

NGHIÊN CỨU NHỮNG YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH CHUNG CẤT TINH DẦU TRẦM HƯƠNG

INVESTIGATING FACTORS AFFECTING THE DISTILLATION PROCESS OF AGARWOOD OIL

Ngô Phi Mạnh¹, Trần Văn Vang¹, Mã Phước Hoàng¹, Võ Kim Quỳnh², Nguyễn Nhật Huy²

¹Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; npmanh@dut.udn.vn

²Sinh viên Khoa Công nghệ Nhiệt Điện lạnh - Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng

Tóm tắt - Tinh dầu trầm hương là sản phẩm có giá trị kinh tế rất cao, được chiết xuất chủ yếu bằng phương pháp chưng cất từ gỗ trầm hương. Tuy nhiên, quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương rất phức tạp và hiệu quả của quá trình chưng cất phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Trong bài báo này, một mô hình thiết bị chưng cất tinh dầu kiểu ngáp đã được thiết kế và chế tạo với năng suất 5 kg nguyên liệu/ mẻ. Những thí nghiệm được tiến hành trên mô hình này nhằm khảo sát 3 yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương, đó là: Thời gian chưng cất, công suất nhiệt bộ đốt, và thời gian ngâm nguyên liệu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với thời gian chưng cất 30 giờ, nguyên liệu được ngâm 21 ngày và mức công suất nhiệt 3 kW, chưng cất được lượng dầu lớn nhất khoảng 4,5 mL/ 5 kg nguyên liệu/mẻ. Hiệu suất chưng cất đạt 0,09%.

Từ khóa - Tinh dầu trầm hương; quá trình chưng cất; thiết bị chưng cất

Abstract - Agarwood oil is a product of very high economic value which is mainly extracted from agarwood chips by means of the distilling method. Yet, the process of distilling agarwood oil is very complicated and its efficiency depends on many factors. In this article, a hydro-distillation model was designed and constructed with its capacity output of 5 kg agarwood chips per batch. Experiments were carried out based on this model in order to investigate three major influential factors affecting the oil yield from the distillation process: Distillation time, heating capacity of the burner, and soaking time. The results of the study show that the amount of extracted oil reached the highest level of 4.5 mL per batch - 5 kg agarwood chips under conditions of 30-hour extraction time, 3 kW heating capacity, and 21-day soaking time. Accordingly, the distillation yield reached 0.09%.

Key words - Agarwood oil; distillation process; hydro-distillation model

1. Đặt vấn đề

Trầm hương là phần gỗ có giá trị được hình thành trên cây Dó bầu (tên khoa học là *Aquilaria*). Trầm hương tại mỗi quốc gia có các tên gọi khác nhau, như Jinko (Nhật Bản), Gaharu (trong tiếng Hindi tại các nước Malaysia, Indonesia...). Tại khu vực Đông Nam Á, có 3 loại Dó chính có khả năng tạo trầm, đó là *Aquilaria Crassna*, *Aquilaria Subintegra* và *Aquilaria Malaccensis* [1]. Cơ chế tạo trầm trên cây Dó bầu rất phức tạp và cho đến nay vẫn chưa có giả thuyết thuyết phục nào được đưa ra để giải thích cơ chế hình thành trầm hương. Trầm hương nói chung và tinh dầu trầm hương nói riêng mang giá trị tín ngưỡng tôn giáo rất lớn ở các nước Trung Đông. Đặc biệt, tinh dầu trầm hương có giá trị rất cao trong nền công nghiệp sản xuất nước hoa cao cấp, cũng như có rất nhiều tác dụng quý về sức khỏe như: Giảm căng thẳng, thanh lọc không khí trong gia đình, chống nhăn, lão hóa da, trị sẹo... [2]. Vì vậy, tinh dầu trầm hương có giá trị kinh tế rất lớn trên thị trường. Theo nghiên cứu phân tích và đánh giá về chất lượng tinh dầu trầm hương tại Malaysia, giá trị của 12 ml tinh dầu trầm hương dao động từ 126 đô la Mỹ ($\approx 2,898$ triệu đồng) đến 633 đô la Mỹ (14,559 triệu đồng) [3].

