

NGHIÊN CỨU THU HỒI DẦU GẮC TỪ KHÔ BÃ GẮC

STUDY ON RECOVERY OF OIL FROM GAC CAKE

Nguyễn Ngọc Hoàng¹, Nguyễn Đức Nam², Nguyễn Thị Thảo¹,
Phạm Thanh Hương¹, Lê Ngọc Cương¹, Nguyễn Tuấn Linh¹,
Lê Anh Thái³, Phout Phommexay¹, Phan Minh Thụy^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.263>

TÓM TẮT

Khô bã gấc là phần màng của hạt gấc sau khi đã chiết dầu. Dinh dưỡng của khô bã gấc tương đương với ngô hạt vàng, tuy nhiên chất béo nhiều hơn ngô 2 - 3 lần. Một kg khô bã gấc có 105g protein, 122g chất béo và một ít xơ (54g). Đặc biệt, khô bã gấc còn khá nhiều dầu gấc chứa β - caroten, lycopene và α - tocopherol (Vitamin E). Hiện nay, khô bã gấc được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi, giá trị thương phẩm không cao. Bài báo này tập trung nghiên cứu phương pháp thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc trên cơ sở so sánh hiệu suất thu hồi dầu gấc của một số dung môi truyền thống như hexane, petroleum ether và dung môi mới như dimethyl ether cận siêu tới hạn (DME). Trích ly bằng phương pháp dimethyl ether cận siêu tới hạn trong vùng áp suất thấp đem lại hiệu quả tốt. Kết quả chỉ ra rằng, trong thời gian ngắn, 15 phút, trích ly bằng DME đem lại hiệu suất thu hồi dầu gấc cao nhất, 87,4%, so với các dung môi truyền thống. Nghiên cứu cũng khảo sát ảnh hưởng của một số thông số công nghệ (nhiệt độ, tỷ lệ dung môi) đến hiệu suất thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc bằng DME. Kết quả chỉ ra hiệu suất thu hồi dầu gấc đạt tới 96,77% trong thời gian 1 giờ.

Từ khóa: Khô bã gấc, dimethyl ether, dầu gấc.

ABSTRACT

Gac cake is the residue part of gac membrain after oil extraction. The nutrition of gac cake is equivalent to that of yellow-grain corn, but the fat is 2-3 times higher than that of corn. 1kg of dried gac cake has 105g of protein, 122g of fat and a little fiber (54g). In gac cake, there are quite a lot of gac oil content β - carotene, lycopene and α - tocopherol (Vitamin E). Currently, gac cake is used as animal feed, the commercial value is not high. This paper point to study, an effective recovery method of gac oil from gac cake that based on the comparison of the recovery efficiency of some traditional solvents such as hexane, petroleum ether and sub-critical dimethyl ether (DME). Extraction by the sub-supercritical dimethyl ether method in the low-pressure region gives good results. The results showed that, with in a short time, 15 minutes, extraction by DME gave the highest yield of 87.4% compared to the other. The study investigated the influence of some technological parameters (temperature, solvent ratio) on the efficiency of Gac oil recovery from gac cake by using DME as well. The results showed that the highest extraction yield reached to 96.77% with in an hour.

Keywords: Gac cake, dimethyl ether, gac oil.

¹Trường Hóa và Khoa học sự sống, Đại học Bách khoa Hà Nội

²Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Công ty TNHH Nhà máy bia Heineken Việt Nam - Hà Nội

*Email: thuy.phanminh@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 22/10/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 23/11/2023

