

TỐI ƯU HÓA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH THU NHẬN PECTIN TỪ VỎ QUẢ THANH LONG

Trần Thị Định

Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: ttdinh@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 23.02.2016

Ngày chấp nhận: 05.05.2016

TÓM TẮT

Vỏ thanh long chứa hàm lượng pectin cao, là nguồn cơ chất tiềm năng để chiết xuất pectin. Nghiên cứu này nhằm tối ưu hóa một số thông số công nghệ ảnh hưởng đến quá trình trích ly pectin từ vỏ quả thanh long. Dung môi trích ly tối ưu là axit citric 40%, pH 3,5, kích thước nguyên liệu $d \leq 1\text{mm}$, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 34.23/1 (v/w) và trích ly được thực hiện ở 85°C trong 35 phút. Dưới điều kiện này hiệu suất đạt 13,8%.

Từ khóa: Pectin, thanh long, trích ly, tối ưu hóa.

Optimizing Technological Parameters for Pectin Extraction from Dragon Fruit Peels

ABSTRACT

The peels of dragon fruit contain high pectin content and can be utilized to extract pectin. In this study, the factors influencing pectin extraction were optimized. The optimal conditions were citric acid solvent extraction at pH 3.5, particle size of $d \leq 1\text{ mm}$ and solvent/dragon fruit peel ratio of 34.23/1 (v/w), at temperature 85°C in 35 min. Under these conditions, the extraction yield reached 13.81%.

Keywords: Dragon fruit peels, pectin extraction, optimization.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thanh long bao gồm hai loại chính là thanh long ruột trắng (*Hylocereus undatus*) và thanh long ruột đỏ (*Hylocereus costaricensis*). Quả thanh long chứa nhiều hoạt chất sinh học có lợi cho sức khỏe như vitamin A, B₁, B₂ và B₃, C, xơ hòa tan, khoáng chất thiết yếu bao gồm photpho, sắt và canxi và chất kháng oxy hóa (Ruzainah *et al.*, 2009). Thanh long được đưa vào trồng ở Việt Nam từ rất lâu nhưng chỉ mới được bảo hộ nhãn hiệu độc quyền trên thế giới trong những năm gần đây. Hiện nay, thanh long hiện được xem là cây trồng có nhiều tiềm năng, không chỉ cho năng suất cao, chất lượng tốt mà hiệu quả kinh tế mang lại rất lớn. Tính đến thời điểm hiện tại, Việt Nam được xem là một trong bốn quốc gia có sản lượng thanh long nhiều nhất

thế giới. Riêng tại Bình Thuận, tổng sản lượng thanh long đạt trên 130 nghìn tấn/năm với diện tích trồng thanh long lên đến 19 nghìn hecta. Thanh long phần lớn được xuất khẩu, ngoài ra một số nhà máy đang được xây dựng để chế biến thanh long với công suất khoảng 7000 tấn/năm (Thư viện pháp luật, 2013). Khi dây chuyền này đi vào hoạt động sẽ thải ra một khối lượng đáng kể vỏ thanh long 1540 tấn/năm (Jamilah *et al.*, 2011). Nếu không được xử lý hay tận dụng, lượng phế thải này không chỉ gây ô nhiễm môi trường mà còn là một sự lãng phí rất lớn vì vỏ thanh long chứa hàm lượng pectin cao.

Pectin là các polymer của axit D-galacturonic liên kết với nhau bằng liên kết 1-4 glycoside và có mức độ methoxyl hóa khác nhau (Levigne *et al.*, 2002). Pectin thường có mặt trong thành tế bào và phiên giữ (middle

lamella) của thực vật bậc cao. Pectin là một loại phụ gia quý được sử dụng nhiều trong công nghiệp thực phẩm như: Chất làm dày, chất ổn định, chất nhũ hóa, tạo cấu trúc... Pectin vô hại và có khả năng tạo gel, tạo đông tốt, không làm biến đổi mùi vị tự nhiên của sản phẩm (FAO, 1969). Trong y học, pectin còn được sử dụng để sản xuất thuốc chữa bệnh đường ruột, làm giảm cholesterol có lipoprotein tỷ trọng thấp, rất tốt cho sức khỏe (Liu *et al.*, 2006).

