

TỐI ƯU HOÁ ĐIỀU KIỆN ÉP DẦU TỪ PHẦN ĐẦU VÀ PHỤ PHẨM PHẦN BỤNG CÁ HỒI BẰNG PHƯƠNG PHÁP ÉP KIỂU VÍT VỚI SỰ HỖ TRỢ CỦA SÓNG VI BA

Dương Văn Luân¹, Kha Chấn Tuyên²

^{1,2} Khoa Công Nghệ Thực Phẩm, Trường Đại Học Nông Lâm TP. HCM

² khachantuyen@hcmuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 3/6/2018, Ngày duyệt đăng: 13/6/2018

Tóm tắt

Trong công nghiệp chế biến phi lê cá hồi, lượng phụ phẩm thải ra tương đối lớn và không được sử dụng hiệu quả. Phần đầu cá sau khi phi lê và phụ phẩm phần bụng cá hồi chiếm khoảng 18% lượng phụ phẩm và hàm lượng dầu tương đối cao (20%) và có giá trị dinh dưỡng rất cao. Do vậy, việc tận dụng phụ phẩm để chế biến thành sản phẩm dầu cá bằng phương pháp tiên tiến nhằm nâng cao hiệu suất ép và chất lượng dầu là rất cần thiết.

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát các mức công suất sấy vi ba (495, 630 và 900 W) đến hiệu suất và chất lượng dầu ép. Kết quả cho thấy hiệu suất thu hồi dầu cá có xu hướng tăng dần và ở công suất 900 W cho hiệu suất thu hồi cao nhất và chất lượng dầu tốt. Qua khảo sát các mức ẩm độ của nguyên liệu sau sấy vi ba (15%, 20% và 25%), cho thấy hiệu suất ép cao nhất tại ẩm độ 25% (81,13%). Kết quả thí nghiệm sơ bộ cũng xác định tốc độ quay của trục vít có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất ép. Kết quả tối ưu hoá điều kiện ép cho thấy hiệu suất ép đạt cực đại và các chỉ số chất lượng nằm trong giới hạn cho phép khi tốc độ trục vít là 9 vòng/phút và ẩm độ nguyên liệu trước ép là 22,5%. Ở các điều kiện ép tối ưu này, hiệu suất ép đạt tối ưu là 84,2%, và dầu cá hồi có chỉ số peroxit (0,35 meqO₂/kg), chỉ số xà phòng hoá (188,1 mgKOH/g), chỉ số axit (3,5 mgKOH/g) và ẩm độ dầu (0,89%), đạt chất lượng tốt.

Từ khóa: dầu cá hồi, cá hồi, sấy vi ba, máy ép kiểu vít

Optimization of microwave drying assisted screw press conditions for oil from salmon head and belly flap

Abstract

In the salmon fillet processing industry, the amount of by-product is relatively high and is not used effectively. Salmon head and belly flap account for about 18% of by-products which have relatively high oil content (20%) and high nutritional value. Therefore, utilization of by-products for the processing of high quality of fish oil product is desirable. This study aimed to determine the most suitable processing conditions to enhance the yield and quality of the resultant salmon oil.

This study investigated the effect of microwave power levels (495, 630 and 900 W) on the oil yield and quality. The results showed that salmon oil yield tended to increase and at the microwave powder of 900 W gave the high oil yield with good quality. Different moisture contents (15%, 20% and 25%) of the salmon head and belly flap prior to press was also investigated. The preliminary results indicated that the high oil yield was obtained when the moisture content was about 25%. The preliminary results also indicated that the rotation speed of the screw had a significant effect on the oil yield. The graphical optimization was adopted and it predicted the optimal press conditions including rotation speed of 9 rpm and moisture content of 22,5%. Under such conditions, the highest oil yield (84,2%) and good quality parameters including peroxide value (0,35 meqO₂/kg), saponification value (188.1 mgKOH/g), acid value (3,5 mgKOH/g) and moisture content (0.89%) were predicted and confirmed.

Keywords: salmon oil, salmon, microwave drying, screw press

1. Đặt vấn đề

Trong công nghiệp chế biến thủy sản, lượng phụ phẩm thải ra từ các cơ sở chế biến phi lê

là rất lớn, chiếm từ 50% đến 75% (Guérard và cộng sự, 2005). Hằng năm, lượng đánh bắt cá hồi tươi tại vùng biển Alaska khoảng 300.000

tấn và lượng dầu cá hồi khoảng 50.000 tấn (Sathivel và cộng sự, 2005). Qua khảo sát sơ bộ, tại một công ty chế biến phi lê cá hồi ở Việt Nam, khối lượng phần đầu và phụ phẩm phần bụng cá hồi là khoảng 30 tấn/tháng, tương đối cao. Do vậy, nếu tận dụng được lượng phụ phẩm thải ra bằng phương pháp chế biến hiệu quả là điều rất cần thiết, đem lại hiệu quả kinh tế cao, làm tăng giá trị cho phụ phẩm cá hồi.

