

NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ SẢN XUẤT TINH DẦU SẢ BẰNG PHƯƠNG PHÁP NỔ HƠI

RESEARCH CITRONELLA ESSENTIAL OIL DISTILLATION EQUIPMENT BY STEAM EXPLOSION METHOD

Nguyễn Thành Phương, Trần Thanh Sơn

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng;
thanhphuong211996@gmail.com, ttson@dut.udn.vn

Tóm tắt - Cho đến thời điểm hiện tại, việc chưng cất tinh dầu sả ở Việt Nam mới dừng lại ở quy mô thủ công nhỏ lẻ, lạc hậu. Trong nghiên cứu này, nhóm đã chế tạo ra hệ thống thiết bị kết hợp phương pháp tiền xử lí nổ hơi và chưng cất thu tinh dầu. Nhóm đã thử nghiệm thiết bị này để chưng cất nhiều lần, kết quả cho thấy với mỗi 3kg sả sẽ thu được trung bình 15,5ml tinh dầu, đồng thời quá trình chưng cất cũng rút ngắn được tới 70% thời gian so với các thiết bị thủ công phổ biến khác. Điều này chứng tỏ hệ thống thiết bị nổ hơi thu tinh dầu của nhóm tiết kiệm thời gian và năng lượng hơn, nếu đầu tư nghiên cứu thêm sẽ có hi vọng đáp ứng được yêu cầu sản xuất ở quy mô công nghiệp.

Từ khóa - tinh dầu; chưng cất; tiền xử lí; nổ hơi; sả

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, trên thị trường trong nước và quốc tế, nhu cầu sử dụng tinh dầu nói chung và tinh dầu sả nói riêng đang ngày càng tăng cao. Nhờ điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng phù hợp, nước ta may mắn sở hữu nguồn nguyên liệu đầu vào dồi dào và đa dạng. Tuy nhiên, chúng ta chưa thực sự chú trọng vào đầu tư ứng dụng khoa học hiện đại nhằm nâng cao chất lượng thành phẩm và hiệu quả sản xuất.

Các mô hình chưng cất tinh dầu sả hiện nay ở Việt Nam mới dừng lại ở quy mô thủ công nhỏ lẻ, lạc hậu, sản xuất theo kinh nghiệm, chưa được nghiên cứu, ứng dụng nhiều những kỹ thuật tiên tiến nhằm nâng cao hiệu quả. Cụ thể, qua quá trình tìm hiểu về quy trình sản xuất thực tế tại Công ty TNHH MTV sản xuất và kinh doanh tinh dầu gia truyền Hồng Đức tại phường Kim Long, thành phố Huế. Đơn vị sử dụng phương pháp chưng cất lôi cuốn tinh dầu bằng hơi nước với thời gian chưng cất thực tế là khoảng 150-160 phút/mẻ. Điểm hạn chế lớn nhất của phương pháp này là thời gian chưng cất kéo dài, đi cùng với nó là tiêu tốn năng lượng và nước nhiều hơn, và hiển nhiên điều này dẫn đến giá thành sản phẩm cao, sức cạnh tranh trên thị trường giảm. Ngoài ra, quá trình chưng cất thủ công không tuân theo các quy trình kiểm tra nghiêm ngặt nên chất lượng không ổn định, không đảm bảo yêu cầu. Điều này dẫn tới lãng phí một nguồn nguyên liệu và năng lượng lớn. Và đây là lí do để nhóm tiến hành nghiên cứu này.

Nghiên cứu hướng tới mục tiêu tìm ra một công nghệ chưng cất tinh dầu sả mới, ưu việt hơn các phương pháp thủ công đang sử dụng. Trong đó, tập trung vào mục tiêu rút ngắn thời gian, giảm thiểu năng lượng tiêu tốn nhờ quá trình tiền xử lí bằng phương pháp nổ hơi, từ đó giúp hạ giá thành sản xuất, đồng thời nâng cao chất lượng thành phẩm, hay nói cách khác là gia tăng tính cạnh tranh cho sản phẩm.

Quá trình tiền xử lí bằng phương pháp nổ hơi là một bước

Abstract - Nowadays, distillation of citronella essential oil in Viet Nam is only conducted at small scale and uses backward technology. In this research, our group has designed and manufactured essential oil collecting equipment by distillation together with pretreatment by steam explosion. After many experiments, the final result show that with each 3 kilogram raw citronella, approximately 15.5 ml essential oil is collected and this process also saves over 60% of the total time compared with that of other popular methods. These initial results prove that the equipment is efficient in saving time and energy. With more time and resource, it is possible to apply the device at industrial scale.

