

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ THIẾT BỊ CÔ ĐẶC MẬT ONG KIỂU CHÂN KHÔNG DẠNG ỐNG CÓ VÀNH DẪN CHẤT LỎNG PHỐI HỢP PHÁ KẾT TINH BẰNG SÓNG SIÊU ÂM

Đặng Thanh Sơn^{1*}, Trần Như Khuyên², Nguyễn Thanh Hải²

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

²Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: sondt@vnlute.edu.vn

Ngày nhận bài: 29.06.2020

Ngày chấp nhận đăng: 14.08.2020

TÓM TẮT

Thiết bị cô đặc mật ong kiểu chân không dạng ống có vành dẫn chất lỏng CD-1 được thiết kế và chế tạo theo nguyên lý mới, sử dụng vành dẫn chất lỏng và bộ phận phát sóng siêu âm nhằm tăng khả năng bốc hơi nước và phá kết tinh đường trong mật ong, góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm mật ong trong quá trình cô đặc. Áp dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm đơn yếu tố để nghiên cứu mức độ ảnh hưởng riêng của nhiệt độ cô đặc, chiều cao vành dẫn chất lỏng và thời gian phát sóng siêu âm đến điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc, thời gian cô đặc, thời gian kết tinh trở lại khi tồn trữ và chi phí điện năng riêng. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, ứng với khoảng biến thiên của nhiệt độ cô đặc trong khoảng từ 35-53°C thì việc tăng chiều cao vành dẫn chất lỏng từ 380÷680mm và thời gian sóng siêu âm từ 15-30 phút sẽ có hiệu quả hơn so với việc nâng cao nhiệt độ cô đặc, vì sản phẩm cô đặc ít bị biến đổi xấu về chất lượng do nhiệt, cho phép nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng.

Từ khóa: Thiết bị cô đặc, mật ong, vành dẫn chất lỏng, sóng siêu âm, chi phí điện năng riêng.

Study on the Design of the Tube-Type Vacuum Honey Concentrator with Liquid Ring Parts and Ultrasonic Device Combination to Prevent the Crystallization

ABSTRACT

The CD-1 tube-type vacuum honey concentrator with a liquid ring has been designed and manufactured based on the new principle, using the liquid ring and ultrasonic device to increase the evaporation ability and crystallization in honey to enhancing the quality of honey products during the condensed process. The single-case experiments have been applied to determine the influence of concentration temperature, height of liquid ring, and time of broadcasting ultrasonic waves to the synthesis point of concentrated product quality, concentration and recrystallization time, and specific cost of electricity. The results of the experiments showed that the equivalent of concentration temperature between 35°C and 53°C, increasing the height of liquid ring from 380mm to 680mm and time of broadcasting ultrasonic waves from 15 to 30 min will be more effective than increasing the concentration temperature in terms of reducing quality due to heat effect, the concentration-time and specific cost of electricity.

Keywords: Concentrator, honey, liquid ring, ultrasonication, specific cost of electricity.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mật ong là sản phẩm có giá trị kinh tế và dinh dưỡng cao, được sử dụng làm thực phẩm, dược phẩm và mỹ phẩm (Mohapatra & cs., 2011; Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013; Voidarou & cs., 2011). Vì vậy, nhu cầu sử dụng mật ong ngày càng tăng cao trên toàn thế giới (Manyi-Loh &

cs., 2011; Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013). Theo thống kê của Tổ chức Nông lương thế giới, tính từ năm 2003 đến 2011, nhu cầu mật ong trên toàn thế giới đã tăng 14% (Rahima, 2013). Theo các số liệu của Tổ chức Xuất khẩu mật ong quốc tế (IHEO), sản lượng mật ong của thế giới đạt khoảng 1.250.000 tấn/năm, trong đó khoảng 350.000 - 370.000 tấn được giao dịch buôn bán

giữa các nước. Ở Việt Nam, mặc dù nghề nuôi ong đã có từ lâu nhưng trong những năm gần đây, tốc độ phát triển đàn ong đã tăng khá nhanh cả về số lượng và chất lượng. Theo Cục Chăn nuôi, đến năm 2018, cả nước có 1.258.578 đàn ong (tăng 6,7% so với năm 2017), với tổng sản lượng mật ong đạt 49.084 tấn, trong đó xuất khẩu gần 43.938 tấn, trị giá 76,5 triệu USD, trở thành quốc gia đứng thứ 6 thế giới và thứ 2 châu Á về xuất khẩu mật ong. Trong đó, sản lượng xuất khẩu lớn nhất sang thị trường Hoa Kỳ với 90-95%, còn lại xuất khẩu sang thị trường châu Âu và tiêu thụ ở thị trường nội địa.

Mật ong sau khi khai thác thường có độ ẩm 22-23% (Vũ Thục Linh, 2015) đặc biệt khi thu hoạch non hoặc thu hoạch vào trời mưa, độ ẩm có thể tới 25-27%. Mật ong có độ ẩm trên 20% rất dễ bị lên men (Bogdanov & cs., 2008), khi bị lên men, mật ong có mùi khó chịu và chứa nhiều nấm men, nấm mốc, hàm lượng butanol, ethanol và HMF (Hydroxymethylfurfural) tăng lên gây ảnh hưởng không tốt cho sức khỏe người tiêu dùng (Bogdanov & cs., 2008). Vì vậy, trong quy trình sản xuất và chế biến mật ong, việc cô đặc mật ong sau thu hoạch đến độ ẩm 18-19% (theo tiêu chuẩn xuất khẩu) là rất cần thiết để đảm bảo không bị hư hỏng trong quá trình tồn trữ.

