

TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH CHUNG SẤY TRONG KHAI THÁC DẦU ĐẬU PHỘNG TRÊN THIẾT BỊ ÉP NHIỆT QUY MÔ PHÒNG THÍ NGHIỆM

Nguyễn Hữu Quyên*, Tiền Tiên Nam, Mạc Xuân Hòa, Đặng Minh Trí

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: quyennh@cntp.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/9/2017; Ngày chấp nhận đăng: 15/3/2018

TÓM TẮT

Ảnh hưởng của điều kiện chung sấy trong quá trình khai thác dầu đậu phộng trên thiết bị ép nhiệt được khảo sát bằng phương pháp quy hoạch yếu tố từng phần. Các yếu tố được khảo sát là nhiệt độ chung 90 - 100 °C, thời gian chung 40 - 50 phút, nhiệt độ sấy 100 - 110 °C, thời gian sấy 30 - 40 phút, hàm mục tiêu là hàm lượng dầu còn lại trong bánh dầu (%). Điều kiện chung sấy tối ưu được xác định bằng phương pháp leo dốc. Kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ chung không có ảnh hưởng đến hiệu quả khai thác dầu, hàm mục tiêu đạt nhỏ nhất (3,17%) sau 4 bước leo dốc tại thời gian chung 39 phút, nhiệt độ sấy 102 °C, thời gian sấy 50 phút, các chỉ số chất lượng của dầu thô đều phù hợp với tiêu chuẩn. Điều kiện tối ưu được kiểm tra lại trên 20 nhóm mẫu và được đánh giá tính ổn định bằng biểu đồ Shewhart dựa trên kết quả đo hàm mục tiêu. Kết quả phân tích trên biểu đồ Shewhart cho thấy giá trị hàm lượng dầu trung bình trong bánh dầu (3,049%) tương đương với giá trị tối ưu xác định bằng phương pháp leo dốc (3,17%). Cả 20 nhóm mẫu cùng nằm trong giới hạn kiểm soát tính ổn định.

Từ khóa: Chung sấy, dầu đậu phộng, biểu đồ Shewhart, ép nhiệt, khai thác dầu, phương pháp leo dốc.

1. MỞ ĐẦU

Đậu phộng là nguyên liệu khai thác dầu phổ biến ở các nước nhiệt đới, chứa 40 - 50% chất béo [1]. Ngoài chức năng dùng để chiên, dầu đậu phộng còn là nguồn cung cấp năng lượng, axit béo thiết yếu và chất chống oxy hóa tự nhiên. Theo tài liệu của Viện Dinh dưỡng, dầu đậu phộng chứa 35,4% axit béo không no nhiều nối đôi [1], chất chống oxy hóa tự nhiên chủ yếu là tocopherols với hàm lượng dao động trong khoảng 130 - 1300 ppm tùy theo giống [2].

Do đậu phộng chứa trên 20% chất béo nên phương pháp ép cơ học thường được dùng để khai thác dầu đậu phộng [3]. Trong đó, thiết bị ép thủy lực chủ yếu sử dụng ở quy mô sản xuất nhỏ, máy ép vít được sử dụng phổ biến hơn ở quy mô công nghiệp nhờ có năng suất cao [4].

Để nâng cao hiệu quả khai thác, nguyên liệu thường được tiền xử lý trước khi ép. Hiện nay, ngoài phương pháp truyền thống là xử lý nhiệt, một số nhà nghiên cứu đã thử nghiệm ứng dụng các phương pháp mới như xử lý bằng enzyme [5], xử lý bằng sóng siêu âm [6]. Kết quả cho thấy các phương pháp mới này nâng cao hiệu quả khai thác rõ rệt. Tuy nhiên, khả năng áp dụng các kỹ thuật trên vào quy mô sản xuất công nghiệp còn giới hạn do chi phí cao.