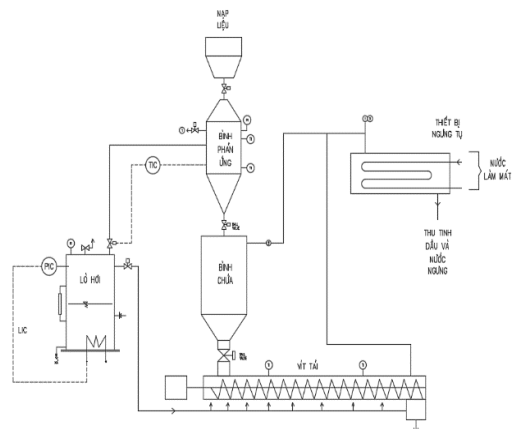
Key words - essential oil; distillation; pretreatment; steam explosion; citronella.

quan trọng trong toàn bộ quá trình chuyển hóa vật liệu biomass vì nó giúp phá vỡ thành bảo vệ bên ngoài của thực vật. Trong quá trình nổ hơi, hơi bão hòa áp suất cao được cho tiếp xúc với vật liệu sả trong một khoảng thời gian ngắn và sau đó áp suất được giảm đột ngột về áp suất không khí. Quá trình giảm đột ngột của áp suất này làm cho hơi nước bên trong nguyên liệu giãn nở rất nhanh tương tự như sự “nổ” cơ học giúp phá vỡ cấu trúc của nguyên liệu (lignin, hemi-xenlulôzơ, xenlulôzơ). Nhờ đó, tiết kiệm được đáng kể thời gian thực hiện chưng cất. Thêm vào đó quá trình giãn nở cơ học này đã tiền xử lí nguyên liệu đầu vào nên giảm thiểu được lượng nước cần sử dụng cho quá trình chưng cất, sau đó so với phương pháp thủ công thông thường sử dụng hoàn toàn bằng nhiệt năng của nước để phá vỡ cấu trúc nguyên liệu và dùng hơi nước lôi cuốn thu tinh dầu.

2. Xây dựng mô hình

2.1. Sơ đồ nguyên lý và hệ thống thiết bị

2.1.1. Sơ đồ nguyên lý

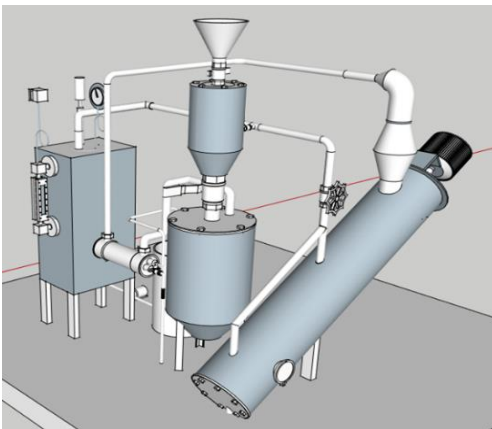


Hình 1. Sơ đồ nguyên lý thiết bị thí nghiệm

Hình 1 thể hiện sơ đồ nguyên lý của hệ thống thí nghiệm. Sau khi xử lý theo kích thước đã chọn được đưa vào hệ thống qua phễu nạp liệu và được đưa vào bình phản ứng để xử lý nổi hơi theo áp suất và thời gian đã xác định. Sau khi xử lý nổi hơi, sản phẩm được đưa vào bình chứa và được nạp dần vào vít tải. Tốc độ vít được điều chỉnh bằng biến tần. Thời gian sản phẩm lưu trong vít tải được tính toán để lấy hết toàn bộ lượng tinh dầu. Sau khi ra khỏi vít tải thì sản phẩm được thải ra ngoài. Hơi cung cấp cho bình phản ứng và vít tải được cung cấp tự động từ lò hơi. Hơi nước có lẫn tinh dầu sau khi ra khỏi bình phản ứng và vít tải được đưa về thiết bị ngưng tụ, nhà nhiệt cho nước làm mát và ngưng tụ lại thành lỏng. Chất lỏng tạo thành được đưa vào bình phân ly và tinh dầu được tách ra nhờ sự chênh lệch khối lượng riêng của tinh dầu và nước.

2.1.2. Hệ thống thiết bị

Lò hơi: sử dụng lò hơi dùng điện trở gia nhiệt, nước được bơm vào trong lò, điện trở gia nhiệt cho nước trong lò lên đến áp suất (tương ứng với nhiệt độ) yêu cầu, quan sát mực nước qua ống thủy.



Hình 2. Mô hình thiết bị



Hình 3. Hình ảnh thực tế hệ thống thiết bị

Bình phản ứng: Nguyên liệu được nạp vào qua phễu nạp vào bình phản ứng, hơi được sản xuất từ lò dẫn qua bình phản ứng. Nguyên liệu và hơi sẽ được giữ trong bình một thời gian ở một áp suất xác định trước.

Bình chứa: Sau khi ngừng cấp hơi và mở đột ngột van xả (ball valve), áp suất hơi sẽ giảm nhanh từ áp suất ban

đầu đến áp suất môi trường, hơi sẽ giãn nở làm cho nguyên liệu bị nổ và đẩy xuống bình chứa. Một phần hơi cuốn tinh dầu dẫn về bình ngưng.

Vít tải: Nguyên liệu sau khi nổ được đưa xuống vít tải, hơi được trích từ lò dẫn vào vít tải, tại đây hơi sẽ cuốn tinh dầu về bình ngưng. Tốc độ vít tải được điều chỉnh để thu hết tinh dầu khi nguyên liệu rời khỏi vít.

Bình ngưng: hơi lẫn tinh dầu được dẫn vào bình ngưng nhà nhiệt cho nước làm mát tuần hoàn qua bình ngưng, do đó hơi lẫn tinh dầu sẽ ngưng tụ thành lỏng và được thu lại để tách lấy tinh dầu.