Pectin thương mại hóa trên thị trường được thu nhận từ hai nguồn chính là vỏ quả họ cam quýt và bã táo tây sử dụng phương pháp trích ly trong dung môi axit với hiệu suất tương ứng là 25% và 15% tương ứng. Ngoài ra pectin còn được thu nhận từ phụ phẩm của quá trình sản xuất sucrose từ củ cải đường và vỏ quả cacao với hiệu suất thu hồi pectin từ 9 - 20% (Miyamoto and Chang 1992; Mollea *et al.*, 2008). Cho đến nay những nghiên cứu về chiết xuất pectin từ vỏ thanh long còn rất hạn chế trong khi nhu cầu trên thế giới về hợp chất này không ngừng tăng. Mục đích của nghiên cứu này nhằm tối ưu hóa một số thông số công nghệ ảnh hưởng tới quá trình trích ly pectin từ vỏ quả thanh long. Sản phẩm của nghiên cứu có thể được dùng làm phụ gia trong công nghiệp chế biến thực phẩm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Nguyên liệu sử dụng cho nghiên cứu là vỏ quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus costaricensis*) Bình Thuận, phụ phẩm của công nghệ sản xuất rượu vang và nước quả từ thanh long đỏ. Hóa chất sử dụng trong nghiên cứu gồm: ethylenediamine tetraacetic axit (EDTA), axit citric, ammonium oxalate, axit oxalic, NaOH, axit acetic (Merk, Đức); HCl, ethanol 100% (Việt Nam); CaCl_2 (Trung Quốc).

2.2. Phương pháp

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

* Ảnh hưởng của loại dung môi đến hiệu suất thu hồi pectin

Vỏ thanh long được sấy khô ở 50°C đến khối lượng không đổi (độ ẩm 8%), được nghiền và sử

dụng làm nguyên liệu để trích ly pectin nhờ các loại dung môi khác nhau. Với mỗi loại dung môi, các thông số công nghệ tối ưu đã được công bố bởi các nhóm nghiên cứu trên thế giới được áp dụng để lựa chọn loại dung môi cho hiệu suất thu hồi pectin cao nhất. Thí nghiệm được bố trí như bảng 1.

Đối với dung môi HCl 0,05M, điều chỉnh pH bằng HCl 1M; dung môi EDTA 0,05M điều chỉnh pH bằng HCl 1M hoặc NaOH 1M; dung môi ammonium oxalate điều chỉnh pH bằng axit oxalic 10%. Riêng dung môi là axit citric, nước chính là thành phần chính, chất điều chỉnh pH là axit citric 40%. Sau khi trích ly, dung dịch được làm sạch và kết tủa pectin theo mô tả của Kulkarni and Vijayanand (2010). Một cách ngắn gọn, pectin trong dung dịch sau trích ly được kết tủa bằng ethanol 100% theo tỉ lệ 1:2 (v/v) trong 2 giờ. Sau đó, dịch được ly tâm với tốc độ 3642 g trong 15 phút để thu hồi kết tủa pectin. Kết tủa được lọc và rửa lần lượt với dung dịch ethanol 75%, 85%, 100% để loại bỏ các tạp chất hòa tan. Cuối cùng, chế phẩm pectin được sấy khô ở nhiệt độ 50°C đến khối lượng không đổi, rồi nghiền để thu bột pectin. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 2 lần. Loại dung môi được chọn là loại cho hiệu suất thu hồi pectin cao nhất.

* Ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu đến hiệu suất thu hồi pectin

Pectin được trích ly bằng dung môi thích hợp đã được xác định ở mục a, các thông số công nghệ khác được cố định, ngoại trừ kích thước nguyên liệu được khảo sát ở các giá trị khác nhau $d \leq 1\text{mm}$; $1\text{mm} \leq d \leq 3\text{mm}$; $d \geq 3\text{mm}$. Sau khi trích ly, dung dịch thu được sẽ được kết tủa, ly tâm, rửa tủa và sấy tương tự như mô tả ở trên. Kích thước nguyên liệu được chọn là kích thước cho hiệu suất thu hồi pectin cao nhất.

* Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất thu hồi pectin

Pectin được trích ly ở các pH 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 trên kích thước nguyên liệu cũng như loại dung môi đã xác định được ở thí nghiệm trước đó. Sau khi trích ly, dung dịch được xử lý theo các bước như mô tả ở mục a. pH được chọn là pH cho hiệu suất thu hồi pectin cao nhất.

