

CHIẾT XUẤT DẦU TỪ HẠT CHÔM CHÔM (*Nephelium lappaceum* L.) VÀ ỨNG DỤNG TRONG THỰC PHẨM

Nguyễn Kim Đông*, Trần Thị Ngọc Bích, Lâm Thị Kim Ngân

Trường Đại học Tây Đô, Cần Thơ, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Nguyễn Kim Đông <nkdong@tdu.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 25-12-2023; Hoàn thành phản biện: 01-06-2024; Ngày chấp nhận đăng: 09-12-2024)

Tóm tắt. Việc chiết xuất dầu từ hạt chôm chôm và ứng dụng dầu vào trong thực phẩm đã được thực hiện ở quy mô phòng thí nghiệm nhằm đưa ra số liệu và thông tin thực tế về một loại dầu mới. Bài báo này khảo sát ảnh hưởng của phương pháp chiết xuất (khuấy, soxhlet và siêu âm), dung môi chiết xuất (ethanol và n-hexane) và thời gian chiết xuất (3, 5, 7 và 9 giờ) lên hiệu suất thu hồi dầu trong quá trình chiết xuất hạt chôm chôm. Dầu được sử dụng để chiên chip khoai tây. Hiệu suất thu hồi dầu đạt cao nhất là 37,7% khi sử dụng phương pháp soxhlet với n-hexane và chiết trong 9 giờ. Nhiệt độ dầu chiên ảnh hưởng đến màu sắc (L , a , b và ΔE) của chip khoai tây. Khi nhiệt độ tăng dần thì giá trị L và ΔE giảm dần và ngược lại giá trị a , b tăng dần. Ngoài ra, nhiệt độ dầu chiên có ảnh hưởng đến mùi, vị và cấu trúc của sản phẩm. Nhiệt độ chiên thích hợp để chế biến chip khoai tây đạt được chất lượng tốt nhất là 160 °C. Kết quả nghiên cứu này cho thấy việc tận dụng phụ phẩm từ chôm chôm để tạo ra một loại dầu mới có thể đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng và đa dạng hóa sản phẩm trên thị trường.

Từ khóa: dầu thực vật, hạt chôm chôm, khoai tây, chiết xuất, soxhlet

Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed oil: extraction and application in food

Nguyen Kim Dong*, Tran Thi Ngoc Bich, Lam Thi Kim Ngan

Tay Do University, Can Tho, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Kim Dong <nkdong@tdu.edu.vn>

(Received: 25 December 2023; Revised: 01 June 2024; Accepted: 09 December 2024)

Abstract. The extraction of oil from rambutan seeds and applying oil to food was carried out at a laboratory scale to provide data and factual information about a new type of oil. This paper investigated the influence of the extraction methods (stirring, soxhlet, and ultrasonic), extraction solvent (ethanol and n-hexane), and extraction time (3, 5, 7, and 9 hours) on the extraction efficiency. The oil was applied to produce potato chips. The results show that the highest oil recovery efficiency was 37.7% when using the soxhlet method, n-hexane, and an extraction time of 9 hours. The frying oil temperature affected the colour (L , a , b , ΔE) of the potato chips. When the temperature increased, the values of L and ΔE decreased, whereas the values of a and b increased. In addition, the frying oil temperature has an influence on the smell, taste, and texture of the product. The optimal frying temperature for processing potato chips with good quality was 160 °C. The results of this study show that using by-products from rambutan to create a new kind of oil can satisfy consumers' needs and diversify the products in the market.

Keywords: vegetable oil, rambutan, rambutan seed, potato, extraction, soxhlet

1 Mở đầu

Châu Á được thiên nhiên ban tặng sự đa dạng và phong phú của hơn 500 loài trái cây [1]. Tuy nhiên, chỉ có 15–20 loài, trong đó có chôm chôm, được công nhận và phát triển trên quy mô thương mại [2]. Trong đó, chôm chôm là một trong những giống trái cây nhiệt đới hấp dẫn ở Thái Lan. Ở Việt Nam, cây chôm chôm được trồng chủ yếu ở các tỉnh miền Nam Trung Bộ. Chôm chôm thường được tiêu thụ tươi do hương vị tươi ngon và có giá trị dinh dưỡng; có thể tạo ra các sản phẩm như nước trái cây, mứt, thạch [1]. Hạt chôm chôm được tách từ quả trong quá trình chế biến và được xem là phụ phẩm của ngành công nghiệp sản xuất trái cây đông hộp. Hiện nay nguồn phụ phẩm này chỉ được xử lý làm phân bón, thức ăn gia súc và chưa được sử dụng trong thực phẩm. Norlia và cộng sự đã công bố rằng khoảng 94.500 tấn hạt chôm chôm bị các ngành công nghiệp ở Thái Lan, Indonesia và Malaysia loại bỏ mỗi năm. Hạt chôm chôm chứa khoảng 37,1–38,9% chất béo thô, 11,9–14,1% protein, 2,8–6,6% chất xơ thô và 2,6–2,9% tro theo khối lượng khô [3–5]. Hạt giống có chất béo tương đối cao (khoảng 17–39%), tùy thuộc vào giống [6]. Trong khi đó, hạt chôm chôm được xem như một nguồn chất béo và dầu tự nhiên bền vững có thể tạo ra một nguồn dầu ăn mới. Do đó, đã có sự nỗ lực để giảm các phụ phẩm này bằng cách khám phá các tiềm năng dinh dưỡng và ứng dụng trong thực phẩm [7, 8].

