

Ứng dụng phương pháp đáp ứng bề mặt tối ưu hóa điều kiện quá trình phản ứng xà phòng hóa từ dầu dừa tỉnh Bến Tre

Nguyễn Thị Cẩm Trinh¹, Phan Nguyễn Quỳnh Anh¹, Lê Thị Hồng Nhan¹, Trần Thiện Hiền², Lê Tấn Huy³, Nguyễn Phú Thương Nhân², Bạch Long Giang²

¹Khoa Kỹ thuật Hóa học, ĐH Bách khoa, ĐHQG Tp.HCM, ²Viện Kỹ thuật Công nghệ cao NTT, ĐH Nguyễn Tất Thành,

³Khoa Khoa học Ứng dụng, ĐH Tôn Đức Thắng

lthnhan@hcmut.edu.vn, blgiang@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Phương pháp đáp ứng bề mặt (Response Surface Methodology - RSM) được sử dụng hiệu quả để tối ưu hóa các điều kiện của quá trình phản ứng xà phòng hóa (nồng độ dung dịch kiềm (%), nhiệt độ (°C) và thời gian phản ứng (giờ)). Độ tạo bọt và thời gian bền nhũ từ sản phẩm của phản ứng xà phòng hóa là 2 yếu tố đáp ứng để đánh giá quá trình tối ưu bằng RSM. Sau khi tối ưu, ta thấy nồng độ dung dịch kiềm chiếm 11%. Phản ứng thực hiện trong 3 giờ tại nhiệt độ 85°C cho độ tạo bọt cao nhất là 0,8 và thời gian bền nhũ cao nhất là 24,92 phút. Thông số này đã được so sánh với thực nghiệm và kết quả cho thấy không có sự sai số lớn (6,86%; 2,08%), điều đó chứng tỏ mô hình RSM có độ lặp lại tốt, có khả năng tối ưu chính xác và có tầm quan trọng trong việc tối ưu hóa các thông số khảo sát.

Nhận 02.05.2018
Được duyệt 29.05.2018
Công bố 19.06.2018

Từ khóa

Phương pháp đáp ứng bề mặt, Phản ứng xà phòng hóa, Dầu dừa.

© 2018 Journal of Science and Technology - NTTU

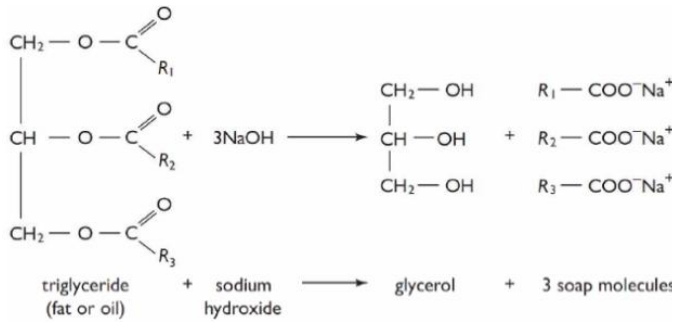
1. Giới thiệu

Thông thường, khi tối ưu hóa các thông số cho quá trình thực nghiệm, các nhà khoa học thường dùng phương pháp cổ điển là luân phiên từng biến để thay đổi các thông số khảo sát. Tuy nhiên, phương pháp này có một số giới hạn, đó chính là không thể hiện rõ ràng sự tương tác/ảnh hưởng giữa các thông số với nhau và tổng số thí nghiệm thực hiện tăng nhiều khi số lượng thông số khảo sát tăng. Để khắc phục nhược điểm đó, phương pháp đáp ứng bề mặt (Response Surface Methodology- RSM) đã được ứng dụng trong quá trình tối ưu hóa các thông số thực nghiệm và thể hiện hiệu quả cao. Phương pháp này đã được phát triển dựa trên các kỹ thuật toán học và thống kê dựa trên sự phù hợp của mô hình thực nghiệm để các dữ liệu thực nghiệm thu được liên quan đến thiết kế thí nghiệm được phát triển từ những năm 50 của thế kỷ trước bởi nhà khoa học Box và các đồng sự [1], [2]. Trong các nghiên cứu liên quan các quá trình hoá học, phương pháp RSM đã được ứng dụng rộng rãi trong hóa học như để chiết xuất hoạt chất tự nhiên [3], [4];[5]–[7], tổng hợp hóa học [8] và tối ưu hóa các quá trình hóa học khác như khả năng hấp phụ Cu^{2+} , Ni^{2+} và Pb^{2+} từ than hoạt tính làm từ vỏ chuối [9], loại bỏ Cu^{2+} trong nước [10], tối ưu hoá việc chế tạo cacbon hoạt tính

ZnCl_2 từ bã mía để loại bỏ Cu^{2+} [11]; loại bỏ các ion Ni^{2+} trong nước sử dụng các nguyên tử cacbon được chế tạo từ rom rạ [12]. Điều này đã cho thấy phương pháp bề mặt đáp ứng là rất quan trọng trong lĩnh vực nghiên cứu để thay thế các phương pháp khác giúp nâng cao hiệu quả cho quá trình tối ưu hóa các thông số.

