

DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.107

TỐI ƯU HÓA HIỆU SUẤT TRÍCH LY TINH DẦU BƯỞI CỦA THIẾT BỊ TRÍCH LY DẠNG PILOT

Trần Nguyễn Phương Lan^{1*}, Huỳnh Quốc Khanh¹, Văn Minh Nhật¹, Lê Phan Hưng²,
 Mai Vĩnh Phúc¹, Bùi Văn Hữu¹, Nguyễn Thành Công¹, Lê Thành Công¹ và Nguyễn Thái Sơn¹

¹Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

³Sinh viên ngành Cơ Khí Chế Tạo Máy K42, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Nguyễn Phương Lan (email: tnplan@ctu.edu.vn)

ABSTRACT

Pomelo essential oil has many applications in cosmetic, medicament and food, thus the research on the pomelo essential oil extraction is concerned by many researchers in the world. Pomelo essential oil was extracted by many extraction methods. In this study, the pomelo essential oil was extracted by using steam distillation method at the pilot scale. The parameters of extraction method such as the mass ratio of pomelo peel to water, the oil temperature in a heating jacket and the extraction time were investigated to seek the maximum yield of recovered essential oil and the maximum extraction yield of essential oil. The obstacles of extraction equipment were then pointed out and the solution was suggested. The research also, then, points out the obstacles of extraction equipment and the solution was suggested. The maximum yield of essential oil and the maximum extraction yield of essential oil were obtained at 0,737% and 21,68%, respectively at the mass ratio of pomelo peel to water = 1:5, the oil temperature in a heating jacket of 170°C and the extraction time of 8h. The maximum yield of essential oil and the maximum extraction yield of essential oil in the large scale present the stability and effectiveness operation of extraction equipment and the saving of extraction time.

TÓM TẮT

Tinh dầu bưởi có rất nhiều ứng dụng trong mỹ phẩm, dược phẩm và thực phẩm, do đó nghiên cứu quá trình trích ly tinh dầu bưởi được rất nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm. Tinh dầu bưởi được trích ly bằng nhiều phương pháp khác nhau. Trong nghiên cứu này, tinh dầu bưởi được trích ly bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước ở mô hình pilot. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly như tỷ lệ vỏ bưởi:nước, nhiệt độ áo dầu gia nhiệt và thời gian trích ly được khảo sát nhằm tìm ra hiệu suất thu hồi tinh dầu và hiệu suất trích ly tinh dầu tối ưu. Một số nhược điểm của thiết bị trích ly được trình bày và đề xuất hướng khắc phục. Hiệu suất thu hồi tinh dầu và hiệu suất trích ly tinh dầu lần lượt là 0,737% và 21,68% ở điều kiện tối ưu như tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:5, nhiệt độ áo dầu gia nhiệt 170°C và thời gian trích ly 8 giờ. Hiệu suất thu hồi và hiệu suất trích ly tinh dầu cho thấy thiết bị hoạt động ổn định và hiệu quả, tiết kiệm thời gian trích ly tinh dầu.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 10/06/2020

Ngày nhận bài sửa: 20/07/2020

Ngày duyệt đăng: 28/10/2020

Title:

Optimization of pomelo essential oil yield from extraction equipment at a pilot scale

Từ khóa:

Bộ phận phân ly tinh dầu, hiệu suất thu hồi tinh dầu, hiệu suất trích ly tinh dầu, thiết bị trích ly tinh dầu, tinh dầu bưởi

Keywords:

Essential oil extraction equipment, essential oil separator, extraction yield of essential oil, pomelo essential oil, yield of essential oil

Trích dẫn: Trần Nguyễn Phương Lan, Huỳnh Quốc Khanh, Văn Minh Nhật, Lê Phan Hưng, Mai Vĩnh Phúc, Bùi Văn Hữu, Nguyễn Thành Công, Lê Thành Công và Nguyễn Thái Sơn, 2020. Tối ưu hóa hiệu suất trích ly tinh dầu bưởi của thiết bị trích ly dạng pilot. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(5A): 10-19.

1 GIỚI THIỆU

Ngày nay, tinh dầu đã và đang được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp mỹ phẩm, dược phẩm, thực phẩm (Farhat *et al.*, 2011; Desai and Parikh, 2015; Balti *et al.*, 2018; Tran *et al.*, 2018), đặc biệt tinh dầu chiết xuất từ những nguồn nguyên liệu có nguồn gốc từ thiên nhiên ngày càng được con người ưa chuộng. Tinh dầu có nhiều đặc tính ưu việt như tính chống oxy hóa, kháng khuẩn và kháng viêm, có tác dụng giảm sưng tấy và điều trị đau nhức, cải thiện và giảm hư tổn trên tóc, tẩy tế bào chết và làm đẹp da (Chen *et al.*, 2016; Tran *et al.*, 2018). Do đó, những nghiên cứu về tinh dầu đang được các nhà khoa học trên thế giới rất quan tâm.

Bưởi được trồng rất phổ biến ở Đông Nam Á, đặc biệt là ở Việt Nam và Thái Lan. Ở Việt Nam, diện tích trồng bưởi ở các tỉnh Vĩnh Long, Tiền Giang và Bến Tre chiếm 74% diện tích trồng bưởi của toàn vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Tinh dầu bưởi được trích ly từ vỏ bưởi, có mùi thơm dễ chịu, có tác dụng thư giãn. Thành phần chính của tinh dầu bưởi là D-limonene, ngoài ra tinh dầu bưởi còn chứa một ít β -myrcene, α -pinene, β -pinene, và α -terpinolene, đây là các hợp chất có khả năng chống oxy hóa và kháng khuẩn (Darjazi, 2014; Chen *et al.*, 2016; Ayala *et al.*, 2017; Tran *et al.*, 2018). Các phương pháp trích ly tinh dầu khác nhau sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất trích ly tinh dầu, độ tinh khiết của tinh dầu cũng như tính an toàn khi sử dụng. Có nhiều phương pháp trích ly tinh dầu từ vỏ quả đã được nghiên cứu như: phương pháp thẩm tách, phương pháp trích ly sử dụng dung môi hữu cơ, phương pháp chưng cất bằng lôi cuốn hơi nước, phương pháp chưng cất có sự hỗ trợ của vi sóng, phương pháp ép lạnh ... (Maiti *et al.*, 2012; Darjazi, 2014; Hoshino *et al.*, 2014; Trần Thị Phả và *ctv.*, 2014; Dawen *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2016; Nguyen *et al.*, 2018; Tran *et al.*, 2018). Hoshino *et al.* (2014) đề nghị phương pháp trích ly tinh dầu bưởi bằng dung môi hữu cơ, tuy nhiên để đảm bảo quy trình trích ly đơn giản và thân thiện, độ an toàn của tinh dầu cho người sử dụng, phương pháp trích ly tinh dầu bưởi bằng hơi nước được nghiên cứu bởi Darjazi (2014), Bustamante *et al.* (2016) và Tran *et al.* (2018). Nguyen *et al.* (2018) đã nghiên cứu quy trình trích ly tinh dầu từ bưởi, cam và sả bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Cơ chế và động học của quá trình trích ly cũng được trình bày trong nghiên cứu này. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả đã đề xuất thiết kế quá trình trích ly ở quy mô lớn. Kết quả nghiên cứu của Trần Thị Phả và *ctv.* (2014) cho thấy có thể xây dựng mô hình pilot để