Ở phương pháp xử lý nhiệt, có 3 kỹ thuật được áp dụng là chung sấy, vi sóng và hồng ngoại; trong đó, chung sấy được áp dụng rộng rãi ở quy mô công nghiệp, kỹ thuật còn lại mới được thử nghiệm ở quy mô phòng thí nghiệm [7]. Khi chung sấy, đầu tiên nguyên liệu được xử lý với nhiệt và ẩm (nhiệt độ 85 - 100 °C, độ ẩm nguyên liệu 8 - 15%), sau đó được

sấy khô (nhiệt độ 100 - 120 °C) đến độ ẩm thích hợp [2-4, 7, 8]. Dưới tác dụng của nhiệt và độ ẩm, ở nguyên liệu xảy ra các biến đổi mạnh mẽ về hóa lý và hóa sinh [3]. Không chỉ nâng cao về năng suất, chưng sây còn giúp làm giảm lượng tạp chất đi từ nguyên liệu vào dầu thô, từ đó giúp thuận lợi cho các công đoạn tinh luyện về sau [9].

Ở nghiên cứu này, ảnh hưởng của điều kiện chưng sây được khảo sát trên đối tượng nguyên liệu là đậu phộng nhân. Mục tiêu của nghiên cứu là tối ưu hóa điều kiện chưng sây để hiệu quả thu hồi dầu đạt cao nhất. Ngoài ra, chất lượng của dầu thô cũng được đánh giá dựa trên chỉ tiêu chất lượng của dầu thô là chỉ số axit (AV) và chỉ số peroxide (PV). Theo đó, điều kiện chưng sây bao gồm nhiệt độ chưng, thời gian chưng, nhiệt độ sây, thời gian sây, hiệu quả thu hồi dầu được đánh giá qua hàm lượng dầu trong bánh dầu. Hàm lượng dầu còn trong bánh dầu càng thấp thì hiệu suất khai thác càng cao.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

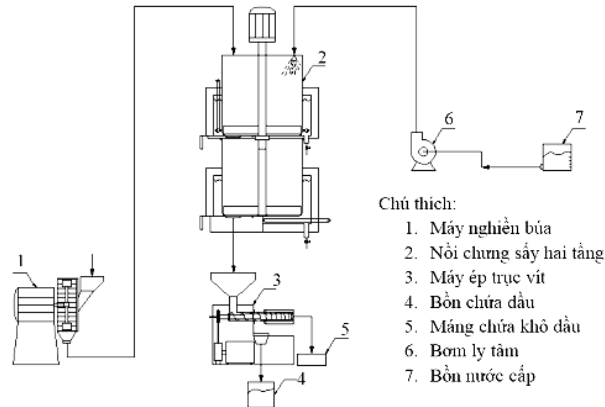
2.1. Vật liệu và thiết bị

2.1.1. Vật liệu

Đậu phộng nhân (*Arachis hypogaea L*): loại 200-220 hạt/100 g, độ ẩm tối đa 8,5%, tạp chất tối đa 1%, hạt không hoàn chỉnh tối đa 3%.

Các loại hóa chất dùng trong phân tích do công ty Xilong (Trung Quốc) sản xuất.

2.1.2. Hệ thống thiết bị khai thác dầu



Hình 1. Sơ đồ thiết bị của hệ thống ép nhiệt từ nguyên liệu đậu phộng nhân

Sơ đồ nguyên lý hệ thống ép nhiệt được trình bày ở Hình 1. Các máy chính trong hệ thống bao gồm: máy nghiền bột, nồi chưng sây 2 tầng và máy ép trực vít. Thông số kỹ thuật các thiết bị được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật các thiết bị trong hệ thống ép nhiệt

Máy nghiền bột	Nồi chưng sây	Máy ép trực vít
Công suất: 3 HP (2,24 kW); Lưới: 3 mesh (6,73 mm); 4 búa Tần số quay: 3000 vòng/phút Kích thước lồng: $\phi 148 \times 40$ mm Bán kính đầu mút búa: 66 mm	Số tầng: 2 Năng suất: 3 kg/m ³ Đốt nóng bằng dầu truyền nhiệt; điện trở công suất 2 kW Vận tốc trục: 25 vòng/phút	Năng suất: 2-10 kg/h Công suất: 2 kW Vận tốc trục: 50 vòng/phút