Phản ứng xà phòng hóa là phản ứng giữa dầu thực vật và kiềm để tạo thành muối của các acid béo (xà phòng) (Hình 1) được ứng dụng rất nhiều nhưng chủ yếu trong lĩnh vực sản xuất xà phòng bánh và sản phẩm tẩy rửa cá nhân. Khi sử dụng sản phẩm, ngoài khả năng tẩy rửa, chúng còn được quan tâm đến các yếu tố cảm quan như khả năng tạo bọt, khả năng rửa trôi khỏi da, cảm giác sau khi rửa, tính kích ứng và tính khô da. Do vậy, việc kiểm soát phản ứng xà phòng hoá để tạo ra chất tẩy rửa (hiệu quả tẩy rửa), độ bọt cho cảm quan sử dụng, nhưng vẫn phải còn lượng dầu còn lại để đảm bảo làm mềm da. Đây chính là điều kiện phù hợp để dừng phản ứng xà phòng hoá. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn không có công bố trong lĩnh vực này trên tạp chí khoa học uy tín trong nước tập trung trong việc tối ưu quá trình này.





Hình 1: Phản ứng xà phòng hóa

Trong bài nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp đáp ứng bề mặt để tối ưu hóa các điều kiện của quá trình phản ứng xà phòng hóa với nguồn nguyên liệu chính là dầu dừa tại Bến Tre. Dầu dừa là một nguyên liệu thông dụng trong các sản phẩm chăm sóc cá nhân có nguồn gốc tự nhiên và đây là nguyên liệu chủ lực mà tỉnh Bến Tre đang tập trung phát triển nhằm đa dạng hóa sản phẩm. Quá trình tối ưu này được đánh giá bởi khả năng tạo bọt và thời gian bền nhũ của sản phẩm từ phản ứng xà phòng hóa.

2. Thực nghiệm

Nguyên liệu sử dụng trong đề tài là dầu dừa thô, được thu từ cơ sở..., tỉnh Bến Tre. Các thông số vật lý, hóa học được kiểm tra và đạt tiêu chuẩn của dầu dừa theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN7597:2013 về các chỉ tiêu về tỉ trọng tương đối, chỉ số khúc xạ, trị số xà phòng hóa, trị số iot.

Dầu dừa được cho vào dung dịch kiềm với nồng độ kiềm (X₁), tỷ lệ dầu/kiềm là 5/1g/g; hỗn hợp được khuấy đều và giữ thời gian phản ứng (X₂), nhiệt độ phản ứng (X₃). Sau đó, hỗn hợp phản ứng được đem đánh giá dựa trên cảm quan sử dụng và hiệu quả tẩy rửa, là 2 thông số đặc trưng cho tiêu chuẩn đánh giá sản phẩm.

Cảm quan sử dụng được thể hiện qua khả năng tạo bọt (độ tạo bọt) của sản phẩm. Hỗn hợp sau phản ứng được pha loãng 100 lần, lấy 2 ml dung dịch cho vào ống ly tâm có nắp, lắc với một lực vừa phải đến khi lượng bọt tạo ra là lớn nhất (thể tích bọt không thay đổi). Độ tạo bọt được tính bằng công thức (1).

$$\varepsilon_f = \frac{V_{foam} - V_{liquid}}{V_{foam}} \quad (1)$$

Với: ε_f - Độ tạo bọt; V_{foam} - Thể tích bọt sau khi lắc; V_{liquid} - Thể tích chất lỏng ban đầu

Hiệu quả tẩy rửa được thể hiện qua thời gian bền nhũ, tức là khả năng tạo nhũ của sản phẩm với một loại dầu paraffin được chọn (mô phỏng cho chất bẩn). Một thể tích 2ml dung dịch pha loãng được cho vào cùng 2g dầu paraffin, sau đó lắc đều tạo nhũ. Sử dụng đồng hồ bấm giây để xác định thời gian bền nhũ của hệ, là khi một thể tích dầu 1ml được tách thành lớp rõ rệt.