Đầu cá được biết đến là nguồn giàu axit béo không bão hòa đa (PUFAs), trong đó chủ yếu là axit eicosapentaenoic (EPA) và axit docosahexaenoic (DHA) đã được công nhận là có ảnh hưởng tích cực đối với sức khỏe của con người. Các axit béo có vai trò trong phòng chống các bệnh tim mạch và giảm các vấn đề về sức khỏe khác.

Sản xuất dầu bằng phương pháp ép cơ học thường được áp dụng cho những nguyên liệu có hàm lượng dầu cao (Terigar và cộng sự, 2011) với những ưu điểm đáng kể như cho chất lượng dầu tốt, bảo toàn được những tính chất tự nhiên, hoàn toàn không có dung môi độc hại, giá thành thiết bị không cao, vận hành đơn giản, an toàn (Oyinlola và cộng sự, 2004). Tuy nhiên, phương pháp ép truyền thống cho hiệu suất thu hồi dầu thấp, nhỏ hơn 70% (Owolarafe và cộng sự, 2007). Do vậy, để nâng cao hiệu suất ép dầu, các phương pháp tiên xử lý hiệu quả trước khi ép cần nghiên cứu.

Các công trình nghiên cứu trên thế giới cho thấy tác dụng của sóng vi ba trong việc làm gia tăng hiệu suất thu hồi dầu và nâng cao chất lượng dầu từ các nguyên liệu khác nhau như quả óc chó (Uquiche và cộng sự, 2008); dầu hạt cải dầu (Azadmard - Damirchi và cộng sự, 2010), dầu gấc (Kha và cộng sự, 2013) và dầu cá trê (Chimsook và cộng sự, 2015). Ứng dụng sóng vi ba và kết hợp với phương pháp ép kiểu vít để cải thiện hiệu quả cho quá trình ép.

Vì thế, mục tiêu của nghiên cứu là xác định công suất sấy vi ba, ẩm độ nguyên liệu và số vòng quay trục ép thích hợp nhằm nâng cao hiệu suất ép và đảm bảo chất lượng dầu cá từ phụ phẩm trong chế biến phi lê cá hồi.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Nguyên vật liệu

Đầu cá hồi và phần bụng cá sau khi phi lê được mua một lần tại công ty Sài Gòn Food. Nguyên liệu được làm sạch, cắt nhỏ với độ dày

tương đương khoảng 1 cm và được đóng gói trong bao PE (450 g ± 20) và được bảo quản lạnh đông ở $-18^{\circ}\text{C} \pm 3$.

Các hoá chất bao gồm axit acetic, chloroform 99%, hồ tinh bột, nước cất, natri thiosulfate $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ether petroleum, KI, diethylether, ethanol, kali hydroxyt và dung dịch phenolphthalein được mua từ các cửa hàng hoá chất tại Tp. Hồ Chí Minh và có xuất xứ từ Đức.

Các thiết bị chính sử dụng trong nghiên cứu bao gồm lò vi ba (Panasonic NN-9853) và máy ép kiểu vít quy mô phòng thí nghiệm (công ty Shanghai Donxe Industrial, Trung Quốc).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình ép dầu cá hồi

Quá trình ép dầu từ đầu cá hồi có sự hỗ trợ của sấy vi ba được thực hiện tại Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM. Đầu cá hồi và phần bụng đông lạnh được rã đông và sấy vi ba ở các công suất sấy khác nhau. Sau khi sấy đạt được ẩm độ cần thiết, nguyên liệu được đem ép bằng máy ép kiểu vít ở các tốc độ quay của trục vít khác nhau. Dầu cá được ly tâm ở tốc độ 7000 vòng/phút, bảo quản ở nhiệt độ -18°C và phân tích các chỉ tiêu chất lượng.

Ảnh hưởng của công suất sấy vi ba đến hiệu suất và chất lượng dầu ép

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố với 3 lần lặp lại. Công suất sấy xử lý vi ba được khảo sát bao gồm 495, 630 và 900W. Các nguyên liệu được sấy đến độ ẩm khoảng 30%. Chỉ tiêu theo dõi bao gồm hiệu suất ép, chỉ số peroxit (PV), chỉ số axit, và chỉ số xà phòng.