2.2. Tính toán thiết kế lý thuyết hệ thống thiết bị nổi hơi thu tinh dầu

2.2.1. Bình nổi hơi

Việc tính toán thiết kế hệ thống được bắt đầu từ quá trình nổi hơi tại bình phản ứng. Trong quá trình nổi hơi, thực tế tồn tại bốn giai đoạn: Giai đoạn chiếm chỗ của khí, giai đoạn thẩm thấu của hơi, giai đoạn gia nhiệt và cuối cùng là giai đoạn nổi hơi [1, 2].

a. Giai đoạn chiếm chỗ của khí

Mục đích: Để đạt được hiệu suất cao trong quá trình nổi hơi bao gồm sự điều chỉnh tương đối tốt về các chỉ số hóa lý và đạt được độ đồng nhất của mẫu thử sau khi xử lý, vật liệu nạp vào tốt hơn là nên được ngâm vào một lượng nước vừa đủ (nạp nước vào cho đến khi nước thẩm thấu hoàn toàn vào bên trong vật liệu). Trong giai đoạn này, lượng không khí có sẵn trong cấu trúc vật liệu sẽ bị đẩy ra và thay thế bởi nước. Độ ẩm tương đối của vật liệu sau khi được nạp nước vào, kí hiệu là $w_a(\%)$ và tính bằng công thức:

$$w_a = \frac{mw_0 + m_a}{m} \% \quad (1)$$

Trong đó: m là khối lượng của vật liệu ban đầu đưa vào (kg);

m_a là lượng nước thêm vào (kg);

w_0 là độ ẩm tương đối ban đầu của vật liệu.

b. Giai đoạn thẩm thấu của hơi

Sau khi nạp vật liệu ẩm vào trong bình phản ứng, hơi được nạp vào và thẩm thấu vào vật liệu, đồng thời nhiệt độ và áp suất trong bình phản ứng tăng. Do đó, vật liệu ẩm sẽ được gia nhiệt từ nhiệt độ môi trường (T_0) đến nhiệt độ duy trì (T_e), đồng thời hơi sẽ thẩm thấu và ngưng tụ vào trong vật liệu. Trong giai đoạn này, vật liệu sẽ nhận được cả nhiệt hiện từ pha hơi và nhiệt ẩn tỏa ra từ sự ngưng tụ của hơi nước. Do đó, đặc điểm của giai đoạn này là diễn ra rất nhanh, đồng thời và sự chuyển đổi của hơi và nước giữa pha lỏng và hơi, và sự gia tăng mạnh của nhiệt độ.

Nước ngưng được tạo ra trong giai đoạn thẩm thấu của hơi (m_c) bao gồm nước ngưng từ việc gia nhiệt cho vật liệu nạp vào, từ việc gia nhiệt cho nước trong vật liệu rắn và gia nhiệt cho bình phản ứng, được kí hiệu m_{cp} , m_{cw} , m_{cr} và được biểu diễn bởi phương trình bên dưới:

$$C_p \cdot m \cdot (T_e - T_0) = C_g \cdot m_{cp} \cdot (T_i - T_e) + n \cdot R \cdot T_e \cdot \ln \frac{P_e}{P_i} + m_{cp} \cdot i_{fg}$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng, từ đó ta có m_{cp} được tính:

$$m_{cp} = \frac{C_p m (T_e - T_0) - n R T_e \ln \frac{P_e}{P_i}}{C_g (T_i - T_e) + i_{fg}} \quad (2)$$

c. Giai đoạn gia nhiệt

Khi nhiệt độ trong bình phản ứng đã đạt đến giá trị mong muốn, bình phản ứng sẽ được duy trì ở điều kiện này trong một khoảng thời gian nhất định. Ở giai đoạn này, pha lỏng, hơi và rắn trong hệ thống được coi là đã đạt đến trạng thái cân bằng về nhiệt độ, do đó hệ thống đã đạt đến trạng thái cân bằng nhiệt. Trong khi đó, áp suất của phần hơi thì cân bằng với áp suất của phần lỏng, cho thấy rằng hệ thống cũng đã đạt đến trạng thái cân bằng pha. Trong điều kiện này, hệ thống không cần cung cấp thêm năng lượng và lượng nước hóa hơi thì cân bằng với lượng nước ngưng tụ trong hệ thống. Nói cách khác, không có sự thay đổi về lượng hơi và nước trong hệ thống.

d. Giai đoạn nổ hơi

Sau khi được nén trong hơi có áp suất cao trong một khoảng thời gian, van bị ở đáy của bình phản ứng sẽ được mở nhanh. Vật liệu bị nổ đột ngột vào trong bình chứa đồng thời áp suất của bình phản ứng cũng giảm nhanh xuống áp suất môi trường. Trong quá trình này, hơi quá nhiệt bốc hơi nhanh và thể tích hơi gia tăng một cách nhanh chóng. Sự giãn nở được gây ra bởi sự giãn nở của hơi nước và hiệu ứng bốc hơi của một phần nước lỏng, quá trình giãn nở này đã phá vỡ cấu trúc của vật liệu và khiến nó phân rã thành những phần nhỏ hơn. Bởi vì quá trình giãn nở rất nhanh (<1 giây), nên có thể coi quá trình này là quá trình giãn nở đoạn nhiệt. Bỏ qua sự thay đổi về động năng và thế năng tại mỗi pha, lượng năng lượng tiêu tốn bởi quá trình giãn nở dưới điều kiện đoạn nhiệt không thể giải phóng nhờ môi trường. Quá trình này chỉ đạt được nhờ việc giảm năng lượng nhiệt động của hệ thống, kết quả là, hỗn hợp được làm lạnh nhanh xuống nhiệt độ T_i . Dựa trên những phân tích ở trên, sự bảo toàn năng lượng của nước trong vật liệu trước và sau quá trình nổ đột ngột được tính toán như sau:

