



Original Article

# Electrochemical Study of Sunset Yellow and its Determination in Soft Drink by Differential Pulse Adsorptive Stripping Voltammetry Using Ag-ErGO/GCE

Le Thi Huong Giang, Doan Thi Thu Trang, Dang Minh Huong Giang, Pham Thi Thanh Nhan, Nguyen Thi Mai, Do Trong Bang, Nguyen Thi Kim Thuong\*

*VNU University of Science, 19 Le Thanh Tong, Hanoi, Vietnam*

Received 18 April 2023

Revised 30 August 2023; Accepted 02 November 2023

**Abstract:** The electrochemical behavior of sunset yellow on the glassy carbon electrode modified with silver and reduced graphene oxide has been investigated by cyclic and differential pulse adsorptive stripping voltammetry. The electrochemical behavior of sunset yellow was reversible and adsorptive on the working electrode. The optimal conditions were obtained as follows: Britton-Robinson (BR) buffer at pH 8.0; adsorption potential 0.4 V; adsorption time 50 s; sweep rate 50 mV/s; linearity range from  $10^{-7}$  M to  $10^{-6}$  M; the limits of detection and quantitation were  $2.5 \times 10^{-8}$  M and  $8.3 \times 10^{-8}$  M, respectively. The procedure was successfully applied to determine sunset yellow in soft drink samples.

**Keywords:** Voltammetry, Ag-ErGO/GCE, reduced graphene oxide, sunset yellow.

\* Corresponding author.

E-mail address: [thuongtk@hus.edu.vn](mailto:thuongtk@hus.edu.vn)

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5517>

# Nghiên cứu đặc tính điện hóa và quy trình xác định sunset yellow trong mẫu nước giải khát bằng phương pháp von-ampe hòa tan hấp phụ xung vi phân sử dụng điện cực Ag-ErGO/GCE

Lê Thị Hương Giang, Đoàn Thị Thu Trang, Đặng Minh Hương Giang,  
Phạm Thị Thanh Nhân, Nguyễn Thị Mai, Đỗ Trọng Bằng, Nguyễn Thị Kim Thường\*

*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,  
19 Lê Thánh Tông, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 18 tháng 4 năm 2023

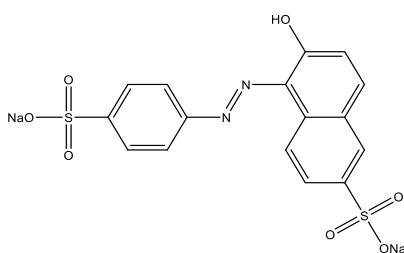
Chỉnh sửa ngày 30 tháng 8 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 02 tháng 11 năm 2023

**Tóm tắt:** Đặc tính điện hóa của sunset yellow trên điện cực than gương biến tính bằng bạc và graphene oxide dạng khử đã được nghiên cứu bằng phương pháp von-ampe vòng và von-ampe hòa tan hấp phụ xung vi phân. Sunset yellow thể hiện đặc tính điện hóa là quá trình oxy hóa khử thuận nghịch và có hấp phụ trên bề mặt điện cực. Các điều kiện điện hóa tối ưu để xác định sunset yellow là đệm Britton-Robinson (BR) pH = 8,0; thế hấp phụ 0,4 V; thời gian hấp phụ 50 s; tốc độ quét 50 mV.s<sup>-1</sup>; khoảng tuyến tính 10<sup>-7</sup> M đến 10<sup>-6</sup> M; giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng tương ứng là 2,5 × 10<sup>-8</sup> M và 8,3 × 10<sup>-8</sup> M. Quy trình phân tích đã được áp dụng thành công để xác định sunset yellow trong mẫu nước giải khát.

**Từ khóa:** Von-ampe, Ag-ErGO/GCE, graphene oxide dạng khử, sunset yellow.

## 1. Mở đầu

Sunset yellow có công thức phân tử C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>N<sub>2</sub>O<sub>7</sub>S<sub>2</sub>Na<sub>2</sub> và công thức cấu tạo như Hình 1.