Bảng 1. Bố trí thí nghiệm cho ảnh hưởng của loại dung môi đến hiệu suất thu hồi pectin

Loại dung môi	Tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (v/w)	pH	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
HCl 0,05M	30/1	2	99	60
EDTA 0,05M	16/1	1,5	100	120
Axit citric 40%	30/1	1,5	80	10
Ammonium oxalate 0,25%	20/1	4,6	85	60

Nguồn: Kulkarni and Vijayanand, 2010; Yeoh et al., 2008; Klieman et al., 2009; Ismail et al., 2012

Bảng 2. Thiết kế thí nghiệm Box-Behnken để tối ưu hóa quá trình trích ly pectin từ vỏ quả thanh long

Công thức	Yếu tố khảo sát		
	Nhiệt độ (°C) (X ₁)	Thời gian (phút) (X ₂)	Tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (v/w) (X ₃)
1	70	5	30/1
2	90	5	30/1
3	70	35	30/1
4	90	35	30/1
5	70	20	20/1
6	90	20	20/1
7	70	20	40/1
8	90	20	40/1
9	80	5	20/1
10	80	35	20/1
11	80	5	40/1
12	80	35	40/1
13	80	20	30/1
14	80	20	30/1
15	80	20	30/1

2.2.2. Tối ưu hóa một số thông số công nghệ nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi pectin

Để tối ưu hóa quá trình trích ly nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi pectin, ba yếu tố chính cần tối ưu đó là nhiệt độ trích ly (X₁), thời gian trích ly (X₂) và tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (X₃). Dựa vào những nghiên cứu quốc tế đã được công bố của Ismail et al. (2012), mức độ biến thiên của 03 thông số trên như sau: nhiệt độ: 70 ÷ 90°C, thời gian: 5 ÷ 35 phút, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu 20/1 ÷ 40/1 (v/w). Trong bài toán tối ưu hóa này 03 mức giá trị được khảo sát cho mỗi biến số, cụ thể là mức dưới (mã hóa là -1), mức giữa (mã hóa là 0) và mức trên (mã hóa là 1). Thí

nhệm tối ưu hóa được thực hiện theo thiết kế Box-Behnken như được trình bày trong bảng 2. Điều kiện trích ly tối ưu là sự kết hợp của 3 yếu tố thí nghiệm cho hiệu suất thu hồi pectin cao.

Để xác định giá trị tối ưu cho ba yếu tố thí nghiệm, kết quả phân tích hiệu suất thu hồi pectin được khớp với phương trình đa thức bậc 2 bao gồm phần tuyến tính bậc 1, bậc 2, và tương tác hai yếu tố bậc 1 bằng phương pháp hồi quy đa biến. Mô hình toán học sử dụng để xác định giá trị tối ưu cho các yếu tố có dạng như sau:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1^2 + b_5X_2^2 + b_6X_3^2 + b_{12}X_1 \times X_2 + b_{13}X_1 \times X_3 + b_{23}X_2 \times X_3 + b_{123}X_1 \times X_2 \times X_3$$

Trong đó:

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$: là hệ số hồi quy.

$X_1; X_2; X_3$: yếu tố thí nghiệm cần tối ưu.

Y : hàm mục tiêu, là hiệu suất thu hồi pectin (%).

Để xác định yếu tố nào có ảnh hưởng rõ rệt tới hiệu suất thu hồi pectin, hàm kỳ vọng đơn Deringer được sử dụng để tối ưu hóa yếu tố đầu ra (hiệu suất thu hồi pectin). Hàm kỳ vọng này đã chuyển hóa biến phụ thuộc thành điểm kỳ vọng, dao động từ 0 (không mong muốn) đến 1 (mong muốn). Hàm này có thể đạt giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất, tùy theo mục đích thí nghiệm. Trong nghiên cứu này hàm kỳ vọng được đặt tối đa hóa. Phương trình hàm kỳ vọng có dạng như sau:

$$d_i = 0 \quad y_i \leq y_{i,\min}$$

$$d_i = \left[\frac{(y_i - y_{i,\min})}{(y_{i,\max} - y_{i,\min})} \right]^{wi} \quad y_{i,\min} \leq y_i \leq y_{i,\max}$$

$$d_i = 1 \quad y_i \geq y_{i,\max}$$

Trong đó $y_{i,\min}$ và $y_{i,\max}$ là mức tối thiểu và mức tối đa tương ứng của các biến độc lập, đây là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của hiệu suất thu hồi pectin. Các điểm kỳ vọng đơn sau đó được kết hợp với nhau tạo thành điểm kỳ vọng tổng thể (D) và được tính theo công thức:

$$D = \left(\prod_{i=1}^n d_i^{r_i} \right)^{1/\sum r_i}$$

Trong đó r_i thể hiện hệ số trọng lượng cho mỗi chỉ tiêu chất lượng. Trong nghiên cứu này, r_i được cố định là 1.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Xác định hiệu suất thu hồi pectin

Hiệu suất thu hồi pectin được xác định theo phương pháp được mô tả bởi (Klieman *et al.*, 2009). Cụ thể là hiệu suất thu hồi pectin được tính dựa vào phần trăm khối lượng pectin thu được sau quá trình trích ly so với khối lượng nguyên liệu ban đầu.

$$H = \frac{m_1}{m_2} \times 100$$

Trong đó:

H : hiệu suất thu hồi pectin (%)

m_1 : khối lượng pectin thu được sau quá trình trích ly (g)

m_2 : khối lượng nguyên liệu ban đầu (g)

2.3.2. Xác định độ ẩm nguyên liệu

Độ ẩm nguyên liệu được xác định bằng phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi.