Nguyên lý hoạt động của hệ thống ép nhiệt cho một mẻ 2 kg đậu phộng nhân theo trình tự sau: (1) nghiền: nguyên liệu sẽ được nghiền nhỏ trong thời gian 15 phút, lượng bột qua rây có đường kính lỗ 1,25 mm đạt trên 80%; (2) chưng: hạt sau khi được nghiền sẽ được vận chuyển lên nồi (tàng) chưng. Ở đây, bột được xử lý nhiệt ẩm theo yêu cầu của quá trình chưng. Cụ thể: lượng nước 300 mL nước/2 kg bột, khuấy 5-6 vòng/phút. Nhiệt độ và thời gian chưng được điều chỉnh theo kế hoạch thực nghiệm; (3) sấy: sau thời gian chưng, bột được chuyển xuống nồi sấy (tàng sấy), ở tầng này bột được tiếp tục gia nhiệt và khuấy (khuấy 5-6 vòng/phút) để giảm ẩm. Nhiệt độ và thời gian sấy được điều chỉnh theo kế hoạch thực nghiệm; (4) ép vít: sau chưng sấy, bột được chuyển xuống máy ép vít để tách dầu trong nguyên liệu. Thời gian ép 30 phút/2 kg nguyên liệu, độ dày bã ép 0,2 - 0,5 mm.

2.2. Phương pháp mô hình hóa và tối ưu hóa điều kiện chưng sấy

2.2.1. Mô hình hóa

Quá trình chưng sấy được mô hình hóa với 4 yếu tố ảnh hưởng được khảo sát: nhiệt độ chưng (X_1 , °C), thời gian chưng (X_2 , phút), nhiệt độ sấy (X_3 , °C), thời gian sấy (X_4 , phút). Hàm mục tiêu (Y , %w/w) là hàm lượng dầu còn trong bánh dầu.

Phương trình hồi quy có dạng:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 + b_{34}X_3X_4$$

Trong đó: $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_{12}, b_{13}, b_{14}, b_{23}, b_{24}, b_{34}$ là các hệ số của phương trình hồi quy.

Phương trình hồi quy được xây dựng bằng phương pháp thực nghiệm. Theo đó, ma trận thực nghiệm (Bảng 3) được thiết kế theo mô hình thực nghiệm yếu tố từng phần (2^{k-p}). Số thí nghiệm cần được tiến hành $2^{4-1} = 8$ [10].

Căn cứ theo các kết quả nghiên cứu đã được công bố về điều kiện chưng sấy nguyên liệu [2-4, 7, 8], các mức và khoảng biến thiên của yếu tố thí nghiệm được lựa chọn như ở Bảng 2.

Bảng 2. Các mức và khoảng biến thiên của yếu tố thí nghiệm

Yếu tố ảnh hưởng	Các mức của yếu tố thí nghiệm		Khoảng biến thiên
	Mức thấp (-1)	Mức cao (+1)	
Nhiệt độ chưng (X_1 , °C)	90	100	5
Thời gian chưng (X_2 , phút)	40	50	5
Nhiệt độ sấy (X_3 , °C)	100	110	5
Thời gian sấy (X_4 , phút)	30	40	5

2.2.2. Tối ưu hóa

Quá trình chưng sấy được tối ưu hóa bằng phương pháp leo dốc [10]. Theo đó, điều kiện chưng sấy tối ưu được xác định để hàm lượng dầu trong bã (Y) đạt nhỏ nhất.

2.2.3. Kiểm tra điều kiện tối ưu bằng biểu đồ Shewhart

Quá trình khai thác dầu được tiến hành lặp lại trên 20 nhóm mẫu ở điều kiện tối ưu, mỗi nhóm mẫu lặp lại 3 lần. Ở mỗi thí nghiệm, hàm lượng dầu còn trong bánh dầu (Y) được đo lường. Kết quả thực nghiệm được biểu diễn trên biểu đồ Shewhart (biểu đồ kiểm soát) bao gồm biểu đồ khoảng và biểu đồ trung bình, thường được sử dụng để theo dõi sự ổn định của các thông số trên quá trình. Trong đó, biểu đồ khoảng thể hiện sự thay đổi của độ lệch chuẩn theo nhóm mẫu, được dùng để đánh giá sự ổn định của các biến động của quá trình. Biểu đồ

trung bình thể hiện sự thay đổi của trung bình mẫu theo nhóm mẫu được dùng để đánh giá sự ổn định của giá trị trung bình mẫu [11].

Tính ổn định của quá trình được đánh giá dựa trên quy tắc 3σ . Theo đó, quá trình được xem là ổn định (hay mất kiểm soát) khi không có giá trị nào của mẫu vượt ra ngoài giới hạn kiểm soát (LCL và UCL) [11].