Các phương pháp chiết xuất, như soxhlet, là phương pháp chiết xuất bằng dung môi hữu cơ và đã được sử dụng để chiết xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học và dầu từ thực vật [9]. Chiết xuất bằng carbon dioxide siêu tới hạn (ScCO_2) cũng đã được ứng dụng [10]. Các phương pháp này chỉ áp dụng để chiết xuất đơn lẻ mà chưa có sự kết hợp các nhân tố lại với nhau để tìm ra

thực nghiệm thức tối ưu. Vì vậy, phương pháp chiết này kết hợp ba nhân tố khảo sát ảnh hưởng, gồm phương pháp chiết xuất, dung môi chiết xuất và thời gian chiết xuất trong quá trình chiết xuất hạt chôm chôm.

Bài báo tìm hiểu về phương pháp chiết xuất dầu từ hạt chôm chôm và ứng dụng dầu trong thực phẩm để tạo ra sản phẩm có hương vị mới lạ, đem lại giá trị gia tăng, tăng hiệu quả sử dụng hạt chôm chôm làm đa dạng hóa sản phẩm trên thị trường.

2 Phương pháp

Khảo sát ảnh hưởng của phương pháp chiết xuất, thời gian chiết xuất và dung môi chiết xuất trong quá trình chiết xuất hạt chôm chôm

Hạt chôm chôm được rửa sạch và cắt đôi. Nhân hạt được tách ra khỏi hạt và sấy ở 60 °C trong 6 giờ. Sau đó, hạt chôm chôm được nghiền tới kích thước 0,2–1,2 mm bằng máy nghiền. Chiết xuất dầu bằng phương pháp siêu âm. Cho hạt chôm chôm (1 g) vào 15 mL lần lượt dung môi ethanol và n-hexane, theo tỷ lệ bột chôm chôm và dung môi là 1:15 trong bình 100 mL, và trộn bằng siêu âm trong 3, 5, 7 và 9 giờ ở nhiệt độ phòng. Phần nổi phía trên được lọc qua giấy lọc Whatman. Tất cả các dịch lọc được bốc hơi trong chân không ở 60 °C. Quá trình chiết xuất dầu bằng soxhlet được thực hiện bằng cách sử dụng 1 g bột hạt chôm chôm chiết lần lượt với dung môi ethanol và n-hexane trong 3, 5, 7 và 9 giờ. Nhiệt độ trong quá trình chiết xuất soxhlet được đặt ở 78 °C. Dung dịch dầu chiết xuất được bốc hơi loại bỏ dung môi trong điều kiện sấy chân không ở 60 °C. Chiết xuất dầu bằng cách sử dụng phương pháp khuấy sử dụng nguyên liệu tương tự và trộn trên máy khuấy từ trong 3, 5, 7 và 9 giờ ở nhiệt độ phòng. Phần nổi phía trên được lọc qua

giấy lọc Whatman. Tất cả các dịch lọc được sấy chân không ở 60 °C [9].

Ứng dụng dầu chế biến chip khoai tây

Khoai tây sống được gọt bỏ vỏ và rửa lại với nước để loại bỏ lớp vỏ dính trên bề mặt. Tiếp theo, cắt khoai tây thành những lát mỏng với bề dày khoảng 1,5 mm. Sau đó các lát khoai tây được đem đi chần để đình chỉ các quá trình sinh hóa xảy ra trong khoai tây, giữ màu khoai tây hoặc ít bị biến đổi, làm cho hệ thống enzyme peroxidase và polyphenoloxidase bị phá hủy nên nguyên liệu sẽ không bị thâm đen. Khoai tây được chiên ngập trong dầu ở 100, 140, 160 và 180 °C trong 2 phút. Cuối cùng, các lát khoai tây được để nguội ở nhiệt độ phòng và cho vào bao bì đến khi sử dụng.

Phân tích các chỉ tiêu

Phương pháp xác định lượng dầu thu được: Lượng dầu được xác định theo công thức sau

$$M = M_1 - M_0$$

trong đó M là lượng dầu thu nhận được (g); M_1 là khối lượng cốc và dầu sau khi sấy (g); M_0 là khối lượng cốc ban đầu (g).