Hình 1. Công thức cấu tạo của sunset yellow.

Sunset Yellow có màu vàng cam, là phẩm màu thực phẩm được sử dụng khá phổ biến.

Sunset Yellow được ưu tiên sử dụng trong ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, dược phẩm và hóa chất. Sunset yellow tổng hợp có nhiều ưu điểm hơn so với phẩm màu tự nhiên như giá thành rẻ, độ ổn định cao với ánh sáng, oxy và pH, độ đồng đều của màu sắc, độ nhiễm vi sinh thấp, dễ pha trộn để tạo ra nhiều sắc thái màu. Tuy nhiên, nếu sử dụng sunset yellow không rõ nguồn gốc, lạm dụng, vượt mức giới hạn cho phép có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người như dị ứng, sưng da, phát ban, tiêu chảy, đau nửa đầu, đau dạ dày, nôn mửa. Hiện nay, Sunset Yellow bị cấm ở Na Uy, Thụy Điển, Phần Lan và bị hạn chế ở mức tối đa cho phép ở Vương quốc Anh. Theo Cơ quan An toàn Thực phẩm Châu Âu mức tiêu thụ hàng ngày chấp nhận được đối với sunset yellow là 0 - 4,0 mg/kg thể trọng/ngày [1]. Tại Việt Nam, theo thông tư số 24/2019/TT-BYT đã quy định mức sử dụng tối đa sunset yellow trong thực phẩm là 50 đến 300 mg/kg tùy từng sản phẩm

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: thuongntk@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5517>

[2]. Vì vậy, việc nghiên cứu phát triển phương pháp xác định hàm lượng sunset yellow trong thực phẩm là cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Hiện nay, có một số phương pháp phân tích sunset yellow như phương pháp quang phổ [3, 4], phương pháp Von-ampe hòa tan [5-7], phương pháp sắc kí lỏng hiệu năng cao [8, 9]. Trong đó, phương pháp Von-ampe hòa tan cho kết quả phân tích với độ nhạy, độ lặp lại và độ chọn lọc cao, quy trình phân tích đơn giản, nhanh và chi phí thấp. Vì vậy trong bài báo, chúng tôi đã nghiên cứu các đặc tính điện hóa và quy trình xác định sunset yellow trong nước giải khát bằng phương pháp von-ampe hòa tan hấp phụ.

## 2. Thục nghiệm

### 2.1. Thiết bị

Các kết quả nghiên cứu được đo trên thiết bị phân tích điện hóa Metrohn 663 VA stand Autolab có ghép nối với máy tính và phần mềm điều khiển. Hệ đo gồm 3 điện cực: điện cực so sánh là điện cực bạc clorua Ag/AgCl/KCl 3M; điện cực phụ trợ là thanh cacbon; điện cực làm việc là điện cực than gương biến tính bạc và graphene oxit dạng khử.

### 2.2. Hoá chất

Tất cả các hóa chất sử dụng trong quá trình phân tích là tinh khiết phân tích (p.A, Merck). Chất chuẩn sunset Yellow 85%.

Dung dịch gốc: hòa tan 0,2661 g sunset yellow 85% vào bình định mức 50,0 mL, thêm nước cất 2 lần, lắc đều cho đến tan hết và định mức đến vạch được dung dịch có nồng độ  $1,0 \times 10^{-2}$  M. Dung dịch chuẩn gốc được bảo quản trong lọ màu nâu ở 5 °C. Các dung dịch chuẩn có nồng độ nhỏ hơn được pha hàng ngày. Dung dịch đệm Britton-Robinson được pha từ hỗn hợp axit  $H_3PO_4$ ,  $H_3BO_3$ ,  $CH_3COOH$  và NaOH.

### 2.3. Quy trình tổng hợp graphene oxide

Cho 0,500 g bột graphite vào 60 ml dung dịch  $H_2SO_4$  98% và  $H_3PO_4$  85% (9:1), khuấy

đều hỗn hợp trong dung dịch nước đá muối ở nhiệt độ dưới 10 °C. Thêm 0,010 g  $H_3BO_3$  ổn định môi trường để phản ứng xảy ra êm dịu.