trích ly tinh dầu bưởi theo phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước, mà không cần sử dụng nồi hơi riêng.

Nhìn chung một số nghiên cứu trong và ngoài nước hiện nay chủ yếu thực hiện trích ly tinh dầu bưởi ở quy mô phòng thí nghiệm và có một số đề xuất quá trình trích ly này ở quy mô lớn. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chỉ tập trung vào khả năng ứng dụng tinh dầu sau khi trích ly mà chưa nghiên cứu về các thông số kỹ thuật của quá trình trích ly. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá sự hoạt động của thiết bị trích ly tinh dầu bưởi dạng pilot thông qua sự khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly như tỷ lệ vỏ bưởi:nước, nhiệt độ áo dầu gia nhiệt và thời gian trích ly. Từ đó, nghiên cứu này cũng đề xuất những giải pháp khắc phục các nhược điểm của thiết bị hiện có.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên vật liệu



Hình 1: Nguyên liệu vỏ bưởi sau khi xử lý

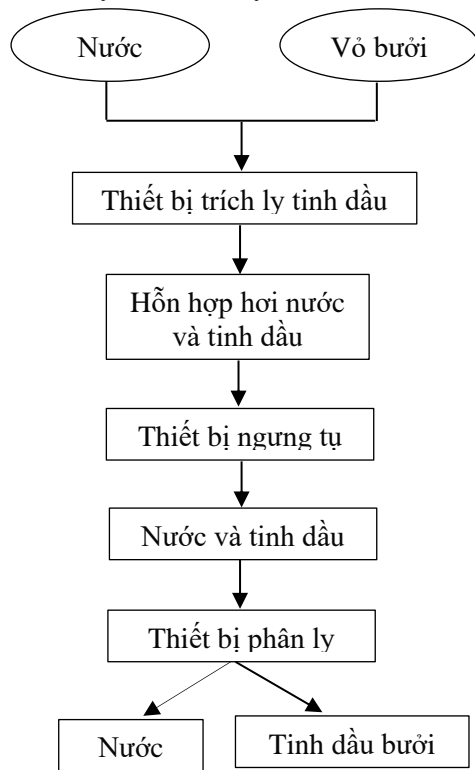
Vỏ bưởi năm roi tươi, không bị khô héo, không bị dập tũn tinh dầu, được thu gom ở Thị xã Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Vỏ bưởi được xử lý bớt phần xốp, chỉ giữ lại phần xanh và được cắt theo kích thước rộng 10 – 15 mm, dài 20 – 30 mm như Hình 1. Trước khi tiến hành trích ly tinh dầu, vỏ bưởi được xác định độ ẩm. Cân 5 g vỏ bưởi tươi, cho vào đĩa nhôm đã được sấy khô đến khối lượng không đổi, xác định khối lượng vỏ bưởi tươi và đĩa nhôm m_t (g). Vỏ bưởi và đĩa nhôm được sấy ở nhiệt độ 105°C trong 4 giờ, sau đó được đưa vào bình hút ẩm. Cân vỏ bưởi và đĩa nhôm sau khi sấy. Tiếp tục lặp lại quá trình trên cho tới khi độ chênh lệch khối lượng vỏ bưởi và đĩa nhôm sau khi sấy nhỏ hơn 5% so với khối lượng vỏ bưởi và đĩa nhôm trước khi sấy. Độ ẩm của vỏ bưởi (x, %) được xác định theo công thức (1):

$$x (\%) = \frac{m_t - m_s}{m_t} \times 100 \quad (1)$$

Với m_t (g): khối lượng vỏ bưởi và đĩa nhôm trước khi sấy;

m_s (g): khối lượng vỏ bưởi và đĩa nhôm sau khi sấy đến khối lượng không đổi.