Phương pháp xác định hiệu suất thu hồi: Hiệu suất thu hồi dầu được tính theo công thức sau [10]:

$$X = \frac{M_1}{M_0} \times 100\%$$

trong đó X là hiệu suất thu hồi dầu (%); M_1 là khối lượng dầu thu được (g); M_0 là khối lượng nguyên liệu ban đầu (g).

Phương pháp xác định màu (L, a, b): Màu được xác định trên máy Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Nhật Bản). Các phép đo màu được xác định theo hệ thống không gian màu CIELab (Francis, 1998). Màu sắc được biểu thị là L (màu trắng); a (a^+ : xanh lá cây và a^- : đỏ); b (b^+ : xanh da trời và b^- : vàng).

Xác định chỉ số acid

Dùng một bình tam giác 100 mL và cho vào 5 mL ethanol tuyệt đối và 5 mL ether (theo tỷ lệ 1:1); cho thêm vào bình này 2–3 giọt phenolphthalein và dùng KOH 0,01 N trong ethanol để trung hòa hỗn hợp đến khi xuất hiện màu hồng lơ. Sau đó thêm vào hỗn hợp vừa trung hòa 0,5 g dầu. Đem hỗn hợp này trung hòa bằng KOH 0,01 N trong ethanol cho đến khi xuất hiện màu hồng bền vững trong 30 giây. Đọc thể tích KOH đã dùng trên buret. Được biết 1 mL KOH 0,01 N tương ứng với 0,56 mg KOH. Chỉ số acid được tính theo công thức:

$$Ca \text{ (mg KOH/g)} = \frac{a * 0,56}{m}$$

trong đó Ca là chỉ số acid; a là số mL KOH 0,01 N đã dùng để trung hòa hỗn hợp có dầu; m là khối lượng dầu lấy làm thí nghiệm (tính bằng gam).

Xác định chỉ số peroxide: Cân chính xác 2 g dầu cho vào bình tam giác 250 mL; thêm vào 10 mL dung dịch hỗn hợp acid acetic:chloroform (tỷ lệ 2:1) và 1 mL dung dịch KI bão hòa mới pha. Đậy nắp, lắc kỹ bình và để yên trong bóng tối 10 phút. Chuẩn bị mẫu đối chứng, tương tự như mẫu thật nhưng sử dụng 2 mL nước cất thay cho dầu. Cho thêm 25 mL nước cất và tiến hành định lượng iod giải phóng ra bằng dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N đến khi có màu vàng sậm rồi thêm 1 mL hồ tinh bột 1%. Nếu có màu xanh xuất hiện thì tiếp tục chuẩn độ cho đến khi dung dịch mất màu.

Chỉ số peroxide được tính theo công thức sau:

$$C_p \left(\frac{\text{meq}}{\text{kg}} \right) = \frac{N(a - b) \times 1000}{m}$$

trong đó C_p là chỉ số peroxide; a là số mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N để chuẩn độ mẫu đối chứng; b là số mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N để chuẩn độ mẫu thí nghiệm; m là lượng dầu dùng thí nghiệm (g).

Chỉ số iod: Cân chính xác 0,2 g dầu rồi cho vào bình tam giác 250 mL (có nút nhám); thêm vào 10 mL cloroform; tiếp tục cho thêm 25 mL dung dịch ICl 0,2 M. Lắc kỹ bình; để yên 1 giờ

trong bóng tối. Tiến hành chuẩn bị mẫu đối chứng tương tự như mẫu thật. Tráng nắp và cổ bình tam giác bằng khoảng 50 mL nước cất; thêm 10 mL dung dịch KI 0,1% (w/v) và định lượng iod giải phóng ra bằng dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N đến khi có màu vàng sậm rồi thêm 1 mL hồ tinh bột 1%. Nếu có màu xanh xuất hiện thì tiếp tục chuẩn độ cho đến khi dung dịch mất màu.

Tính kết quả: Ta biết 1 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N tương ứng 0,01269 g I_2

$$Ci \text{ (g Iod/100 g)} = \frac{0,01269 * 100 (a - b)}{m}$$

trong đó Ci là chỉ số iod; a là số mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N để chuẩn độ mẫu đối chứng; b là số mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N để chuẩn độ mẫu thí nghiệm; m là lượng dầu dùng thí nghiệm (g); 100 là để tính trong 100 gam chất béo.

Chỉ số xà phòng

Cân chính xác 0,3 g dầu vào bình tam giác 250 mL; thêm vào 6 mL KOH 0,5 N trong ethanol (đồng thời tiến hành song song với mẫu đối chứng: 0,3 mL nước thay cho dầu); lắc đều. Đun cách thủy hai bình qua ống sinh hàn, cho sôi nhẹ trong 45 phút. Như vậy, chất béo trong bình đã thủy phân hoàn toàn (phản ứng xà phòng hóa đã kết thúc). Để bình nguội, thêm vào 2 mL nước cất, 2–3 giọt phenolphthalein và chuẩn độ bằng HCl 0,5 N trong ethanol cho đến khi màu hồng mất.