2.2.4. Thí nghiệm đối chứng

Thí nghiệm đối chứng được tiến hành để so sánh hiệu quả khai thác dầu của phương pháp ép có chung sậy và phương pháp ép không chung sậy (đối chứng). Theo đó, mẫu đối chứng là mẫu được khai thác dầu nhưng không qua tiền xử lý bằng chung sậy.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Hàm lượng dầu trong bánh dầu

Hàm lượng dầu trong bánh dầu được xác định bằng phương pháp chiết Soxhlet theo TCVN 3703:2009 với dung môi là n-hexan. Theo đó, hàm lượng dầu trong bã là tỷ lệ phần trăm của khối lượng chất béo còn lại và khối lượng khô của bánh dầu sau ép. Đơn vị tính là % (w/w).

2.3.2. Chỉ số axit

Chỉ số axit của dầu thô được xác định theo TCVN 2639:1993 với dung dịch chuẩn là KOH 0,1N. Theo đó, chỉ số axit là lượng KOH cần thiết để trung hòa hết axit béo tự do có trong 1 g dầu thô. Đơn vị tính là mg KOH/g.

2.3.3. Chỉ số peroxide

Chỉ số peroxide của dầu thô được xác định theo TCVN 6121:1996. Theo đó, chỉ số peroxide là mili đương lượng peroxide có trong 1 kg dầu. Đơn vị tính là meq/kg.

2.3.4. Độ ẩm bột sau chung sậy

Độ ẩm bột được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở 105 °C.

2.4. Phương pháp xử lý thống kê

Phần mềm quy hoạch thực nghiệm JMP 10.0 được sử dụng để thiết kế thí nghiệm và phân tích thống kê số liệu thực nghiệm ($\alpha = 0,05$) ở thí nghiệm tối ưu hóa. Phần mềm SPSS 20 được dùng để vẽ biểu đồ Shewhart.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô hình hóa điều kiện chung sậy

Sau chung sậy, độ ẩm của bột nguyên liệu trước khi ép dao động trong khoảng 1,24 - 2,73%. Kết quả này phù hợp với số liệu được công bố của nhiều nhà nghiên cứu và các tài liệu về công nghệ sản xuất dầu [3, 4, 12, 13]. Theo đó, độ ẩm của bột sau chung sậy nên nằm trong khoảng 1,5 - 3,0%, ở độ ẩm này dầu dễ dàng thoát ra khi ép và không gây ra hiện tượng bột bị nhão dẫn đến dính chặt vào trục vít của máy ép [2].

Mối quan hệ giữa điều kiện chung sậy và hàm lượng dầu còn lại trong bánh dầu (Y) được trình bày tại Bảng 3 theo giá trị mã hóa của yếu tố thí nghiệm. Theo đó, hàm lượng dầu trung bình còn lại trong bánh dầu dao động trong khoảng 3,30 - 7,09%. Hệ số xác định $R^2 = 0,993$ cho thấy điều kiện chung sậy có thể giải thích được 99,3% sự thay đổi của hàm lượng dầu.

Bảng 3. Ma trận và kết quả thí nghiệm

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y _{thực nghiệm}
-1	-1	-1	-1	6,30 ± 0,14
1	1	-1	-1	5,15 ± 0,07
1	-1	1	-1	4,59 ± 0,17
1	-1	-1	1	5,25 ± 0,07
-1	1	1	-1	7,09 ± 0,01
-1	1	-1	1	3,30 ± 0,04
-1	-1	1	1	3,37 ± 0,33
1	1	1	1	5,53 ± 0,02

Bảng 4 trình bày kết quả kiểm tra tính tương thích của mô hình bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA). Theo đó, trị số $p < 0,0001$ có nghĩa là mô hình tương thích với thực nghiệm ($\alpha = 0,05$). Hay nói cách khác, có ít nhất một yếu tố thí nghiệm ảnh hưởng lên hàm mục tiêu.