Vì sự khai thác quá mức mà trầm hương tự nhiên ngày càng khan hiếm, và giá thành trầm tự nhiên rất cao. Do đó, hiện nay, trầm hương nuôi cấy nhân tạo (Cultivated agarwood) đang đóng vai trò đảm bảo nguồn cung ổn định cho nhu cầu trầm hương ngày càng tăng trên thị trường. Để chưng cất tinh dầu trầm hương, nguyên liệu đầu vào là loại trầm hương nhân tạo này. Quá trình chiết xuất tinh dầu trầm hương dựa trên 2 phương pháp phổ biến nhất: Chưng cất kiểu lôi cuốn hơi nước (steam distillation) và chưng cất kiểu ngáp (Hydro distillation). Vì lượng tinh dầu trong nguyên liệu rất nhỏ, thời gian hình thành tinh dầu diễn ra lâu dài, liên kết giữa tinh dầu và cấu trúc của gỗ Dó bầu rất bền, nên quá

trình chưng cất tinh dầu trầm hương khó hơn so với chưng cất các loại tinh dầu thiên nhiên khác như sả, gừng, quế (gỗ). Chính những khó khăn trong quá trình chưng cất này dẫn đến chi phí vận hành các thiết bị rất lớn, làm giảm hiệu quả kinh tế của quá trình chưng cất trong so sánh tương quan với giá bán tinh dầu. Chính vì vậy, trong bài báo này, nhóm nghiên cứu muốn tập trung vào khảo sát 03 yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương, bao gồm: Thời gian chưng cất, mức công suất nhiệt sử dụng, và thời gian ngâm nguyên liệu. Mục tiêu nghiên cứu là tìm ra được quy trình vận hành thiết bị chưng cất tinh dầu trầm hương với thời gian ngắn nhất, mức công suất nhiệt thấp nhất, và thời gian ngâm phù hợp nhất. Từ đó, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế của các mô hình chưng cất tinh dầu trầm hương hiện nay tại Việt Nam.

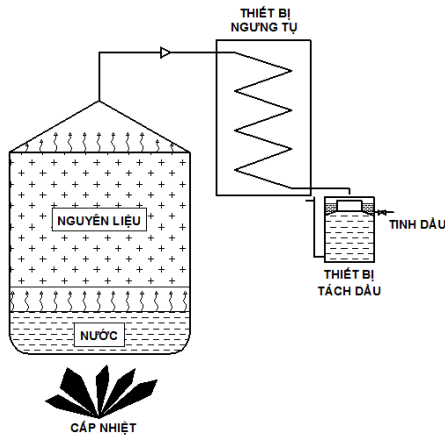
2. Thiết kế và chế tạo thiết bị chưng cất

2.1. Phân tích và lựa chọn kiểu thiết bị chưng cất

Hiện nay, có 2 kiểu thiết bị chưng cất tinh dầu trầm hương được sử dụng phổ biến: Kiểu ngáp (hydro distillation) và kiểu lôi cuốn hơi nước (steam distillation).

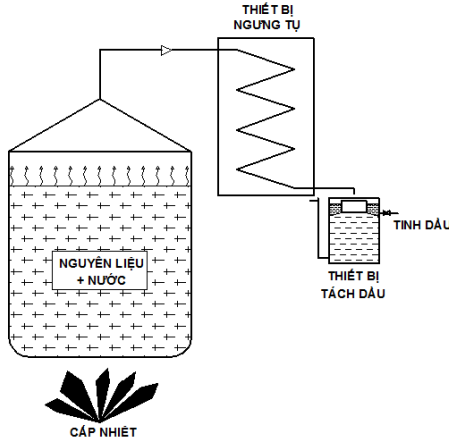
Với kiểu lôi cuốn hơi nước, nguyên liệu không nhúng trực tiếp vào nước, như Hình 1. Nước sẽ được gia nhiệt đến sôi, hơi nước sẽ đi xuyên qua lớp nguyên liệu hoặc hơi nước được cung cấp từ 1 nồi hơi bên ngoài. Tinh dầu và nước chuyển dịch ra khỏi nguyên liệu và bị cuốn theo dòng hơi. Hỗn hợp hơi nước và hơi tinh dầu ngưng tụ lại thành nước ngưng và tinh dầu dạng lỏng tại thiết bị ngưng tụ. Dựa vào sự khác biệt về tỷ trọng giữa tinh dầu và nước mà tinh dầu sẽ được tách ra khỏi nước. Kiểu thiết bị chưng cất này phù hợp với nguyên liệu dạng tấm mỏng, độ xốp nguyên liệu lớn, như sả, bạc hà, gừng, bưởi, quế, oải hương, trầm... Với trầm hương, để có thể sử dụng thiết bị này, trầm

nguyên liệu phải được xay nhỏ thành dạng dăm. Nếu xay ra quá mịn (dạng bột), thì trở lực dòng hơi qua lớp nguyên liệu rất lớn, và bột trầm sau khi hấp thụ nước sẽ dính kết lại với nhau gây cản trở quá trình tách tinh dầu.



Hình 1. Mô hình thiết bị chưng cất tinh dầu kiểu lôi cuốn hơi nước (Steam distillation)

Với thiết bị chưng cất kiểu ngập (hydro-distillation), nguyên liệu được ngâm trực tiếp trong nước, như Hình 2.