2.3.3. Xác định hàm lượng pectin

Hàm lượng pectin được xác định bằng phương pháp kết tủa canxi pectat (Nguyễn Văn Mùi, 2001).

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm thu được khi xác định hiệu suất thu hồi pectin được phân tích trên phần mềm Microsoft Excel và JMP phiên bản 9.0 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). Sự khác biệt của giá trị trung bình giữa các công thức được đánh giá nhờ phép so sánh Tukey với mức tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

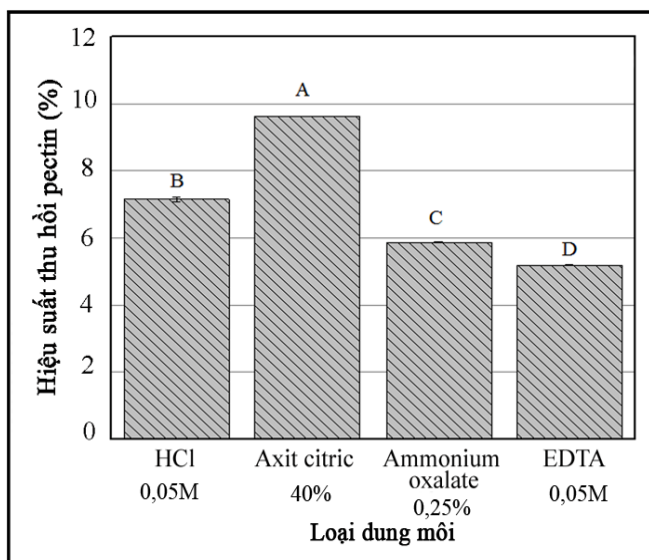
3.1. Ảnh hưởng của loại dung môi đến hiệu suất thu hồi pectin

Dung môi sử dụng trong quá trình trích ly nói chung và trích ly pectin phải có tính hòa tan chọn lọc, vì vậy việc lựa chọn loại dung môi phù hợp nhất với đối tượng nghiên cứu là rất quan trọng. Trong nghiên cứu này, vỏ thanh long được trích ly với 4 loại dung môi khác nhau. Kết quả được thể hiện trong hình 1.

Số liệu hình 1 cho thấy khi sử dụng dung môi axit citric 40% thì hiệu suất thu hồi pectin cao nhất. Cụ thể hiệu suất thu hồi đạt 9,63%, cao hơn hẳn so với các dung môi còn lại, EDTA 0,05 M cho hiệu suất thấp nhất chỉ đạt 5,2%. Kết quả này phù hợp với kết quả của Virk và Sogi (2004), theo đó khi sử dụng dung môi là axit citric 1% với nguyên liệu là bã táo ép cho hiệu suất thu hồi pectin 1,21%,

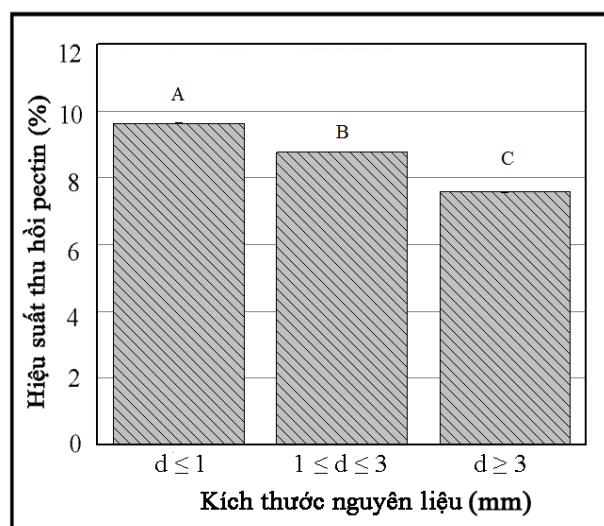
cao hơn so với dung môi axit HCl. Kết quả này có thể được lý giải là vỏ thanh long khô là loại nguyên liệu khá cứng chắc, do đó cần được thủy phân bằng axit mới giải phóng pectin ra khỏi thành tế bào. Tuy nhiên, nếu sử dụng axit quá mạnh như HCl, các chuỗi axit polygalacturonic có thể bị phân cắt triệt để, dẫn đến hiệu suất thu hồi thấp hơn. Hơn nữa,

pectin là phụ gia sử dụng trong chế biến thực phẩm vì vậy bên cạnh hiệu suất thu hồi thì độ an toàn của sản phẩm và chất lượng cảm quan cũng cần được lưu tâm. Axit citric là một axit hữu cơ, có tác dụng điều vị trong thực phẩm, an toàn cho người sử dụng. Vì vậy, axit citric được chọn là dung môi để trích ly pectin trong các thí nghiệm tiếp theo.