Tính kết quả

Chúng ta biết rằng 1 mL KOH 0,5 N tương đương với 28,05 mg KOH

Chỉ số xà phòng được tính theo công thức sau:

$$C_{xp} \text{ (mg KOH/g)} = \frac{28,05 (a - b)}{m}$$

trong đó C_{xp} là chỉ số xà phòng; a là số mL HCl 0,5 N dùng để chuẩn độ mẫu đối chứng; b là số mL HCl 0,5 N dùng để chuẩn độ mẫu thử thật

(bình có mẫu); m là số gam chất béo lấy làm thí nghiệm.

Xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS 20.0. Phân tích phương sai cho sự khác biệt giữa các giá trị trung bình của nghiệm thức với mức ý nghĩa là 0,05.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả khảo sát ảnh hưởng của phương pháp chiết xuất, thời gian chiết xuất và dung môi chiết xuất đến hàm lượng dầu và hiệu suất thu hồi dầu trong quá trình chiết xuất hạt chôm chôm

Hàm lượng dầu

Trong nghiên cứu, chúng tôi khảo sát ảnh hưởng của các nhân tố khác nhau đến hàm lượng dầu trong quá trình chiết xuất bao gồm phương pháp chiết, dung môi chiết và thời gian chiết. Sau khi xử lý hạt chôm chôm, chúng tôi khảo sát ba 3 phương pháp chiết ký hiệu là A1, A2 và A3 tương ứng với siêu âm, soxhlet và khuấy. Dung môi chiết xuất lần lượt là B1 và B2, tương ứng ethanol và n-hexane. Thời gian chiết xuất là C1, C2, C3 và C4 tương ứng 3, 5, 7 và 9 giờ. Số liệu đã được xử lý thống kê và trình bày trong Bảng 1. Hàm lượng dầu thu được thấp nhất là ở nghiệm thức $A_3B_1C_1$ ($0,052 \pm 0,001$) và cao nhất là ở nghiệm thức $A_2B_2C_4$ ($0,377 \pm 0,002$) và có khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$).

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy hàm lượng dầu thu được cao nhất ở phương pháp soxhlet $A_2B_2C_4$ ($0,377 \pm 0,001$ g); kế đến là ở phương pháp khuấy $A_3B_2C_4$ ($0,223 \pm 0,002$ g); cuối cùng là ở phương pháp siêu âm $A_1B_2C_4$ ($0,171 \pm 0,001$ g). Có thể giải thích nguyên nhân thu được kết quả phương pháp soxhlet cao hơn so với hai phương pháp còn lại là do hệ thống soxhlet đun dung môi nóng lên và tuần hoàn nhiều lần trong quá trình chiết làm

cho lượng dầu trong nguyên liệu ra ngoài hoàn toàn.

Bảng 1. Hàm lượng dầu qua khảo sát phương pháp, dung môi và thời gian chiết xuất trong quá trình chiết xuất dầu từ hạt chôm chôm

Nghiệm thức	Hàm lượng dầu (g)
A ₁ B ₁ C ₁	0,056 ± 0,002 ^b
A ₁ B ₁ C ₂	0,064 ± 0,000 ^d
A ₁ B ₁ C ₃	0,078 ± 0,002 ^e
A ₁ B ₁ C ₄	0,082 ± 0,003 ^f
A ₁ B ₂ C ₁	0,119 ± 0,002 ^h
A ₁ B ₂ C ₂	0,144 ± 0,002 ⁱ
A ₁ B ₂ C ₃	0,166 ± 0,002 ^k
A ₁ B ₂ C ₄	0,171 ± 0,001 ^l
A ₂ B ₁ C ₁	0,245 ± 0,002 ^o
A ₂ B ₁ C ₂	0,247 ± 0,002 ^o
A ₂ B ₁ C ₃	0,285 ± 0,002 ^p
A ₂ B ₁ C ₄	0,294 ± 0,002 ^q
A ₂ B ₂ C ₁	0,363 ± 0,002 ^r
A ₂ B ₂ C ₂	0,365 ± 0,001 ^r
A ₂ B ₂ C ₃	0,374 ± 0,002 ^s
A₂B₂C₄	0,377 ± 0,001^t
A ₃ B ₁ C ₁	0,052 ± 0,001 ^a
A ₃ B ₁ C ₂	0,060 ± 0,001 ^c
A ₃ B ₁ C ₃	0,077 ± 0,002 ^e
A ₃ B ₁ C ₄	0,083 ± 0,001 ^f
A ₃ B ₂ C ₁	0,093 ± 0,001 ^g
A ₃ B ₂ C ₂	0,162 ± 0,002 ^j
A ₃ B ₂ C ₃	0,218 ± 0,002 ^m
A ₃ B ₂ C ₄	0,223 ± 0,002 ⁿ

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Các giá trị có mẫu tự giống nhau không khác biệt về mặt thống kê ở độ tin cậy đến 95%. A1: Siêu âm; A2: Soxhlet; A3: Khuấy; B1: Ethanol; B2: n-hexane; C1: 3 giờ; C2: 5 giờ; C3: 7 giờ; C4: 9 giờ

Dung môi n-hexane cho hàm lượng dầu cao hơn so với dung môi ethanol. Điều này do dầu hạt chôm chôm không phân cực nên dung môi có độ phân cực càng thấp thì khả năng hòa tan dầu càng cao, đồng nghĩa hàm lượng chiết xuất dầu càng cao. Do đó dung môi thích hợp cho quá trình chiết xuất dầu từ hạt chôm chôm là n-hexane. Yoswathana [10] cũng cho thấy chiết xuất bằng n-hexane cho kết quả cao hơn ethanol.