Để cô đặc mật ong, ở các nước có trình độ khoa học phát triển đã sử dụng các thiết bị cô đặc tiên tiến, mức độ cơ khí hóa và tự động hóa cao như: thiết bị cô đặc chân không, thiết bị sấy thăng hoa, thiết bị sấy bơm nhiệt, thiết bị sấy phun,... Tuy nhiên, do giá thành thiết bị và chi phí chuyển giao công nghệ, chi phí vận hành, bảo trì và sửa chữa còn khá cao nên các cơ sở sản xuất ở Việt Nam khó chấp nhận (chi phí đầu tư ban đầu cho một hệ thống thiết bị chế biến mật ong năng suất 100 kg/h nhập khẩu khoảng 0,5-1,0 triệu USD). Vì vậy, ở nước ta hiện nay, chủ yếu vẫn sử dụng thiết bị cô đặc bằng bơm nhiệt (Vũ Kế Hoạch & cs., 2010) hoặc sấy phun với tác nhân sấy là không khí nóng ở nhiệt độ cao (45-55°C). Các thiết bị cô đặc này có ưu điểm: cấu tạo thiết bị đơn giản, chi phí đầu tư thiết bị thấp nhưng còn tồn tại nhiều nhược điểm: thời gian cô đặc kéo dài, hàm lượng dinh dưỡng, màu sắc và mùi vị đều bị giảm sút

nhiều so với mật ong trước khi đưa vào cô đặc, đặc biệt là hàm lượng HMF (Hydroxymethylfurfural) là sản phẩm phân hủy của đường fructose (Ajilouni & Sujirapinyokul, 2009) tăng nhanh dưới tác động của nhiệt độ cô đặc trên 50°C (Dimins & cs., 2006) làm ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người sử dụng. Ngoài ra, mật ong là dung dịch đường bão hòa, sau khi cô đặc có thể bị kết tinh trở lại trong thời gian từ 3-12 tháng tồn trữ ở điều kiện nhiệt độ phòng (Karabournioti & Zervaki, 2001; Tosi & cs., 2002; Shapla & cs., 2018). Khi bị kết tinh dễ bị nấm mốc phát triển (do có độ ẩm cao), gây ảnh hưởng lớn đến giá trị dinh dưỡng, giá trị cảm quan, độ nhớt và khả năng chế biến các sản phẩm từ mật ong (Tosi & cs., 2004; Ajilouni & Sujirapinyokul, 2009). Đây là những nguyên nhân chính làm cho thị trường xuất khẩu mật ong của Việt Nam không ổn định, khó bán hoặc phải chấp nhận giá bán thấp gây thiệt hại lớn cho người sản xuất.

Vì vậy, việc nghiên cứu thiết kế cải tiến thiết bị cô đặc đảm bảo chất lượng sản phẩm theo yêu cầu xuất khẩu với kết cấu đơn giản, giá thành hạ để có thể triển khai áp dụng rộng rãi cho các cơ sở chế biến mật ong ở trong nước là vấn đề cấp thiết.

Bài báo này trình bày một số kết quả cứu thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm hệ thống thiết bị cô đặc mật ong kiểu chân không dạng ống có vành dẫn chất lỏng phối hợp phá kết tinh bằng sóng siêu âm nhằm tìm ra phương hướng khắc phục những tồn tại nêu trên.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mật ong được lấy từ Công ty Cổ phần Ong mật Việt Ý, thị xã Chí Linh Hải Dương. Đây là loại mật ong hoa vải, thu hoạch vào tháng 2-3/2019, có độ ẩm 26,02%, sau thời gian bảo quản 2 tháng đã bắt đầu kết tinh. Khối lượng mỗi mẻ cô đặc là 16kg. Mật ong được cô đặc đến độ ẩm an toàn để bảo quản phục vụ cho yêu cầu xuất khẩu là 18%. Kết thúc mỗi thí nghiệm, lấy mẫu phân tích hàm lượng HMF, hàm lượng đường tổng số, hàm lượng nấm mốc, nấm men, vi sinh

Nghiên cứu thiết kế thiết bị cô đặc mật ong kiểu chân không dạng ống có vành dẫn chất lỏng phối hợp phá kết tinh bằng sóng siêu âm

vật và thời gian kết tinh trở lại của mật ong sau khi cô đặc trong thời gian tồn trữ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Áp dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm đơn yếu tố để nghiên cứu ảnh hưởng riêng của một số thông số làm cơ sở cho việc lựa chọn khoảng nghiên cứu của các yếu tố trong nghiên cứu thực nghiệm đa yếu tố.

Các yếu tố ảnh hưởng: nhiệt độ cô đặc T ($^{\circ}\text{C}$), thời gian phát sóng siêu âm τ_s (phút), chiều cao vành dẫn chất lỏng H_{vd} (mm).

Các chỉ tiêu cần xác định: điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc $Q(\text{đ})$, thời gian cô đặc ϕ (phút), thời gian kết tinh τ (ngày) và chi phí điện năng riêng N_r (kWh/kg H_2O).

Các thông số nghiên cứu của thiết bị sấy được xác định như sau:

Nhiệt độ cô đặc được xác định bằng thiết bị đo nhiệt độ điện tử hiện số mã hiệu SGK-MF-904 (Hong Kong), khoảng đo $-40-200^{\circ}\text{C}$, sai số $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Độ ẩm của mật ong được xác định bằng máy đo Brix kế hiện số (hãng ATAGO, Nhật Bản), khoảng đo $0-93\%$, sai số $\pm 0,1\%$.