Hình 1. Ảnh hưởng của của loại dung môi đến hiệu suất thu hồi pectin

Chú thích: Các cột có cùng chữ cái thì không có sự khác biệt có nghĩa về hiệu suất thu hồi pectin ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều



Hình 2. Ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu đến hiệu suất thu hồi pectin

Chú thích: Các cột có cùng chữ cái thì không có sự khác biệt có nghĩa về hiệu suất thu hồi pectin ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều

3.2. Ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu đến hiệu suất thu hồi pectin

Kích thước của nguyên liệu cũng có ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi. Đây cũng là yếu tố giúp cho quá trình trích ly nhanh và triệt để hơn. Ảnh hưởng của kích thước vỏ thanh long đến hiệu quả thu nhận pectin được trình bày trên hình 2.

Hình 2 cho thấy với kích thước nguyên liệu $d \leq 1\text{mm}$, hiệu suất thu hồi đạt 9,64% cao hơn hẳn so với hai loại kích thước còn lại, $d \geq 3\text{mm}$ cho hiệu suất thu hồi thấp nhất chỉ đạt 7,58%. Kết quả này có thể được giải thích là kích thước vỏ thanh long càng nhỏ thì diện tích tiếp xúc giữa vỏ và dung môi càng lớn, tạo điều kiện cho pectin khuếch tán từ trong tế bào ra ngoài bề mặt và từ bề mặt vào dung môi nhanh hơn. Vì vậy, kích thước của nguyên liệu $d \leq 1\text{mm}$ được áp dụng để trích ly pectin trong các thí nghiệm tiếp theo.

3.4. Ảnh hưởng của pH môi trường đến hiệu suất thu hồi pectin

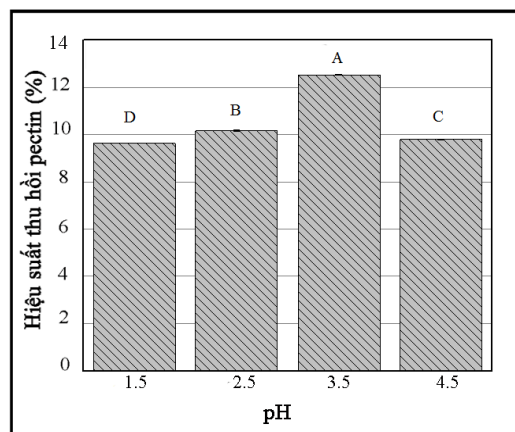
Đối với trích ly pectin, thông thường pH axit sẽ cho hiệu suất trích ly cao, trong nghiên cứu này chúng tôi khảo sát ảnh hưởng của pH ở các giá trị 1,5; 2,5; 3,5; 4,5. Kết quả được thể hiện trên hình 3.

Hình 3 cho thấy ở pH 1,5 hiệu suất pectin thu được là thấp nhất, chỉ đạt 9,63%. Ở pH 3,5 hàm lượng pectin thu được là cao nhất 12,54%.

Còn ở pH 4,5 và 2,5 hiệu suất thấp hơn lần lượt là 9,79% và 10,16%. Kết quả của nghiên cứu này có cùng xu hướng với kết quả được công bố bởi Joye và Luzio (2000), trong đó họ cũng chỉ ra pH 3,5 cho hiệu suất trích ly pectin cao nhất từ nguyên liệu vỏ bưởi. Kết quả này có thể được giải thích là do trong môi trường pH thấp, các liên kết giữa các mạch polysaccharide trong vách tế bào và pectin giữa bị phá vỡ, do đó pectin dễ dàng được giải phóng để khuếch tán vào dung môi. Ở môi trường pH thấp hơn (pH 1,5 và pH 2,5) không chỉ các chất có phân tử lượng lớn bị thủy phân mà các liên kết trong chuỗi axit polygalacturonic cũng bị phá vỡ dẫn đến hiệu suất thu hồi thấp. Do đó, nghiên cứu chọn pH 3,5 là pH thích hợp để trích ly pectin trong các thí nghiệm tiếp theo.