Bảng 4. Bảng ANOVA

Nguồn	df	SS	MS	p
Mô hình	7	25,64188	3,66312	< 0,0001
Sai số	8	0,1717	0,02146	
Tổng	15	25,81358		

Cụ thể hơn cần xét đến kết quả tính và kiểm tra ý nghĩa các hệ số của phương trình hồi quy. Bảng 5 thể hiện giá trị ước lượng và trị số p của các hệ số có ý nghĩa ($p < 0,05$). Theo đó, các hệ số b_0, b_2, b_3, b_4 đều có ý nghĩa nên tất cả các yếu tố thí nghiệm được nghiên cứu đều có ảnh hưởng lên hàm mục tiêu. Trong đó, b_4 nhận giá trị âm nên yếu tố nhiệt độ sấy có quan hệ nghịch với hàm mục tiêu, các hệ số b_2, b_3 đều là giá trị dương nên các yếu tố thí nghiệm còn lại cùng có quan hệ thuận với hàm mục tiêu. Ngoài ra, do b_4 có trị tuyệt đối lớn nhất nên yếu tố thời gian sấy (X_4) có ảnh hưởng mạnh nhất lên hàm mục tiêu, ngược lại yếu tố nhiệt độ sấy (X_3) có ảnh hưởng yếu nhất. Đặc biệt, kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ chưng X_1 không ảnh hưởng lên hàm mục tiêu, kết quả này phù hợp với giải thích của một số tác giả [13]. Theo đó, nhiệt độ chưng chính là nhiệt độ hồ hoá và biến tính nhiệt protein trong nguyên liệu; nhiệt độ này trong khoảng 85 - 100 °C đối với đậu phộng và một số hạt đậu khác và trong khoảng này sự thay đổi tính chất khối bột đã biến tính là không đáng kể. Sự thay đổi không đáng kể này có thể là nguyên nhân dẫn đến ảnh hưởng không ý nghĩa thống kê của nhiệt độ chưng (X_1) lên hàm mục tiêu ở nghiên cứu này.

Bảng 5. Giá trị ước lượng và trị số p của các hệ số có ý nghĩa trong phương trình hồi quy

Hệ số	Giá trị ước lượng của hệ số	p
b_0	5,034	< 0,001
b_2	0,183	0,001
b_3	0,109	0,018
b_4	-0,749	< 0,001
b_1*b_3	-0,155	0,003

Như vậy, với các hệ số có nghĩa ở trên; phương trình hồi quy có thể viết như sau:

$$Y = 5,034 + 0,183X_2 + 0,109X_3 - 0,749X_4 - 0,155X_1X_3$$

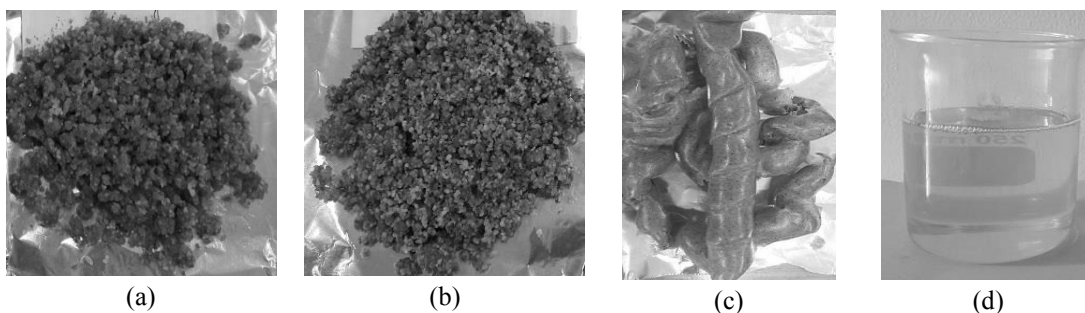
3.2. Tối ưu hóa điều kiện chưng sáy

Yếu tố X_1 được cố định ở 95 °C. Tối ưu hóa được thực hiện theo con đường dốc nhất (Bảng 6), trong đó tiến trình leo dốc gồm 7 bước (7 thí nghiệm). Theo đó, có 5 thí nghiệm theo đường dốc nhất, hàm lượng dầu giảm dần từ thí nghiệm 1 (5,51%) và đạt thấp nhất tại thí nghiệm 4 (3,17%), sau thí nghiệm 5 hàm lượng dầu tăng dần. Như vậy, bước leo dốc thứ 4 là điểm dừng của hàm mục tiêu, tương ứng với điều kiện chưng sáy là $X_2 = 39$ phút, $X_3 = 102$ °C, $X_4 = 50$ phút.