Hàm lượng HMF (mg/g) được xác định bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao.

Thời gian kết tinh trở lại ϕ (ngày) được xác định bằng thời gian tồn trữ mật ong từ sau khi cô đặc đến khi bắt đầu xuất hiện tinh thể đường.

Điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc Q_{ct} được xác định theo phương pháp cho điểm, Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) 3215 - 79.

Thời gian cô đặc τ (phút) là khoảng thời gian thực hiện một mẻ cô đặc được tính từ lúc bắt đầu cô đặc đến khi sản phẩm đạt được độ độ ẩm theo yêu cầu công nghệ bảo quản 18% và được xác định bằng đồng hồ đo thời gian thông dụng.

Chi phí điện năng riêng N_r được xác định bằng tỷ số giữa điện năng tiêu thụ với lượng nước cần bốc hơi của mẻ cô đặc và được tính theo công thức:

$$N_r = \frac{N_{ct}}{W}, \text{ kWh/kg H}_2\text{O}$$

N_{ct} - điện năng tiêu thụ trên công tơ cho 01 mẻ cô đặc (kWh);

W - lượng nước cần bốc hơi trong 01 mẻ cô đặc (kg H_2O).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết kế thiết bị cô đặc mật ong

Thiết bị cô đặc mật ong (ký hiệu CD-1) được thiết kế và chế tạo tại Bộ môn Thiết bị bảo quản và Chế biến nông sản Khoa Cơ điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Đây là thiết bị cô đặc dạng ống có vành dẫn chất lỏng, năng suất 16 kg/mẻ . Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của thiết bị cô đặc trên hình 1.

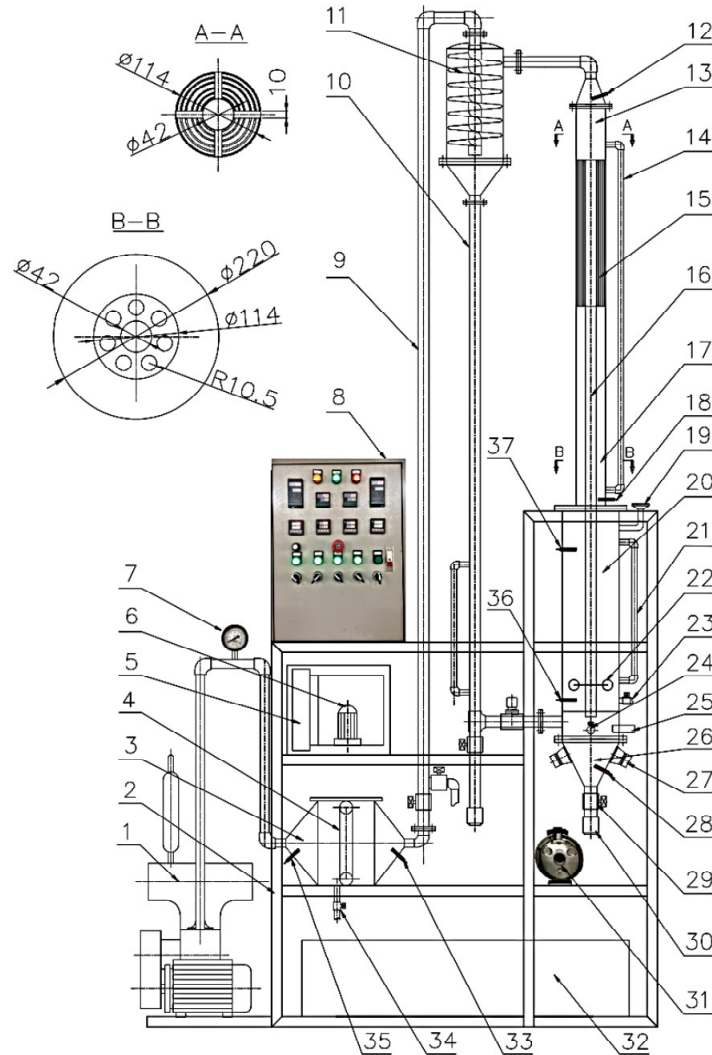
Bộ phận cô đặc dạng ống hình trụ, đặt thẳng đứng. Theo chiều cao thiết bị cô đặc, bộ phận cô đặc được phân thành 5 buồng: Buồng cấp liệu có dạng hình trụ, đáy hình chóp cụt, phía trên có lắp van nạp liệu, phía dưới có van xả mật sau khi cô đặc, mặt ngoài có lắp các đầu phát sóng siêu âm. Ở vùng này tạo ra rất nhiều bọt chứa khí dưới tác động của sóng siêu âm (gồm không khí và các loại khí khác sinh ra khi lên men còn gọi là khí trơ). Buồng cấp nhiệt là ống hình trụ được giới hạn bởi hai mặt bích trên dưới, trong đó có lắp 6 ống đun sôi (chứa dịch mật) có đường kính $\varnothing 21$ theo vòng tròn đồng tâm bao quanh ống tuần hoàn dịch mật có đường kính $\varnothing 42$. Bên ngoài các ống chứa đầy nước, được đốt nóng bằng bộ gia nhiệt điện trở. Buồng sôi có dạng hình trụ là nơi phát triển kích thước hạt bọt nhờ nhận thêm hơi nước trong dịch mật. Buồng phá bọt là buồng có lắp vành dẫn chất lỏng. Đây là tổ hợp của các ống hình trụ đồng tâm có đường kính nhỏ dần nhằm tạo ra các khe hẹp hình vành khăn, phá vỡ hạt bọt để giải phóng hơi nước và khí trong các hạt bọt đồng thời cũng tạo ra nhiều lớp màng mỏng để tăng diện tích bề mặt bốc hơi và tăng tốc độ chuyển động của dịch mật trong các khe hẹp theo hướng từ dưới lên trên. Buồng bốc hơi ở trên vành dẫn chất lỏng là nơi tiếp nhận hơi nước và phân ly dịch mật.