3.5. Tối ưu hóa một số thông số công nghệ chính nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi pectin

Để đánh giá ảnh hưởng của ba yếu tố thí nghiệm: nhiệt độ, thời gian và tỷ lệ dung môi/nguyên liệu đến hiệu suất trích ly và để nhận được điểm kỳ vọng ở các điều kiện trích ly khác nhau, kết quả thí nghiệm được khớp với hàm bậc 2 như đã trình bày ở phần 2.2.2. Kết quả phân tích phương sai và tính phù hợp của mô hình (lack of fit) cho các yếu tố thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của pH môi trường đến quá trình thu nhận pectin

Chú thích: Các cột có cùng chữ cái thì không có sự khác biệt có nghĩa về hiệu suất thu hồi pectin ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều

Bảng 3. Kết quả phân tích ANOVA đến hiệu suất thu hồi pectin

Nguồn	Df	Tổng bình phương	Trung bình bình phương	F Ratio	Prob > F	R ²
Mô hình	9	122,8853	13,6539	56,2556	< 0,0001	
Lỗi	20	4,8543	0,2427			
Lack of Fit	3	4,8431	1,6144	2454,0110	< 0,0001	0,9999

Bảng 4. Giá trị ước lượng của hệ số hồi quy của mô hình đa biến

Thành phần	Hệ số hồi quy	Sai số	t Ratio	p - value
Intercept	-4,67	1,08	-4,31	0,0003
X ₁	0,12	0,01	10,12	2,57e -09
X ₂	0,051	0,008	6,24	4,23e -06
X ₃	0,18	0,01	14,73	3,34e -12
X ₁ ²	0,0091	0,0018	5,03	6,38e -05
X ₁ *X ₂	-0,004	0,001	-3,68	0,0015
X ₂ ²	0,0009	0,0008	1,12	0,2720
X ₁ *X ₃	0,005	0,001	3,13	0,0053
X ₂ *X ₃	-0,0006	0,0001	-0,50	0,6209
X ₃ ²	-0,017	0,002	-9,41	8,67e -09

Chú thích: X₁: nhiệt độ trích ly (°C); X₂: thời gian trích ly (phút); X₃: tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (v/w)

Kết quả bảng 3 cho thấy 3 yếu tố thí nghiệm đều có ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu suất thu nhận pectin và mô hình hoàn toàn phù hợp để mô tả mối liên hệ giữa 3 yếu tố cần khảo sát và hiệu suất thu hồi pectin ($p = 0,0001 < \alpha = 0,05$), $R^2 = 0,99$ cho test lack of fit. Kết quả phân tích hệ số hồi quy của các yếu tố thí nghiệm được thể hiện trên bảng 4.

Kết quả bảng 4 cho thấy các yếu tố chính và sự tương tác bậc 1 và bậc 2 giữa hai yếu tố ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu suất trích ly pectin vì giá trị xác suất của chúng (p - value) $\ll \alpha = 0,05$ ngoại trừ sự tương tác giữa thời gian và tỷ lệ dung môi/nguyên liệu ($X_2 \times X_3$), giữa nhiệt độ và tỷ lệ dung môi/nguyên liệu ($X_1 \times X_3$) và X_2^2 . Cụ thể là các yếu tố chính (X_1 , X_2 , X_3) và phần tuyến tính bậc hai của X_1 (nhiệt độ trích ly) làm tăng hiệu suất trong khi phần tuyến tính bậc hai của X_3 và tương tác bậc 1 của hai yếu tố $X_1 \times X_2$ lại làm giảm hiệu suất trích ly. Hơn nữa nhiệt độ trích ly (X_1) và tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (X_3) có ảnh hưởng mạnh, giúp nâng cao hiệu suất trích ly khi tăng giá trị của các yếu tố