Khi thời gian chiết xuất càng dài, lượng dầu trong nguyên liệu sẽ được ra ngoài triệt để và

không bỏ sót. Khi đó sẽ không bị lãng phí đi lượng dầu còn thừa lại trong nguyên liệu. Nếu thời gian chiết xuất ngắn thì có thể sẽ bỏ mất đi lượng dầu đó. Đồng thời, kết quả này cũng phù hợp với quy luật biến thiên hàm lượng dầu thu được trong quá trình chiết, theo kết quả nghiên cứu của Yoswathana [10], khi thời gian chiết xuất tăng thì hàm lượng dầu cũng tăng. Như vậy, chiết xuất dầu từ hạt chôm chôm với điều kiện các yếu tố: phương pháp soxhlet, dung môi chiết là n- hexane và thời gian chiết 9 giờ là lựa chọn tối ưu và cho hiệu quả kinh tế cao.

Xét tương quan hồi quy đa biến, chúng tôi thu được phương trình tương quan $Y_{\text{Hàm lượng dầu}} = 0,005 \times X_{\text{phương pháp}} + 0,096 \times X_{\text{dung môi}} + 0,018 \times X_{\text{thời gian}} - 0,016$. Giá trị $R = 0,472$ cho thấy ảnh hưởng của phương pháp, dung môi và thời gian chiết xuất có mối tương quan với hàm lượng dầu. Giá trị $R^2 = 0,223$ cho thấy ảnh hưởng của phương pháp, dung môi và thời gian chiết xuất là 22,3%; còn lại là do các yếu tố khác. Phương trình hồi quy cho thấy phương pháp, dung môi và thời gian chiết xuất tỷ lệ thuận với hàm lượng dầu.

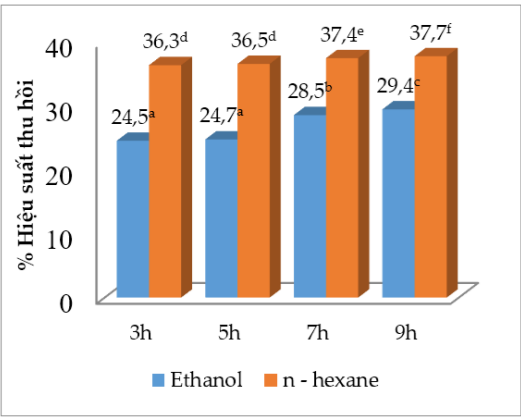
Xét ảnh hưởng tương tác *phương pháp* × *dung môi* thông qua giá trị kiểm định sig. Hệ số sig. < 0,05, do đó hai đại lượng này không tương tác với nhau. Điều đó cho thấy rằng có sự khác biệt trong ảnh hưởng của phương pháp chiết xuất đến hàm lượng dầu theo dung môi chiết xuất. Đối với tương tác *phương pháp* × *thời gian* chiết xuất có giá trị kiểm định sig. < 0,05, do đó hai đại lượng này cũng không tương tác với nhau. Điều này cho thấy rằng có sự khác biệt trong ảnh hưởng của phương pháp chiết xuất đến hàm lượng dầu theo thời gian chiết xuất. Tương tác *dung môi* × *thời gian* chiết xuất có giá trị kiểm định sig. < 0,05, do đó không ảnh hưởng tương tác và cho thấy rằng có sự khác biệt trong ảnh hưởng của dung môi đến hàm lượng dầu theo thời gian chiết xuất. Đối với tương tác *phương pháp* × *dung môi* × *thời gian*, giá trị kiểm định sig. < 0,05; do đó, không ảnh hưởng tương tác, chỉ ra rằng có sự khác biệt trong ảnh

hường của phương pháp chiết xuất đến hàm lượng dầu theo dung môi và thời gian chiết xuất.