2.2 Quy trình trích ly tinh dầu bưởi

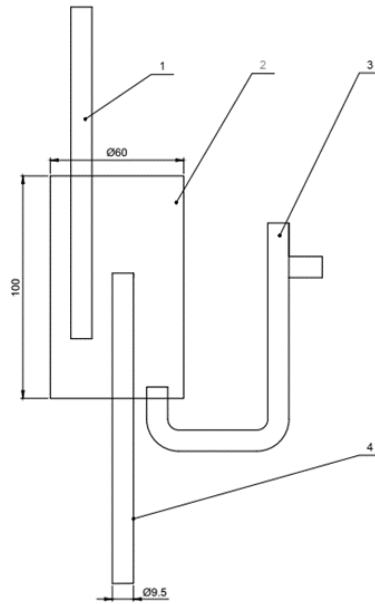


Hình 2: Quy trình trích ly tinh dầu vỏ bưởi

Các thông số cấu tạo và các thông số hoạt động của thiết bị trích ly tinh dầu bưởi được trình bày ở Bảng 1 và Bảng 2. Sơ đồ quy trình của quá trình trích ly tinh dầu bưởi được tiến hành như Hình 2. Nước và vỏ bưởi được cho vào thiết bị trích ly tại miệng cấp liệu ở những tỷ lệ khác nhau (tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:3 – 1:7). Thiết bị trích ly được thiết kế dựa theo thiết bị gia nhiệt vô áo, lớp ngoài chứa dầu và được gia nhiệt bằng điện trở, lớp trong chứa hỗn hợp vỏ bưởi và nước. Hỗn hợp vỏ bưởi và nước được gia nhiệt đến nhiệt độ và thời gian trích ly cần thiết. Nhiệt độ áo dầu gia nhiệt được khảo sát từ 130 – 190°C và thời gian trích ly từ 4 – 10 giờ. Hơi nước lôi cuốn theo tinh dầu được ngưng tụ ở thiết bị ngưng tụ. Ở đây, hơi nước và tinh dầu sẽ trao đổi nhiệt với nước làm mát có nhiệt độ từ 33-35°C, được bơm tuần hoàn ngược chiều từ trên xuống. Hỗn hợp hơi nước và tinh dầu sẽ được phân tách ở thiết bị phân ly (Hình 3). Thiết bị phân ly được thiết kế dựa theo nguyên lý của bình thông nhau, giúp quá trình phân tách tinh dầu và nước dễ dàng hơn mà không cần phải sử dụng dung môi. Tinh dầu bưởi sau khi trích ly được làm khan bằng sodium sulfat để đảm bảo tinh dầu thu được không còn lẫn nước. Sau đó, tinh dầu bưởi được lưu trữ ở 5°C để hạn chế sự bay hơi và biến tính của tinh dầu.

Bảng 1: Các thông số cấu tạo của thiết bị trích ly tinh dầu bưởi

Cấu tạo	Thân thiết bị	Nắp thiết bị	Chân đỡ thiết bị	Thiết bị ngưng tụ
Bề dày (mm)	2	2	-	2
Đường kính ngoài (mm)	504	504	-	-
Đường kính trong (mm)	500	500	-	211
Chiều cao (mm)	500	-	-	330
Góc ở đỉnh (độ)	-	90	-	-
Số chân (cái)	-	-	4	-
Chiều dài (mm)	-	-	600	-
Khoảng cách giữa hai chân (mm)	-	-	390	-
Kích thước ống xoắn (mm)	-	-	-	12,7 x 5000
Đường kính trong thân (mm)	-	-	-	-
Vật liệu	Inox SUS 304	Inox SUS 304	Inox SUS 304	Inox SUS 304



Hình 3: Cấu tạo thiết bị phân ly tinh dầu bưởi

1- Ống dẫn hỗn hợp tinh dầu và nước, 2- Thiết bị phân ly, 3- Ống tách nước, 4- Ống thu hồi tinh dầu

Bảng 2: Thông số hoạt động của thiết bị trích ly

Các thông số	Điều kiện chung cất	Điều kiện ngưng tụ
Áp suất hơi tính toán (bar)	3	-
Nhiệt độ hơi tính toán (°C)	130	-
Nhiệt độ chung cất (°C)	100	-
Áp suất chung cất (bar)	1	-
Nhiệt lượng tiêu tốn (kcal)	4727,7	-
Thời gian chung cất (giờ)	4-10 ^a	-
Nhiệt độ áo dầu gia nhiệt (°C)	130-190 ^b	-
Nhiệt độ nước vào (°C)	-	30
Nhiệt độ nước ra (°C)	-	40
Nhiệt độ của hỗn hợp hơi nước và hơi tinh dầu vào (°C)	-	100
Nhiệt độ của hỗn hợp hơi nước và hơi tinh dầu ra (°C)	-	45

^{a,b}: được khảo sát trong nghiên cứu

2.3 Hiệu suất trích ly tinh dầu và hiệu suất thu hồi tinh dầu

Hiệu suất trích ly tinh dầu H (%) và hiệu suất thu hồi tinh dầu m_c (%) được xác định theo công thức (2) và (3):

$$H(\%) = \frac{m_{td}}{m_{vỏ} \times (1-x) \times H} \times 100 \quad (2)$$

$$m_{td} = m_{nl} \times H \times m_c \Rightarrow m_c(\%) = \frac{m_{td}}{m_{nl} \times H} \quad (3)$$

Trong đó:

m_{td} (kg): khối lượng tinh dầu thu được sau khi làm khan;

m_{vỏ} (kg): khối lượng vỏ bưởi tươi;

H = 95%: hiệu suất trích ly tinh dầu lý thuyết;

x(%): độ ẩm của vỏ bưởi tươi;

m_{nl} (kg): khối lượng của nguyên liệu;

m_c (%): hiệu suất thu hồi tinh dầu.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

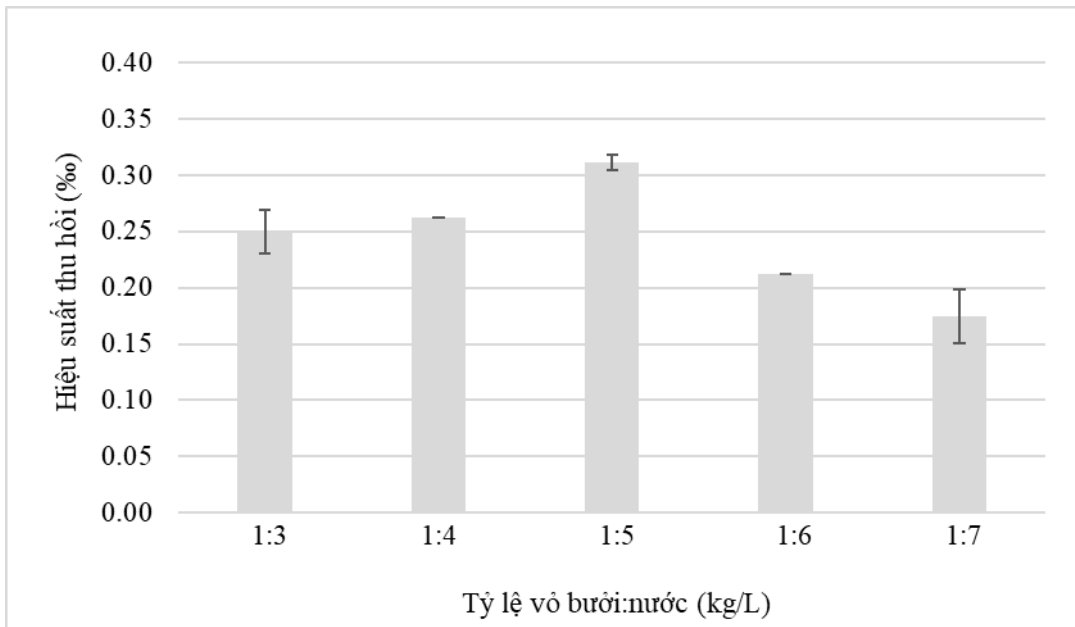
3.1 Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly

3.1.1 Tỷ lệ vỏ bưởi và nước

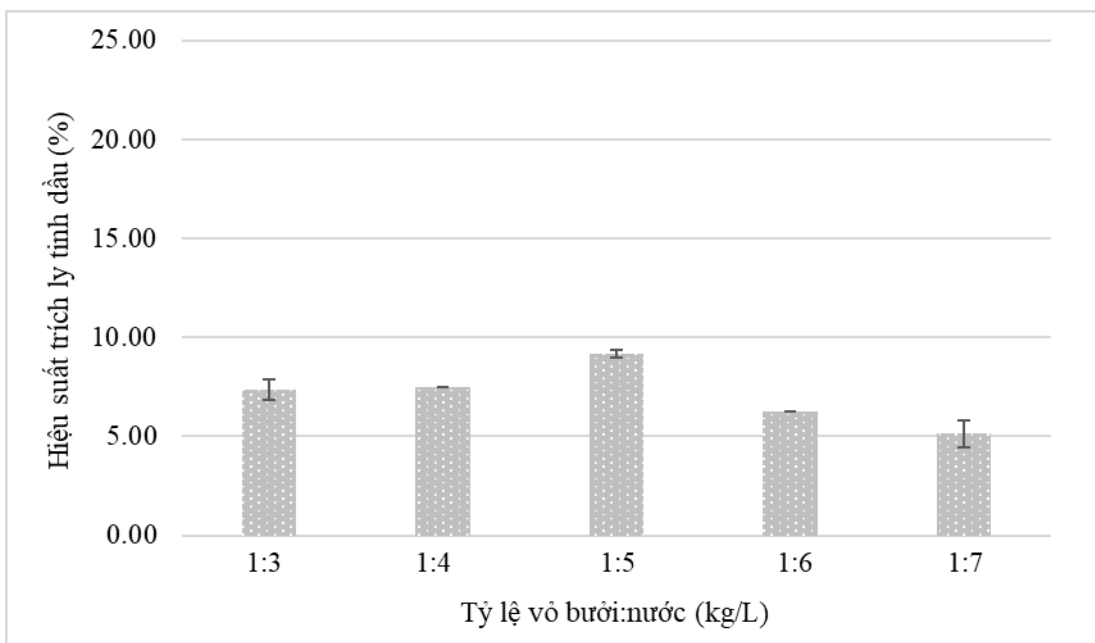
Tỷ lệ vỏ bưởi:nước trong quá trình khảo sát rất quan trọng, góp phần đảm bảo hiệu suất trích ly tinh

dầu và đem lại hiệu quả kinh tế cao nhất. Thí nghiệm được bố trí với tỷ lệ vỏ bưởi:nước lần lượt là 1:3, 1:4, 1:5, 1:6 và 1:7 ở 130°C trong 6 giờ. Hình 4 và Hình 5 cho thấy rằng khi tăng tỷ lệ vỏ bưởi:nước thì hiệu suất thu hồi tinh dầu và hiệu suất trích ly tinh dầu tăng. Ở tỷ lệ vỏ bưởi:nước là 1:3 và 1:4, hiệu suất thu hồi lần lượt là 0,250% và 0,262%. Khi tăng tỷ lệ nước:vỏ bưởi = 1:5 thì hiệu suất thu hồi tinh dầu tăng 16,02%. Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng lượng

nước, thì hiệu suất thu hồi tinh dầu lại giảm. Cụ thể khi tăng tỷ lệ lên 1:6 và 1:7 thì hiệu suất thu hồi lần lượt giảm 32,05% và 43,91%. Tương tự đối với hiệu suất trích ly tinh dầu, hiệu suất trích ly tinh dầu đạt được cao nhất, 9,15% ở tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:5. Hiệu suất trích ly giảm còn 6,23% và 5,15% khi tăng tỷ lệ vỏ bưởi:nước lần lượt là 1:6 và 1:7. Như vậy, hiệu suất thu hồi tinh dầu và hiệu suất trích ly tinh dầu tối ưu nhất là ở tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:5.



Hình 4: Hiệu suất thu hồi tinh dầu theo tỷ lệ bưởi:nước ở 130°C, thời gian trích ly 6 giờ



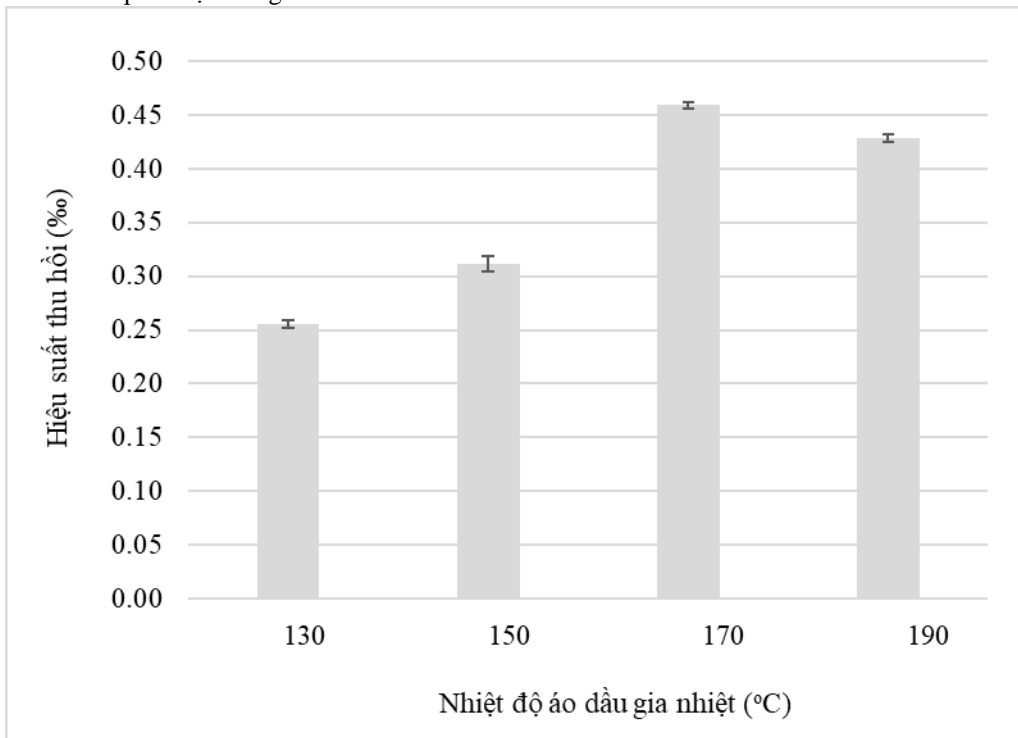
Hình 5: Hiệu suất trích ly tinh dầu theo tỷ lệ bưởi:nước ở 130°C, thời gian trích ly 6 giờ