$$(m_{w0} + m_a + m_c) \cdot i_{fe} = m_g \cdot h_{gt} + (m_{w0} + m_a + m_c - m_g) \cdot i_{ft}$$

Trong đó: m_g là lượng nước bốc hơi;

i_{fe} , i_{ft} là entanpy của nước tại nhiệt độ T_e và T_t (kJ/kg);

i_{gt} là entanpy của hơi tại nhiệt độ T_t (kJ/kg).

Do đó, lượng nước bốc hơi m_g được biểu thị bởi công thức:

$$m_g = \frac{(m_{w0} + m_a + m_c)(i_{fe} - i_{ft})}{i_{gt} - i_{ft}} \quad (3)$$

Nếu tiến hành thí nghiệm ở nhiệt độ quá cao có thể làm ảnh hưởng đến chất lượng tinh dầu, do vậy thiết bị chỉ được chế tạo để làm việc ở áp suất tối đa là 10 bar.

Bình chứa

Sau khi đã đạt điều kiện yêu cầu, hỗn hợp hơi và nguyên liệu được giãn nở đoạn nhiệt qua van xuống bình phản ứng, thể tích trước và sau quá trình nổ hơi tỉ lệ với nhau theo công thức:

$$P \cdot V^{4/3} = P' \cdot V'^{4/3} \quad (4)$$

2.2.2. Vít tải

Ở quá trình chưng cất, lượng hơi cấp được xác định theo lượng tinh dầu thu được trong mỗi mẻ: $G_d = G_{nl} \cdot \theta \cdot \eta$. Do tinh dầu rất ít tan trong nước, ta coi hỗn hợp tồn tại dưới dạng

hai pha lỏng và tính toán áp suất riêng phần của hỗn hợp theo định luật Dalton: $P = P_1 + P_2$. Từ phân áp suất của các thành phần trong hỗn hợp, lượng hơi được xác định:

$$G'_n = G_d \cdot \frac{M_A \cdot P_n}{M_B \cdot P_d} \quad (5)$$

2.2.3. Lò hơi

Lò hơi thiết kế với sản lượng $G_{lh} = 24 \text{ kg/h}$ đảm bảo cung cấp một lượng hơi đủ cho quá trình nổ hơi cũng như chưng cất tinh dầu, từ đó cần một lượng nhiệt tương đương để cấp cho lò hơi:

$$Q_{lh} = Q_{1lh} + Q_{2lh} = \frac{G_{lh} \cdot C_n \cdot (t_s - t_{no})}{3,6} + G_{lh} \cdot r \quad (6)$$

2.2.4. Bình ngưng

Một phần hơi sau quá trình nổ hơi và hơi từ vít tải sau quá trình chưng cất sẽ cuốn theo tinh dầu đi vào bình ngưng, đây là nơi hỗn hợp hơi và tinh dầu ngưng lại và trở thành hai pha lỏng riêng biệt. Dựa vào các công thức truyền nhiệt [3, 4] $Q_k = k \cdot F \cdot \Delta t_{tb}$ và công thức tính hệ số trao đổi nhiệt $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \delta + \frac{1}{\alpha_2}}$ ta xác định được diện tích trao đổi nhiệt của bình ngưng, để từ đó lựa chọn bình ngưng phù hợp.

Ngoài các thiết bị chính, hệ thống còn cần sử dụng hai bơm cấp nước. Bơm nước cấp vào lò hơi và bơm nước tuần hoàn giải nhiệt bình ngưng đều được lựa chọn dựa trên chiều cao cột áp và công suất của mỗi bơm.

Hỗn hợp nước và tinh dầu thu được sẽ được tách ra nhờ sự chênh lệch khối lượng riêng của nước và tinh dầu [5]. Đây là phương pháp tách khá đơn giản nhưng hiệu suất tách không cao nên lượng tinh dầu thu được ít hơn thực tế do vẫn còn một lượng tinh dầu hòa tan trong nước hay vẫn nằm ở trên mặt nước nhưng chưa tách ra được. Tuy nhiên, đây không phải là mục tiêu của nghiên cứu này nên các kết quả thu được từ phương pháp này vẫn đáp ứng mục tiêu nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

Mục đích của các thí nghiệm ban đầu là tìm ra chế độ vận hành phù hợp nhất cho phương pháp nổ hơi thu tinh dầu.