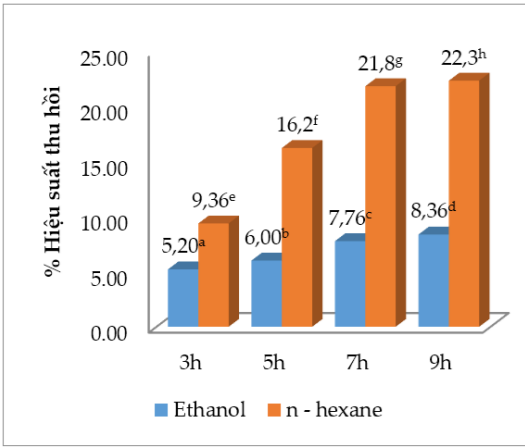
Hiệu suất thu hồi

Kết quả trên Hình 1, Hình 2 và Hình 3 cho thấy hiệu suất thu hồi dầu cao ở phương pháp soxhlet, dung môi chiết là n-hexane, thời gian chiết 9 giờ; phần dầu thu hồi được sau chiết là 37,7%. Kết quả này cao hơn so với chiết xuất bằng

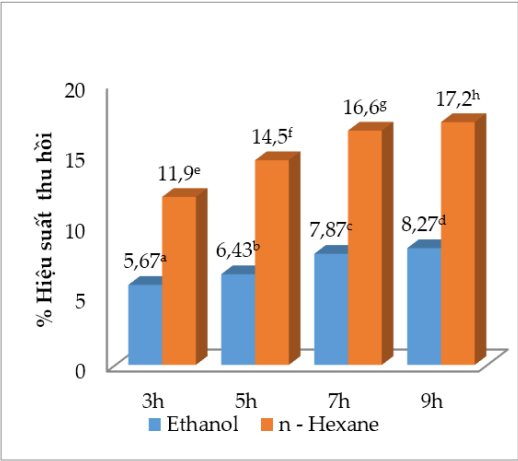
carbon dioxide siêu tới hạn (ScCO₂) là 30,38% [10]. Kết quả trên các biểu đồ cho thấy hiệu suất thu hồi dầu chiết xuất bằng n-hexane lúc nào cũng cao hơn so với chiết xuất bằng ethanol. Điều này chứng tỏ n-hexane là dung môi không phân cực, phù hợp cho chiết xuất dầu. Kết quả trình bày ở các Hình 1, 2, 3 cũng cho thấy khi thời gian chiết xuất càng tăng thì hiệu suất thu hồi cũng lần lượt tăng theo.



Hình 1. Hiệu suất thu hồi của phương pháp soxhlet, với ethanol và n-hexane ở các thời gian chiết xuất khác nhau



Hình 2. Hiệu suất thu hồi của phương pháp siêu âm với ethanol và n-hexane ở các thời gian chiết xuất khác nhau



Hình 3. Hiệu suất thu hồi của phương pháp khuấy với ethanol và n-hexane ở các thời gian chiết xuất khác nhau

3.2 Chỉ tiêu chất lượng dầu

Mẫu dầu tối ưu đạt hiệu suất cao được phân tích về các chỉ tiêu chất lượng dầu như chỉ số iod, chỉ số acid, chỉ số peroxide, chỉ số xà phòng và tạp chất không tan. Kết quả phân các chỉ tiêu chất lượng của mẫu dầu trình bày trong Bảng 2 cho thấy các thông số đều đạt theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia TCVN 7597:2018 về dầu thực vật. Kết quả khảo sát sơ bộ này chứng tỏ các mẫu dầu chiết xuất được đạt chất lượng có thể sử dụng trong chế biến thực phẩm.

Bảng 2. Kết quả phân tích các chỉ tiêu chất lượng mẫu dầu

Chỉ tiêu chất lượng dầu	Giá trị
Chỉ số Iod (g Iod/100 g)	40,73 ± 0,026
Chỉ số acid (mg KOH/g)	2,46 ± 0,081
Peroxide (meq O ₂ /kg)	1,52 ± 0,015
Chỉ số xà phòng (mg KOH/g)	188 ± 0,100
Tạp chất không tan %	0,001 ± 0,00

3.3 Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ dầu chiên đến chất lượng chip khoai tây

Màu sắc (L, a, b, ΔE). Trong khoai tây chiên, ngoài hương vị và cấu trúc thì màu sắc cũng được người tiêu dùng quan tâm. Do đó, các thông số màu (L, a, b, ΔE) đã được phân tích để xác định ảnh hưởng của nhiệt độ dầu chiên khác nhau trên các mẫu khoai tây (Bảng 2). Cụ thể, độ sáng (L) giảm dần từ D1 (67,92 ± 0,863) đến D4 (47,83 ± 0,774) và có khác biệt mang ý nghĩa thống kê (p < 0,001). Giá trị a tăng dần từ D1 (-2,14 ± 0,166) đến D4 (-0,276 ± 0,109) và có khác biệt mang ý nghĩa thống kê (p < 0,001). Giá trị b tăng dần từ D1 (10,35 ± 0,463) đến D4 (13,54 ± 0,880) và có khác biệt mang ý nghĩa thống kê (p < 0,001). Độ lệch màu (ΔE) cao nhất thu được ở nghiệm thức D1 (57,68 ± 0,873) và thấp nhất ở nghiệm thức D4 (38,40 ± 0,867). Điều này cho thấy rằng ứng với nhiệt độ dầu chiên tăng dần thì giá trị độ sáng (L) của dầu ở các nghiệm thức giảm theo và giá trị a và b tăng dần ở các nghiệm thức.