Hình 2. Mô hình thiết bị chưng cất tinh dầu kiểu ngập (Hydro distillation)

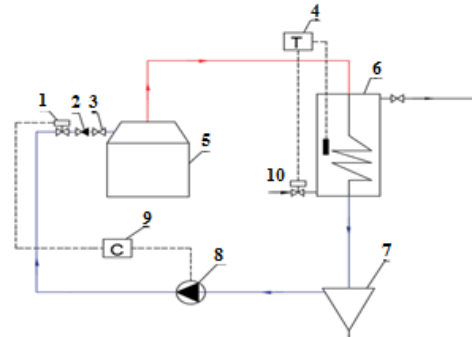
Khi vận hành, hỗn hợp nước và nguyên liệu cùng được gia nhiệt. Dưới tác dụng nhiệt, tinh dầu được tách ra khỏi nguyên liệu dưới dạng hơi rồi thoát ra khỏi mặt thoáng và được dòng hơi cuốn đi. Hỗn hợp hơi nước và hơi tinh dầu sẽ được dẫn qua thiết bị ngưng tụ. Tại đây, chúng nhà nhiệt cho môi trường làm mát (chủ yếu là nước) và ngưng tụ lại thành dạng lỏng. Sau đó, tinh dầu được tách ra khỏi nước dựa vào sự khác nhau về tỷ trọng. Kiểu thiết bị này đặc biệt phù hợp với trầm nguyên liệu dạng bột mịn. Theo nghiên cứu [4], thiết bị chưng cất kiểu ngập có hiệu quả cao hơn so với kiểu lôi cuốn hơi nước. Cụ thể, với cùng 30 kg trầm nguyên liệu, thiết bị chưng cất kiểu lôi cuốn hơi nước mất khoảng 7 ngày để thu được lượng dầu 100 mL. Trong khi đó, thiết bị chưng cất kiểu ngập chỉ mất 5 ngày, với lượng dầu thu được là 150 mL. Tại Việt Nam, theo khảo sát của nhóm nghiên cứu, các cơ sở chưng cất tinh dầu trầm hương đều sử dụng thiết bị chưng cất kiểu ngập. Nguồn nhiệt cung cấp cho quá trình chưng cất chủ yếu từ quá trình đốt cháy phần thân cây Dó bầu không chứa trầm hương.

Vì tính hiệu quả và thông dụng của thiết bị chưng cất

kiểu ngập trong chiết xuất tinh dầu trầm hương. Trong nghiên cứu này, nhóm đã tiến hành thiết kế và chế tạo 01 mô hình thiết bị chưng cất tinh dầu trầm hương bán tự động kiểu ngập, với năng suất mỗi mẻ là 5 kg nguyên liệu dạng bột.

2.2. Sơ đồ cấu tạo hệ thống thiết bị chưng cất

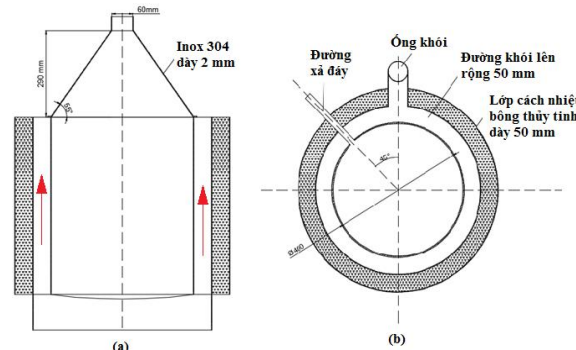
Vì thời gian chưng cất tinh dầu trầm hương rất dài, có thể liên tục từ 4 [5] đến 7 ngày [4]. Do đó, việc tiến hành thí nghiệm trên mô hình sẽ tốn nhiều công sức cho việc bổ sung nước cho nồi chưng cất, và cung cấp nước làm mát cho thiết bị ngưng tụ. Vì vậy, nhóm nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo mô hình thiết bị chưng cất kiểu ngập có khả năng tự động trong việc bổ sung nước vào nồi chưng cất tránh tình trạng cháy nguyên liệu do thiếu nước, cũng như đảm bảo cung cấp nước làm mát tự động cho thiết bị ngưng tụ. Mô hình thiết bị được biểu diễn ở Hình 3. Các thiết bị chính bao gồm: 1 nồi chưng 2 lớp dung tích 70 L (5); 01 thiết bị ngưng tụ kiểu ống xoắn giải nhiệt bằng nước (6); 1 thiết bị thu gom và tự động tách dầu (7); 01 bộ điều khiển tự động hồi nước ngưng về bình chứa bao gồm bơm (8), timer (9), van điện từ (1), van 1 chiều (2) và van chặn (3); 1 bộ điều khiển tự động cung cấp nước làm mát vào thiết bị ngưng tụ, bao gồm rơ le nhiệt độ (4) và van điện từ (10); 1 bộ đốt gas LPG.