Điều này có thể được giải thích là khi gia nhiệt hỗn hợp vỏ bưởi và nước, nước sẽ thấm thấu qua màng tế bào và xâm nhập vào bên trong các tế bào chứa tinh dầu làm chúng trương phồng lên, đến một lúc nào đó túi tinh dầu sẽ bị phá vỡ và giải phóng tinh dầu ra ngoài. Khi tiếp xúc với hơi nước, tinh dầu này sẽ bị lôi cuốn theo hơi nước và được ngưng tụ lại ở thiết bị ngưng tụ. Khi tỷ lệ nước và tinh dầu nhỏ, có nghĩa là lượng nước sử dụng ít sẽ không đủ để hòa tan lượng chất keo có trên màng tế bào làm giảm tốc độ thấm thấu của hơi nước và độ khuếch tán của tinh dầu. Mặt khác, khi lượng nước sử dụng quá ít thì áp lực tạo ra không đủ để phá vỡ hoàn toàn các túi tinh dầu cũng như không tạo đủ lượng hơi cần thiết để lôi cuốn tinh dầu ra khỏi hỗn hợp. Đây là lý do tại sao hiệu suất thu hồi và hiệu suất trích ly tinh dầu thấp ở những tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:3 và 1:4. Ngược lại, khi tỷ lệ vỏ bưởi:nước quá cao thì các cấu tử có tính phân cực trong tinh dầu sẽ hòa tan

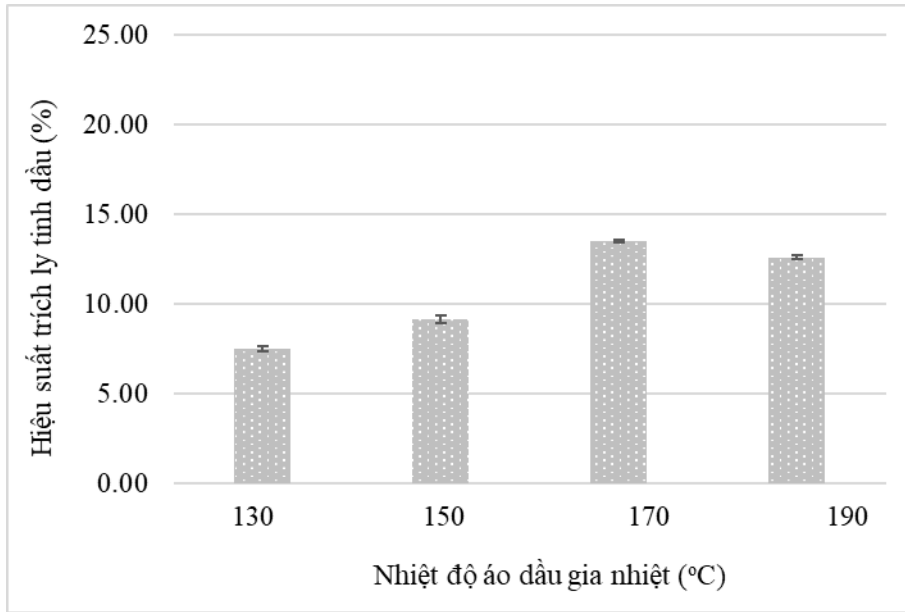
vào nước làm tổn hao tinh dầu thu được và nồng độ của dung dịch thu được sẽ giảm xuống. Muốn trích ly toàn bộ tinh dầu có trong vỏ bưởi thì phải tăng thời gian trích ly, do đó khảo sát ảnh hưởng của thời gian chưng cất sẽ được tiến hành trong các thí nghiệm tiếp theo.

3.1.2 Nhiệt độ áo dầu gia nhiệt

Nhiệt độ cũng là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi tinh dầu vì nhiệt độ cao làm tăng tốc độ khuếch tán và giảm độ nhớt của tinh dầu. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng cao sẽ thúc đẩy sự biến đổi hóa học của các thành phần trong nguyên liệu gây ảnh hưởng không mong muốn đến chất lượng tinh dầu (Hà Duyên Tư, 2009). Hình 6 và Hình 7 trình bày hiệu suất thu hồi tinh dầu phụ thuộc vào nhiệt độ áo dầu gia nhiệt từ 130, 150, 170 và 190°C với tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:5 (kg/L) trong thời gian 6 giờ.