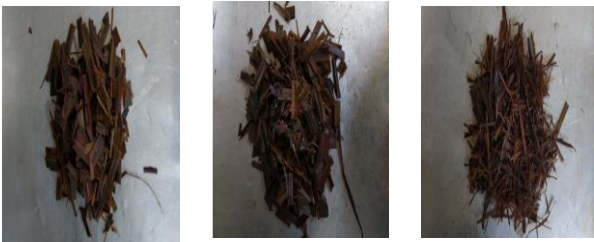
Hình 4. Lá sả chuẩn bị đưa vào thí nghiệm

Nguyên liệu: Kích thước nguyên liệu ảnh hưởng lớn đến quá trình chuyển hóa của vật liệu biomass sau khi thực hiện quá trình nổ hơi. Sự bảo toàn các thành phần quan trọng trong thực vật (glucôzơ, lignin, hemixenlulôzơ) tăng khi kích thước nguyên liệu và độ ẩm tăng. Tuy nhiên, kích thước bé sẽ giúp hiệu quả của quá trình nổ hơi đạt hiệu suất

cao hơn. Sau khi lựa chọn theo loại nguyên liệu và cân đối cả yếu tố hiệu quả nổi hơi cùng sự bảo đảm chất lượng thành phẩm sau khi tiến xử lý với mỗi thí nghiệm, nhóm sử dụng cùng một loại nguyên liệu là lá sả được cắt nhỏ thành những miếng có kích thước 1÷2 cm [6]. Khối lượng nguyên liệu trong mỗi thí nghiệm được giữ ở mức 3 kg nguyên liệu tươi.

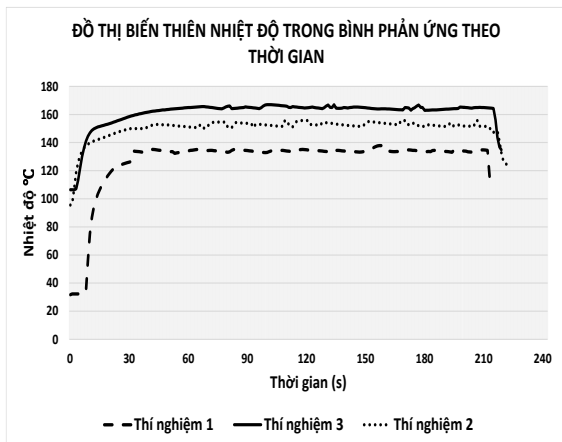
3.1. Ảnh hưởng của áp suất nổi hơi đến hiệu quả thu tinh dầu

Đối với phương pháp nổi hơi thu tinh dầu, chế độ nhiệt độ - áp suất của bình phản ứng sẽ ảnh hưởng lớn đến kết quả thu được. Với thông số áp suất - nhiệt độ thấp, các cấu trúc của nguyên liệu chưa được phá vỡ hoàn toàn, làm giảm hiệu quả của toàn bộ quá trình. Tuy nhiên, nhiệt độ quá cao sẽ gây ảnh hưởng đến chất lượng tinh dầu. Trong các thí nghiệm, lượng nguyên liệu ban đầu được nạp vào ở các chế độ khác nhau luôn bằng nhau. Thí nghiệm này nhằm tìm ra chế độ nhiệt độ - áp suất cho hiệu quả cao nhất nhưng vẫn giữ được tinh dầu với chất lượng cao. Nguyên liệu biomass sử dụng trong thí nghiệm là sả thuộc họ hòa thảo cùng họ với cây Olive có điều kiện thực hiện nổi hơi tiêu chuẩn là 150-175 °C và thời gian nổi 3-5 phút [7, 8]. Căn cứ vào tiêu chuẩn trên ta khảo sát, so sánh kết quả tại 3 cấp áp suất, ta nhận thấy ở cùng một điều kiện thời gian phản ứng là 3 phút, áp suất 5 bar cho thu được lượng tinh dầu là lớn nhất.



TN1: 3 bar, TN2: 5 bar, TN3: 7 bar

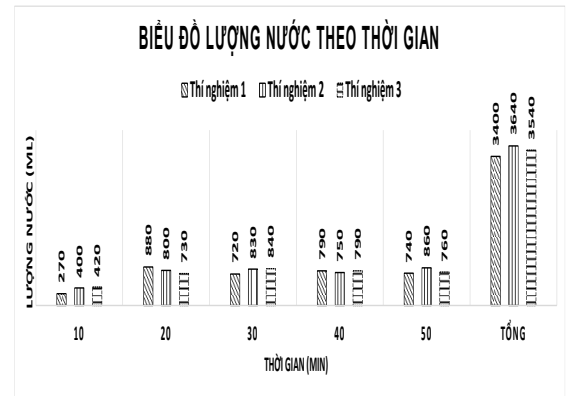
Hình 5. Lá sả sau nổi hơi



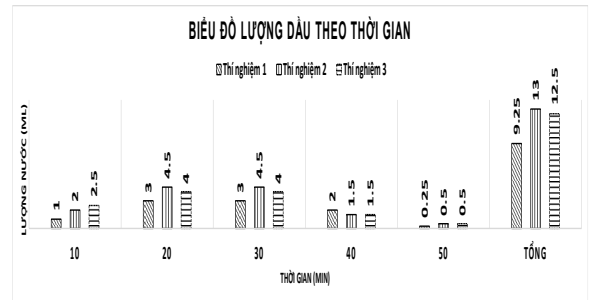
Hình 6. Biến thiên nhiệt độ trong bình phản ứng