Bảng 3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ dầu chiên đến màu sắc (L, a, b, ΔE)

NT	L	a	b	ΔE
D ₁	67,92 ± 0,863 ^c	-2,14 ± 0,166 ^a	10,35 ± 0,463 ^a	57,68 ± 0,873 ^d
D ₂	53,11 ± 1,02 ^b	-1,49 ± 0,095 ^b	10,54 ± 0,952 ^{ab}	43,95 ± 0,747 ^c
D ₃	51,90 ± 0,983 ^b	-1,20 ± 0,050 ^c	11,87 ± 0,477 ^b	41,40 ± 1,425 ^b
D ₄	47,83 ± 0,774 ^a	0,276 ± 0,109 ^d	13,54 ± 0,880 ^c	38,40 ± 0,867 ^a

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Các giá trị có mẫu tự giống nhau không khác biệt về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%. D₁: 100 °C; D₂: 140 °C; D₃: 160 °C; D₄: 180 °C

Xét tương quan hồi quy đơn biến ta có phương trình $Y_{\text{độ sáng (L)}} = -6,15 \times X_{\text{nhiệt độ}} + 70,57$. Giá trị R = 0,899 cho thấy ảnh hưởng của nhiệt độ dầu chiên có mối tương quan chặt chẽ đến độ sáng của chip khoai tây. Giá trị R² = 0,809 cho thấy ảnh hưởng của nhiệt độ chiên là 80,9% còn lại là do các yếu tố khác. Phương trình hồi quy cho thấy nhiệt độ dầu chiên tỷ lệ nghịch với độ sáng của chip khoai tây.

Kết quả đánh giá cảm quan

Sau khi khoai tây được chiên và để nguội, chúng tôi đánh giá cảm quan nhằm tìm ra sản phẩm được ưa thích và có giá trị cảm quan cao nhất. Kết quả được trình bày ở Bảng 3, bao gồm các chỉ tiêu về màu sắc, mùi, vị và cấu trúc và được xếp theo thang điểm 4.

Màu: Kết quả ở Bảng 3 cho thấy điểm cảm quan về màu sắc dao động từ 1,00 đến 3,80; giữa

nghiệm thức D₃ và các nghiệm thức khác đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Nghiệm thức D₁ (1,00 ± 0,000) có điểm cảm quan thấp do khoai tây chiên ở nhiệt độ thấp có màu trắng vàng nên làm ảnh hưởng đến màu sắc của sản phẩm. Điểm cảm quan ở nghiệm thức D₃ (3,80 ± 0,000) là cao nhất do nhiệt độ chiên thích hợp nên tạo màu sắc đặc trưng và phù hợp với sản phẩm.

Mùi: kết quả dao động từ 1,80 đến 3,60 và giữa các thông số có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Kết quả cho thấy nghiệm thức D₃ so với các nghiệm thức khác có khác biệt về ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Riêng các nghiệm thức D₁ (1,80 ± 1,090), D₂ (2,60 ± 0,547) và D₄ (2,20 ± 0,447) khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Điểm cảm quan về mùi của nghiệm thức D₃ (3,60 ± 0,547) cao hơn của các nghiệm thức khác do ở nghiệm thức D₃; mùi thơm hài hòa và đặc trưng cho sản phẩm. Nghiệm thức D₁ (1,80 ± 1,090) có điểm cảm quan về mùi thấp nhất do nhiệt độ chiên không phù hợp nên nghiệm thức này không cho mùi thơm đặc trưng của sản phẩm.

Vị: kết quả cảm quan về vị dao động từ 1,40 đến 3,60. Trong đó, nghiệm thức D₃ có điểm cảm quan về vị là 3,60 ± 0,547, cao hơn so với ở các nghiệm thức khác do nhiệt độ chiên vừa phải nên sản phẩm có vị hài hòa rất đặc trưng. Nghiệm thức D₄ có 1,40 ± 0,894 điểm cảm quan về vị thấp là do nhiệt độ chiên cao nên không có vị đặc trưng của sản phẩm.

Cấu trúc: điểm cảm quan về cấu trúc dao động từ 1,00 đến 3,80. Giữa nghiệm thức D₃ và các nghiệm thức khác đều có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%. Nghiệm thức D₁ có điểm cảm quan thấp (1,00 ± 0,000) do khoai tây chiên ở nhiệt độ chiên quá thấp nên cấu trúc của sản phẩm bị ảnh hưởng. Điểm cảm quan ở nghiệm thức D₃ (3,80 ± 0,447) là cao nhất do nhiệt độ chiên thích hợp nên sản phẩm có độ giòn vừa phải và phù hợp với thị hiếu.