Hình 6: Hiệu suất thu hồi tinh dầu theo nhiệt độ áo dầu gia nhiệt ở tỷ lệ vỏ bưởi:nước (kg/L) = 1:5, thời gian trích ly 6 giờ



Hình 7: Hiệu suất trích ly tinh dầu theo nhiệt độ áo dầu gia nhiệt ở tỷ lệ vỏ bưởi:nước (kg/L) = 1:5, thời gian trích ly 6 giờ

Nhiệt độ sôi trong thiết bị hầu như không thay đổi khi nhiệt độ ở lớp áo dầu gia nhiệt thay đổi. Vì vậy, hiệu suất tăng do cường độ sôi lớn khi gia tăng chênh lệch nhiệt độ dẫn tới nhiệt tải riêng tăng. Khi tăng nhiệt độ từ 130°C đến 170°C thì hiệu suất thu hồi tinh dầu tăng lần lượt từ 0,256% đến 0,312% và đạt cực đại 0,459% ở 170°C. Điều này có thể được giải thích là do sự tác động của nhiệt độ dẫn đến sự linh động của các cấu tử tăng lên, các cấu tử trong hỗn hợp sẽ chuyển động hỗn loạn do tăng vận tốc chuyển động làm cho quá trình khuếch tán trở nên dễ dàng hơn. Nước sẽ dễ dàng xuyên qua lớp nguyên liệu làm cho diện tích bề mặt tiếp xúc tăng lên. Nhiệt độ còn làm biến tính và phá hủy màng tế bào của nguyên liệu do các bọt khí tạo thành làm cho quá trình trích ly trở nên dễ dàng hơn, và khi tăng nhiệt tải riêng, quá trình sôi mạnh hơn làm túi tinh dầu bị phá vỡ nhiều hơn. Ngoài ra, do cường độ sôi lớn dòng hơi nước được tạo ra nhiều hơn vì vậy lượng hơi lôi cuốn cũng tăng thêm. Do đó, lượng tinh dầu thu được có khác biệt theo nhiệt độ. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nhiệt độ lên 190°C thì hiệu suất trích ly là 0,428%, giảm 6,75% so với hiệu suất trích ly ở 170°C. Hiệu suất thu hồi tinh dầu giảm là do khi nhiệt độ càng cao thì lượng hơi nước càng nhiều, sẽ làm cho sự tiếp xúc giữa nước và vỏ bưởi xảy ra quá nhanh. Điều này dẫn đến tinh dầu chưa thể trích ly được hoàn toàn và phần tinh dầu còn lại trong bã của vỏ bưởi nhiều nên hiệu suất thu hồi tinh dầu giảm.

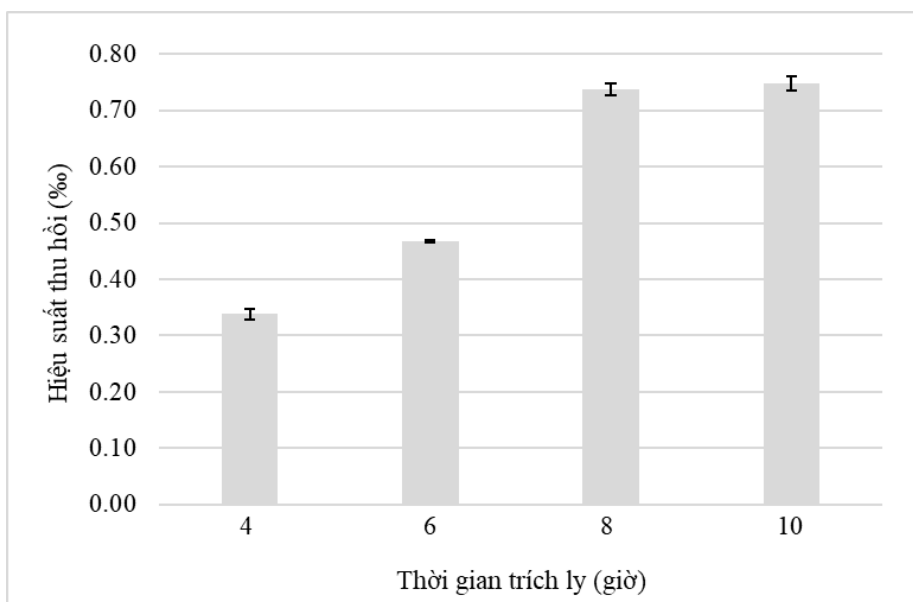
Tương tự đối với hiệu suất trích ly tinh dầu, hiệu suất tăng 44,44% từ 7,50% lên 13,50% khi tăng

nhiệt độ lớp áo dầu lần lượt từ 130°C đến 170°C. Hiệu suất trích ly giảm còn 12,60% khi nhiệt độ lớp áo dầu là 190°C. Vì vậy, 170°C là nhiệt độ áo dầu gia nhiệt tối ưu nhất cho quá trình trích ly tinh dầu vỏ bưởi.

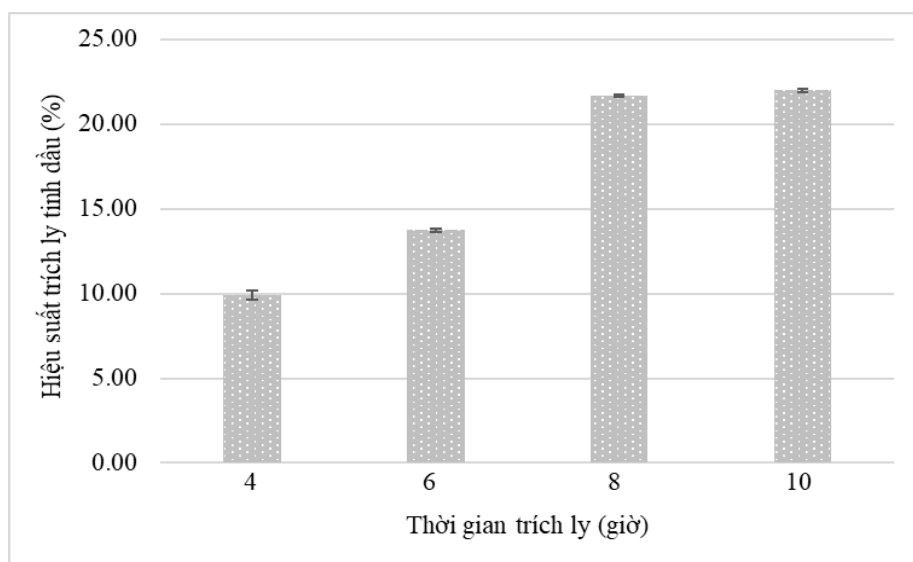
3.1.3 Thời gian trích ly

Thời gian trích ly phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: nguyên liệu, dung môi, nhiệt độ trích ly, ... Khi thời gian trích ly càng dài thì hiệu suất thu hồi tinh dầu càng cao. Mặt khác, khi quá trình trích ly đạt trạng thái cân bằng, tăng thời gian trích ly sẽ không làm tăng hiệu quả thu hồi tinh dầu, tốn kém thời gian và năng lượng, ảnh hưởng đến chất lượng và giá thành của tinh dầu. Do vậy, khảo sát thời gian trích ly phù hợp là cần thiết. Trong nghiên cứu này, các thí nghiệm được tiến hành với các mức thời gian lần lượt là 4, 6, 8 và 10 giờ với tỷ lệ vỏ bưởi:nước = 1:5 ở nhiệt độ 170°C.