Hình 5 thể hiện hình ảnh của nguyên liệu sau nổi hơi, có thể thấy với áp suất nổi càng lớn thì nguyên liệu càng bị xé vụn. Hình 6 cho biết chế độ thực hiện thí nghiệm, thể hiện biến thiên nhiệt độ trong bình nổi hơi theo thời gian. Đồ thị được xây dựng nhờ quá trình thu thập dữ liệu tự động của thiết bị đo nhiệt độ nhiều kênh AT450B. Các giá trị nhiệt độ này được duy trì nhờ áp suất hơi bão hòa cấp vào bình được giữ ổn định. Hình 7 thể hiện lượng hỗn hợp nước và dầu thu

được sau mỗi 10 phút và tổng thu được sau 50 phút thí nghiệm. Có thể thấy rằng, trong 10 phút đầu tiên, lượng hỗn hợp thu được là bé nhất và sau đây lượng nước thu được trong mỗi 10 phút tiếp theo trong các điều kiện khác nhau là không thay đổi nhiều và tổng lượng nước, tinh dầu thu được trong các thí nghiệm cũng không thay đổi nhiều. Số liệu này phục vụ cho việc tính lượng nước/hơi tiêu hao và thời gian thu hồi dầu tối ưu. Kết quả thu được từ Hình 7 cũng chứng minh được lượng nước tiêu hao theo phương pháp nổi hơi này là rất ít (tỉ lệ khối lượng nước m_n / khối lượng nguyên liệu $m_{nl} = 1,1-1,2$) so với phương pháp truyền thống ($m_n / m_{nl} = 6-7$). Hình 8 thể hiện lượng dầu thu được ở Hình 7 sau khi tách khỏi hỗn hợp nước bằng phương pháp lắng. Có thể nhận thấy, lượng dầu thu được tăng trong khoảng 30 phút đầu tiên và sau đây giảm dần và sau 50 phút thì hầu hết lượng dầu đã được tách ra. So sánh với các phương pháp sản xuất tinh dầu truyền thống có thời gian tách tinh dầu thường từ 2-3h, có thể thấy thời gian thu hồi tinh dầu theo phương pháp này đã được rút ngắn khoảng 70% thời gian so với phương pháp truyền thống. Ngoài ra, trong điều kiện thí nghiệm với thời gian nổi là 3 phút thì lượng tinh dầu thu được sẽ lớn nhất khi áp suất nổi hơi là 5 bar.



Hình 7. Lượng nước và tinh dầu thu được sau mỗi 10 phút



Hình 8. Lượng tinh dầu thu được trong mỗi 10 phút

3.2. Ảnh hưởng của thời gian duy trì áp suất nổi hơi trong bình phản ứng đến hiệu quả thu tinh dầu

Thời gian duy trì áp suất trong bình phản ứng theo lý thuyết cũng có những ảnh hưởng nhất định đến hiệu quả của toàn bộ quá trình. Tuy nhiên, sau khi tiến hành bốn thí nghiệm ở bốn mốc thời gian 1 phút, 3 phút, 5 phút và 7 phút nhóm nhận thấy, sự ảnh hưởng này không quá rõ rệt. Ngoài ra, việc duy trì nhiệt độ bình phản ứng ổn định trong một thời gian dài tương đối khó khăn. Hình 9 thể hiện hình ảnh của nguyên liệu sau nổi hơi với áp suất nổi được giữ ở 5 bar và thời gian nổi tương ứng là 1 phút, 3 phút, 5 phút và 7 phút. Có thể nhận thấy, với áp suất nổi như nhau

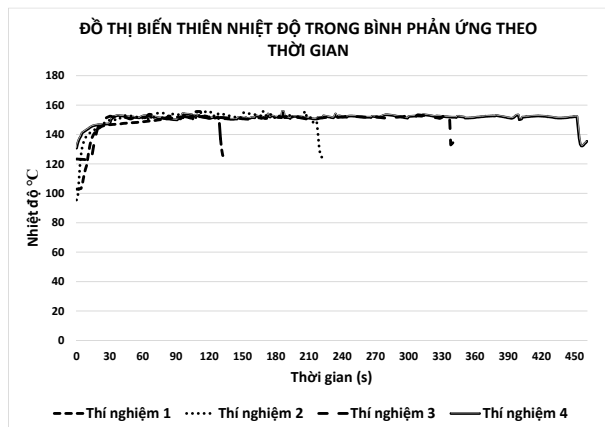
và thay đổi thời gian nổ thì hình ảnh bên ngoài của nguyên liệu sau nổ không khác nhau nhiều.