Thêm từ từ 3,0 g  $KMnO_4$  vào hỗn hợp phản ứng, sau đó gia nhiệt lên 35 °C duy trì phản ứng trong 3 giờ. Sau đó thêm từ từ 30 mL  $H_2O$ , gia nhiệt lên 98 °C trong 15 phút để phản ứng oxi hóa xảy ra hoàn toàn, rồi để nguội ở nhiệt độ phòng.

Thêm từ từ  $H_2O_2$  để xử lý  $KMnO_4$  dư. Sau đó li tâm và sấy ở nhiệt độ 60 °C trong 6 giờ.

### 2.4. Quy trình biến tính điện cực

Graphit oxit (1 mg/1 mL) được phân tán trong nước cất hai lần chứa  $AgNO_3$  0,01 M, rung siêu âm 60 phút được dung dịch  $Ag^+$ -GO.

Điện cực than gương được biến tính bằng phương pháp khử điện hóa với các điều kiện: Hệ đo được đặt trong dung dịch chứa ion bạc và graphen oxide, thế điện phân -1,5 V, thời gian điện phân 60 s, ghi 15 đường von-ampe vòng từ -1,5 V đến 0 V với tốc độ quét 0,03 V/s. Sau đó, tráng cẩn thận hệ điện cực bằng nước cất, được điện cực làm việc là Ag-ErGO/GCE và sử dụng để xác định sunset yellow trong mẫu thực phẩm.

### 2.5. Quy trình xác định sunset yellow trong mẫu nước giải khát

Hút 5,0 ml mẫu vào cốc, thêm 15,0 ml nước cất đem rung siêu âm trong 10 phút rồi định mức vào bình 50,0 mL thu được dung dịch A. Hút V mL dung dịch A cho vào bình định mức 50,0 mL, thêm 10,0 mL đệm pH = 8,0 và định mức đến vạch, lắc đều. Cho mẫu vào bình điện hóa và tiến hành đo với các điều kiện đã được tối ưu. Hàm lượng sunset yellow trong dung dịch đo được xác định bằng phương pháp thêm chuẩn ( $C_x$ ). Hàm lượng sunset yellow (mg/L) trong mẫu nước đóng chai được tính theo công thức sau:

$$\frac{C_x \left( \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right) \times 50,0 \text{ (mL)} \times 50,0 \text{ (mL)} \times 452,37 \left( \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right) \times 1000}{V \text{ (mL)} \times 5,0 \text{ (mL)}}$$

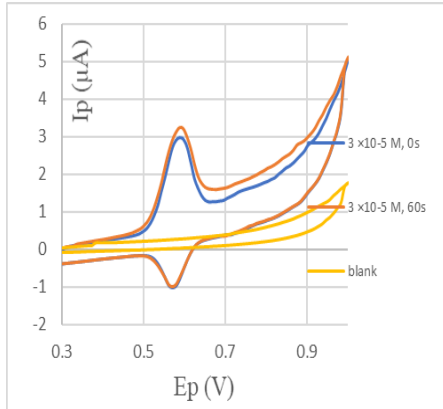
Trong đó:  $C_x$  là nồng độ của sunset yellow trong dung dịch đo (M), V là thể tích mẫu phân tích.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Nghiên cứu đặc tính điện hóa của sunset yellow

Đặc tính điện hóa của sunset yellow được nghiên cứu bằng phương pháp von-ampe vòng (CV) trên điện cực glassy carbon biến tính bằng Ag và graphen oxit dạng khử (Ag-ErGO/GCE) với các điều kiện: nồng độ sunset yellow  $3 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ , đệm Britton-Robinson pH = 8, khoảng quét thế từ 0,3 V đến 1,0 V, thế hấp phụ 0,3 V, tốc độ quét 0,05 V/s, thời gian hấp phụ được ghi trong hai trường hợp không có hấp phụ (0 s) và có hấp phụ 60 s. Kết quả đo đường von-ampe vòng của sunset yellow được biểu diễn Hình 2.