Trong đề tài này, nhóm nghiên cứu lựa chọn ba yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phản ứng xà phòng hóa từ dầu dừa là nồng độ tác nhân kiềm (X₁), thời gian phản ứng (X₂), nhiệt độ phản ứng (X₃) với thông số đáp ứng là độ tạo bọt (Y₁) và thời gian bền nhũ (Y₂). Mỗi yếu tố được chia làm 3 mức thay đổi, cụ thể theo Bảng 1. Theo đó, nồng độ tác nhân kiềm được thực hiện từ 8 đến 12% về khối lượng, nhiệt độ phản ứng từ 70 đến 90°C, trong thời gian phản ứng là từ 2 đến 4 giờ.

Bảng 1. Bảng mã hóa các giá trị của các yếu tố khảo sát tối ưu hóa

Giá trị	Các yếu tố		
	Nồng độ kiềm (% khối lượng) X ₁	Thời gian phản ứng (giờ) X ₂	Nhiệt độ phản ứng (°C) X ₃
Điểm cực tiểu (-1)	8	2	70
Điểm tâm (0)	10	3	80
Điểm cực đại (+1)	12	4	90

3. Kết quả và bàn luận

3.1 Tối ưu hóa các điều kiện của phản ứng xà phòng hóa

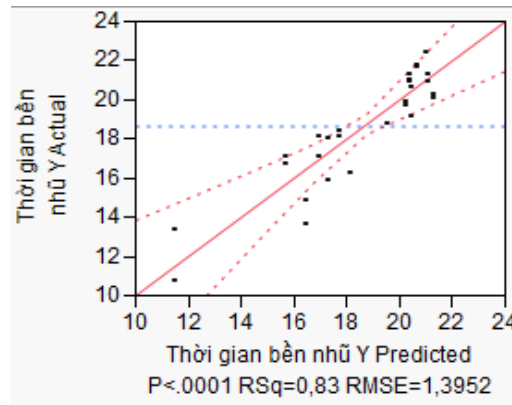
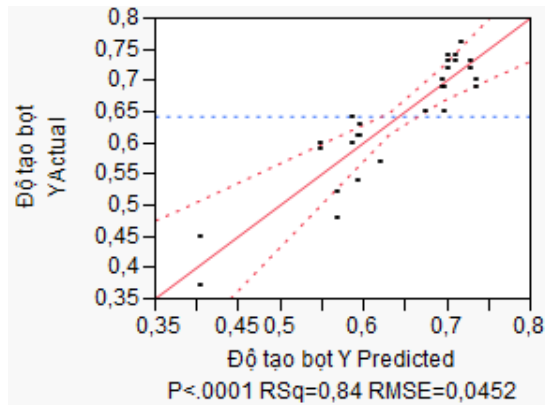
Hai yếu tố đáp ứng là độ tạo bọt và thời gian bền nhũ phụ thuộc chặt chẽ vào các biến khảo sát được thực hiện qua các thí nghiệm như trong Bảng 2. Từ kết quả Bảng 2, sự tương tác và ảnh hưởng của các yếu tố nồng độ tác nhân kiềm, thời gian phản ứng và nhiệt độ phản ứng lên khả năng tạo bọt hệ sau phản ứng xà phòng hóa được phân tích bằng cách sử dụng phần mềm JMP 10.0. Kết quả phân tích cho thấy các yếu tố tương tác với hàm mục tiêu độ tạo bọt với giá trị mức ý nghĩa R²=0,84 và độ tin cậy là 92% và đối với thời gian bền nhũ giá trị mức ý nghĩa R²=0,83 và độ tin cậy là 91% như Hình 4.

Bảng 2: Bảng ma trận các thí nghiệm tối ưu hóa và kết quả

STN	Biến mã hóa			Hàm mục tiêu	
	Nồng độ kiềm (%) X ₁	Thời gian (giờ) X ₂	Nhiệt độ (°C) X ₃	Độ tạo bọt Y ₁	Thời gian bền nhũ (phút) Y ₂
1	10	3	80	0,74	21,06
2	8	3	80	0,52	14,82
3	12	4	90	0,70	19,94
4	10	3	90	0,74	21,80
5	8	4	90	0,61	18,06
6	12	2	70	0,63	18,44
7	10	3	80	0,72	21,26
8	8	2	70	0,45	13,35
9	12	4	70	0,69	20,65

10	10	3	70	0,57	16,29
11	8	2	90	0,64	18,14
12	8	4	70	0,60	17,10
13	10	2	80	0,65	18,76

14	12	2	90	0,70	20,29
15	10	4	80	0,73	21,27
16	12	3	80	0,76	22,42



Hình 4. Tương tác giữa các yếu tố khảo sát với hàm mục tiêu

Bảng 3. Kết quả phân tích các hệ số trong phương trình hồi quy
A. Đối với độ tạo bọt