Ảnh hưởng của ẩm độ của nguyên liệu đến hiệu suất và chất lượng dầu ép

Sau khi xác định được công suất sấy vi ba thích hợp, các ẩm độ nguyên liệu trước khi ép được khảo sát ở các mức 15, 20 và 25%. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố với 3 lần lặp lại. Chỉ tiêu theo dõi bao gồm hiệu suất ép, chỉ số peroxit, chỉ số axit, và chỉ số xà phòng.

Ảnh hưởng của tốc độ quay của trục vít đến hiệu suất trích ly dầu

Nguyên liệu được tiến hành ép ở các mức tốc độ khác nhau (vòng/phút), nhằm xác định tốc độ của trục phù hợp để trích ly dầu cho hiệu suất cao. Số vòng quay của trục được khảo sát ở các

mức 6, 8, 10, 12 và 14 vòng/phút. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố với 3 lần lặp lại. Chỉ tiêu theo dõi là hiệu suất ép dầu.

Tối ưu hoá điều kiện trích ly

Phương pháp bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology, RSM) được sử dụng để tối ưu hoá điều kiện trích ly với chỉ tiêu đánh giá bao gồm hiệu suất ép, chỉ số peroxít, chỉ số xà phòng, chỉ số axit và ẩm độ dầu ép. Mức độ của các điều kiện ép như tốc độ quay của trục vít (X_1 , vòng/phút) và ẩm độ nguyên liệu trước khi ép (X_2 , %) dựa vào kết quả của các thí nghiệm sơ bộ. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu CCD (Central Composite Design).

Phương trình hồi quy có dạng:

$$Y_i = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + a_{12}X_1X_2$$

Trong đó Y_i là các chỉ tiêu khảo sát, a_0 là hằng số, a_i, a_{ii}, a_{ij} là hệ số tuyến tính, bậc hai và tương tác của phương trình đa thức bậc hai tương ứng. X_i, X_j là các cấp độ của các biến độc lập.

Phương pháp phân tích

Hiệu suất ép

Hiệu suất ép dầu (%) được xác định là tỉ lệ phần trăm giữa khối lượng dầu thu được (g) và lượng dầu có trong nguyên liệu ban đầu (g). Dầu có trong nguyên liệu được xác định bằng phương pháp Soxhlet.

Chỉ số peroxít (PV)

Chỉ số peroxít (mg O_2 /kg) của dầu ép được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6121:2010 (ISO 3960:2007).

Chỉ số axit (AV)

Chỉ số axit (mgKOH/g) của dầu ép được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6127:2010 (ISO 660:2009).

Chỉ số xà phòng (SV)

Chỉ số xà phòng (mgKOH/g) của dầu ép được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6126:1996 (ISO 3657:1988).

Ẩm độ của dầu

Ẩm độ (%) của dầu ép được xác định bởi tỷ lệ giữa độ giảm khối lượng dầu khi sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi đối với khối lượng dầu ban đầu.

2.2.6. Xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được xử lý thống kê bằng phần mềm JMP 13.0 và vẽ đồ thị bằng Excel 2011.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của công suất sấy vi ba đến hiệu suất ép và chất lượng dầu ép

Ảnh hưởng của công suất xử lý vi ba lên hiệu suất thu hồi dầu được khảo sát ở 3 mức công suất: 495, 630 và 900 W. Kết quả được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của công suất vi ba lên hiệu suất ép và chất lượng dầu ép

Chỉ tiêu theo dõi	Công suất vi ba (W)		
	495	630	900
Hiệu suất thu hồi (%)	67,28 ^c ± 0,72	68,71 ^b ± 0,29	71,37 ^a ± 0,68
Ẩm độ dầu ép (%)	0,77 ^b ± 0,06	1,34 ^a ± 0,15	0,79 ^b ± 0,01
PV (mg O_2 /kg)	0,06 ^b ± 0,016	0,22 ^a ± 0,01	0,22 ^a ± 0,01
AV (mgKOH/kg)	2,26 ^c ± 0,12	2,52 ^b ± 0,09	2,95 ^a ± 0,05
SV (mgKOH/g)	186,44 ^a ± 1,11	185,47 ^a ± 2,02	183,51 ^a ± 3,01

Các ký tự khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$)