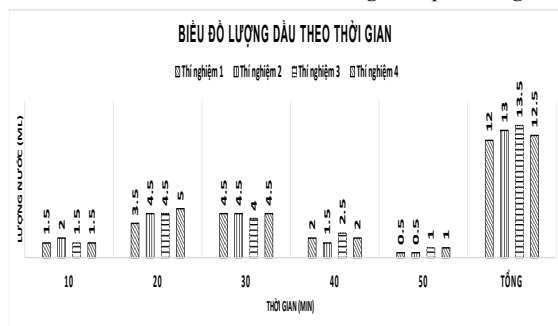
TN1: 1 phút TN2: 3 phút TN3: 5 phút TN4: 7 phút

Hình 9. Nguyên liệu sau nổ với các thời gian nổ khác nhau

Hình 10 cho biết chế độ thực hiện thí nghiệm, thể hiện biến thiên nhiệt độ trong bình nổ hơi theo thời gian. Hình 11 thể hiện lượng hỗn hợp nước và tinh dầu thu được trong mỗi 10 phút thí nghiệm. Có thể thấy, lượng hỗn hợp nước và tinh dầu thu được trong các chế độ thí nghiệm trên không khác nhau nhiều. Hình 12 thể hiện lượng tinh dầu thu được trong mỗi khoảng thời gian 10 phút. Trong các điều kiện thí nghiệm này thì lượng tinh dầu thu được tăng khi thời gian nổ tăng và lượng tinh dầu thu được lớn nhất tương ứng với thời gian nổ là 5 phút. Sau đó, khi tăng thời gian nổ lên 7 phút thì lượng tinh dầu thu được giảm xuống.



Hình 10. Biến thiên nhiệt độ trong bình phản ứng

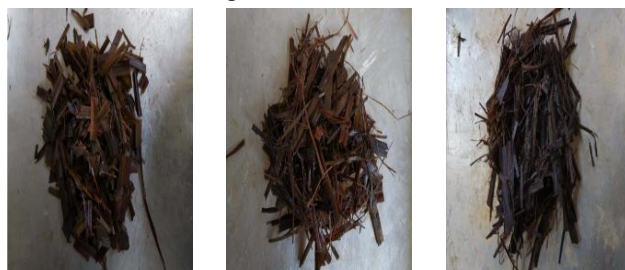


Hình 11. Lượng tinh dầu thu được trong mỗi 10 phút

3.3. Ảnh hưởng của số lần nổ hơi đến hiệu quả thu tinh dầu

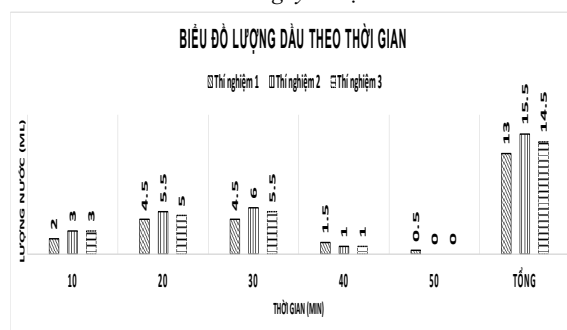
Khi tiến hành nổ hơi, không thể đảm bảo toàn bộ lượng nguyên liệu đều được phá vỡ các cấu trúc cellulose, do đó nhóm đã tiến hành thí nghiệm với hai, ba lần nổ hơi. Từ kết quả thí nghiệm có thể thấy, việc tiến hành nổ hơi lần thứ hai đã giúp phá vỡ gần như hoàn toàn cấu trúc bên ngoài của lượng sả còn lại. Từ đó, hiệu suất thu tinh dầu được cải thiện, đồng thời thời gian thu tinh dầu cũng được rút ngắn. Tuy nhiên, với thí nghiệm nổ hơi lần thứ ba, việc nổ hơi nhiều lần đã làm biến đổi thành phần của tinh dầu, gây ảnh hưởng đến màu sắc và mùi hương của tinh dầu thu được. Trong các thí nghiệm này, thời gian của mỗi lần nổ là 3 phút và áp suất nổ là 5 bar. Hình 13 thể hiện hình ảnh của

nguyên liệu sau các lần nổ. Hình 14 thể hiện lượng hỗn hợp nước và tinh dầu sau mỗi khoảng thời gian là 10 phút và tổng lượng hỗn hợp thu được sau 50 phút thí nghiệm. Hình 15 thể hiện lượng tinh dầu thu được trong mỗi 10 phút, có thể thấy khi tăng số lần nổ thì thời gian thu hồi dầu được rút ngắn xuống. Với 2 hay 3 lần nổ thì sau 40 phút không còn dầu trong nguyên liệu so với sau 50 phút mới hết dầu trong trường hợp nổ 1 lần. Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy với 2 lần nổ thì lượng tinh dầu thu được là lớn nhất.



TN1: nổ 1 lần, TN2: nổ 2 lần, TN3: nổ 3 lần

Hình 12. Hình ảnh nguyên liệu sau các lần nổ



Hình 13. Lượng tinh dầu thu được trong mỗi 10 phút

3.4. Đánh giá kết quả

Kết quả của các thí nghiệm đã xác định được chế độ làm việc phù hợp tạm thời cho hệ thống, đồng thời chứng minh phương pháp có những ưu điểm vượt trội, nhưng vẫn tồn tại một số hạn chế của thiết bị gây ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm và cần phải khắc phục.

Ưu điểm của hệ thống

- Có khả năng tự động hóa quá trình nổ hơi theo các chế độ cài đặt trước cũng như quá trình sản xuất tinh dầu liên tục chứ không theo mẻ như phương pháp truyền thống hiện nay.

- Tiết kiệm được nhiều thời gian so với các phương pháp khác.

- Lượng nước và năng lượng sử dụng ít hơn.