Bộ phận phân ly hơi thứ dạng vít xoắn được nối với phần trên của bộ phận cô đặc có

nhệm vụ phân riêng hơi thứ và để thu hồi tiếp phần dịch mật bị bay theo hơi thứ tránh gây lãng phí.

Bộ phận ngưng tụ hơi thứ dạng hộp, vỏ ngoài được cách nhiệt với không khí môi trường, một đầu được nối với ống dẫn hơi thứ, một đầu

được nối với bơm chân không. Bên trong bộ phận phân ly hơi thứ có lắp 2 dàn lạnh song song có nhiệm vụ ngưng tụ hơi thứ thành dạng lỏng nhằm tạo ra không khí khô trước khi vào bơm chân không để vừa giảm tải cho bơm chân không vừa tránh ngưng tụ nước trong bơm.



Ghi chú: 1 - bơm chân không; 2 - khung máy; 3 - buồng ngưng tụ hơi thứ; 4 - dàn lạnh; 5 - dàn nóng; 6 - block máy lạnh; 7 - đồng hồ chân không; 8 - hộp điều khiển điện; 9 - ống dẫn hơi thứ; 10 - ống dẫn mật sau khi phân ly hơi thứ; 11 - bộ phận phân ly hơi thứ; 12 - cảm biến nhiệt độ mật vùng bay hơi; 13 - buồng bay hơi; 14 - ống quan sát bọt dịch mật; 15 - vành dẫn chất lỏng; 16 - ống tuần hoàn dịch mật; 17 - buồng sôi; 18 - cảm biến nhiệt độ mật ở buồng sôi; 19 - van cấp nước; 20 - buồng gia nhiệt bằng nước nóng; 21 - ống quan sát mức nước trong buồng gia nhiệt; 22 - bộ điện trở nhiệt; 23 - van tháo nước; 24 - van nạp liệu; 25 - cửa lấy mẫu; 26 - buồng chứa dịch mật; 27 - đầu phát sóng siêu âm; 28 - cảm biến nhiệt độ mật; 29 - van tháo mật; 30 - cửa nối bơm nước rửa; 31 - máy bơm nước rửa; 32 - thùng chứa nước rửa; 33, 35 - cảm biến nhiệt độ buồng ngưng tụ hơi thứ; 34 - van xả nước ngưng; 36, 37 - cảm biến nhiệt độ nước.

Hình 1. Thiết bị cô đặc mật ong CD-1

Nghiên cứu thiết kế thiết bị cô đặc mật ong kiểu chân không dạng ống có vành dẫn chất lỏng phối hợp phá kết tinh bằng sóng siêu âm

Bộ phận phát sóng siêu âm gồm 09 đầu phát sóng có tổng công suất 900W, tần số 28kHz được lắp ở phần đáy côn của bộ phận cô đặc, có nhiệm vụ tạo ra sóng siêu âm để tiêu diệt các vi sinh vật gây hại đồng thời phá kết tinh trong quá trình cô đặc và ngăn cản hiện tượng kết tinh trở lại của mật ong trong quá trình tồn trữ.

Bộ phận điều khiển có nhiệm vụ điều khiển các thông số công nghệ trong quá trình cô đặc, bao gồm: điều khiển nhiệt độ nước ở vùng đun nóng được thực hiện nhờ role nhiệt, điều khiển nhiệt độ sôi của dịch mật được thực hiện nhờ điều chỉnh áp suất chân không thông qua việc thay đổi số vòng quay của bơm chân không bằng biến tần, điều khiển nhiệt độ ngưng tụ hơi thứ ở bộ phận ngưng tụ được thực hiện nhờ điều chỉnh nhiệt độ dàn lạnh,...

Ngoài ra, trong thiết bị có lắp các ống quan sát mức nước trong buồng gia nhiệt bằng nước nóng, ống quan sát quá trình tạo bọt trong vùng sôi và hệ thống bơm nước rửa máy.

Cấu tạo thiết bị cô đặc mật ong gồm có 5 bộ phận chính: bộ phận cô đặc, bộ phận phân ly hơi thứ, bộ phận ngưng tụ hơi thứ, bộ phận phát sóng siêu âm và bộ phận điều khiển.

Quá trình làm việc của hệ thống thiết bị cô đặc như sau: Khởi động cho thiết bị làm việc, dịch mật được bơm chân không hút vào thiết bị qua van nạp liệu nhờ áp suất chân không với khối lượng quy định (16kg) vào buồng cấp liệu, qua vùng phát sóng siêu âm, sau đó vào các ống đun sôi nhận nhiệt từ nước nóng ở buồng đun nóng để đạt được nhiệt độ sôi theo yêu cầu công nghệ cô đặc. Ở buồng sôi, kích thước bọt dịch mật tăng lên rất nhanh do nhận thêm lượng hơi nước trong dịch mật, khi đi vào các khe hẹp hình vành khăn của vành dẫn chất lỏng các bọt dịch mật bị vỡ ra, hỗn hợp hơi nước (hơi thứ), không khí, khí trơ và dịch mật theo khe hẹp vành khăn đi vào buồng bốc hơi với tốc độ rất lớn. Do buồng bốc hơi có kích thước lớn hơn rất nhiều so với khe hẹp hình vành khăn nên sau khi hơi thứ và khí trơ được tách ra khỏi hỗn hợp làm cho khối lượng riêng của dịch mật tăng lên (nặng hơn) chảy theo ống tuần hoàn về buồng cấp liệu, tiếp tục theo ống đun sôi vào buồng đun nóng chuyển động lên phía trên thành vòng tuần hoàn, còn hỗn hợp hơi thứ, không khí và