Chú thích:

- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| 1 - Van điện từ | 6 - Thiết bị ngưng tụ |
| 2 - Van 1 chiều | 7 - Bình gom và tách dầu tự động |
| 3 - Van chặn | 8 - Bơm hồi nước ngưng |
| 4 - Rơ le nhiệt | 9 - Timer điều khiển hồi nước ngưng |
| 5 - Nồi chưng cất | 10 - Van điện từ |

Hình 3. Sơ đồ bố trí mô hình thiết bị chưng cất trầm hương kiểu ngập



Hình 4. Kết cấu nồi chưng cất 2 lớp

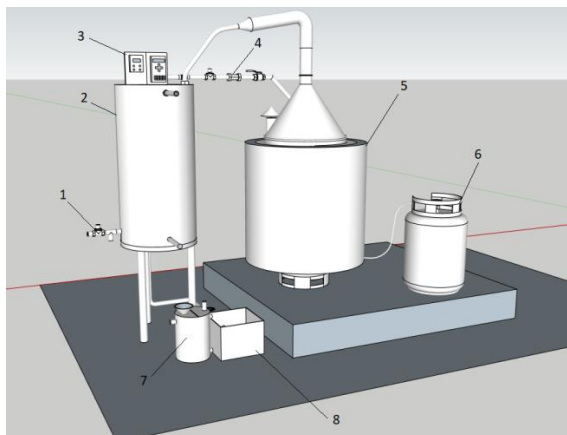
Thêm vào đó, nhóm nghiên cứu cũng đã có cải tiến trong thiết kế nồi chưng cất so với kiểu thiết bị đang được sử dụng thực tế hiện nay tại các cơ sở chưng cất tinh dầu trầm hương, Hình 4. Trong khi ở các thiết bị nồi chưng cất thực tế, phần diện tích nhận nhiệt chỉ là đáy nồi. Thì trong

nồi chưng hiện tại, khối sau khi gia nhiệt cho hỗn hợp nguyên liệu và nước ở phần đáy nồi sẽ tiếp tục chuyển động dọc theo phần thân nồi lên trên (có độ rộng 50 mm), tiếp tục gia nhiệt cho hỗn hợp và thoát ra môi trường ở ống khói. Với thiết kế này, diện tích trao đổi nhiệt hiệu quả của nồi chưng và khói tăng lên 6 lần so với nồi truyền thống. Giúp giảm tổn thất nhiệt do khói thoát mang ra môi trường, góp phần tiết kiệm nhiên liệu cung cấp cho quá trình chưng cất. Và với thời gian chưng cất tinh dầu trầm hương rất dài, cải tiến này rất có ý nghĩa trong việc tiết kiệm chi phí nhiên liệu đốt, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế mô hình sản xuất tinh dầu trầm hương.

Các thông số chính của nồi chưng cất được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số cấu tạo chính của nồi chưng cất

TT	Thông số	Độ lớn	Đơn vị
1	Đường nồi chưng cất, Di	400	mm
2	Độ dày nồi (inox 304)	2	mm
3	Chiều cao nồi chưng cất, H	1.200	mm
4	Tổng thể tích nồi	70	Lít
5	Thể tích hữu ích (hỗn hợp nguyên liệu và nước)	50	Lít



Hình 5. Bố trí mô hình thiết bị dạng 3D

Chú thích: 1- Cùm van điện từ cấp nước làm mát; 2- Thiết bị ngưng tụ; 3- Timer và cảm biến nhiệt độ; 4- Cùm van điện từ, van một chiều và van chặn đường nước ngưng hồi về; 5- Nồi chưng cất; 6- Bình van; 7- Bình gom và tách dầu tự động; 8- Thùng chứa và bơm hồi nước ngưng



Hình 6. Bố trí mô hình thiết bị chưng cất tinh dầu trầm hương kiểu ngập thực tế

Mô hình thiết bị sau khi thiết kế và chế tạo đã được lắp đặt tại phòng thí nghiệm thuộc khoa Công nghệ Nhiệt – Điện lạnh, Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng. Hình 5 là mô hình bố trí thiết bị dạng 3D. Trong khi đó, Hình 6 là thể hiện bố trí mô hình thiết bị thực tế tại phòng thí nghiệm.