Hình 2 cho thấy, trên đường phân cực anot từ 0,3 V đến 1,0 V có peak oxi hóa xuất hiện tại thế 0,589 V và trên đường phân cực catot từ 1,0 V đến 0,3 V có peak khử xuất hiện tại khoảng thế 0,56 V. Hiệu số thế đỉnh peak anot và catot là  $\Delta E = E_{pa} - E_{pc} = 0,029 = 0,059/n$ , tức là số electron trao đổi  $n = 2$  là phù hợp.



Hình 1. Đường von-ampe vòng của sunset yellow  $3 \times 10^{-5} \text{ M}$  khi hấp phụ 0 s và 60 s.

Như vậy, có thể kết luận rằng quá trình điện hóa sunset yellow trên bề mặt điện cực Ag-ErGO/GCE là quá trình thuận nghịch. Mặt khác, đặc tính hấp phụ của sunset yellow cũng được chứng minh khi đo đường von-ampe vòng với thời gian hấp phụ 60 s tại thế 0,3 V thì cường độ dòng peak oxi hóa tăng so với trường hợp đo không có thời gian hấp phụ. Đồng thời

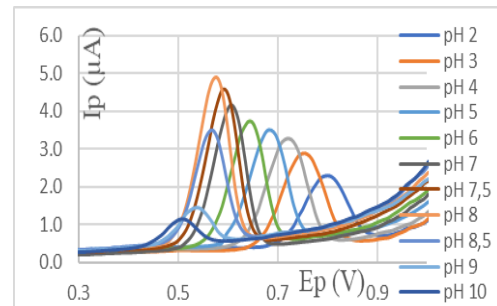
nhận thấy, cường độ dòng pic oxi hóa cao hơn cường độ dòng pic khử do quá trình oxi hóa xảy ra mạnh hơn quá trình khử nên peak oxi hóa được chọn để nghiên cứu quy trình định lượng sunset yellow trong mẫu nước giải khát.

#### 3.2. Tối ưu hóa các điều kiện phân tích

##### 3.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của pH

Nồng độ  $\text{H}^+$  có tham gia vào phản ứng điện hóa xảy ra trên bề mặt điện cực nên môi trường pH sẽ ảnh hưởng đến tín hiệu cường độ dòng và thế đỉnh peak. Điều kiện khảo sát ảnh hưởng pH: Nồng độ sunset yellow  $10^{-6} \text{ M}$ , thế hấp phụ 0,3 V, thời gian hấp phụ 60 s, khoảng quét thế từ 0,3 V đến 1,0 V, tốc độ quét 0,05 V/s, thay đổi pH từ 2,0 đến 10,0. Kết quả đo đường von-ampe hòa tan được biểu diễn trên Hình 3.

Hình 3 cho thấy, khi pH tăng từ 2,0 đến 8,0 thì cường độ dòng tăng dần và cường độ dòng cao nhất tại pH = 8,0. Khi pH tăng từ 8,5 lên 10,0 thì cường độ dòng giảm mạnh. Vì vậy, chọn pH = 8,0 cho các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 3. Đường von-ampe hòa tan xung vi phân của sunset yellow phụ thuộc vào pH (2,0 đến 10,0).

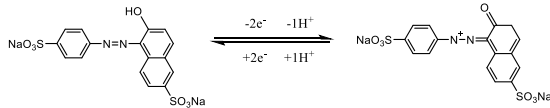
Mặt khác, khi pH tăng thế đỉnh pic dịch chuyển tuyến tính sang vùng thế catot theo phương trình  $E_p = -0,0327\text{pH} + 0,8347$ ,  $R^2 = 0,9966$ . Với số electron trao đổi bằng 2 và số proton tham gia phản ứng bằng 1 thì phương trình thực nghiệm phù hợp với phương trình Nerst:

$$E_p = E_0 + \frac{0,0591}{n} \log \frac{O_x^a}{R^b} - 0,0592 \frac{m}{n} \text{pH}$$