Hệ số	Giá trị	p (<0,05)	Ý nghĩa
Hệ số tự do	-0,1122	0,2797	Không chấp nhận
X_1 (Nồng độ dd kiềm)	0,0370	<,0001*	Chấp nhận
X_2 (Thời gian)	0,0265	0,0156*	Chấp nhận
X_3 (Nhiệt độ)	0,0046	0,0002*	Chấp nhận
$(X_1-10)^2$	-0,0145	0,0073*	Chấp nhận
$(X_1-10)(X_2-3)$	-0,0056	0,3305	Không chấp nhận
$(X_2-3)^2$	-0,0007	0,9724	Không chấp nhận
$(X_1-10)(X_3-80)$	-0,0006	0,3305	Không chấp nhận
$(X_2-3)(X_3-80)$	-0,0035	0,0053*	Chấp nhận
$(X_3-80)^2$	-0,0004	0,0836	Không chấp nhận

B. Đối với thời gian bền nhũ

Hệ số	Giá trị	p (<0,05)	Ý nghĩa
Hệ số tự do	-3,7138	0,2471	Không chấp nhận
X_1 (Nồng độ dd kiềm)	1,1435	<,0001*	Chấp nhận
X_2 (Thời gian)	0,7795	0,0204*	Chấp nhận
X_3 (Nhiệt độ)	0,1289	0,0004*	Chấp nhận
$(X_1-10)^2$	-0,4194	0,0114*	Chấp nhận
$(X_1-10)(X_2-3)$	-0,1784	0,3173	Không chấp nhận
$(X_2-3)^2$	-0,0751	0,9028	Không chấp nhận
$(X_1-10)(X_3-80)$	-0,0236	0,1898	Không chấp nhận

$(X_2-3)(X_3-80)$	-0,0938	0,0134*	Chấp nhận
$(X_3-80)^2$	-0,0100	0,1148	Không chấp nhận

Phân tích kết quả được thể hiện trong Bảng 3A và 3B, phương trình hồi quy tương thích với thực nghiệm cho độ tạo bọt (2) và thời gian bền nhũ (3) có dạng:

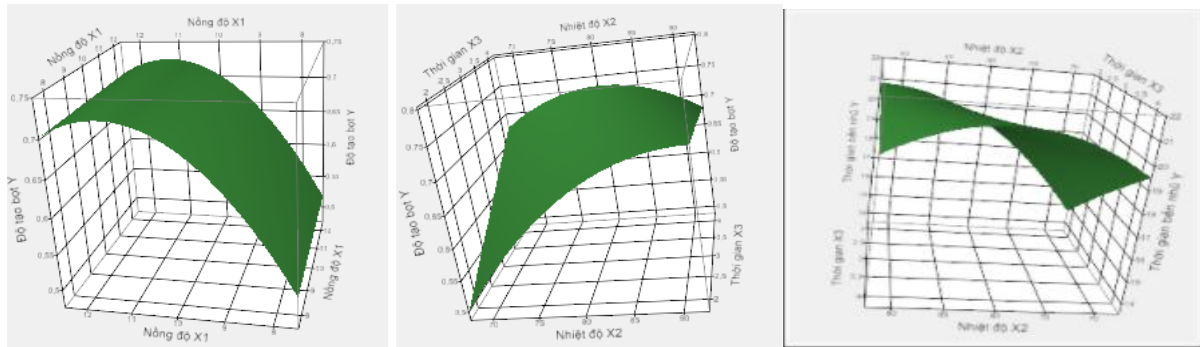
$$y_1 = -2,2947 - 0,0145X_1^2 + 0,3279X_1 + 0,3065X_2 + 0,0151X_3 - 0,0035X_2X_3(2)$$