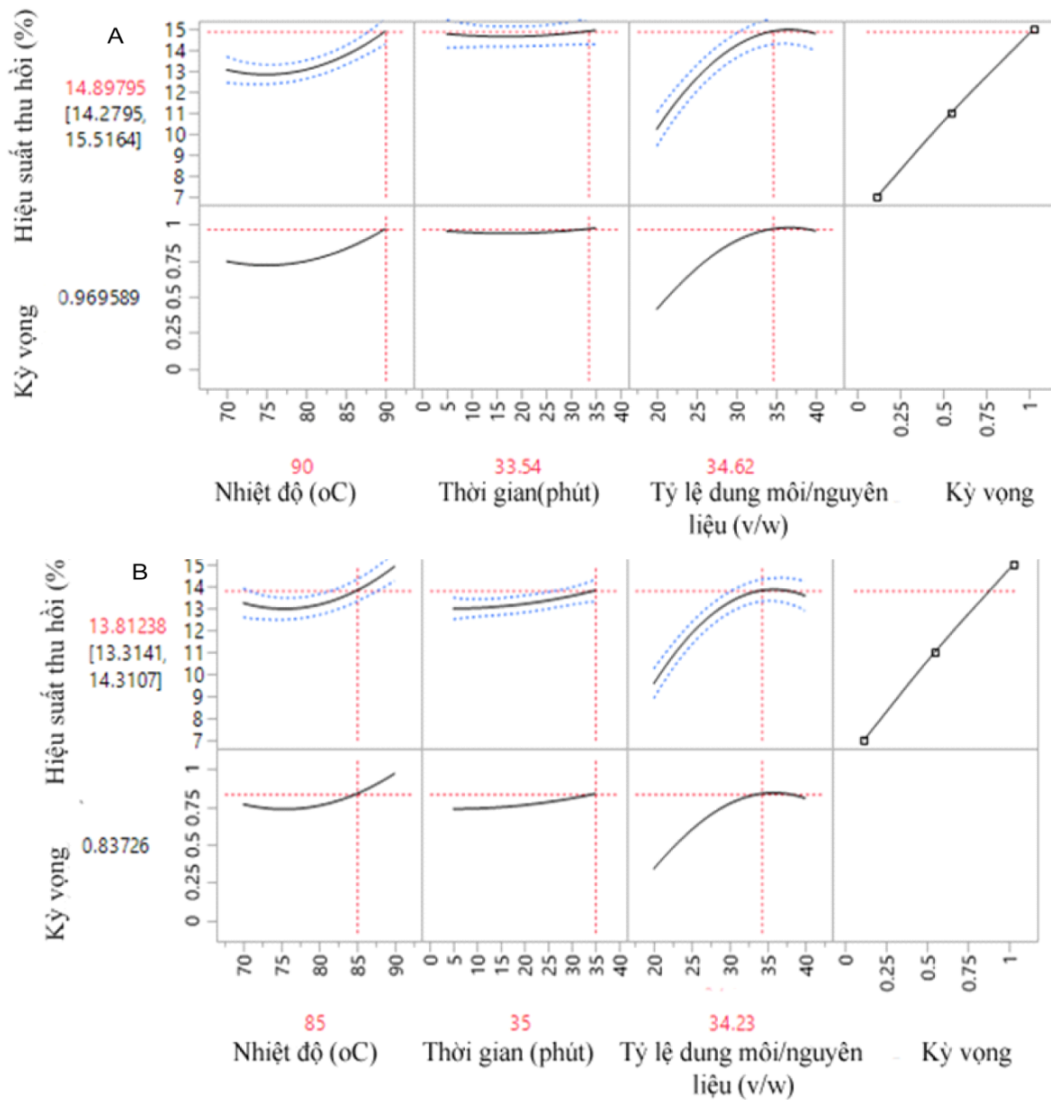
này do hệ số của chúng là 0,12 và 0,18, cao hơn hẳn so với ảnh hưởng của thời gian trích ly (X_2), hệ số chỉ có 0,051. Từ kết quả ước lượng hệ số hồi quy chúng tôi xây dựng được phương trình mô tả mối tương quan giữa hiệu suất trích ly và các yếu tố thí nghiệm như sau:

$$Y = -4,679 + 0,125X_1 + 0,051X_2 + 0,182X_3 + 0,009X_1^2 - 0,004X_1 \times X_2 - 0,017X_3^2$$

Với Y là hiệu suất thu hồi pectin (%),

Để xác định giá trị tối ưu của ba yếu tố thí nghiệm, điểm kỳ vọng sẽ được tối đa hóa sử dụng đồ thị dự đoán hiệu suất trích ly. Kết quả được thể hiện trên hình 4A, 4B.

Kết quả hình 4A cho thấy hiệu suất lớn nhất đạt 14,9% khi trích ly ở nhiệt độ 90°C, thời gian 34 phút, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 34,62/1 (v/w). Tuy nhiên, theo Ziari *et al.* (2010) nếu nhiệt độ tăng quá cao có thể khiến cho cấu trúc của pectin bị phân hủy, làm tăng khả năng phân cắt các liên kết glicoside và các liên kết este trong mạch pectin có thể bị phá vỡ dẫn tới giảm chất lượng của pectin. Vì vậy để cân đối giữa hiệu suất