$$E_p = E_0' - 0,0592 \frac{m}{n} \text{pH}$$

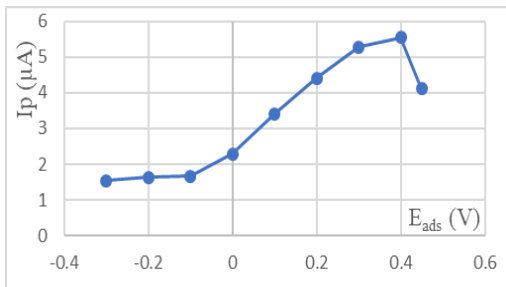
Trong đó, m: số proton trao đổi, n: số điện tử trao đổi.

Điều này có thể giải thích, khi giá trị pH tăng dần là do có proton  $H^+$  tham gia vào phản ứng điện hóa của SY và phản ứng ở anốt là quá trình mất proton do pH tăng, nồng độ  $H^+$  giảm nên phản ứng điện hóa cần năng lượng thế cao hơn. Do vậy, phương trình phản ứng điện hóa xảy ra trên bề mặt điện cực Ag-ErGO/GCE đó là:



### 3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của thế hấp phụ

Qua nghiên cứu đặc tính hấp phụ thì sunset yellow có khả năng hấp phụ lên trên bề mặt điện cực Ag-ErGO/GCE, vì vậy cần khảo sát chọn thế hấp phụ phù hợp để tăng độ nhạy và độ chọn lọc của phương pháp. Khảo sát ảnh hưởng của thế hấp phụ với các điều kiện: Nồng độ sunset yellow  $10^{-6}$  M, dung dịch đệm pH = 8; thời gian hấp phụ 60 s, tốc độ quét 0,05 V/s, khoảng quét thế 0,3 V đến 1,0 V, thay đổi thế hấp phụ từ - 0,3 V đến + 0,45 V. Kết quả được biểu diễn Hình 4.



Hình 4. Sự phụ thuộc cường độ dòng vào thế hấp phụ trong khoảng từ -0,3 V đến 0,45 V.

Từ kết quả Hình 4 cho thấy, tại thế hấp phụ 0,4 V thì cường độ dòng peak lớn nhất nên chọn thế hấp phụ là 0,4 V.

### 3.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian hấp phụ

Với phương pháp von-ampe hòa tan hấp phụ thì độ nhạy của phương pháp phụ thuộc vào thời gian hấp phụ. Thời gian hấp phụ phụ thuộc vào nồng độ của chất phân tích và diện tích bề mặt điện cực. Do đó, việc lựa chọn thời gian

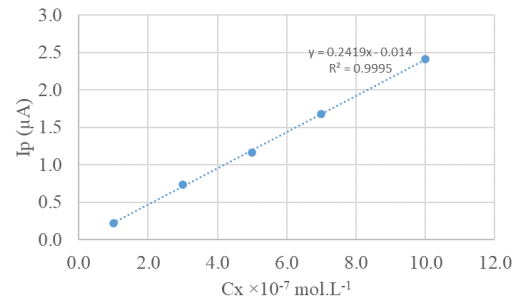
hấp phụ phù hợp với khoảng nồng độ là rất quan trọng. Với các điều kiện khảo sát ảnh hưởng của thời gian hấp phụ: nồng độ SY  $10^{-6}$  M, dung dịch đệm pH = 8, thế hấp phụ 0,4 V, tốc độ quét 0,05 V/s, thay đổi thời gian hấp phụ từ 0 đến 90 s. Qua kết quả thực nghiệm thấy rằng, khi tăng thời gian hấp phụ tăng từ 0 đến 50 s thì tín hiệu cường độ dòng peak tăng dần. Khi thời gian hấp phụ lớn hơn 60 s thì tín hiệu bắt đầu giảm dần. Điều này có thể giải thích là do bề mặt điện cực đạt đến trạng thái bão hòa nên dù có tăng thời gian hấp phụ thì tín hiệu cường độ dòng peak cũng không tăng. Hơn nữa, khả năng do bề mặt điện cực hấp phụ là đa lớp gây khó khăn cho quá trình hòa tan chất nên khi tăng thời gian tín hiệu cường độ dòng giảm. Vì thế, lựa chọn thời gian hấp phụ 50 s là tối ưu cho quá trình phân tích Sunset Yellow.