Bảng 6. Kết quả tối ưu hóa hàm lượng dầu còn trong bánh dầu theo đường dốc nhất

Tên	X_2	X_3	X_4	H%	AV (mg KOH/g)	PV (meq/kg)
b_j	0,183	0,109	-0,749			
ΔX_j	5	5	5			
$b_j \Delta X_j$	0,913	0,544	-3,744			
Bước nhảy δ_j	-1,219	-0,726	5			
Làm tròn δ_j	-2	-1	5			
Thí nghiệm 1	45	105	35	5,15	0,312	4,245
Thí nghiệm 2	43	104	40	4,93	0,326	4,911
Thí nghiệm 3	41	103	45	3,87	0,357	5,450
Thí nghiệm 4	39	102	50	3,17	0,355	6,868
Thí nghiệm 5	37	101	55	3,61	0,396	7,189
Thí nghiệm 6	35	100	60	4,76	0,468	7,583
Thí nghiệm 7	33	99	65	5,13	0,484	7,853

Chất lượng dầu thô ở mỗi thí nghiệm leo dốc được đánh giá qua AV và PV. Dầu thô được xem là đạt chất lượng khi $AV \leq 0,4$ mg KOH/g và $PV \leq 7,5$ meq/kg [14]. Qua kết quả thí nghiệm có thể thấy chất lượng dầu giảm dần qua các bước leo dốc, chất lượng dầu bắt đầu không đạt yêu cầu ở thí nghiệm 6 khi cả AV và PV cùng vượt ngưỡng.



Hình 2. Bột đậu phộng sau chưng (a) và sau sấy (b), bánh dầu (c) và dầu thô sau tách cặn (d)

Như vậy, giá trị tối ưu của hàm mục tiêu là 3,17% tại điều kiện chung sấy là $X_2 = 39$ phút, $X_3 = 102$ °C, $X_4 = 50$ phút. Ở điều kiện này cả 2 chỉ số chất lượng đều phù hợp với tiêu chuẩn khi $AV = 0,355$ mg KOH/g và $PV = 6,868$ meq/kg. Hình 2 (a-d) thể hiện các mẫu bán thành phẩm và dầu thô được khai thác ở điều kiện chung sấy tối ưu.

Với hàm lượng dầu thấp nhất còn lại trong bã là 3,17%, chung sấy đã giúp thu hồi dầu triệt để hơn so với mẫu đối chứng (mục 2.2.4) có hàm lượng dầu còn lại trung bình là 7,67%. Kết quả này nhất quán với báo cáo của Jan Willem Veldsink *et al.*, theo đó chung sấy giúp thu hồi dầu tốt hơn so với đối chứng ở cả 2 loại nguyên liệu là hạt cải dầu và hạt hướng dương [7]. Điều này cũng được khẳng định bởi E. Danso-Boateng khi áp dụng chung sấy để tiền xử lý hạt hướng dương trong khai thác dầu bằng phương pháp trích ly với n-hexan [15].

Lý giải cho khả năng nâng cao hiệu quả khai thác dầu, một số tác giả đã đưa ra các giải thích trong báo cáo của mình. Cụ thể, dưới tác dụng của nhiệt và ẩm, protein trong tế bào nguyên liệu biến tính, cắt đứt liên kết giữa protein và các chất keo khác với dầu. Mặt khác, chung sấy còn làm cho khối bột bị hồ hoá, làm yếu liên kết giữa dầu và khối bột ở đầu kỳ nước từ đó giúp tăng cường khả năng thu hồi dầu trong tế bào [3]. Ngoài ra, khả năng thu hồi tăng còn do quá trình này làm giảm độ nhớt, giúp tập trung dầu ra bề mặt nguyên liệu ở dạng các giọt lớn thay vì ở dạng nhũ [2-4, 7, 9].

Ngoài chung sấy, hiện nay kỹ thuật chiếu vi sóng và hồng ngoại cũng được áp dụng để tiền xử lý nguyên liệu bằng phương pháp nhiệt. Hiệu quả của 3 kỹ thuật này đã được Jan Willem Veldsink *et al.* so sánh ở một nghiên cứu trên nguyên liệu hạt cải dầu và hạt hướng dương. Kết quả cho thấy cả chung sấy và vi sóng đều cho hiệu suất thu hồi cao tương tự nhau. Tuy nhiên, xử lý vi sóng cho dầu có chỉ số axit (AV) cao hơn ở chung sấy. Trong khi đó, xử lý hồng ngoại có ưu điểm là tốc độ gia nhiệt nhanh nhưng dễ làm cháy nguyên liệu, dẫn đến gây ra hiện tượng biến mùi ở dầu thô [7].

