

Application Note AN-EC-040

Phát hiện fentanyl bằng phương pháp Điện Hóa Phát Quang (ECL)

Hệ thống đơn giản để phát hiện fentanyl bằng phương pháp điện hóa phát quang

Điện hóa phát quang (Electrochemiluminescence – ECL) là một kỹ thuật phân tích có độ nhạy cao, kết hợp giữa các quá trình điện hóa và sự phát xạ ánh sáng. Nhờ tính linh hoạt, độ nhạy cao và khả năng tương thích với nhiều loại chất phát quang, ECL được ứng dụng rộng rãi trong phân tích lâm sàng, giám sát môi trường và nghiên cứu phân tích sinh học.

Fentanyl là một opioid tổng hợp được sử dụng nhờ đặc tính giảm đau và gây mê. Hoạt lực của fentanyl mạnh gấp khoảng 100 lần morphin và 50 lần heroin. Bên cạnh các ứng dụng trong y tế, fentanyl bất hợp pháp thường xuyên xuất hiện trên thị trường chợ đen, góp phần làm gia tăng mối lo ngại về sức khỏe cộng đồng trên toàn cầu.

Phần lớn các phương pháp hiện nay để phát hiện fentanyl đều tốn nhiều thời gian, chi phí cao hoặc đòi hỏi thiết bị phân tích phức tạp. Ghi chú Ứng dụng này giới thiệu một phương pháp ECL, mang đến giải pháp thay thế nhanh chóng, dễ triển khai và tiết kiệm chi phí cho việc phát hiện fentanyl.

THIẾT BỊ VÀ PHẦN MỀM

Các thí nghiệm ECL được thực hiện bằng thiết bị SpectroECL, sử dụng microspectrometer cell (Hình 1) hoặc photodiode cell (ECLPHOTODIODCELL) làm đầu dò.

Điện cực in (SPEs, 220AT) được sử dụng để thực hiện các phép đo ECL.

Thiết bị SpectroECL được điều khiển bằng phần mềm DropView SPELEC, cho phép thu nhận đồng thời tín hiệu điện hóa và tín hiệu phát xạ ánh sáng. Ngoài ra, phần mềm còn tích hợp các công cụ xử lý và phân tích dữ liệu. Bảng 1 liệt kê toàn bộ phần cứng và phần mềm được sử dụng trong nghiên cứu này.



Hình 1. Thiết bị SpectroECL và microspectrometer cell.

Bảng 1. Hardware and software equipment overview.

Equipment	Article number
Instrument	SPECTROECL
Cell	ECLPHOTODIODCELL
Gold SPE	220AT
Connection cable for SPEs	CAST
Software	DropView SPELEC

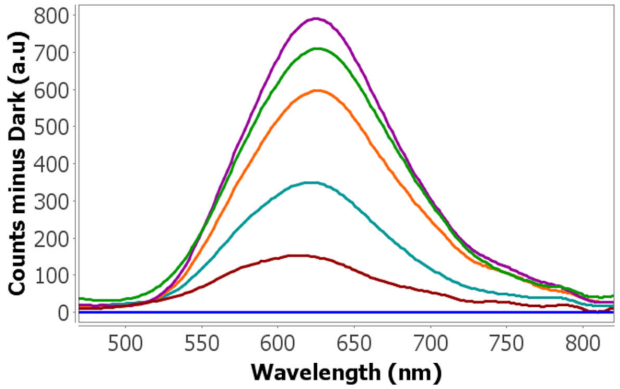
PHÁT HIỆN FENTANYL BẰNG PHƯƠNG PHÁP ECL

Fentanyl CII (chất chuẩn tham chiếu USP), tris(2,2'-bipyridyl)dichlororuthenium(II) hexahydrate (Rubpy, Sigma-Aldrich), natri clorua (Sigma-Aldrich), kali clorua (Sigma-Aldrich), natri phosphat dibasic (Sigma-Aldrich) và kali phosphat monobasic (Sigma-Aldrich) được sử dụng trực tiếp mà không cần xử lý thêm. Tất cả các hóa chất đều đạt cấp độ tinh khiết phân tích (analytical grade). Các dung dịch nước được pha bằng nước siêu tinh khiết từ hệ thống Direct-QTM 5 (Millipore).

Hệ thống ECL sử dụng Rubpy làm chất phát quang (luminophore) và fentanyl làm chất đồng phản ứng (co-reactant) trong dung dịch đệm PBS 0,1 mol/L (pH 6). Quá trình oxy hóa điện hóa của Rubpy khởi phát một chuỗi phản ứng hóa học tạo ra tín hiệu phát quang tại bước sóng 620 nm. Cường độ phát quang này phụ thuộc vào nồng độ fentanyl, nhờ đó có thể phát hiện và định lượng hợp chất này.

Việc đánh giá và đặc trưng ban đầu của tín hiệu phát quang Rubpy khi có mặt opioid này được thực hiện bằng microspectrometer cell. Để tối ưu hóa tín hiệu ECL, thế điện được quét từ 0,40 V đến 1,20 V bằng điện cực in lưới vàng (gold SPE) trong dung dịch đệm PBS pH 6.