Để tối ưu hóa các điều kiện đo điện hóa xác định sunset yellow trong mẫu, nhóm nghiên cứu đã khảo sát và lựa chọn được các điều kiện đo thích hợp đó là: tốc độ quét 50 mV/s, biên độ xung 50 mV/s, tần số 50 Hz.

### 3.3. Đánh giá phương pháp phân tích

#### 3.3.1. Khoảng tuyến tính

Sau khi tối ưu hóa đã lựa chọn được các điều kiện đo phù hợp đó là: pH = 8,0; thế hấp phụ 0,4 V, thời gian hấp phụ 50 s, tốc độ quét 50 mV/s, khoảng quét thế từ 0,4 V đến 1 V, đường chuẩn được đo trong khoảng nồng độ sunset yellow từ  $10^{-7}$  đến  $10^{-6}$  M. Sự phụ thuộc cường độ dòng pic vào nồng độ sunset yellow là tuyến tính theo phương trình (Hình 5):  $I (\mu A) = 0,212 \times C_x \cdot 10^{-7} M - 0,014$ , hệ số tương quan  $R^2 = 0,9995$ .



Hình 5. Sự phụ thuộc cường độ dòng vào nồng độ sunset yellow.

### 3.3.2. Độ nhạy

Độ nhạy của phương pháp được đánh giá qua giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ). LOD và LOQ được xác định theo công thức  $k \cdot SD/b$ , trong đó  $k = 3$  với LOD và  $k = 10$  với LOQ, SD là độ lệch chuẩn [10]. Dựa vào đường chuẩn tính toán được LOD là  $2,5 \times 10^{-8} M$  và LOQ là  $8,3 \times 10^{-8} M$ .

### 3.3.3. Độ lặp lại

Độ lặp lại của phương pháp được đánh giá thông qua việc đo lặp lại 10 lần dung dịch  $5 \times 10^{-7} M$  với các điều kiện đã được tối ưu. Độ lệch chuẩn của phương pháp (RSD) là 1,65% ( $n = 10$ ), chứng tỏ phương pháp phát triển có độ lặp lại tốt, có thể ứng dụng để phân tích mẫu thực tế.

### 3.3.4. Hiệu suất thu hồi

Độ đúng của phương pháp được đánh giá qua hiệu suất thu hồi. Để xác định độ thu hồi của phương pháp ta tiến hành thêm chuẩn trên nền mẫu trắng có thành phần gần giống mẫu thực (nước giải khát 7 up), không chứa sunset yellow. Chất chuẩn được thêm vào mẫu nước giải khát, tiến hành theo quy trình mục 2.5. Độ thu hồi tại các mức nồng độ  $10^{-7} M$ ,  $3 \times 10^{-7} M$ ,  $5 \times 10^{-7} M$ ,  $7 \times 10^{-7} M$  dao động trong khoảng từ 88,0 % đến 104,0 % chứng tỏ phương pháp có độ thu hồi tốt, có thể áp dụng cho phân tích mẫu với độ chính xác cao.

### 3.4. Áp dụng phân tích mẫu nước giải khát

Quy trình xử lý mẫu theo mục 2.5 đã được khảo sát. Hàm lượng sunset yellow trong mẫu được xác định bằng phương pháp thêm chuẩn và kết quả được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích hàm lượng sunset yellow trong mẫu nước giải khát

TT	Tên mẫu*	Hàm lượng sunset yellow (mg/kg)
1	TLHV	4,02
2	ORM	34,74
3	ST	7,87
	ORF	38,49

\* Tên mẫu đã được mã hóa.