- Đảm bảo được lượng dầu thu được.

- Có khả năng thực hiện ở quy mô công nghiệp.

Hạn chế của hệ thống

- Chi phí thiết bị lớn. Tuy nhiên, chi phí này sẽ giảm xuống khi công suất hệ thống tăng lên.

- Hệ thống còn bị hở ở một vài vị trí, dẫn đến thất thoát một lượng hơi, dầu nhất định. Các vấn đề này sẽ được khắc phục khi nhóm tác giả nâng cấp hệ thống cho các thí nghiệm sau.

- Cặn, bã nguyên liệu bị cuốn theo dòng hơi, làm ảnh hưởng chất lượng tinh dầu. Cần phải chế tạo thiết bị tách cặn ra khỏi dòng hơi thoát.

4. Kết luận

Trong 10 điều kiện thí nghiệm đã thực hiện, dựa trên sự đánh giá đồng thời của hai yếu tố chất lượng (cảm quan qua màu sắc và mùi) và thể tích lượng tinh dầu thu được, hệ thống thiết bị nổ hơi thu tinh dầu cho kết quả hoạt động có hiệu quả cao nhất ở chế độ nổ hơi hai lần với áp suất 5 bar với thời gian nổ mỗi lần là 3 phút. Tuy nhiên vì các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình nổ hơi bao gồm: Nhiệt độ, áp suất trong bình phản ứng, kích thước liệu, số lần nổ hơi, độ ẩm nên số lượng thí nghiệm chưa đủ để xác lập chế độ tối ưu nhất cho thiết bị và vẫn cần tiến hành thêm các thí nghiệm ở các chế độ vận hành khác để kiểm chứng.

5. Bàn luận

Việc chưng cất thu tinh dầu có kết hợp quá trình tiền xử lí bằng phương pháp nổ hơi là một phương pháp mới mang lại nhiều ưu điểm vượt trội so với các phương pháp truyền thống đang tồn tại. Cụ thể thời gian chưng cất thu tinh dầu được rút ngắn lên tới 70% so với các phương pháp truyền thống, đồng thời lượng năng lượng tiêu tốn cũng giảm đi đáng kể nhờ nguyên liệu đã được tiền xử lí. Ở các chế độ đã thực hiện, đầu tiên với thông số áp suất nổ hơi trong bình phản ứng tại ba giá trị 3 bar, 5 bar, 7 bar, kết quả thu được ở áp suất 5 bar là tốt nhất. Đối với thí nghiệm cho thông số thời gian, tại bốn khoảng thời gian duy trì nhiệt độ trong bình phản ứng là 1 phút, 3 phút, 5 phút và 7 phút thì lượng tinh dầu thu được tỉ lệ với thời gian nổ và thời gian nổ 5 phút sẽ thu được lượng tinh dầu lớn nhất. Đối với thí nghiệm về số lần nổ hơi được thực hiện ở áp suất 5 bar

trong thời gian 3 phút thì kết quả khi thực hiện hai lần nổ hơi là tối ưu nhất. Hệ thống thiết bị sản xuất tinh dầu theo phương pháp nổ hơi đã cho những kết quả tích cực ban đầu. Tuy nhiên, cần được hoàn thiện hơn nữa để nâng cao thêm hiệu suất của toàn bộ quá trình. Ngoài ra, cần làm thêm các thí nghiệm sau khi nâng cấp hệ thống để tìm ra các thông số tối ưu cho việc thiết kế, vận hành hệ thống ở qui mô công nghiệp. Các kết quả ban đầu này cũng có thể được áp dụng cho việc sản xuất các loại tinh dầu khác như: Tràm, vỏ cam,...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] B. Focher. A. Marzetti. and V. Crescenzi, *Steam Explosion Techniques: Fundamentals and Industrial Applications*, Milan, Italy, Gordon & Breach Science Publishers, 1988.
- [2] J. Edward Pope, *Rules of Thumb for Mechanical Engineers*, Gulf Publishing Company, 1997.
- [3] PGS.TS Bùi Hải, PGS.TS Trần Thế Sơn, *Kỹ thuật nhiệt*, Hà Nội, Nhà xuất bản Khoa học – kỹ thuật, 2004.
- [4] PGS.TS, Hoàng Đình Tín, *Truyền nhiệt & tính toán thiết bị trao đổi nhiệt*, Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Khoa học- Kỹ thuật, 2001.
- [5] Nguyễn Hữu Tùng, *Kỹ thuật tách hỗn hợp nhiều cấu tử - Tập 1*, Nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội, 2012.
- [6] Ian F. Cullis, John N. Saddler, Shawn D. Mansfield, “*Effect of Initial Moisture Content and Chip Size on the Bioconversion Efficiency of Softwood Lignocellulosics*”, Wiley InterScience Publisher, 2003.
- [7] Wenjie Sui, Hongzhang Chen, “*Water Transfer in Steam Explosion Process of Corn Stalk*”, Industrial Crops and Product, Elsevier Publisher, 2015.
- [8] Kunwang, Jinghuan Chen, Shao Ni Sun, Run Cang Sun, “*Steam Explosion*”, Elsevier Publisher, 2015.

(BBT nhận bài: 05/12/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 10/3/2020)