$$y_2 = -64,4551 - 0,4194X_1^2 + 9,5314X_1 + 8,2846X_2 + 0,4103X_3 - 0,0938X_2X_3(3)$$

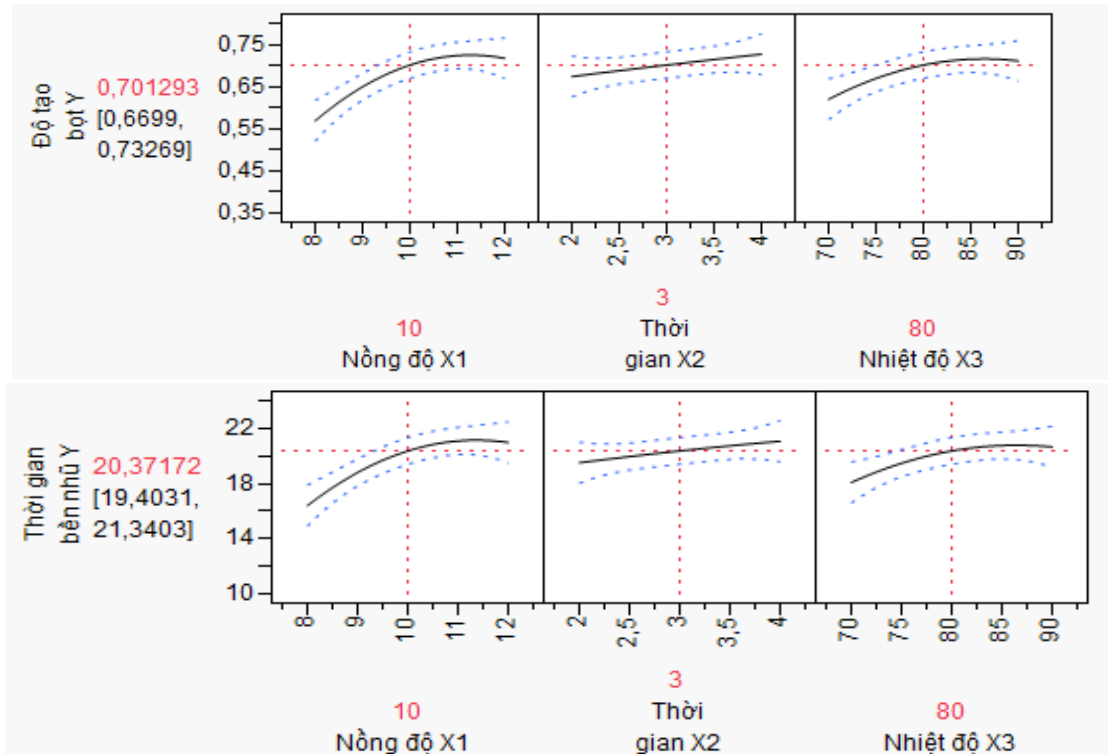
Theo phương trình hồi quy (2) cho thấy khả năng tạo bọt của phản ứng xà phòng hóa chịu ảnh hưởng bậc 1 của cả 3 yếu tố nồng độ dung dịch kiềm sử dụng (X_1), thời gian phản ứng (X_2), nhiệt độ phản ứng (X_3); và chịu ảnh hưởng bậc 2 của yếu tố nồng độ dung dịch kiềm sử dụng (X_1) đồng thời chịu ảnh hưởng của tương tác giữa 2 yếu tố thời gian phản ứng và nhiệt độ phản ứng (X_2X_3) khảo sát; cụ thể: Trong 3 yếu tố khảo sát, chỉ có yếu tố nồng độ dung dịch kiềm (X_1) ảnh hưởng đến hàm mục tiêu theo hàm bậc 2 với hệ số âm (-0,0145). Các yếu tố X_1 , X_2 , X_3 đều ảnh hưởng đến hàm mục tiêu với hệ số dương của hàm bậc 1. Yếu tố X_1 (nồng độ dung dịch kiềm) và yếu tố X_2 (thời gian) có sự ảnh hưởng mạnh đến hàm mục tiêu với hệ số dương lần lượt là 0,3279 và 0,3065; còn yếu tố X_3 (nhiệt độ) có sự ảnh hưởng không đáng kể với hệ số dương là 0,0151. Hai yếu tố thời gian và nhiệt độ phản ứng tương tác với nhau (X_2X_3) và ảnh hưởng đến hàm mục tiêu theo hệ số âm (-0,0035). Không có sự tương tác giữa yếu tố nồng độ dung dịch kiềm với nhiệt độ phản ứng (X_1X_3) cũng như tương tác giữa yếu tố dung dịch kiềm với thời gian phản ứng (X_1X_2).

Đối với thời gian bền nhũ theo phương trình (3) cho thấy thời gian bền nhũ của phản ứng xà phòng hóa chịu ảnh hưởng bậc 1 của cả 3 yếu tố X_1 , X_2 , X_3 và chịu ảnh hưởng bậc 2 của yếu tố X_1 , đồng thời chịu ảnh hưởng của tương tác giữa 2 yếu tố thời gian phản ứng và nhiệt độ phản ứng (X_2X_3). Trong 3 yếu tố khảo sát, chỉ có yếu tố nồng độ dung dịch kiềm (X_1) ảnh hưởng đến hàm mục tiêu theo hàm bậc 2 với hệ số âm có giá trị khá nhỏ (-0,4194). Các yếu tố X_1 , X_2 , X_3 đều ảnh hưởng đến hàm mục tiêu với hệ số dương của hàm bậc 1. Yếu tố X_1 (nồng độ dung dịch kiềm) và yếu tố X_2 (thời