khí trơ có kéo theo một phần nhỏ bọt dịch mật được hút vào bộ phận phân ly hơi thứ. Do bộ phận phân ly hơi thứ được kết cấu theo dạng xoắn vít nên dưới tác dụng của lực ly tâm, dịch mật trượt theo bề mặt cánh vít chảy ra theo thành trong của bộ phận phân ly hơi thứ, theo ống dẫn mật về buồng cấp liệu, còn hơi thứ, không khí và khí trơ chuyển động theo ống trong của vít xoắn đi vào bộ phận ngưng tụ, qua dàn lạnh qua dàn lạnh của máy lạnh được ngưng tụ chảy xuống đáy bình và được định kỳ tháo ra qua van tháo nước ngưng, không khí và khí trơ theo ống dẫn đưa lên trên nhận nhiệt từ dàn nóng (để hóa hơi lượng nước trong hơi thứ khi chưa ngưng tụ hết) trước khi vào bơm chân không để tránh ngưng tụ nước trong bơm. Sau khi cô đặc đến độ ẩm 18% dịch mật được lấy ra qua van tháo liệu. Do dịch mật vận chuyển tuần hoàn nhiều lần qua vùng phát sóng siêu âm, dưới tác dụng của sóng siêu âm đã phá được kết tinh, ngăn cản được quá trình kết tinh trở lại trong thời gian tồn trữ.

Các thông số kỹ thuật chính của thiết bị cô đặc trong bảng 1.

Với kết cấu như trên, thiết bị cô đặc CD-1 có thể đạt được những ưu điểm như sau:

Dịch mật được cô đặc trong chân không, nhiệt độ sôi thấp nên đã nâng cao chất lượng mật ong cả về giá trị dinh dưỡng và giá trị cảm quan.

Nhờ có lắp vành dẫn chất lỏng với nhiều khe hẹp hình vành khăn đã phá vỡ bọt dịch mật làm, hơi thứ thoát ra khỏi dịch làm tăng cường độ bốc hơi nước, do đó đã giảm thời gian cô đặc.

Do có bộ phận phá kết tinh mật ong bằng sóng siêu âm nên đã kéo dài được thời gian kết tinh trở lại của mật ong trong quá trình tồn trữ.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của một số thông số đến quá trình cô đặc

Tiến hành nghiên cứu thực nghiệm đơn yếu tố để nghiên cứu ảnh hưởng riêng của một số thông số chính như: nhiệt độ cô đặc T_{cd} (°C), thời gian phát sóng siêu âm τ_s (phút), chiều cao vành dẫn chất lỏng H_{vd} đến điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc Q_{cd} (đ), thời gian cô đặc τ_{cd} (phút), thời gian kết tinh trở lại τ_{kt} (ngày) và chi phí điện năng riêng N_r (kWh/kgH₂O).

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật chính của thiết bị cô đặc

Các thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Năng suất thiết bị cô đặc	M_{cd}	kg/mẻ	16
Buồng tháo liệu:			
Đường kính nón cụt trên	D_{nct}	mm	220
Chiều cao	h_{nc}	mm	170
Buồng đun nóng:			
Đường kính	D_{dn}	mm	220
Chiều dài	L_{dn}	mm	780
Buồng sôi:			
Đường kính	D_{dn}	mm	114
Chiều dài	L_{bs}	mm	1350
Buồng phân ly hơi thứ:			
Đường kính	D_{dn}	mm	220
Chiều dài	L_{nt}	mm	600
Buồng ngưng tụ:			
Chiều dài	L_d	mm	450
Chiều rộng	L_r	mm	340
Chiều cao	L_c	mm	340
Bơm chân không:			
Công suất	N_{ck}	kW	2
Số vòng quay	n	vg/ph	1500

Bảng 2. Số liệu thí nghiệm xác định ảnh hưởng của nhiệt độ cô đặc

Nhiệt độ cô đặc T_{cd} (°C)	Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật				
	Điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc Q_{cd} (đ)	Thời gian kết tinh trở lại τ_{kt} (ngày)	Thời gian cô đặc τ_{cd} (phút)	Chi phí năng lượng riêng N_r (kWh/kg H_2O)	Hàm lượng HMF (mg/kg)
35	18,8	170	129	2,66	14,4
38	18,6	176	96	2,16	14,6
41	18,2	185	77	1,79	14,5
44	17,8	196	67	1,53	14,7
47	16,1	211	64	1,47	14,6
50	13,8	230	63	1,44	14,9
53	12,2	252	62	1,43	23,6

a. Ảnh hưởng của nhiệt độ cô đặc T_{cd} (°C)

Điều kiện thí nghiệm: Thời gian phát sóng siêu âm $\tau_s = 20$ phút, chiều cao vành chất lỏng $L_{vd} = 580$ mm.

Kết quả thí nghiệm được ghi trong bảng 2 và đồ thị biểu diễn mức độ ảnh hưởng trên hình 2.