Kết quả xử lý thống kê cho thấy công suất xử lý vi ba ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất thu hồi dầu ($p < 0,001$). Hiệu suất thu hồi cao nhất ở công suất 900 W (71,37%) và thấp nhất ở 495 W (67,28%). Hiệu suất thu hồi có xu hướng tăng dần khi công suất tăng từ 495 W đến 900 W. Khi xử lý vi ba ở công suất cao thì năng lượng vi ba lớn nên có sự tác động mạnh mẽ lên nguyên liệu, qua đó nhiều tế bào chứa

dầu bị phá vỡ tạo điều kiện cho dầu thoát ra dễ dàng trong quá trình ép. Đồng thời, xử lý vi ba ở công suất cao giúp rút ngắn thời gian xử lý, do đó sẽ giảm thiểu được sự thất thoát dầu trong quá trình sấy và quá trình ép. Dầu cá hồi có hàm lượng nước cao (khoảng 60%) nên chịu sự tác động mạnh mẽ của vi ba, nhiệt độ nguyên liệu tăng nhanh giúp nước trong nguyên liệu bay hơi làm khô nguyên liệu và dưới tác động của vi ba

các tế bào bị phá vỡ giúp cho quá trình ép dầu dễ dàng hơn. Theo Uquiche và cộng sự (2008), nguyên liệu có hàm lượng nước cao sẽ chịu sự tác động mạnh mẽ của vi ba.

Việc gia tăng công suất xử lý vi ba sẽ giúp cải thiện hiệu suất thu hồi dầu nhưng cũng làm tăng nhiệt độ của nguyên liệu trong suốt quá trình xử lý. Khi nhiệt độ đạt đến mức độ nhất định sẽ gây ra hiện tượng oxy hoá và làm giảm chất lượng dầu ép. Kết quả phân tích Bảng 1 cho thấy khi tăng công suất xử lý vi ba thì các chỉ tiêu chất lượng cũng tăng theo. Tuy nhiên, thông qua các chỉ số cho thấy dầu vẫn đạt chất lượng tốt khi xử lý vi ba ở 3 mức công suất khác nhau khi so sánh với các chỉ tiêu về chất lượng dầu cá hồi thô của Pando và cộng sự (2014).

Chỉ số PV và AV là các chỉ số đo lường chất lượng dầu. Chỉ số PV đo lường hàm lượng hydroperoxit trong dầu được thành bởi phản ứng giữa oxy và axit béo không no. Chỉ số AV đo lường hàm lượng axit béo tự do có trong dầu. Kết quả xử lý thống kê cho thấy có sự khác biệt về chỉ số PV và AV khi nguyên liệu được sấy ở các công suất vi ba khác nhau. Khi công suất sấy tăng, nhiệt độ sẽ tăng, dầu có chứa nhiều axit béo không no nên dễ bị oxy hoá. Khi dầu tiếp xúc với không khí cũng có thể gây ra các biến đổi về mặt hoá lý làm dầu bị biến chất dẫn đến làm tăng chỉ số PV và AV (Nguyễn Quang

Lộc, 1993).

Chỉ số SV đo lường các gốc có tính kiềm trong dầu và được sử dụng để dự đoán loại glycerit trong dầu. Thông thường, dầu mỡ có chỉ số xà phòng hoá vào khoảng 170 - 260 (mgKOH/g). Chỉ số xà phòng hoá cao chứng tỏ trong dầu mỡ có chứa nhiều axit béo phân tử lượng thấp và ngược lại. Theo kết quả Bảng 1, chỉ số xà phòng hoá của dầu cá hồi sự dao động trong khoảng 183 - 187 nên nhận định dầu có chứa nhiều axit béo phân tử lượng thấp.

Ấm độ dầu ép cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến khả năng bảo quản của dầu. Bảng 1 cho thấy ẩm độ của dầu ép có sự khác biệt ở 3 mức công suất khác nhau. Dựa vào các chỉ tiêu đánh giá, kết quả đánh giá cho thấy công suất 900 W cho hiệu suất thu hồi cao nhất và chất lượng dầu tốt.

3.2 Ảnh hưởng của ẩm độ nguyên liệu trước khi ép đến hiệu suất và chất lượng dầu ép

Ấm độ của nguyên liệu là yếu tố đóng vai trò quan trọng đối với hiệu quả của quá trình ép. Về mặt lý thuyết, ẩm độ càng thấp thì hiệu suất ép càng tăng và còn tùy thuộc vào loại nguyên liệu cũng như các yếu tố xử lý mà sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi dầu. Ảnh hưởng của ẩm độ nguyên liệu sau xử lý vi ba lên hiệu suất thu hồi dầu đã được khảo sát ở 3 mức ẩm độ 15%, 20%, 25%. Kết quả được trình bày qua Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của ẩm độ nguyên liệu trước khi ép đến hiệu suất và chất lượng dầu ép