gian) có sự ảnh hưởng mạnh lên kết quả hàm mục tiêu với giá trị tương đương lần lượt là 9,5314 và 8,2846. Còn sự ảnh hưởng bậc 1 của yếu tố X_3 (nhiệt độ) lên hàm mục tiêu là không đáng kể với giá trị hệ số là 0,4103. 2 yếu tố thời gian và nhiệt độ phản ứng tương tác với nhau (X_2X_3) và ảnh hưởng đến hàm mục tiêu theo hệ số âm (-0,0938). Không có sự tương tác giữa yếu tố nồng độ dung dịch kiềm với nhiệt độ phản ứng (X_1X_3) cũng như tương tác giữa yếu tố dung dịch kiềm với thời gian phản ứng (X_1X_2). Hệ số tự do của phương trình có giá trị âm và tương đối lớn (-64,4551).



Hình 5. Sự tương tác giữa các yếu tố nồng độ - nồng độ (trái) và nhiệt độ - thời gian (phải)



Hình 6. Dự đoán sự thay đổi khả năng tạo bọt và thời gian bền nhũ theo sự thay đổi của các yếu tố.

Dựa vào Hình 5 và Hình 6 ta thấy độ tạo bọt có xu hướng tăng đạt giá trị cực trị rồi giảm khi yếu tố nồng độ dung dịch kiềm X_1 và yếu tố nhiệt độ phản ứng X_3 thay đổi. Đối với yếu tố thời gian phản ứng X_2 thì độ tạo bọt chỉ thể hiện xu hướng tăng và không có cực. Thời gian bền nhũ thay đổi và

có xu hướng đạt cực trị khi cả ba yếu tố nồng độ dung dịch kiềm, thời gian phản ứng và nhiệt độ phản ứng thay đổi trong vùng khảo sát. Sự thay đổi này khá rõ ở 2 yếu tố nồng độ dung dịch kiềm và nhiệt độ phản ứng, đối với thời gian phản ứng thì sự thay đổi của hàm mục tiêu chưa rõ rệt.

Bảng 4. Kết quả giá trị tối ưu hóa của RSM theo các yếu tố đáp ứng

Yếu tố khảo sát	Yếu tố đáp ứng	
	Độ tạo bọt	Thời gian bền nhũ
Nồng độ tác nhân kiềm NaOH (%)	11,17	11,25
Nhiệt độ phản ứng (°C)	85,71	86,43
Thời gian phản ứng (giờ)	2,95	2,69

Kết quả giá trị tối ưu hóa các điều kiện trong quá trình xà phòng hóa bằng phương pháp đáp ứng bề mặt được thể hiện trong Bảng 4. Theo đó, nồng độ tác nhân kiềm NaOH để có độ tạo bọt cao nhất 11,17% và thời gian bền nhũ lâu nhất là 11,25%. Nhiệt độ phản ứng xảy ra để hai yếu tố đáp ứng lần lượt là 85,71 °C và 86,43°C. Khi phản ứng xảy ra, để độ tạo bọt cao nhất thì cần 2,95 giờ phản ứng, trong khi để tạo độ bọt có thời gian bền nhũ lâu nhất là 2,69 giờ. Tùy theo mục đích nhu cầu sử dụng mà ta có thể chọn các điều kiện thích hợp.

3.2 Đánh giá hiệu quả quá trình tối ưu hóa

Kết quả tối ưu hóa các giá trị khảo sát (nồng độ tác nhân kiềm, thời gian phản ứng, nhiệt độ phản ứng) thu được không có sự sai biệt lớn giữa hàm mục tiêu độ tạo bọt và thời gian bền nhũ được thể hiện ở Bảng 5. Các giá trị tối hạn là các giá trị mà tại đó hàm mục tiêu đạt giá trị cực đại. Nhìn vào Bảng 5, không có sự sai biệt lớn về giá trị của các yếu tố giữa việc tối ưu hóa theo hàm mục tiêu là độ tạo bọt và việc tối ưu hóa theo hàm mục tiêu là thời gian bền nhũ. Sự sai khác nồng độ tác nhân kiềm, thời gian phản ứng và nhiệt độ phản ứng giữa 2 hàm mục tiêu lần lượt là 0,08%, 0,72 °C và 0,26 giờ (15,6 phút), sự chênh lệch rất nhỏ. Để đơn giản trong quá trình áp dụng thực tế, các giá trị tối hạn được lựa chọn cho thích hợp với điều kiện thực hiện cũng như thuận tiện cho việc tính toán, giá trị của các yếu tố được lựa chọn như sau: nồng độ tác nhân kiềm sử dụng là 11%, thời gian phản ứng là 3 giờ và nhiệt độ phản ứng là 85 °C. Với các giá trị lựa chọn này, thay vào phương trình hồi quy, giá trị độ tạo bọt thu được là 0,859 và giá trị thời gian bền nhũ là 25,45 phút.