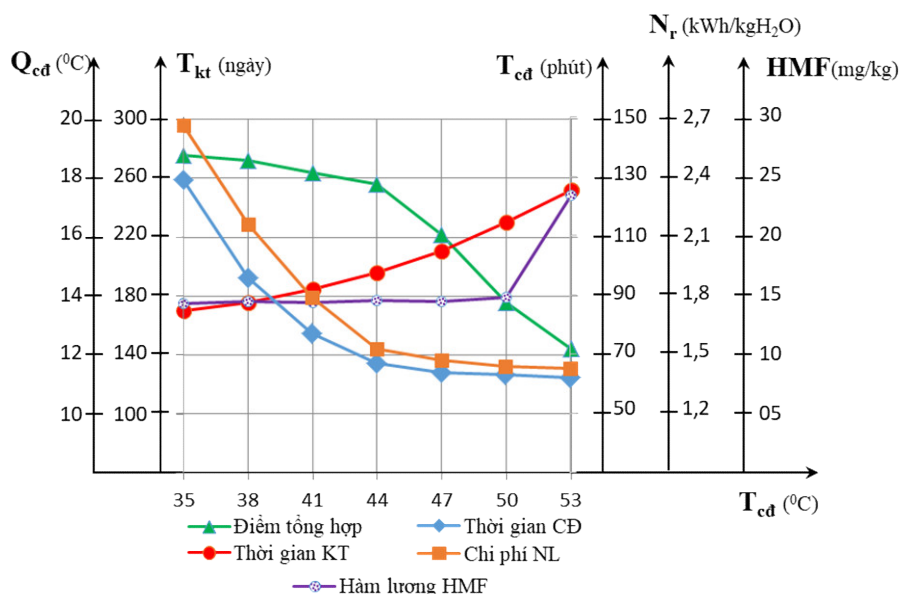
Trên bảng 2 và hình 2 cho thấy, khi nhiệt độ cô đặc tăng, tốc độ bốc hơi nước trong dịch mật tăng, do vậy thời gian cô đặc, chi phí điện

năng riêng và điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc giảm. Điều này có thể được giải thích, tăng nhiệt độ cô đặc thì tốc độ các phản ứng biến đổi về thành phần hóa học trong dịch mật xảy ra mãnh liệt hơn, hiện tượng caramen hóa làm cho sản phẩm cô đặc có màu nâu đen, giảm vị ngọt, vì vậy điểm tổng hợp chất lượng của sản phẩm cô đặc giảm xuống. Đặc biệt ở nhiệt độ trên 50°C hàm lượng HMF tăng lên làm giảm chất lượng sản phẩm ảnh hưởng đến

Nghiên cứu thiết kế thiết bị cô đặc mật ong kiểu chân không dạng ống có vành dẫn chất lỏng phối hợp phá kết tinh bằng sóng siêu âm

chất lượng và tiêu chuẩn an toàn thực phẩm. Như vậy, ở nhiệt độ khoảng 38-47°C, điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc tương đối cao,

thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng thấp tương đối thấp và đặc biệt là hàm lượng HMF không tăng trong sản phẩm sau khi cô đặc.



Hình 2. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của nhiệt độ cô đặc T_{cd}

Bảng 3. Số liệu thí nghiệm xác định ảnh hưởng của chiều cao vành dẫn chất lỏng H_{vd}

Chiều cao vành chất lỏng H_{vd}	Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật			
	Điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc Q_{cd}	Thời gian kết tinh trở lại τ_{kt} (ngày)	Thời gian cô đặc τ_{cd} (phút)	Chi phí năng lượng riêng N_r (kWh/kg H ₂ O)
380	16,2	174	96	2,04
480	17,0	185	76	1,73
580	17,8	196	67	1,53
680	18,5	203	56	1,37
780	17,5	201	71	1,56

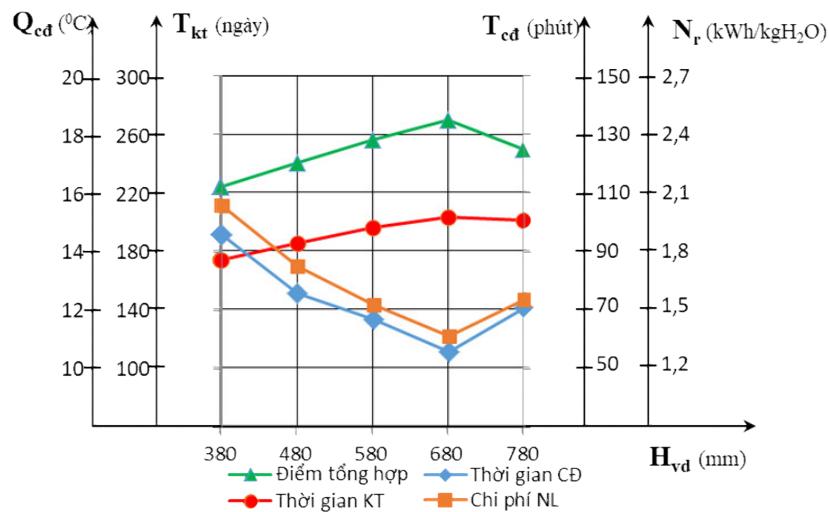
b. Ảnh hưởng của chiều cao vành dẫn chất lỏng H_{vd} (mm)

Điều kiện thí nghiệm: Nhiệt độ cô đặc $T_{cd} = 44^\circ\text{C}$, thời gian phát sóng siêu âm $\tau_s = 20$ phút.

Kết quả thí nghiệm được ghi trong bảng 3 và đồ thị biểu diễn mức độ ảnh hưởng trên hình 3.