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2023

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gấc có tên khoa học là *Momordica cochinchinensis* Spreng, thuộc họ *Curcubitaceae*, được phát hiện ban đầu ở Việt Nam. Cây gấc là một loại cây thân leo sống lâu năm, nó có nguồn gốc và được trồng ở khắp Nam và Đông Nam Á và Đông Bắc Úc. Dầu gấc là một loại dầu được chiết tách từ quả gấc, đây được coi là dầu thực vật và được sử dụng với nhiều mục đích dinh dưỡng, làm đẹp khác nhau. Thành phần chính của dầu gấc là các axit béo không no như: axit oleic (omega 9), linoleic (omega 6) và các axit béo no: palmitic, stearic [1-4]. Ngoài ra, dầu gấc còn có các axit béo khác với hàm lượng < 1% như: myristic, palmitoleic, linolenic, margaric. Thành phần các axit béo được trình bày chi tiết trong bảng 1. β - caroten và lycopene là các hợp chất hoạt tính sinh học có hàm lượng rất nhỏ (khoảng 150 - 350mg%) trong dầu gấc, song có giá trị dinh dưỡng và dược phẩm rất cao nên có tính quyết định giá trị kinh tế và giá trị sử dụng của dầu gấc. Khô bã gấc là phần bã còn lại sau khi đã chiết dầu từ màng gấc, có màu đỏ đậm, có mùi thơm của bánh quy, dễ ăn, bùi béo và hơi ngọt. Về mặt dinh dưỡng, 1 kg khô bã gấc có 105g protein, 122g chất béo và một ít xơ (54g). Hàm lượng dinh dưỡng của khô bã gấc tương đương với ngô hạt vàng, tuy nhiên chất béo nhiều hơn ngô 2 - 3 lần. Đặc biệt, trong khô bã gấc còn khá nhiều β - caroten, lycopene và β - tocopherol (Vitamin E), đặc biệt là lycopene. Kết quả phân tích khô bã gấc của Trung tâm Kiểm nghiệm Vệ sinh an toàn thực phẩm của Viện Dinh dưỡng cho biết hàm lượng của các chất trên được trình bày trong bảng 2.

Bảng 1. Thành phần các axit béo có trong dầu gấc

STT	Tên axit béo	Thành phần axit béo dầu gấc (g/100g dầu)
1	Myristic (C14:0)	0,395
2	Palmitic (C16:0)	20,045
3	Palmitoleic (C16:1)	0,037
4	Margaric (C17:0)	0,067
5	Stearic (C18:0)	3,375
6	Oleic (C18:1)	53,385
7	Linoleic (C18:2)	17,695
8	Linolenic (C18:3)	0,028

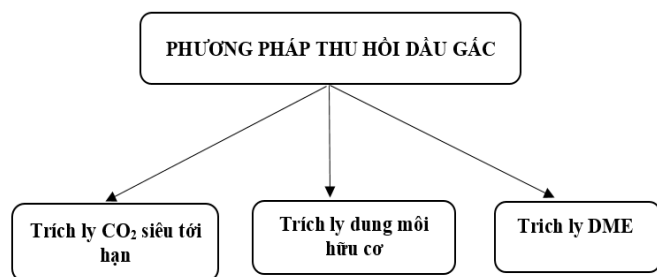
Thực tế các sản phẩm khô bã gấc này thường được bỏ đi sau quá trình ép. Hiện nay, khô bã gấc được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi, giá trị thương phẩm không cao. Như vậy, thu hồi tối đa lượng dinh dưỡng còn sót lại trong khô bã gấc là bài toán ta cần quan tâm. Hiện nay các nghiên cứu về gấc chủ yếu tập trung vào nâng cao khả năng tách chiết dầu và các chất dinh dưỡng từ màng gấc và chưa có báo cáo nghiên cứu nào về khô bã gấc. Vì vậy, bài báo này tập trung vào nghiên cứu trích ly thu hồi dầu từ khô bã gấc để tận thu dầu gấc, nâng cao giá trị của khô bã gấc.