Xét về tính chất cảm quan màu, mùi, vị và cấu trúc thì nghiệm thức D₃ (160 °C) được xem là chip khoai tây được ưa thích nhất vì D₃ có điểm cảm quan về mùi, màu, vị và cấu trúc cao.

Bảng 4. Kết quả đánh giá cảm quan về màu, mùi, vị và cấu trúc của sản phẩm chip khoai tây

NT	Màu	Mùi	Vị	Cấu trúc
D ₁	1,00 ± 0,000 ^a	1,80 ± 1,095 ^a	2,60 ± 0,894 ^{bc}	1,00 ± 0,000 ^a
D ₂	3,00 ± 0,000 ^c	2,60 ± 0,547 ^a	2,40 ± 0,894 ^{ab}	1,60 ± 0,547 ^b
D ₃	3,80 ± 0,447 ^d	3,60 ± 0,547 ^b	3,60 ± 0,547 ^c	3,80 ± 0,447 ^d
D ₄	2,00 ± 0,000 ^b	2,20 ± 0,447 ^a	1,40 ± 0,894 ^a	3,20 ± 0,447 ^c

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Các giá trị có mẫu tự giống nhau không khác biệt về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%. D₁: 100 °C; D₂: 140 °C; D₃: 160 °C; D₄: 180 °C

4 Kết luận

Sau thời gian khảo sát về các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng dầu, chúng tôi thu được các kết luận sau: phương pháp soxhlet, dung môi n-hexane và thời gian 9 giờ cho hiệu suất thu hồi

cao. Bên cạnh đó, kết quả phân các chỉ tiêu chất lượng của mẫu dầu cho thấy đều đạt chất lượng theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia TCVN 7597:2018 về dầu thực vật. Trong quá trình ứng dụng dầu từ hạt chôm chôm trong chế biến chip khoai tây, chúng tôi đã khảo sát ảnh hưởng của

nhệt độ dầu chiên đến chất lượng chip khoai tây. Kết quả cho thấy độ sáng (L) giảm, giá trị a , b tăng và ΔE giảm. Nhìn chung, sau khi đánh giá cảm quan chúng tôi thấy rằng nghiệm thức D_3 (160°C) là thích hợp nhất để chiên chip khoai tây.

Tài liệu tham khảo

1. Mal B, RaoVR, Arora RK, Sajise PE, Sthapit BR. Conservation and sustainable use of tropical fruit species diversity. Bioiversity's efforts in Asia, the Pacific and Oceania 2. Fruit Diversity in Asia. 2010 24(1):1-31.
2. Arora RK. Promoting conservation and use of tropical fruit species in Asia. In Arora, RK, Rao VR (Eds). Proceedings of Expert Consultation on Tropical Fruit Species of Asia. Selangor, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Malaysia. 1994, p. 19.
3. Mahisanunt B, Jom KN, Matsukawa S, Klinkesorn U. Solvent fractionation of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) kernel fat for the production of non-hydrogenated solid fat: Influence of time and solvent type. J King Saud Univ Sci. 2017;29(1):32-46.
4. Chai KF, Adzahan NM, Karim RY, Rukayadi HM, Ghazali. Fat properties and antinutrient content of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed during solid-state fermentation of rambutan fruit. Food Chemistry. 2019;274:808-815.
5. Norlia MI, Roshazita, CA, Nuraiti TIT, Salwa MZM, Fatimah MSS. Preparation and characterization of activated carbon from rambutan seed (*Nephelium lappaceum*) by chemical activation. J Eng Res Educ. 2012;17:184-191.
6. Augustin MA, Chua BC. Composition of rambutan seeds. Pertanika. 1988;11:211-215.
7. Okolie PN, Uaboi-Egbenni PO, Ajekwene, AE. Extraction and quality evaluation of sandbox tree seed (*Huracrepitan*) oil. World Journal of Agricultural Science. 2012;8:359-365.
8. Singh G, Apoor IPSK, Singh P, Heluani CS, Lampasona MP, Catalan CAN. Chemistry and antioxidant properties of essential oil and oleoresins extracted from the seeds of Tomer (*Zanthoxylumarmatum* DC). International Journal of Food Properties. 2013;16:288-300.
9. Jahurul MHA, Leykey B, Sharifudin MS, et al. Optimization of fat yield of bambangan (*Mangifera pajang*) kernel using response surface methodology and its antioxidant activities. J Food Meas Charact. 2018;12:1427-1438.
10. Nuttawan Yoswathana. Optimization of ScCO₂ Extraction of Rambutan Seed Oil Using Response Surface Methodology. International Journal of Chemical Engineering and Applications. 2013;4(4).
11. Romano R, Santini A, Le Grottaglie L, Manzo N, Visconti A, Ritieni A. Identification markers based on fatty acid composition to differentiate between roasted Arabica and Canephora (Robusta) coffee varieties in mixture', Journal of Food Composition and Analysis. 2014;35(1):1-9.