Chỉ tiêu theo dõi	Ấm độ nguyên liệu sau xử lý vi ba (%)		
	15	20	25
Hiệu suất thu hồi (%)	73,98 ^c ± 0,57	76,61 ^b ± 1,03	81,13 ^a ± 0,34
Ấm độ dầu ép (%)	0,73 ^c ± 0,05	0,85 ^b ± 0,02	0,94 ^a ± 0,04
PV (meqO ₂ /kg)	1,58 ^a ± 0,03	0,29 ^b ± 0,02	0,23 ^c ± 0,02
AV (mgKOH/g)	3,89 ^a ± 0,04	3,45 ^b ± 0,08	3,12 ^c ± 0,03
SV (mgKOH/g)	182,42 ^a ± 1,15	182,85 ^a ± 2,23	182,56 ^a ± 1,63

Các ký tự khác nhau đi kèm theo mỗi số liệu cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$)

Theo kết quả Bảng 2, ẩm độ của nguyên liệu trước khi ép ảnh hưởng có ý nghĩa đến hiệu suất ép và chất lượng dầu ép. Hiệu suất thu hồi cao nhất ở ẩm độ 25% và có xu hướng giảm khi giảm ẩm độ của nguyên liệu trước khi ép. Việc giảm ẩm ảnh hưởng trực tiếp đến việc phá vỡ

cấu trúc màng tế bào cũng như hiệu quả của quá trình ép. Ẩm độ của nguyên liệu là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của quá trình ép. Nếu lượng ẩm trong nguyên liệu cao thì quá trình ép chỉ thu được dịch mà không thu được dầu, hiệu suất ép

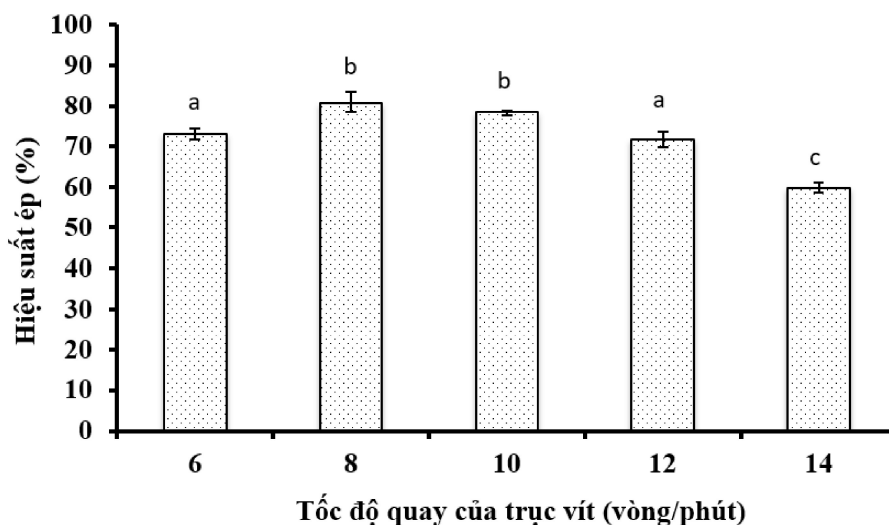
thấp. Đồng thời, khi ép dầu cá ở âm độ cao sẽ làm giảm hiệu suất thu hồi dầu do hàm lượng dầu còn cao trong bã và sự thất thoát sau quá trình ly tâm tách dầu. Vì thế, việc xử lý vi ba giúp đưa nguyên liệu về một âm độ thích hợp dưới tác động của vi ba là cần thiết, giúp cho màng tế bào bị phá vỡ một phần tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình ép (Uquiche và cộng sự, 2008).

Trong nghiên cứu này, hiệu suất thu hồi có xu hướng tăng khi âm độ của nguyên liệu giảm, từ 30 xuống 25%. Tuy nhiên, nếu tiếp tục giảm âm độ của nguyên liệu thì hiệu suất ép bị giảm. Ngoài ra, chất lượng dầu cũng sẽ giảm đi nếu tiếp tục giảm âm độ, do thời gian tiếp xúc với không khí và nhiệt độ cao kéo dài. Chỉ số peroxit tăng khi âm độ của nguyên liệu giảm sau quá trình xử lý vi ba. Khi âm độ nguyên liệu giảm, dầu tiếp xúc với nhiệt trong thời gian dài và do dầu cá hồi thô còn chứa nhiều tạp chất nên xảy ra các quá trình biến đổi về mặt hoá lý như quá trình oxy hoá, ôi hoá, sự thủy phân chất béo bởi vi sinh vật từ đó làm giảm chất lượng

dầu. Mặc dù vậy, chỉ số peroxit ở các mức âm độ xử lý nằm trong mức cho phép. Tương tự, chỉ số AV cũng có xu hướng tăng khi giảm âm độ sau xử lý vi ba, tuy nhiên vẫn nằm trong mức cho phép. Chỉ số SV đo được khoảng 182 mg KOH/g, cho thấy dầu cá có chứa nhiều axit béo phân tử lượng thấp. Từ những kết quả trên, nhận thấy âm độ của nguyên liệu đạt 25% sau xử lý vi ba cho hiệu suất thu hồi cao nhất và dầu cá ép được vẫn giữ được chất lượng tốt.