Bảng 5. Số liệu kết quả quá trình tối ưu hóa

Thông số	Giá trị tối hạn		Chênh lệch $ Y_1 - Y_2 $	Giá trị lựa chọn
	Theo độ tạo bọt (Y_1)	Theo thời gian bền nhũ (Y_2)		
Nồng độ X_1 (%)	11,17	11,25	0,08	11
Thời gian X_2 (giờ)	2,95	2,69	0,26	3

Nhiệt độ X_3 (°C)	85,71	86,43	0,72	85
---------------------	-------	-------	------	----

Để kiểm tra tính tương thích của kết quả phương trình hồi quy từ RSM đối với thực nghiệm, tiến hành thực hiện lại phản ứng xà phòng hóa với điều kiện tối ưu đã lựa chọn và thí nghiệm được thực hiện 3 lần. Kết quả thí nghiệm kiểm tra lại kết quả tối ưu hóa từ tính toán:

Bảng 6. Kiểm tra độ lặp lại của mô hình tối ưu hoá

STT	Nồng độ X_1 (%)	Thời gian X_2 (giờ)	Nhiệt độ X_3 (°C)	Độ tạo bọt	Thời gian bền nhũ (phút)
1	11	3	85	0,803	25,84
2	11	3	85	0,793	23,44
3	11	3	85	0,803	25,49
Trung bình				0,800	24,92

Tính toán kết quả trung bình của độ tạo bọt sau 3 lần thực hiện là 0,800 và thời gian bền nhũ là 24,92 phút.

Sai số độ tạo bọt giữa kết quả sử dụng phần mềm và thực nghiệm:

$$\% \Delta = \frac{|Kq_m - Kq_{tt}|}{Kq_{tt}} = \frac{|0,800 - 0,859|}{0,859} \times 100\% = 6,86\%$$

Sai số thời gian bền nhũ giữa kết quả sử dụng phần mềm và thực nghiệm:

$$\% \Delta = \frac{|Kq_m - Kq_{tt}|}{Kq_{tt}} = \frac{|24,92 - 25,45|}{25,45} \times 100\% = 2,08\%$$

Kết quả sai số thấp, cho thấy mô hình tối ưu có độ lặp lại tốt.

4. Kết luận

Với điều kiện thu được từ quá trình phản ứng xà phòng hóa cho thấy nồng độ dung dịch kiềm chiếm 11%, phản ứng thực hiện trong 3 giờ tại nhiệt độ 85 °C cho độ tạo bọt cao nhất là 0,8 và thời gian bền nhũ cao nhất là 24,92 phút thông qua phương pháp đáp ứng bề mặt. RSM đã giúp tối ưu hóa các điều kiện của phản ứng xà phòng hóa chuẩn xác và tiết kiệm thời gian và chi phí cho quá trình khảo sát. Đây là bước đầu thành công để tạo ra các sản phẩm sử dụng nguồn nguyên liệu dầu dừa cho phản ứng xà phòng hóa. Từ đó, giúp phát triển nguồn dầu dừa trong nước đặc biệt là Bến Tre.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre đã hỗ trợ kinh phí thực hiện thông qua đề tài nghiên cứu cấp Sở với mã số 88/HĐ-SKHCHN ký ngày 30/06/2017