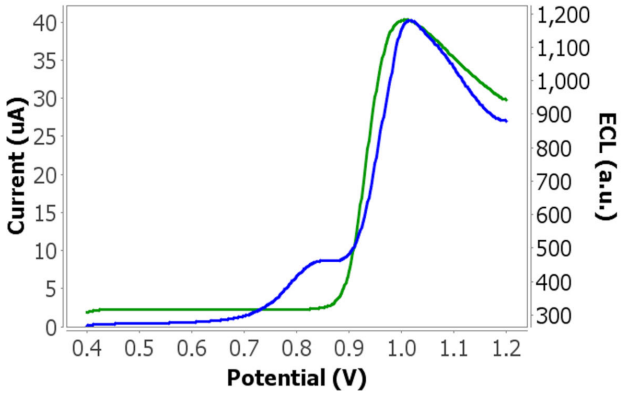
Đầu dò microspectrometer thu nhận phổ ánh sáng vùng khả kiến, cung cấp thông tin hữu ích để hiểu rõ hơn về hệ thống đang được nghiên cứu. Hình 2 xác nhận tín hiệu phát quang của Rubpy tại bước sóng 620 nm khi fentanyl đóng vai trò là chất đồng phản ứng (co-reactant). Trong phép thử mẫu trắng (blank) không chứa fentanyl, không quan sát thấy dải tín hiệu ECL nào.



Hình 2. Tín hiệu phát quang ECL đặc trưng của Rubpy được ghi nhận khi quét thế điện từ 0,40 V đến 1,20 V trong dung dịch chứa 0,0025 mol/L Rubpy, 0,0001 mol/L fentanyl và 0,1 mol/L PBS (pH 6).

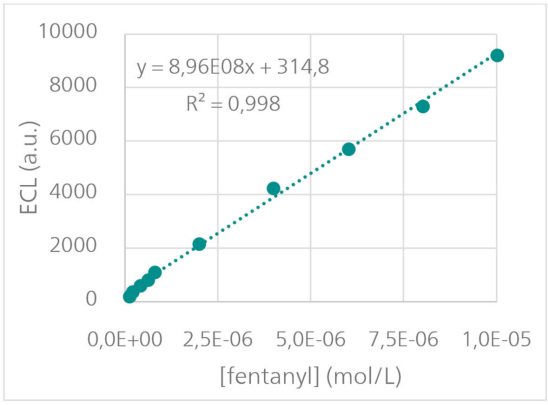
Sau khi xác nhận tín hiệu phát quang của Rubpy, thiết bị SpectroECL kết hợp với buồng đo photodiode được sử dụng để phân tích các mẫu có nồng độ fentanyl thấp hơn. Các điều kiện điện hóa được giữ nguyên như trong thí nghiệm sử dụng microspectrometer cell.

Tín hiệu thu được từ photodiode cell là tổng cường độ phát quang ECL (đường màu xanh lá trong Hình 3), thay vì phổ phát xạ trên toàn vùng ánh sáng khả kiến. Đồng thời, tín hiệu điện hóa cũng được ghi nhận (đường màu xanh dương trong Hình 3). Mặc dù đầu dò này không phân biệt được các bước sóng khác nhau, nhưng lại có độ nhạy rất cao. Tín hiệu ECL tăng mạnh tại các thế điện lớn hơn 0,85 V và đạt cực đại vào khoảng 1,00 V.



Hình 3. Linear Sweep Voltammetry (đường màu xanh dương) và tín hiệu phát quang ECL của Rubpy (đường màu xanh lá) trong dung dịch chứa 0,0025 mol/L Rubpy, 0,001 mmol/L fentanyl và 0,1 mol/L PBS (pH 6).

Chiều cao của tín hiệu ECL tại 1,00 V được sử dụng để xây dựng đường chuẩn với các nồng độ fentanyl từ 0,0001 mmol/L đến 0,01 mmol/L (Hình 4). Hệ số tương quan rất cao (R2 = 0,998) cho thấy phương pháp ECL có độ tuyến tính và độ nhạy rất tốt trong việc phát hiện fentanyl trong khoảng nồng độ này.



Hình 4. Đường chuẩn biểu diễn cường độ tín hiệu ECL tại 1,00 V theo các nồng độ fentanyl khác nhau, sử dụng dung dịch chứa 0,0025 mol/L Rubpy trong 0,1 mol/L PBS (pH 6).

KẾT LUẬN

ECL là một kỹ thuật mạnh mẽ, cung cấp các kết quả đáng tin cậy trong nghiên cứu nhiều loại chất phát quang (luminophore). Sự kết hợp giữa microspectrometer cell để thu phổ phát xạ ECL và photodiode cell nhằm tăng độ nhạy thông qua việc đo tổng cường độ ECL, cho phép hiểu rõ hệ thống đang phân tích và hỗ trợ định lượng chất phân tích mục tiêu.

Như một minh chứng khái niệm, Ghi chú Ứng dụng này trình bày việc phát hiện fentanyl dựa trên tín hiệu phát quang ECL đặc trưng của Rubpy khi có mặt hợp chất này. Vì tín hiệu ECL phụ thuộc vào nồng độ fentanyl trong dung dịch, các kết quả thu được mở ra những hướng đi mới cho việc phát triển các cảm biến ECL dùng trong phát hiện opioid.

CONTACT

CÔNG TY TNHH METROHM
VIỆT NAM
Tòa nhà Park IX, số 08
Đường Phan Đình Giót,
Phường Tân Sơn Hòa
null Thành phố Hồ Chí Minh
info@metrohm.vn



SpectroElectrochemiluminescence instrument for Screen-Printed Electrodes

SpectroECL combines in one equipment a biopotentiostat/galvanostat and a microspectrometer integrated in an innovative cell for Screen-Printed Electrodes. This miniaturized and portable alternative is perfect for performing Electrogenerated ChemiLuminescence (ECL) measurements



Photodiode cell for electrochemiluminescence measurements

Cell for screen-printed electrodes to perform electrochemiluminescence measurements. This ABS cell includes a Silicon photodiode with preamp with a spectral response range 340 - 1100 nm and peak sensitivity wavelength of 960nm.

This cell should be used in combination with µStat ECL or µStat SpectroECL electrochemiluminiscence instruments.