Như vậy, qua kết quả phân tích mẫu thực tế cho thấy trong các mẫu nước giải khát có ghi thành phần sunset yellow trên nhãn đều có xuất hiện peak của sunset yellow. Hàm lượng sunset yellow trong mẫu đều nhỏ hơn tiêu chuẩn cho phép của Bộ Y tế (thông tư số 24/2019/TT-BYT đã quy định mức sử dụng tối đa sunset yellow trong đồ uống “thể thao”, “năng lượng” hoặc “điện giải” và các đồ uống đặc biệt khác là 100 mg/kg).

## 4. Kết luận

Sunset yellow có đặc tính oxi hóa thuận nghịch trên điện cực glassy carbon biến tính bằng bạc và graphene oxit dạng khử và có hấp phụ trên bề mặt điện cực.

Đã tối ưu hóa được các điều kiện xác định sunset yellow trong mẫu nước giải khát bằng phương pháp von-ampe hòa tan hấp phụ xung vi phân: pH = 8, thế hấp phụ 0,4 V, thời gian hấp phụ 50 s, tốc độ quét 50 mV/s, biên độ xung 50 mV/s, tần số 50 Hz.

Phương pháp được đánh giá có độ nhạy cao với LOD là  $2,5 \times 10^{-8} M$  và LOQ là  $8,3 \times 10^{-8} M$ , độ chọn lọc và độ chính xác cao với độ thu hồi từ 88,0% đến 104,0%, có thể áp dụng để phân tích hàm lượng sunset yellow trong các mẫu thực phẩm.

## Tài liệu tham khảo

- [1] S. Opinion, Reconsideration of the Temporary ADI and Refined Exposure Assessment for Sunset Yellow FCF (E 110), EFSA J., Vol. 12, No. 7, 2014, pp. 1-39.
- [2] Ministry of Health, Circular No. 24/2019/TT-BYT, August 30<sup>th</sup>, Regulations on Management and Use of Food Additives, Hanoi, 2019.
- [3] E. Y. Hashem, M. S. Saleh, N. O. A. A. Salahi, A. K. Youssef, Advanced Spectrophotometric Analysis of Sunset Yellow Dye E110 in Commercial Food Samples, Food Anal, Methods, Vol. 10, No. 4, 2017, pp. 865-875.
- [4] Y. E. Unsal, M. Soylak, M. Tuzen, Column Solid-Phase Extraction of Sunset Yellow and Spectrophotometric Determination of its use in Powdered Beverage and Confectionery Products, Int. J. Food Sci. Technol., Vol. 47, No. 6, 2012, pp. 1253-1258.

- [5] J. Wang, B. Yang, H. Wang, P. Yang, Y. Du, Highly Sensitive Electrochemical Determination of Sunset Yellow Based on Gold Nanoparticles/Graphene Electrode, *Anal. Chim. Acta*, 893, 2015, pp. 41-48.
- [6] X. Qiu et al., An Enhanced Electrochemical Platform Based on Graphene Oxide and Multi-Walled Carbon Nanotubes Nanocomposite for Sensitive Determination of Sunset Yellow and Tartrazine, *Food Chem.*, Vol. 190, 2016, pp. 889-895.
- [7] P. S. Dorraji, F. Jalali, Electrochemical Fabrication of a Novel ZnO/cysteic Acid Nanocomposite Modified Electrode and its Application to Simultaneous Determination of Sunset Yellow and Tartrazine, *Food Chem.*, Vol. 227, 2017, pp. 73-77.
- [8] F. Z. Mazdeh et al., Determination of 8 Synthetic Food Dyes by Solid Phase Extraction and Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography, *Trop. J. Pharm. Res.*, Vol. 15, No. 1, 2016, pp. 173-181.
- [9] A. Islam et al., Determination of Sunset Yellow in Different Brands of Orange Jellies of Bangladesh by HPLC, *Ital. J. Food Sci.*, Vol. 31, No. 1, 2019, pp. 184-194.
- [10] J. Mocak et al., A Statistical Overview of Standard (IUPAC and ACS) and New Procedures for Determining the Limits of Detection and Quantification: Application to Voltammetric and Stripping Techniques, *Pure and Appl. Chem.*, Vol. 69, No. 2, 1997, pp. 297-328.