3.3. Ảnh hưởng của tốc độ quay trục vít đến hiệu suất ép

Ngoài yếu tố quan trọng là chiều dài nén ảnh hưởng đến hiệu suất ép, tốc độ quay của trục cũng là yếu tố quan trọng cần phải xác định. Việc xác định trục quay là cần thiết sao cho hiệu suất ép là cao nhất. Ảnh hưởng của tốc độ quay của trục đến hiệu suất ép đã được nghiên cứu. Các tốc độ quay của trục được nghiên cứu bao gồm 6, 8, 10, 12 và 14 vòng/phút. Kết quả ảnh hưởng của tốc độ quay được trình bày qua Hình 1.



Hình 1. Ảnh hưởng tốc độ quay của trục vít đến hiệu suất ép

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng tốc độ quay từ 6 đến 10 vòng/phút thì hiệu suất ép dầu cá, nhưng tiếp tục tăng thì tốc độ trục ép bị giảm đáng kể. Nhìn chung, nếu tốc độ trục quay quá lớn thì hiệu suất ép dầu đều bị giảm. Nguyên nhân chính là do tốc độ quay có liên quan đến lực nén trên chiều dài trục nén thấp khi tốc độ

quay cao, làm cho lượng dầu thoát ra ít hơn dẫn đến hiệu suất giảm. Khi tốc độ quay của trục quá chậm dẫn đến thời gian nén trên trục kéo dài và các tế bào dính kết vào nhau, do vậy trục nén không thể nén và lực không trải đều trên cả chiều dài của trục nén. Đồng thời nhiệt sinh ra lớn trong suốt thời gian dài nén, làm cho thất

thoát dầu có thể tăng cao (Akkarachaneeyakorn và cộng sự, 2015). Do vậy, tốc độ quay của trục nên là khoảng 8 đến 10 vòng/phút để thu được hiệu suất ép dầu là cao nhất.

3.4. Tối ưu hoá điều kiện ép dầu

Bảng 3 thể hiện ảnh hưởng của các điều kiện ép dầu cá hồi (tốc độ quay của trục ép và ẩm độ nguyên liệu trước khi ép) đến hiệu suất ép (Y_1), chỉ số peroxit (Y_2), chỉ số xà phòng hoá (Y_3), chỉ số axit (Y_4) và ẩm độ dầu ép (Y_5). Kết quả phân tích thống kê cho thấy điều kiện ép ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu khảo sát với giá trị R^2 cao ($R^2 > 0,95$; $P < 0,001$). Phương trình bậc 2 có

thể biểu diễn được mối quan hệ giữa điều kiện ép và các chỉ tiêu khảo sát. Các phương trình cụ thể xác định được như sau:

$$Y_1 = 84,2 + 0,08X_1 + 0,29X_2 + 0,35X_1X_2 - 0,65 X_1^2 - 0,80 X_2^2$$

$$Y_2 = 0,35 + 0,002X_1 - 0,01X_2 + 0,001X_1X_2 - 0,001X_1^2 - 0,002X_2^2$$

$$Y_3 = 188,10 + 0,20X_1 - 1,27X_2 - 0,13X_1X_2 - 0,004X_1^2 - 0,10X_2^2$$

$$Y_4 = 3,50 + 0,009X_1 + 0,067X_2 - 0,013X_1X_2 + 0,02X_1^2 + 0,02 X_2^2$$

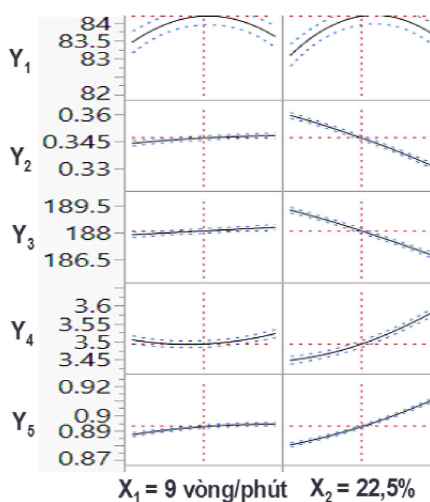
$$Y_5 = 0,893 + 0,004X_1 + 0,015X_2 + 0,004X_1X_2 - 0,002X_1^2 + 0,003 X_2^2$$