Khi tăng chiều cao vành dẫn chất lỏng sẽ tăng được diện tích bề mặt bốc hơi nước trên bề mặt các vách trụ của vành dẫn chất lỏng, đồng thời cũng làm tăng tốc độ dòng chảy của dịch mật trong các khe hẹp hình vành khăn làm tăng tốc độ tuần hoàn của dịch mật trong bộ phận cô đặc,

nhờ đó, quá trình bốc hơi nước xảy ra mãnh liệt nên thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng giảm, điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc tăng và thời gian kết tinh khi tồn trữ tăng. Nếu tiếp tục tăng chiều cao vành dẫn chất lỏng thì thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng tăng, điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc và thời gian kết tinh trở lại khi tồn trữ giảm nhẹ. Nguyên nhân là do chiều cao vùng sôi giảm, số lượng bọt tạo ra trong lòng khối dịch mật ở vùng sôi ít, kích thước bọt nhỏ nên lượng hơi nước chứa trong bọt ít, vì vậy tốc độ bay hơi nước giảm, thời gian cô đặc kéo dài, gây nhiều biến đổi xấu về màu sắc và mùi vị của sản phẩm.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của chiều cao vành dẫn chất lỏng H_{vd}

Bảng 4. Số liệu thí nghiệm xác định ảnh hưởng của thời gian phát sóng siêu âm

Thời gian phát sóng siêu âm τ_s (phút)	Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật			
	Điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc Q_{cd}	Thời gian kết tinh trở lại τ_{kt} (ngày)	Thời gian cô đặc τ_{cd} (phút)	Chi phí năng lượng riêng N_r (kWh/kg H ₂ O)
5	17,5	116	81	1,93
10	18,0	148	76	1,79
15	18,4	170	72	1,66
20	17,8	196	67	1,53
25	17,4	220	64	1,48
30	17,1	244	62	1,55
35	16,8	268	68	1,66

c. Ảnh hưởng của thời gian phát sóng siêu âm τ_s (phút)

Điều kiện thí nghiệm: Nhiệt độ cô đặc $T_{cd} = 44^\circ\text{C}$, chiều cao vành chất lỏng $H_{vd} = 580\text{mm}$.

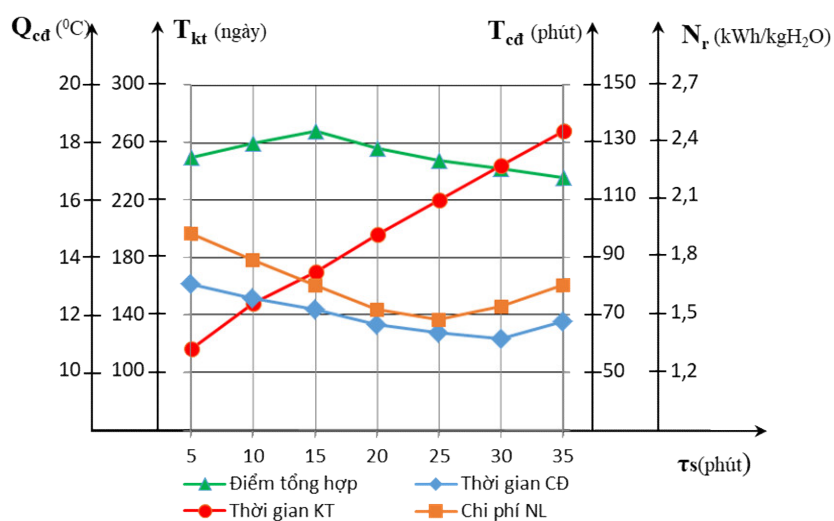
Kết quả thí nghiệm được ghi trong bảng 4 và đồ thị biểu diễn mức độ ảnh hưởng trên hình 4.

Khi phát sóng siêu âm, trong khối chất lỏng tạo ra chu trình kéo và nén tạo ra nhiều bọt khí. Khi nén các phân tử ở gần nhau hơn tạo nên các hạt bọt khí nhỏ, khi kéo sẽ làm cho các phân tử tách nhau ra làm cho các bọt khí lớn dần. Chu trình kéo nén phụ thuộc vào công suất, tần số của đầu phát sóng siêu âm và thời gian phát sóng.

Khi tăng thời gian phát sóng siêu âm sẽ tạo ra nhiều bọt khí trong dịch mật hơn, khi dịch mật đi vào vùng cấp nhiệt và đặc biệt vào vùng

sôi các bọt khí nhận thêm nhiều hơi nước vào trong bọt, quá trình tách ẩm ra khỏi dịch mật càng thuận lợi hơn, nhờ đó đã làm giảm thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng, điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc tăng. Đồng thời do sóng siêu âm truyền vào trong lòng chất lỏng gây nên sự kích thích mãnh liệt trong khối chất lỏng. Tại bề mặt tiếp xúc giữa hai pha lỏng - rắn hoặc khí - rắn (phấn hoa chẳng hạn), sóng siêu âm gây nên sự hỗn loạn cực độ do tạo thành những vi xoáy. Hiện tượng này làm giảm ranh giới giữa các pha, tăng cường sự chuyển khối đối lưu và thúc đẩy sự khuếch tán giữa pha rắn vào pha lỏng, nhờ đó đã làm tăng sự đồng nhất giữa hai pha lỏng - rắn và loại bỏ được mầm kết tinh (phấn hoa). Vì vậy, thời gian kết tinh trở lại khi tồn trữ càng tăng cao.