Khi kéo dài thời gian trích ly thì hiệu suất thu hồi tinh dầu và hiệu suất trích ly tinh dầu sẽ tăng (Hình 8 và Hình 9). Cụ thể khi tăng thời gian từ 4h lên 8h thì hiệu suất tăng 54,14%, từ 0,338% đến 0,737%. Tiếp tục kéo dài thời gian trích ly 10 giờ, hiệu suất thu hồi tinh dầu (0,748%) tăng lên 54,81% so với hiệu suất thu hồi tinh dầu ở 4 giờ (0,338%). Khảo sát thời gian trích ly ở 8 giờ, hiệu suất thu hồi tinh dầu và hiệu suất trích ly lần lượt là 0,737% và 21,68% và nhận thấy các hiệu suất này ở 8 giờ và 10 giờ không có sai lệch đáng kể. Do đó, để đảm bảo tính kinh tế, 8 giờ là thời gian trích ly được lựa chọn.



Hình 8: Hiệu suất thu hồi tinh dầu theo thời gian ở 170°C, tỉ lệ vỏ bưởi:nước (kg/L) = 1:5



Hình 9: Hiệu suất trích ly tinh dầu theo thời gian ở 170°C, tỉ lệ vỏ bưởi:nước (kg/L) = 1:5

3.2 Đánh giá khả năng hoạt động của thiết bị trích ly tinh dầu dạng pilot

Bảng 3 trình bày các điều kiện trích ly tinh dầu vỏ bưởi tối ưu như tỉ lệ vỏ bưởi:nước, nhiệt độ trích ly và thời gian trích ly. Với điều kiện trích ly này thì hiệu suất thu hồi tinh dầu đạt từ 87,74% so với hiệu suất thu hồi tinh dầu lý thuyết là 0,84% (Lâm Thủy

Duyên, 2017), trong khí đó, hiệu suất trích ly tinh dầu là 21,68%. Hiệu suất trích ly còn thấp có thể là do các túi dầu bị đập trong quá trình vận chuyển từ địa điểm thu mua đến phòng thí nghiệm. Ngoài ra, tinh dầu có thể bị thất thoát do bị bám vào đường ống và thành thiết bị. Mặt khác, thao tác chiết tách cũng là nguyên nhân gây hao hụt lượng tinh dầu thu được.

Bảng 3: Điều kiện trích ly tinh dầu vỏ bưởi tối ưu

Tỉ lệ vỏ bưởi:nước (kg/L)	Thời gian trích ly (giờ)	Nhiệt độ áo dầu gia nhiệt (°C)	Hiệu suất thu hồi m _c (%)	Hiệu suất trích ly tinh dầu (%)
1:5	8	170	0,737	21,68

Hiệu suất thu hồi thực tế không sai lệch nhiều so với hiệu suất thu hồi lý thuyết, vì vậy có thể kết luận rằng thiết bị trích ly hoạt động khá ổn định, chất lượng tinh dầu tốt. Do thiết bị phân ly được thiết kế theo nguyên tắc bình thông nhau (Hình 3), và dựa vào sự chênh lệch tỷ trọng của tinh dầu và nước nên tinh dầu thu được ít bị lẫn nước, tiết kiệm được thời gian tách chiết tinh dầu và không sử dụng dung môi để tách chiết tinh dầu. Qua các thí nghiệm tối ưu hóa

các thông số của quá trình trích ly nhận thấy rằng lượng nước chiếm khoảng 5% thể tích tinh dầu. Thiết bị trích ly có cấu tạo đơn giản, vận hành dễ dàng và an toàn cho người sử dụng. Do đó, tổng thời gian của quá trình trích ly gồm gia nhiệt, trích ly và phân ly được rút ngắn so với quy trình trích ly trong phòng thí nghiệm (Bảng 4). Mặc dù thời gian trích ly tinh dầu vẫn còn dài hơn so với một số nghiên cứu, tuy nhiên hiệu suất trích ly tinh dầu thu được cao hơn rất nhiều so với các nghiên cứu trước đó.

Bảng 4: So sánh kết quả của nghiên cứu với các kết quả nghiên cứu khác đã công bố

Nguyên liệu	Phương pháp trích ly	Điều kiện trích ly			Phương pháp thu hồi tinh dầu	Hiệu suất trích ly tinh dầu H (%)	Thời gian cho toàn bộ quá trình (h) ^a	Tài liệu tham khảo
		Tỉ lệ vô buri:nước (kg/L)	Thời gian trích ly (giờ)	Nhiệt độ áo dầu gia nhiệt (°C)				
Pummelo peel (<i>Citrus Grandis</i>)	Ép lạnh	-	-	-	Ly tâm	-	< 24	Darjazi (2014)
Pummelo peel (<i>Citrus Grandis</i>)	Chung cất lôi cuốn hơi nước (sử dụng thiết bị Clevenger)	-	3	-	Dùng dung môi n-hexane	-	3	Darjazi (2014)
Vô buri	Chung cất lôi cuốn hơi nước ở dạng pilot	1:5	-	-	Sử dụng thiết bị phân ly	1 ^b	2,7	Thanh <i>et al.</i> (2018)
Pomelo (<i>Citrus grandis</i> .Linn <i>Osbeck</i>)	Chung cất lôi cuốn hơi nước có hỗ trợ của vi sóng ^c (sử dụng thiết bị Clevenger)	1:3,119	1,96	-	Sử dụng thiết bị phân ly	4,50	-	Tran <i>et al.</i> (2018)
Vô buri	Chung cất lôi cuốn hơi nước ở quy mô nhỏ	5:2	3	-	-	18,70	3,6	Trần Thị Phá và <i>ctv.</i> (2014)
Vô buri năm roi	Chung cất lôi cuốn hơi nước ở thiết bị pilot	1:5	8	170	Sử dụng thiết bị phân ly	22,82	8	Nghiên cứu này