Bảng 3. Ảnh hưởng của điều kiện trích ly đến hiệu suất và chất lượng dầu ép

STT	X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
1	8	22,5	82,32	0,34	187,82	3,53	0,883
2	8	20,0	83,12	0,36	188,92	3,44	0,881
3	8	25,0	83,03	0,33	186,71	3,61	0,901
4	9	19,0	82,02	0,36	189,62	3,45	0,875
5	9	22,5	84,2	0,35	188,10	3,50	0,893
6	9	26,0	82,8	0,33	185,94	3,63	0,921
7	10	20,0	82,18	0,36	189,76	3,49	0,879
8	10	25,0	83,5	0,33	187,04	3,61	0,916
9	10	22,5	83,1	0,35	188,14	3,54	0,894

X_1 : Tốc độ quay (vòng/phút); X_2 : Độ ẩm mẫu (%); Y_1 : hiệu suất ép; Y_2 : chỉ số peroxit (meqO2/Kg); Y_3 : chỉ số xà phòng hóa (mg KOH/g); Y_4 : Chỉ số axit (mg KOH/g); Y_5 : Ẩm độ dầu (%)

Hình 2 biểu diễn mối quan hệ giữa các điều kiện ép (tốc độ quay của trục và độ ẩm nguyên liệu trước khi ép) đến các chỉ tiêu theo dõi (Y_i). Kết quả phân tích phương sai cho thấy các mô hình phương trình bậc hai đã được mô tả đầy đủ tác động của các biến vào những chỉ tiêu khảo sát. Để tối ưu hóa các điều kiện, các tiêu chí quan trọng để có đạt hiệu quả từ quá trình nghiên cứu là hiệu suất đạt được cao nhất và các chỉ số vẫn nằm trong giới hạn chất lượng của dầu theo qui định. Theo kết quả trong Hình 2, khi tăng tốc độ và độ ẩm nguyên liệu lên thì hiệu suất cũng tăng và đạt hiệu suất lớn nhất khi X_1 đạt vận tốc 9 vòng/phút và X_2 có độ ẩm 22,5%. Khi tốc độ trục quay tăng lớn hơn 9 vòng/phút thì hiệu suất giảm xuống, tương tự như độ ẩm khi độ ẩm từ 22,5% - 25% thì hiệu suất ép giảm.



Hình 2. Dự đoán về hiệu suất ép (Y_1), chỉ số peroxit (Y_2), chỉ số xà phòng (Y_3), chỉ số axit (Y_4) và ẩm độ dầu (Y_5) chịu ảnh hưởng của tốc độ quay (X_1) và độ ẩm nguyên liệu (X_2)

Để thăm tra tính phù hợp của mô hình, điều kiện ép tối ưu (tốc độ quay, độ ẩm nguyên liệu) được tiến hành khảo sát thực tế và các giá trị chất lượng được đo lường. Kết quả thu được trình bày qua Bảng 4. Kết quả phân tích thống kê cho thấy không có sự khác biệt giữa giá trị

dự đoán và giá trị thực nghiệm ($P > 0,05$). Do vậy có thể kết luận phương trình hồi quy bậc 2 hoàn toàn phù hợp và được sử dụng để dự đoán ảnh hưởng của tốc độ quay của máy và độ ẩm nguyên trước khi ép tới hiệu suất ép dầu.

Bảng 4. Kết quả dự đoán và thực tế của hiệu suất ép và các chỉ tiêu chất lượng dầu cá hồi

Hiệu suất (%)		Chỉ số peroxit (meqO ₂ /kg)		Chỉ số xà phòng (mg KOH/g)		Chỉ số axit (mg KOH/g)		Âm độ (%)	
Dự đoán	Thực nghiệm	Dự đoán	Thực nghiệm	Dự đoán	Thực nghiệm	Dự đoán	Thực nghiệm	Dự đoán	Thực nghiệm
83,95	84,20	0,346	0,347	187,97	188,10	3,49	3,52	0,89	0,82