Nghiên cứu thiết kế thiết bị cô đặc mật ong kiểu chân không dạng ống có vành dẫn chất lỏng phối hợp phá kết tinh bằng sóng siêu âm



Hình 4. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của thời gian phát sóng siêu âm ω_s



Hình 5. Sản phẩm mật ong sau khi cô đặc

Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng thời gian phát sóng siêu âm, chu trình kéo nén tăng. Khi năng lượng đủ lớn, tại chu trình kéo tương tác giữa các phân tử sẽ vượt quá lực hấp dẫn nội tại, hình thành các lỗ hổng nhỏ trong khối chất lỏng, khi đó sẽ có một lượng nhỏ các cấu tử khí

khuếch tán vào pha lỏng làm giảm quá trình tạo bọt và sự đồng nhất giữa hai pha lỏng - rắn. Trên đồ thị hình 4 cho thấy ứng với thời gian siêu âm tăng thì thời gian cô đặc, chi phí năng lượng riêng tăng và điểm tổng hợp chất lượng sản phẩm cô đặc có xu hướng giảm xuống.

Trên đồ thị hình 2-4 cho thấy ứng với khoảng biến thiên của nhiệt độ cô đặc trong khoảng từ 35-53°C thì việc tăng chiều cao vành dẫn chất lỏng từ 380-680mm và thời gian sóng siêu âm từ 15-30 phút sẽ có hiệu quả hơn so với việc nâng cao nhiệt độ cô đặc, vì sản phẩm cô đặc ít bị biến đổi xấu về chất lượng do nhiệt, cho phép nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng.

So với các thiết bị cô đặc thông dụng trong sản xuất, thiết bị cô đặc CD-1 có ưu điểm: Thời gian cô đặc giảm khá nhiều nhờ có vành dẫn chất lỏng và bộ phát sóng siêu âm đã làm tăng diện tích bốc hơi và vận tốc chuyển động tuần hoàn của dịch mật trong buồng cô đặc, tăng khả năng phá kết tinh đường trong dịch mật, vì vậy đã nâng cao chất lượng sản phẩm cô đặc, giảm chi phí điện năng riêng và tăng thời gian kết tinh trở lại trong thời gian tồn trữ.

4. KẾT LUẬN

Trong thiết bị cô đặc CD-1 đã thiết kế và chế tạo, việc lắp đặt vành dẫn chất lỏng đã góp phần tích cực để nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng.

Từ kết quả thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của 3 yếu tố nhiệt độ cô đặc, chiều cao vành dẫn chất lỏng và thời gian phát sóng siêu âm cho thấy, cho thấy ứng với khoảng biến thiên của nhiệt độ cô đặc trong khoảng từ 35-53°C thì việc tăng chiều cao vành dẫn chất lỏng từ 380-680mm và thời gian sóng siêu âm từ 15-30 phút sẽ có hiệu quả hơn so với việc nâng cao nhiệt độ cô đặc, vì sản phẩm cô đặc ít bị biến đổi xấu về chất lượng do nhiệt, cho phép nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thời gian cô đặc và chi phí điện năng riêng.

Các kết quả nghiên cứu trên là cơ sở quan trọng để hoàn thiện quy trình công nghệ và thiết kế cải tiến hệ thống thiết bị cô đặc mật ong.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ajlouni S. & Sujirapinyokul P. (2009). Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. Food Chemistry. 119: 1000-1005.

Bogdanov S., Jurendic N., Sieber R. & Gallmann P. (2008). Honey for Nutrition and Health: Review". American Journal of the College of Nutrition. 27: 677-689.

Dimins F., Kuka F., Kuka M. & Cakste I. (2006). The Criteria of Honey and its Changes during Storage and Thermal Treatment, LLU Raksti, 16: 73-78

Eteraf-Oskouei T. & Najafi M. (2013). Traditional and Modern Uses of Natural Honey in Human Diseases: A Review. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 16: 731-742.

Karabournioti S. & Zervalaki P. (2001). The effect of heating on honey HMF and invertase. Apiacta. 4.

Manyi-Loh C.E., Clarke A.M. & Ndip R.N. (2011). An overview of honey: Therapeutic properties and contribution in nutrition and human health. African Journal of Microbiology Research. 5: 844-852.

Mohapatra D.P., Thakur V. & Brar S.K. (2011). Antibacterial Efficacy of Raw and Processed Honey. Biotechnology Research International.

Rahima D.K. (2013). Ultrasound-assisted Liquefaction of Honey, PhD Thesis submitted the Universitat Politècnica de Catalunya. 172p.

Shapla U.M., Solayman Md., Alam N., Ibrahim Khalil Md. & Gan S.H. (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. Chemistry Central Journal. 12: 35.

Tosi E., Ré E., Lucero H. & Bulacio L. (2004). Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. LWT - Food Science and Technology. 37: 669-678.

Tosi E., Ciappini M., Ré E. & Lucero H. (2002). Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. Food Chemistry. 77: 71-74.

Voidarou C., Alexopoulos A., Plessas S., Karapanou A., Mantzourani I., Stavropoulou E., Fotou K., Tzora A., Skoufos I. & Bezirtzoglou E. (2011). Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. Anaerobe. 17: 375-379.

Vũ Thục Linh (2015). Báo cáo thị trường mật ong EU. Cục Xúc tiến thương mại, Bộ Công thương.

Vũ Kế Hoạch, Nguyễn Hay, Lê Quang Giảng & Lê Anh Đức (2010). Nghiên cứu xác định các thông số tối ưu máy sấy lạnh mật ong. Tạp chí Khoa học Công nghệ, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 6: 95-101.

Ye Y. (2015). Effect of high intensity ultrasound on crystallization behavior and functional properties of lipids. Doctor of philosophy thesis in Nutrition and Food Sciences. Utah State University, Logan, Utah.