3.3. Kiểm tra lại điều kiện tối ưu

Từ số liệu thực nghiệm, các giới hạn kiểm soát được tính toán như ở Bảng 7. Kết quả cho thấy: ở điều kiện tối ưu của quá trình chung sấy, hàm lượng dầu còn trong bánh dầu (CL) là 3,049%, tương đương với kết quả tìm ra từ thí nghiệm leo dốc (3,17%).

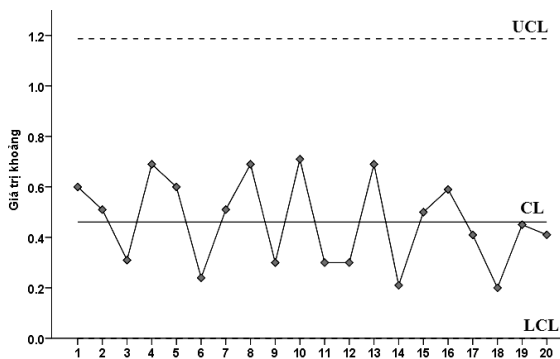
Bảng 7. Kết quả tính toán các giới hạn kiểm soát

	Biểu đồ trung bình	Biểu đồ khoảng
Giá trị trung bình quá trình (CL)	3,094	0,461
Giới hạn kiểm soát dưới (LCL)	2,622	0
Giới hạn kiểm soát trên (UCL)	3,565	1,187
A_2	1,023*	-
D_4	-	2,575*
D_3	-	0*

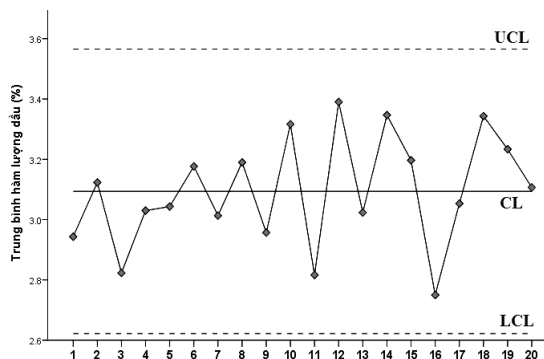
(*) Các giá trị được tra bảng từ cỡ mẫu ($n = 3$), dùng trong tính toán giới hạn kiểm soát [11]

Tính ổn định của quá trình được thể hiện qua biểu đồ khoảng và biểu đồ trung bình mẫu. Biểu đồ khoảng thể hiện tính ổn định của các biến động, giá trị khoảng là hiệu số của giá trị đo lớn nhất và giá trị đo nhỏ nhất trong nhóm mẫu, biểu đồ trung bình chỉ có nghĩa khi biểu đồ khoảng được đánh giá là ổn định [11]. Phân tích biểu đồ khoảng (Hình 3) có thể thấy

rằng các biến động của nhóm mẫu đều nằm trong giới hạn kiểm soát hay nói cách khác, các biến động của quá trình là “ổn định”.



Hình 3. Biểu đồ khoảng



Hình 4. Biểu đồ trung bình mẫu

Sự thay đổi của trung bình hàm lượng dầu ở các nhóm mẫu theo thời gian được thể hiện ở biểu đồ trung bình (Hình 4). Dựa trên quy tắc 3 σ có thể thấy không có giá trị trung bình mẫu nào vượt ra ngoài giới hạn kiểm soát, hay sự thay đổi của giá trị trung bình hoàn toàn do nguyên nhân ngẫu nhiên.