^aTổng thời gian trích ly và thu hồi tinh dầu

^bHiệu suất trích ly được định nghĩa là hiệu suất trích ly tinh dầu tại một thời điểm trên hiệu suất trích ly tinh dầu cực đại

^cCông suất của vi sóng sử dụng là 403,115 W

Thời gian trích ly tinh dầu buri trong nghiên cứu của Chen *et al.* (2016) và Bustamante *et al.* (2016) lần lượt là 5,6 phút và 20 phút ngắn hơn rất nhiều so với thời gian trích ly trong nghiên cứu là 8 giờ, do

nghiên cứu được thực hiện ở quy mô phòng thí nghiệm và có sử dụng sự hỗ trợ của vi sóng, Tuy nhiên, mô hình trích ly trong nghiên cứu này được tiến hành ở quy mô pilot và rất dễ dàng ứng dụng ở

quy mô lớn hơn so với mô hình trích ly của Chen *et al.* (2016) và Bustamante *et al.* (2016). Tuy nhiên, thiết bị trích ly cũng có một số điểm hạn chế cần khắc phục như không giám sát được lượng nước còn lại trong thiết bị trích ly, khó thu triệt để tinh dầu, phần lớn các bộ phận của thiết bị không thể tháo rời nên việc vệ sinh gặp khó khăn. Do đó, thiết bị trích ly cần phải được thiết kế thêm bộ phận giám sát mực chất lỏng. Ngoài ra, phần nắp của thiết bị phải được thiết kế bằng mặt ghép bích và tháo lắp dễ dàng để thuận tiện cho quá trình vệ sinh thiết bị.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá được các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly tinh dầu bưởi ở các điều kiện tối ưu như sau tỉ lệ vỏ bưởi:nước = 1:5, nhiệt độ áo dầu gia nhiệt 170°C và thời gian trích ly 8h. Hiệu suất thu hồi tinh dầu thực tế là 0,737%; khoảng 87,74% so với hiệu suất thu hồi tinh dầu lý thuyết. Hiệu suất trích ly tinh dầu là 21,68%. Thiết bị trích ly tinh dầu bưởi hoạt động ổn định, dễ vận hành và thiết bị phân ly tinh dầu hoạt động tốt giúp rút ngắn thời gian phân tách tinh dầu và tinh dầu ít bị lẫn nước.

4.2 Đề xuất

Thiết bị trích ly tinh dầu bưởi cần phải được cải tiến để nâng cao hiệu suất và chất lượng của tinh dầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ayala, J. R., Montero, G., Campbell, H. E. *et al.*, 2017. Extraction and characterization of orange peel essential oil from Mexico and United States of America. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 20(4): 897 – 914.

Balti, M. A., Hadrach, B., Kriaa, K., Kechaou, N., 2018. Lab-scale extraction of essential oils from Tunisian lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 124: 164-173.

Bustamante, J., Stempvoort, S., García-Gallarreta, M. *et al.*, 2016. Microwave assisted hydro-distillation of essential oils from wet citrus peel waste. *Journal of Cleaner Production*. 137: 598-605.

Chen, Q., Hu, Z., Yao, F. Y. D., Liang, H., 2016. Study of two-stage microwave extraction of essential oil and pectin from pomelo peels. *LWT - Food Science and Technology*. 66: 538-545.

Dawen, S., Zeng, X., Zhong, H., Xu, Z., Fan, R., 2015. Pomelo peel essential oil extraction method by peel icing and breaking. *United States Patent Application Publication, US 2015/0073161 A1*.

Darjazi, B. B., 2014. Comparison of peel components of Pummelo (*Citrus Grandis*) obtained using cold-press and hydrodistillation method. *Journal of Life Science and Biomedicine*. 4(2): 71-77.

Desai, M. A., Parikh, J., 2015. Extraction of essential oil from leaves of lemongrass using microwave radiation: optimization, comparative, kinetic, and biological studies. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 3(3): 421-431.

Farhat, A., Fabiano-Tixier, A.S., Maataoui, M. E., Maingonnat, J.F., Romdhane, M., Chemat, F., 2011. Microwave steam diffusion for extraction of essential oil from orange peel: Kinetic data, extract's global yield and mechanism. *Food Chemistry*. 125 (1): 255-261.

Hà Duyên Tư, 2009. Phân tích hóa học thực phẩm. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật. Hà Nội, 323 trang.

Hoshino, R., Wahyudiono, Machmudah, S., Kanda, H., Goto, M., 2014. Simultaneous extraction of water and essential oils from citrus leaves and peels using liquefied dimethyl ether. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 4(5): 1-6.

Lâm Thủy Duyên, 2017. Đánh giá khả năng kháng khuẩn và chống oxy hóa của tinh dầu trích ly từ vỏ bưởi Năm Roi (*Citrus grandis*). Luận văn Cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Thành phố Cần Thơ.

Maiti, S., Bhatt, C., Patel, P., Ghosh, P. K., 2012. Use of solar thermal energy in the hydrodistillation of essential oil. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*. 4(6): 063106-1-14.

Thanh, N. D. B., Trung, D. N., Ta, D. H., 2018. Modeling of essential oil extraction process: Application for orange, pomelo, and lemongrass. *Vietnam Journal of Science and Technology*. 56(4A): 182-189.

Trần Thị Phá, Vũ Văn Biền, Nguyễn Thị Hào, Hứa Văn Đảo và Vương Văn Ánh, 2014. Kết quả bước đầu nghiên cứu xây dựng mô hình chưng cất tinh dầu cam, bưởi phục vụ xử lý rác thải xốp. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ - Đại học Thái Nguyên*. 122(08): 117-123.

Tran, T. H, Nguyen, P. T. N., Nguyen, D. T., Van, T. T. H., Long, G. B., 2018. Optimizing the pomelo oils extraction process by microwave-assisted hydro-distillation using soft computing approaches. *Solid State Phenomena*. 279: 217–221.