4. Kết luận và đề nghị

Trong nghiên cứu này, công suất sấy vi ba và ẩm độ nguyên liệu dầu cá hồi trước khi ép đã được xác định. Kết quả sơ bộ cho thấy, hiệu suất ép đạt được cao nhất khi sử dụng công suất sấy vi ba là 900 W và ẩm độ nên khoảng 20-25%. Ngoài ra, tốc độ quay của trục vít ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất ép, tốc độ của trục vít nên khoảng từ 8 - 10 vòng/phút. Kết quả tối ưu hoá điều kiện ép dựa vào các thí nghiệm sơ bộ cho thấy hiệu suất ép đạt cực đại và các chỉ số chất lượng nằm trong giới hạn cho phép khi tốc độ trục vít là 9 vòng/phút và ẩm độ nguyên liệu trước ép là 22,5%. Ở các điều kiện ép tối ưu này, hiệu suất ép đạt tối ưu là 84,2%, và dầu cá hồi có chỉ số peroxit (0,35 meqO₂/kg), chỉ số xà phòng hoá (188,1 mgKOH/g), chỉ số axit (3,5 mgKOH/g) và ẩm độ dầu (0,89%) đạt được chất lượng tốt.

Trong các nghiên cứu tiếp theo cần xác định các điều kiện xử lý như giảm ẩm độ của dầu cá xuống mức thấp nhất để kéo dài thời gian bảo quản. Nghiên cứu ứng dụng dầu cá vào các sản phẩm như công nghệ vi bao dầu cá là cần thiết.

Tài liệu tham khảo

Akkarachaneeyakorn, S., Boonrattanakom, A., Pukpin, P., Rattanawaraha, S. and Khantaphant, S. (2015). Optimization of Oil Extraction from Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) Aril Using a Screw Press. *Chiang Mai University Journal*

of Natural Sciences. 14 (3), pp. 257-268.

- Azadmard-Damirchi, S., Habibi-Nodeh, F., Hesari, J., Nemati, M. and Achachlouei, B. F. (2010). Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food Chemistry*, 121 (4), pp. 1211-1215.
- Chimsook, T. and Wannalangka, W. (2015). Effect of Microwave Pretreatment on Extraction Yield and Quality of Catfish Oil in Northern Thailand. *MATEC Web of Conferences*, 35, 04001. doi: 10.1051/mateconf/20153504001
- Guérard F., Sellos D. and Le Gal Y. (2005). Fish and shellfish upgrading, traceability. In: *Adv. Biochem. Engin. / Biotechnol (edited by R. Ulber & Y. Le Gal)*. pp. 127-163. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Kha T. C., Nguyen M. H., Roach P. D. and Stathopoulos C.E. (2013). Effects of Gac aril microwave processing conditions on oil extraction efficiency, and β -carotene and lycopene contents. *Journal of Food Engineering*, 117 (4), pp. 486-491.
- Nguyễn Quang Lộc, Lê Văn Thạch và Nguyễn Nam Vinh, (1993). *Kỹ thuật ép dầu và chế biến dầu, mỡ thực phẩm*. Hà Nội, Nxb Khoa học Kỹ thuật.
- Owolarafé O.K., Osunleke A.S., Oyebamiji B.E. (2007). Effect of hydraulic press parameters on crude palm oil yield. *International Agrophysics*, 21 (3), pp. 285-291.
- Oyinlola A., Ojo A. and Adekoya L.O. (2004).

- Development of a laboratory model screw press for peanut oil expression. *Journal of Food Engineering*, 64, pp. 221-227.
- Sathivel S., Smiley S., Prinyawiwatkul W. and Bechtel P. J. (2005). Functional and Nutritional Properties of Red Salmon (*Oncorhynchus nerka*) Enzymatic Hydrolysates. *Food Chemistry and Toxicology*, 70(6): pp 401-406.
- TCVN 6121: 1996 (ISO 3657: 1988). *Dầu mỡ động vật và thực vật - xác định chỉ số xà phòng.*
- TCVN 6121:2010 (ISO 3961:2007). *Dầu mỡ động vật và thực vật - xác định trị số peroxit – phương pháp xác định điểm kết thúc chuẩn độ iốt (quan sát bằng mắt thường).*
- TCVN 6127: 2010 (ISO 660: 2009). *Dầu mỡ động vật và thực vật - xác định trị số axit và độ axit.*
- Terigar B.G., Balasubramanian S., Sabliov C. M., Lima M. and Boldor D. (2011). Soybean and rice bran oil extraction in a continuous microwave system: from laboratory to pilot scale. *Journal of Food Engineering*, 104 (2), pp. 208-217.
- Uquiche E., Jerez M. and Ortiz J. (2008). Effect of pretreatment with microwave on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avellane* Mol). *Innovative Food Science and Engineering Technology*, 9 (4), pp. 495-500.