Tóm lại, từ các kết quả kiểm tra tính ổn định ở điều kiện tối ưu bằng biểu đồ Shewhart ở trên, có thể khẳng định được rằng quá trình chưng sây trong hệ thống ép nhiệt làm việc ổn định. Giá trị hàm mục tiêu trung bình đo được khi kiểm tra tương đương với giá trị đo được ở thí nghiệm tối ưu hóa.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã thành công trong việc tối ưu hóa công đoạn tiền xử lý nguyên liệu đậu phộng bằng kỹ thuật chưng sây trong khai thác dầu động phộng bằng phương pháp ép vít. Các thông số thời gian chưng, nhiệt độ sây và thời gian sây đều ảnh hưởng lên hiệu quả khai thác dầu, thông số nhiệt độ chưng không ảnh hưởng. Điều kiện chưng sây tối ưu là thời gian chưng 39 phút, nhiệt độ sây 102 °C, thời gian sây 50 phút. Ở điều kiện này, hiệu quả khai thác đạt cao nhất và chất lượng dầu thô đạt yêu cầu về chất lượng. Điều kiện chưng sây tương thích với một mô hình bậc nhất với $R^2 = 0,993$. Mô hình hồi quy này giúp cho việc điều khiển quá trình được nhanh chóng và tương đối chính xác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Dinh dưỡng - Bảng thành phần thực phẩm Việt Nam, Nhà xuất bản Y học, 2007.
2. Gunstone F. D. - Vegetable oils in food technology, USA: CRC Press LLC, 2002.
3. Savoie R., Lanoisellé J. L., Vorobiev E. - Mechanical continuous oil expression from oilseeds: A Review, Food and Bioprocess Technology **6** (1) (2013) 1-16.
4. Shahidi F. - Edible oil and fat products: processing technologies, in Bailey's industrial oil and fat products (ed. F. Shahidi) Vol.5, John Wiley & Sons, Inc., 2005.
5. Jun-Jun Liu *et al.* - Enzyme-assisted extraction processing from oilseeds: Principle, processing and application, Innovative Food Science and Emerging Technologies **35** (2016) 184–193.
6. Weiss J., Feng H., Gustavo V. Barbosa-Cánovas. - Ultrasound technologies for food and bioprocessing, New York: Springer, 2011.

7. Willem Veldsink *et al.*, Heat pretreatment of oilseeds: effect on oil quality, *European Journal of Lipid Science and Technology* **101** (1999) 244–248.
8. Carr R. A. - Oilseeds processing, In: *Technology and solvents for extracting oilseeds and nonpetroleum oils*, Champaign: AOCS Press (1997) 101-120.
9. Muhammad Aamir *et al.* - Ohmic heating treatment for Gac aril oil extraction: Effects on extraction efficiency, physical properties and some bioactive compounds. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **41** (2017) 224–234.
10. Cảnh N. - Quy hoạch thực nghiệm, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2016.
11. Montgomery D. C. - *Introduction to statistical quality control* **6**, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
12. Dunford N. - Oil and oilseed processing I, *Food Technology Fact Sheet* **158**, Robert M. Kerr Food & Agricultural Products Center, 2008.
13. Lộc N. Q. - *Kỹ thuật ép dầu và chế biến dầu, mỡ thực phẩm*, NXB Khoa học và Kỹ thuật (1993).
14. Branson A. - GB1534-2003 Peanut oil standard G/TBT/N/CHN/24, in CH4025, U.F.A. Service, Beijing, 2004.
15. Danso-Boateng E. - Effect of enzyme and heat pretreatment on sunflower oil recovery using aqueous and hexane extractions, *World Academy of Science, Engineering and Technology* **5** (8) (2011) 686-692.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF COOKING AND DRYING CONDITIONS FOR PEANUT OIL EXTRACTION BY HIGH TEMPERATURE SCREW PRESSING AT LABORATORY SCALE

Nguyen Huu Quyen*, Tien Tien Nam, Mac Xuan Hoa, Dang Minh Tri
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: quyennh@cntp.edu.vn

The influence of cooking and drying conditions in the extraction of peanut oil by high temperature pressing was investigated by fractional factorial design. The experiment factors were the cooking temperature (90-100 °C), cooking time (40 - 50 minutes), drying temperature (100 - 110 °C), drying time (30 - 40 minutes), the response was concentration of residual oil in the oil cake (%). Optimum conditions of cooking and drying were determined by method of steepest descent. Experimental results showed that the cooking temperature had no significant influence on the response. The response was minimum of 3.17% cooking time of 39 minutes, drying temperature of 102 °C, drying time of 50 minutes. The quality of crude oil met Peanut Oil Standard (GB1534-2003). The optimal conditions were then verified over 20 sample subgroups and the process was evaluated for stability using the Shewhart diagram based on the response measurement. Results of the analysis on the Shewhart diagram showed that the process mean (3.049%) was equivalent to the optimal value determined by the method of steepest descent (3.17%). All 20 subgroups were within control limits.

Keywords: Cooking and drying, high temperature pressing, method of steepest descent, oil extraction, optimization, peanut oil.