3. Thí nghiệm và phân tích kết quả thí nghiệm

3.1. Nguyên liệu và công tác chuẩn bị thí nghiệm

Để tiến hành 1 mẻ thí nghiệm, cần có các bước sau: Chuẩn bị nguyên liệu, đầu nối đường ống dẫn gas từ bình chứa vào bộ đốt, đầu nối đường nước làm mát vào và đường nước nóng ra từ thiết bị ngưng tụ. Trong khâu chuẩn bị nguyên liệu, nguyên liệu trầm hương được thu mua tại khu vực tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam. Nguyên liệu dưới dạng dăm bào (Hình 7a), được cung cấp bởi Công ty TNHH Hương Trầm Đất Quảng có trụ sở tại TP Đà Nẵng. Nguyên liệu, sau đó, được xay thành dạng bột mịn có đường kính trung bình 1-2 mm (Hình 7b). Bột nguyên liệu tiếp tục được ngâm nước trong các thùng nhựa theo tỷ lệ khối lượng 1:10 (Tức là, 1 kg nguyên liệu ngâm trong 10 kg nước [5]), trong thời gian nhất định. Tiếp đến, nguyên liệu được lấy ra khỏi thùng ngâm và phơi khô trước khi đưa vào nồi chưng cất. Nước được cho vào nồi chưng cùng với nguyên liệu theo tỷ lệ 1:6 (1 kg nguyên liệu tương ứng với 6 lít nước). Với năng suất thiết kế cho 5 kg nguyên liệu 1 mẻ, lượng nước cần thiết cung cấp vào nồi chứa là 30 Lít.



Hình 7. Nguyên liệu dạng dăm bào (a) và dạng bột (b)

Sau khi kết thúc các bước chuẩn bị, bộ đốt được bật và quá trình chưng cất bắt đầu. Sau 1 thời gian gia nhiệt, hỗn hợp hơi nước và hơi tinh dầu từ nồi chưng cất sẽ nhả nhiệt cho nước làm mát tại thiết bị ngưng tụ, chuyển thành pha lỏng. Dung dịch bao gồm nước ngưng và tinh dầu trầm sẽ được đưa vào bình gom dầu. Bình gom dầu được thiết kế dựa trên cơ sở về sự khác nhau tỷ trọng giữa tinh dầu và nước. Do đó, tinh dầu sẽ được giữ lại trong bình gom dầu trong khi nước ngưng sẽ tự động chảy vào bình chứa nước ngưng. Trong bình chứa nước ngưng có lắp đặt 1 bơm nước và được điều khiển bởi 1 rơ le thời gian (timer). Sau khi kết thúc thí nghiệm, tinh dầu được thu hồi vào phễu tách ly tinh dầu bằng thủy tinh. Sau đó, nước được loại bỏ ra khỏi tinh dầu 1 lần nữa. Tinh dầu thu được sau công đoạn này vẫn còn lẫn nước. Do đó, tinh dầu tiếp tục được đưa qua thiết bị tách dầu kiểu ly tâm. Cuối cùng, tinh dầu thu được sẽ được định lượng để đánh giá hiệu quả của quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương.

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát 3 yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình chưng cất tinh dầu trầm

huơng: Thời gian chưng cất, mức công suất nhiệt bộ đốt và thời gian ngâm nguyên liệu. Mỗi yếu tố ảnh hưởng này, nhóm tiến hành 3 thí nghiệm. Như vậy, tổng cộng có 9 thí nghiệm được tiến hành.

3.2. Ảnh hưởng của mức công suất nhiệt

Mục tiêu của việc gia nhiệt nguyên liệu trong quá trình chưng cất tinh dầu nói chung, và tinh dầu trầm hương nói riêng là cung cấp năng lượng để phá vỡ liên kết giữa tinh dầu và nguyên liệu, giúp tinh dầu tách ra khỏi nguyên liệu và khuếch tán vào hơi nước. Hỗn hợp hơi tinh dầu và hơi nước này sẽ được dẫn vào thiết bị ngưng tụ và chuyển thành pha lỏng tại đây. Mức công suất nhiệt phù hợp để cung cấp cho quá trình chưng cất là thông số cần được xác định. Vì thời gian chưng cất tinh dầu rất dài, nên với mức công suất càng lớn đồng nghĩa lượng tiêu thụ nhiên liệu tăng càng lớn, và ngược lại. Do đó, trong nghiên cứu này, nhằm khảo sát ảnh hưởng của công suất nhiệt đến hiệu quả của quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương. Nhóm nghiên cứu sử dụng 1 bếp đốt gas công nghiệp có mã hiệu Excel TL-280C, và đã được lựa chọn điều chỉnh 3 mức công suất nhiệt lần lượt là 6,65 kW, 7,7 kW và 8,7 kW. Đây là các mức công suất nhiệt hoạt động khi ổn định của thiết bị, tức là khi hỗn hợp (nước và nguyên liệu) đạt nhiệt độ sôi (100°C).