Hình 4. Điều kiện trích ly tối ưu pectin từ vỏ thanh long

thu hồi và chất lượng pectin, nhiệt độ trích ly được chọn là 85°C, thời gian 35 phút, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 34,23/1 (v/w). Ở điều kiện này hiệu suất đạt 13,81% (Hình 4B), thấp hơn 1,09% so với trích ly ở 90°C nhưng không đáng kể, bù lại, chất lượng pectin được đảm bảo. Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Klieman et al. (2009); Pagan và Ibarz (1999). Kết quả xử lý tối ưu hóa cho thấy tỷ lệ dung môi/nguyên liệu ảnh hưởng nhiều nhất đến hiệu suất thu hồi pectin. Nguyên nhân do khi trích ly bằng dung môi, nếu tỷ lệ dung môi/nguyên liệu quá thấp, dung môi không đủ để khuếch tán vào mao quản trong nguyên liệu, dẫn đến hiệu suất thu hồi thấp. Tuy nhiên, khi tỷ lệ dung môi tăng

lên quá cao thì lượng pectin có thể thu được triệt để hơn nhưng hiệu quả kinh tế giảm do tiêu tốn quá nhiều dung môi và công đoạn tách dung môi sau này. Tỷ lệ dung môi/nguyên liệu thích hợp nhất ở nghiên cứu này là 34,23/1 (v/w), vừa đạt hiệu quả kinh tế và hiệu suất thu hồi cao.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này một số thông số công nghệ chính ảnh hưởng đến quá trình trích ly pectin từ vỏ quả thanh long đã được tối ưu hóa. Điều kiện trích ly tối ưu là dung môi axit citric 40%; pH 3,5; kích thước nguyên liệu $d \leq 1\text{mm}$, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 34,23/1 (v/w),

nhiệt độ trích ly ở 85°C trong 35 phút. Dưới điều kiện này hiệu suất trích ly pectin đạt 13,8%. Vỏ quả thanh long là nguồn cơ chất tiềm năng để thu nhận pectin, ứng dụng trong công nghệ vật liệu hoặc phụ gia thực phẩm.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin được gửi lời cảm ơn tới Hội đồng liên đại học vùng Flander, Bỉ (VLIR-UOS) đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- FAO (1969). Nutrition meetings of the FAO, p. 133.
- Ismail N. M. S., N. Ramli, N. M. Hani & Z. Meon (2012). Extraction and characterization of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using various extraction conditions. *Sains Malaysiana*, 41(1): 41-45.
- Joye and Luzio (2000), Process for selective extraction of pectins from plant material by differential pH, *Carbohydrate polymers*, 43(4): 342-337.
- Klieman E., K. Nunes, D. Simas, E.R. Amante (2009). Optimisation of pectin axit extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 476-483.
- Kulkarni S. G., P. Vijayanand (2010). Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa* L.). *Food science and technology*, 43: 1026-1031.
- Levigne S., M. C. Ralet, J. F. Thibault (2002). Characterisation of pectins extracted from fresh sugar beet under different conditions using an experimental design. *Carbohydrate polymers*, 49(2): 145-153.
- Liu Y., J. Shi and T. A. G. Langrish (2006). Water-based extraction of pectin from flavedo and albedo of orange peels. *Chemical engineering journal*, 120(3): 203-209.
- Miyamoto A. and K. C. Chang (1992). Extraction and physicochemical characterization of pectin from sunflower head residues. *Journal of Food Science*, 57(6): 1439-1443.
- Mollea C., F. Chiampo and R. Conti (2008). Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study. *Food chemistry*, 107(3): 1353-1356.
- Nguyễn Văn Mùi (2001). Thực hành hóa sinh học. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Pagan J. and A. Ibarz (1999). Extraction and rheological properties of pectin from fresh peach pomace. *Journal of Food Engineering*, 39(2): 193-201.
- Ruzainah A. J., A. Ridhwan, N. Z. C. Mahmood and R. Vasudevan (2009). Proximate analysis of Dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Am J Appl Sci.*, 6: 1341-1346.
- Thakur B. R., R. K. Singh and A. K. Handa (1997). Chemistry and uses of pectin: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 37(1): 47-73.
- Thư viện pháp luật (2013). Quyết định 2837/QĐ UBND năm 2013 về đề án nghiên cứu phát triển thị trường thanh long Bình Thuận.
- Virk B. S. and D. S. Sogi (2004). Extraction and characterization of pectin from apple pomace peel waste, *International journal of food science and technology*, 7: 1-11.
- Yeoh S., J. Shi and T. A. G. Langrish (2008). Comparisons between different techniques for water-based extraction of pectin from orange peel. *Desalination*, 218: 229-237.
- Ziari H., FZ. Ashtiani, M. Mohtashamy (2010). Comparing the effectiveness of processing parameters in pectin extraction from apple pomace, 64: 549.