Tài liệu tham khảo

1. M. A. Bezerra, R. E. Santelli, E. P. Oliveira, L. S. Villar, and L. A. Escaleira, "Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry," *Talanta*, vol. 76, no. 5, pp. 965–977, 2008.
2. A. I. Khuri and S. Mukhopadhyay, "Response surface methodology," *Wiley Interdiscip. Rev. Comput. Stat.*, vol. 2, no. 2, pp. 128–149, 2010.
3. M. Ranitha, A. H. Nour, A. S. Ziad, H. N. Azhari, and S. ThanaRaj, "Optimization of microwave assisted hydro distillation of lemongrass (*cymbopogon citratus*) using response surface methodology," *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 3, no. May, pp. 5–14, 2014.
4. S. A. Rezzoug, C. Boutekedjiret, and K. Allaf, "Optimization of operating conditions of rosemary essential oil extraction by a fast controlled pressure drop process using response surface methodology," *J. Food Eng.*, vol. 71, no. 1, pp. 9–17, 2005.
5. E. R. Pinheiro *et al.*, "Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology," *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 13, pp. 5561–5566, 2008.
6. S. Wang, F. Chen, J. Wu, Z. Wang, X. Liao, and X. Hu, "Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology," *J. Food Eng.*, vol. 78, no. 2, pp. 693–700, 2007.
7. K. M. T P, B. S G, M. M, B. B. Mathew, and M. Dammalli, "Optimization of Microwave Assisted Extraction of Phenolic Compounds From *Decalepis Hamiltonii* Root Using Response Surface Methodology," *Int. Res. J. Pharm.*, vol. 6, no. 11, pp. 744–750, 2015.
8. L. M. Kasankala, Y. Xue, Y. Weilong, S. D. Hong, and Q. He, "Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Catenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology," *Bioresour. Technol.*, vol. 98, no. 17, pp. 3338–3343, 2007.
9. T. Van Thuan, B. T. P. Quynh, T. D. Nguyen, V. T. T. Ho, and L. G. Bach, "Response surface methodology approach for optimization of Cu²⁺, Ni²⁺ and Pb²⁺ adsorption using KOH-activated carbon from banana peel," *Surfaces and Interfaces*, vol. 6, pp. 209–217, 2017.
10. L. G. Bach, D. V. N. Vo, N. D. Trinh, V. T. T. Ho, and V. T. Tran, "Removal of Cu²⁺ & Ni²⁺ from Aqueous Water by Adsorption onto the Efficient and Recyclable Durian Shell-Derived Activated Carbon," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 876, pp. 46–51, 2018.
11. T. Van Tran, Q. T. P. Bui, T. D. Nguyen, V. T. Thanh Ho, and L. G. Bach, "Application of response surface methodology to optimize the fabrication of ZnCl₂-activated carbon from sugarcane bagasse for the removal of Cu²⁺," *Water Sci. Technol.*, vol. 75, no. 9, pp. 2047–2055, 2017.
12. V. T. Tran, D. T. Nguyen, V. T. T. Ho, P. Q. H. Hoang, P. Q. Bui, and L. G. Bach, "Efficient removal of Ni²⁺ ions from aqueous solution using activated carbons fabricated from rice straw and tea waste," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 426–437, 2017.
13. "Nhưng-cay-thuoc-va-vi-thuoc-Viet-Nam-Do-Tat-Loi.pdf."
14. S. Intahphuak, P. Khonsung, and A. Panthong, "Anti-inflammatory, analgesic, and antipyretic activities of virgin coconut oil," *Pharm. Biol.*, vol. 48, no. 2, pp. 151–157, 2010.
15. A. Narayanankutty *et al.*, "Virgin coconut oil maintains redox status and improves glycemic conditions in high fructose fed rats," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 53, no. 1, pp. 895–901, 2016.
16. A. M. Marina, Y. B. Che man, S. A. H. Nazimah, and I. Amin, "Antioxidant capacity and phenolic acids of virgin coconut oil," *Int. J. Food Sci. Nutr.*, vol. 60, no. sup2, pp. 114–123, 2009.
17. M. Shilling *et al.*, "Antimicrobial Effects of Virgin Coconut Oil and Its Medium-Chain Fatty Acids on *Clostridium difficile*," *J. Med. Food*, vol. 16, no. 12, pp. 1079–1085, 2013.
18. E. J. Fendler, Y. Ali, B. S. Hammond, M. K. Lyons, M. B. Kelley, and N. A. Vowell, "The impact of alcohol hand sanitizer use on infection rates in an extended care facility," *Am. J. Infect. Control*, vol. 30, no. 4, pp. 226–233, 2002.

Application of Response Surface Methodology to optimize the process of saponification reaction from coconut oil in Ben Tre

Nguyen Thi Cam Trinh¹, Le Tan Huy³, Phan Nguyen Quynh Anh¹, Le Thi Hong Nhan¹, Tran Thien Hien², Nguyen Phu Thuong Nhan², Bach Long Giang²

¹Facility of chemical engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Viet Nam National University Ho Chi Minh City.

²NTT Institute of High Technology, Nguyen Tat Thanh University.

³Facility of application science, Ton Duc Thang University.

lthnhan@hcmut.edu.vn, blgiang@ntt.edu.vn

Abstract Response Surface Methodology (RSM) is used to optimize the conditions of the saponification reaction (Concentration of alkaline solution (%), temperature (°C) and reaction time (hour)). Level of foaming and durability of the emulsion (cleaning ability) from the product of the saponification reaction are two factors to evaluate the optimization process by RSM. After optimization, the alkaline solution concentration is 11%, the reaction was carried out for 3 hours at 85°C for the highest level of foaming 0,8 and the highest durability of the emulsion was 24,92 minutes. This parameter was compared with the experiment and the results showed that there was no significant error (6,86%, 2,08%), this proves that the RSM model has good repeatability, has the ability to optimally correct and is important in optimizing the survey parameters.

Keywords Response Surface Methodology, saponification reaction, coconut oil.