Có 3 thí nghiệm chưng cất tinh dầu tương ứng với 3 mức công suất nhiệt này. Trong các thí nghiệm này, 5 kg nguyên liệu được ngâm ở cùng thời gian 33 giờ, thời gian chưng cất 30 giờ. Kết quả của 3 thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 2.

Trong Bảng 2, hiệu suất của quá trình chưng cất tinh dầu (the oil yield) được tính theo công thức sau:

$$Y = \frac{G_d}{G_{nl}} \cdot 100, \%$$

Trong đó, G_d, G_{nl} – Lần lượt khối lượng tinh dầu chưng cất được và trầm hương nguyên liệu, g.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của công suất nhiệt

Chỉ số khảo nghiệm	Đơn vị	Kết quả các mẻ chưng cất		
		Mẻ 1	Mẻ 2	Mẻ 3
Công suất nhiệt	kW	6,65	7,7	8,7
Khối lượng nguyên liệu	kg	5	5	5
Thời gian chưng cất	giờ	30	30	30
Lượng gas tiêu thụ	kg	15	16,8	18,8
Lượng dầu thu được	mL	~1,5	~1	~0,5
Hiệu suất chưng cất, Y	%	0,03	0,02	0,01

Từ Bảng 2 có thể thấy, khi mức công suất nhiệt sử dụng càng lớn thì lượng tinh dầu thu được càng nhỏ. Cụ thể, ở các mức công suất 8,7 kW; 7,7 kW và 6,65 kW lượng dầu thu được tương ứng khoảng 0,5 mL; 1 mL và 1,5 mL. Và hiệu suất chưng cất tương ứng lần lượt là 0,01%; 0,02% và 0,03%. Theo nhóm nghiên cứu, kết quả này có thể được giải thích như sau: Khi mức công suất nhiệt quá lớn, quá trình hóa hơi diễn ra nhanh, lượng nước trong nồi chưng cất giảm nhanh. Trong khi, việc hồi nước ngưng không kịp thời để duy trì mức nước trong nồi chứa. Điều này khiến phần hỗn hợp hơi nước và hơi dầu bị quá nhiệt ở phần trên của nồi chưng cất. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao, tinh dầu bị biến chất (cháy dầu), biến đổi thành các chất khí không

ngưng. Kết quả là lượng dầu thu được giảm xuống. Điều này càng được củng cố khi tinh dầu thu được ở mức công suất nhiệt lớn có mùi và màu sắc không giống đặc trưng của tinh dầu trầm hương.

Bên cạnh đó, mức công suất nhiệt sử dụng càng lớn thì lượng tiêu thụ gas cho quá trình chưng cất càng lớn (6,65 kW), 16,8 kg (7,7 kW) và 18,8 kg (8,7 kW). Đồng thời, lượng nước làm mát tiêu tốn cho quá trình chưng cất cũng tăng lên.

Từ những kết luận trên, trong phạm vi thí nghiệm này có thể thấy, mức công suất nhiệt bộ đốt hiệu quả nhất là 6,65 kW. Với mức công suất này, lượng dầu chiết tách được là nhiều nhất, chất lượng dầu (cảm quan sơ bộ: Màu sắc và mùi) đảm bảo. Kết quả này cung cấp cơ sở về giới hạn trên của mức công suất nhiệt cần sử dụng trong các cơ sở chưng cất tinh dầu trầm hương hiện nay, tránh tình trạng sử dụng nhiên liệu đốt hoặc điện năng lãng phí. Tuy nhiên, cần tiến hành thêm nhiều nghiên cứu ở mức nhiệt thấp hơn cần được thực hiện để tìm ra được mức công suất nhiệt tối ưu trong chưng cất tinh dầu trầm hương khi có cùng các điều kiện chưng cất với mô hình thiết bị hiện tại.

