cơ và chi tiết máy. Tuy nhiên, với tỷ lệ 10-15% hàm lượng methanol pha vào xăng sẽ gây tác hại rất lớn, do methanol là dung môi hòa tan chất hữu cơ cực mạnh, gây ra các vấn đề với chất đàn hồi như polyurethane và cao su buna-N trong hệ thống cung cấp nhiên liệu động cơ. Ngoài ra, methanol còn là chất ăn mòn mạnh, đặc biệt là với nhôm (một trong những kim loại chiếm tỉ lệ rất cao trong chế tạo động cơ), đồng, đồng thau, kẽm, sắt sẽ bị ăn mòn khi nồng độ methanol đạt 15%.

Thiết bị cảm biến điện hóa phân tích chính xác hàm lượng methanol

Trước những tác động tiêu cực từ methanol, các nhà khoa học tại Viện Kỹ thuật Nhiệt đới đã chế tạo thiết bị cảm biến điện hóa phân tích hàm lượng methanol trong đồ uống có cồn và nhiên liệu xăng. Mục tiêu của nhóm nghiên cứu là làm chủ công nghệ chế tạo cảm biến điện hóa có các thông số kỹ thuật phù hợp, đảm bảo phân tích trực tiếp methanol trong bia, rượu và nhiên liệu xăng; đồng thời, tích hợp máy đo điện hóa và cảm biến trong hệ đo cầm tay nhằm phân tích trực tiếp methanol tại hiện trường.

Cảm biến điện hóa để phân tích methanol thường được chế tạo từ các kim loại quý có hoạt

tính xúc tác cao, nhưng cũng có giá cao như platin (Pt), paladi (Pd), rutheni (Ru)... Nhóm nghiên cứu đã sử dụng xúc tác là các kim loại và oxit kim loại chuyển tiếp của niken (Ni), đồng (Cu) có giá thấp để thay thế các kim loại quý họ Pt. Việc sử dụng các xúc tác là các kim loại và oxit kim loại chuyển tiếp kết hợp với một lượng rất nhỏ (0,5-1%) chất dẫn CNTs hoặc graphen được chứng minh là đã giải quyết thành công bài toán đảm bảo thông số công nghệ (hoạt tính xúc tác tốt) lẫn hiệu quả kinh tế (chi phí rẻ hơn nhiều) trong phản ứng oxy hóa methanol.

Theo đó, nhóm nghiên cứu đã thiết kế, tối ưu điện cực in (SPE) ứng dụng làm cảm biến phân tích methanol. Việc lựa chọn và xây

dựng quy trình biến tính điện cực với polymer dẫn điện PANI và các xúc tác oxit kim loại chuyển để tạo ra các composit (PANI-Graphen-NiO, PANI-CNTs-NiO, PANI-Graphen-CuO, PANI-CNTs-CuO), giúp nâng cao độ nhạy, độ chọn lọc của cảm biến so với việc sử dụng xúc tác là các kim loại quý như Pt, Pd từ đó giúp giảm đáng kể giá thành của điện cực biến tính.

Từ những kinh nghiệm trên, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công thiết bị điện hóa xách tay với 2 phiên bản, bao gồm: 1) Thiết bị điện hóa xách tay tích hợp màn hình hiển thị PLC, trang bị ắc quy cho phép thực hiện các phép đo hiện trường không cần kết nối máy tính cùng nguồn điện ngoài; 2) Thiết bị điện hóa xách tay kết nối máy tính, nguồn điện ngoài có thể lắp đặt tại các trạm phân tích, với đầy đủ các chức năng đo và phân tích điện hóa. Đồng thời, kết nối thành công hai hệ điện hóa trên với điện cực SPE, tạo hệ cảm biến methanol, cho phép phân tích hiện trường hoặc trong phòng thí nghiệm. Thiết bị của nhóm nghiên cứu có độ chọn lọc cao với methanol; giới hạn phát hiện thấp (1 mg/l); vùng tuyến tính rộng (1 mg/l đến 10.000 mg/l); thời gian đáp ứng dưới 3 giây, độ lặp lại tốt, độ bền tối thiểu 5 năm.

So sánh hoạt động của cảm biến so với phương pháp GC/MS (Sắc ký khí ghép đầu dò khối



Phân tích methanol trong các mẫu bia, rượu bằng cảm biến điện hóa.

phổ) cho thấy, kết quả phân tích đối chứng mẫu rượu chưng cất (rượu trắng) được thêm chuẩn 2.000 ppm methanol và mẫu xăng A95 thêm chuẩn 10.000 ppm methanol cho kết quả khá tương đồng. Ưu điểm của phương pháp cảm biến là phân tích trực tiếp, trả kết quả nhanh, trong khi phương pháp GC/MS đòi hỏi pha loãng mẫu và thời gian phân tích khá lâu.

Hiện nay, việc định lượng methanol trong đồ uống có cồn có thể sử dụng bằng nhiều phương pháp phân tích hóa lý truyền thống trong phòng thí nghiệm, như phương pháp sắc ký sử dụng chuẩn nội n-butanol, bột kit để phân tích định tính methanol... Những phương pháp này tuy chính xác nhưng phức tạp, thời gian từ khi lấy mẫu đến khi có kết quả lâu và đặc biệt chi phí phân tích cao. Tương tự, việc sử

dụng các bộ kit tuy đơn giản, chi phí thấp nhưng chỉ định tính khi có mặt methanol trong rượu với giới hạn phát hiện đòi hỏi nồng độ methanol cao và không phát hiện được khi trong mẫu có lẫn các chất khác (thường có trong đồ uống có cồn, rượu giả, rượu kém chất lượng...).

Có thể khẳng định rằng, với việc chế tạo thành công cảm biến điện hóa và hệ thiết bị phân tích methanol trong đồ uống có cồn và nhiên liệu xăng, nhóm nghiên cứu đã khắc phục được những hạn chế của các phương pháp nêu trên. Đồng thời, sản phẩm của nhóm nghiên cứu còn góp phần mở ra hướng mới trong việc phân tích hàm lượng methanol đơn giản, chi phí hợp lý, cũng như bảo vệ sức khỏe người tiêu dùng.