3.3. Ảnh hưởng của thời gian ngâm nguyên liệu

Ngâm được xem là một trong những công đoạn tiền xử lý trầm hương nguyên liệu trước khi đưa vào thiết bị chưng cất. Công đoạn này giúp tăng lượng tinh dầu chiết tách. Hiện tại, nguyên liệu có thể được ngâm bởi nhiều loại dung môi khác nhau như nước, cồn, acetone, các axit hữu cơ... Nhưng trong đó, nước là dung môi truyền thống, rẻ tiền, sạch, và không ảnh hưởng đến chất lượng tinh dầu. Khi ngâm trầm hương nguyên liệu trong nước, quá trình hydrat hóa xảy ra. Thời gian ngâm càng lâu, các tế bào gỗ (nguyên liệu) sẽ bị phá hủy, giải phóng tinh dầu. Cụ thể, các tế bào gỗ nhận nước và giãn nở cho đến khi chúng hoàn toàn bị phá vỡ. Bên cạnh đó, tính axit của nước ngâm nguyên liệu sẽ tăng lên và gây ăn mòn vách tế bào. Do đó, việc ngâm nguyên liệu sẽ giúp tăng lượng dầu thu được trong quá trình chưng cất. Tuy nhiên, nếu thời gian ngâm quá dài, tinh dầu giải phóng trước khi được chưng cất, tinh dầu sẽ khuếch tán vào nước ngâm. Bên cạnh đó, khi ngâm nguyên liệu quá lâu, tinh dầu thu được có mùi hôi như gỗ bị úng làm giảm chất lượng tinh dầu. Vì vậy, tìm ra thời gian ngâm thích hợp là rất quan trọng trong sản xuất tinh dầu trầm hương. Trong quy mô nghiên cứu này, nguyên liệu được ngâm ở 3 mốc thời gian là 1 tuần, 2 tuần và 3 tuần. Ba thí nghiệm sẽ được tiến hành ở cùng các điều kiện về công suất bộ đốt, khối lượng nguyên liệu và thời gian chưng cất là lần lượt 6,65kW, 5 kg và 30 giờ.

Theo Bảng 3, với cùng lượng nguyên liệu đầu vào là 5 kg, ở cùng mức công suất nhiệt bộ đốt được sử dụng là 6,65 kW, cùng thời gian chưng cất 30 giờ, thì lượng dầu chưng cất được với thời gian ngâm 3 tuần cho kết quả tốt nhất với 4,5 mL, tiếp đến là 3 mL với 2 tuần ngâm, và lượng dầu thu được nhỏ nhất 2 mL ứng với thời gian ngâm ngắn nhất 1 tuần ngâm. Kết quả thí nghiệm này chứng tỏ thời gian ngâm nguyên liệu có ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương, cụ thể là lượng dầu thu được. Trong khi đó, theo kết luận trong nghiên cứu [5], với 5 mốc thời gian ngâm là 0, 1, 2, 3 và 4 tuần, thì lượng tinh dầu thu được tối đa ứng với thời gian ngâm 2 tuần. Từ đó, nhóm tác giả này đã kết luận rằng thời gian ngâm tối ưu nhất là 2 tuần, và việc ngâm nguyên liệu quá 2 tuần

không làm tăng lượng dầu chưng cất. Sự khác biệt giữa kết quả nghiên cứu hiện tại và nghiên cứu [5] có thể đến từ sự khác biệt về kích thước nguyên liệu trầm hương khi ngâm trong hai nghiên cứu. Do đó, để có được kết luận chính xác về ảnh hưởng của thời gian ngâm nguyên liệu đến hiệu quả quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương, cần xem xét kết hợp ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu. Theo nghiên cứu [6], hiệu suất chưng cất tinh dầu khi nguyên liệu được ngâm trong dung môi là nước nằm trong khoảng từ 0,03% đến 4,43%. Với hiệu suất chưng cất từ 0,04 % đến 0,09% của mô hình hiện tại phù hợp với kết quả nghiên cứu kể trên.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm khảo sát ảnh của thời gian ngâm nguyên liệu

Chỉ số khảo nghiệm	Đơn vị	Kết quả các mẻ chưng cất		
		Mẻ 1	Mẻ 2	Mẻ 3
Thời gian ngâm nguyên liệu	tuần	1	2	3
Lượng dầu thu được	mL	~2	~3	~4,5
Hiệu suất chưng cất, Y	%	0,04	0,06	0,09

3.4. Ảnh hưởng của thời gian chưng cất

Như đã đề cập ở Mục 2.2, thời gian chưng cất tinh dầu trầm hương rất dài. Khi thời gian chưng cất kéo dài thì lượng tiêu thụ nhiên liệu cho quá trình gia nhiệt tăng lên, chi phí nhân công tăng lên, năng suất chưng cất giảm. Ngược lại, nếu thời gian chưng cất quá ngắn thì tinh dầu không được tách triệt để, gây thất thoát. Vì vậy, việc tìm ra thời gian chưng cất phù hợp để vừa đảm bảo lượng dầu chiết tách nhiều nhất, vừa đảm bảo tiết kiệm chi phí nhiên liệu và chi phí vận hành. Trong nghiên cứu này, 3 khoảng thời gian chưng cất được thử nghiệm trên mô hình lần lượt là 30 giờ, 48 giờ và 60 giờ. Đồng thời, với kết luận từ Mục 3.2 và 3.3, ở cả 3 thí nghiệm về khảo sát ảnh hưởng của thời gian chưng cất, công suất nhiệt bộ đốt cùng được sử dụng ở mức 6,65 kW, cùng thời gian ngâm nguyên liệu 3 tuần (21 ngày), và cùng 5kg khối lượng nguyên liệu một mẻ.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm ứng khảo sát ảnh hưởng của thời gian chưng cất

Chỉ số khảo nghiệm	Đơn vị	Kết quả các mẻ chưng cất		
		Mẻ 1	Mẻ 2	Mẻ 3
Thời gian chưng cất	giờ	30	48	60
Lượng gas tiêu thụ	kg	15	23,5	30
Lượng dầu thu được	mL	~4,5	~4,5	~4,5
Hiệu suất chưng cất, Y	%	0,09	0,09	0,09

Theo Bảng 4, với các điều kiện chung về mức công suất nhiệt bộ đốt và thời gian ngâm, lượng tinh dầu chiết tách được ở cả 3 khoảng thời gian 30 giờ, 48 giờ và 60 giờ bằng nhau $G_d \cong 4,5$ mL, với hiệu suất chưng cất 0,09%. Tuy nhiên, có thể dễ dàng thấy rằng, lượng gas tiêu thụ ứng với thời gian chưng cất lâu hơn sẽ nhiều hơn. Cụ thể, với 60 giờ chưng cất tiêu tốn 30 kg gas, 48 giờ chưng cất tốn 23,5 kg gas và 15 kg với 30 giờ chưng cất. Do đó, trong 3 thời gian

chưng cất trong phạm vi thực nghiệm của nghiên cứu này, thì 30 giờ là thời gian chưng cất vừa đảm bảo hiệu suất chưng cất, vừa có tiêu tốn gas là thấp nhất. Kết luận này ngược lại với công bố trong các nghiên cứu [4, 5]. Điều này có thể giải thích vì sự khác nhau về kích thước nguyên liệu, khác nhau về thời gian ngâm nguyên liệu và cả công suất nhiệt bộ đốt sử dụng ở nghiên cứu hiện tại với các nghiên cứu [4, 5].

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương rất phức tạp và hiệu quả của quá trình này phụ thuộc rất lớn vào 3 yếu tố là mức công suất nhiệt, thời gian ngâm nguyên liệu và thời gian chưng cất. Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đã được phân tích và đánh giá dựa trên chỉ tiêu về lượng dầu chưng cất được trên mỗi mẻ.

4.2. Kiến nghị

Cần mở rộng nghiên cứu hiện tại với những mức công suất nhiệt nhỏ hơn, nhằm tìm ra được mức công suất nhiệt tối ưu (vừa đảm bảo hiệu suất chưng cất, vừa tiết kiệm chi phí nhiên liệu, và vừa đảm bảo chất lượng tinh dầu). Đồng thời, cần kết hợp khảo sát các yếu tố ảnh hưởng trên với ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu đến hiệu quả của quá trình chưng cất tinh dầu trầm hương. Và cuối cùng, cần xác định hàm lượng tinh dầu và các chỉ tiêu chất lượng tinh dầu trong mẫu nguyên liệu thực tế để có được những phân tích, đánh giá đầy đủ hơn.

Lời cảm ơn: Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số T2018-02-39.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Pornpunyapat, J., Chetpattananondh, P., & Tongurai, "Mathematical modeling for extraction of essential oil from *Aquilaria crassna* by hydrodistillation and quality of agarwood oil", *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 2011, 6(1), 18–24.
- [2] <https://hanhtrinhtramhuong.com/cong-dung-tuyet-voi-cua-tinh-dau-tram-huong/>
- [3] M. A. NorAzah, J. A. Majid, J. Mailina, A. A. Said, S. S. Husni, H. N. Hasnida, M. A. M. N. M. Arip, and Y. S. Chang. 2009. Profiles of selected supreme Agarwood oils from Malaysia. *Herbal Globalisation: A New Paradigm for Malaysian Herbal Industry* (MAPS 2008). 393–398.
- [4] N. R. M. Nasardin, M. A. M. Hanafiah, "Comparative Study on Steam Distillation and Hydro-Distillation Methods for Agarwood Oil Extraction", *International Journal of Applied Engineering Research* ISSN 0973-4562 Volume 13, Number 8 (2018) pp. 6253-6256.
- [5] Veronica Alexander Joka, Nurhaslina Che Radzia, Ku Halim Ku Hamida, "Agarwood oil yield: As a result of changes in cell morphology due to soaking process", *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195 (2015) 2443 – 2450.
- [6] Wetwitayaklung P, Thavanapong N& Charoenteeraboon J. 2009, "Chemical constituents and antimicrobial activity of essential oil and extracts of heartwood of *Aquilaria crassna* obtained from water distillation and supercritical fluid carbon dioxide extraction", *Silpakorn University Science and Technology Journal* 3: 25–33.

(BBT nhận bài: 28/8/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 24/12/2019)