Bảng 2. Thành phần một số chất dinh dưỡng có trong khô bã gấc

Thành phần	Hàm lượng
Chất khô (%)	92,73
Protein thô (%)	10,59
Chất béo (%)	12,2
Xơ thô (%)	5,4
β - Caroten (mg/100g)	27,7
Lycopene (mg/100g)	561,0
α - tocopherol (mg/100g)	7,6



Hình 1. Khô bã gấc



Hình 2. Các phương pháp thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc

Hiện nay, phương pháp ép cơ học đang sử dụng phổ biến trong quá trình sản xuất dầu gấc nhưng hiệu suất ép không cao, tiêu hao năng lượng phải sấy trước khi ép và thu hồi rất kém, nên trong khô bã gấc còn khá nhiều dầu 12% và chất dinh dưỡng như β - caroten, lycopene và β - tocopherol (Vitamin E). Vì vậy, thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc chỉ có thể sử dụng các phương pháp trích ly. Nhiều nghiên cứu đã vận

dụng phương pháp trích ly bằng CO₂ siêu tới hạn đạt hiệu suất cao trên các sản phẩm khác nhau trong sản xuất thực phẩm. Trong nghiên cứu [5] thì hiệu suất đạt được 95 % sau 120 phút trích ly dầu gấc từ màng gấc ở áp suất 400bar và nhiệt độ 443K. Tuy nhiên, hệ thống trích ly sử dụng CO₂ siêu tới hạn làm việc ở áp suất rất cao dẫn đến thiết bị dễ dùng cho quá trình này chế tạo rất phức tạp và rất tốn kém chi phí để đảm bảo an toàn. Do đó, công nghệ trích ly bằng CO₂ siêu tới hạn chưa thể áp dụng tại cơ sở sản xuất dầu gấc cho đến nay tại Việt Nam trên qui mô công nghiệp. Trích ly sử dụng các dung môi truyền thống (chloroform, methanol, hexane, ether dầu khí) khá phổ biến trong phòng thí nghiệm vì các dung môi hóa học có độ chọn lọc và độ hòa tan cao đối với các cấu tử mục tiêu. Tuy nhiên, các dung môi này có thể gây độc, ảnh hưởng đến sức khỏe của người dùng nên cũng không có đơn vị nào sử dụng các loại dung môi truyền thống này để sản xuất dầu gấc.

Hiện nay, dimethyl ether (DME) đang được quan tâm như một dung môi trích ly trong thực phẩm. Phương pháp này đem lại hiệu quả kinh tế cao, dễ sử dụng, thân thiện với môi trường và an toàn cho cơ thể con người, được công nhận bởi: EFSA, FSANZ, Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ [6-8]. DME là dung môi có thể hòa tan nước khi hóa lỏng phù hợp với khai thác các thành phần chứa trong nguyên liệu tự nhiên có độ ẩm cao, hóa lỏng bay hơi ở nhiệt độ thấp (-24°C) và dễ thu hồi, mang lại hiệu quả trong tiêu thụ năng lượng. Bảng 3 cho thấy hiệu suất thu hồi dầu của phương pháp trích ly bằng dimethyl ether lỏng. Nghiên cứu của Y. Hara năm 2016 đã chỉ ra hàm lượng dầu trích ly được từ cám gạo khoảng 24% [9]. Các nguyên liệu chứa hàm lượng nước cao như gan cá ngừ cũng đem lại hàm lượng suất chiết dầu cao lên đến 17,4% theo nghiên cứu của Y. Fang năm 2018 [10]. Hoàng và cộng sự đã sử dụng dimethyl ether trích ly dầu gấc từ màng gấc tươi đạt hàm lượng dầu trích ly tới 38% cao gấp 40% so với phương pháp ép cơ học [14]. Goto và cộng sự đã trích ly carotenoids và chất béo từ tảo sử dụng dimethyl ether cận siêu tới hạn (DME) tại áp suất 0,59MPa và nhiệt độ 25°C. Kết quả cho thấy DME rất phù hợp cho việc trích ly này, hiệu suất thu hồi dầu tảo thấp nhất là 97% và có xu hướng tiết kiệm năng lượng [15].

Bảng 3. Hiệu suất thu hồi dầu của phương pháp trích ly dùng dimethyl ether

Nguồn trích ly	Chất chiết	Hàm lượng dầu (%)	Hiệu suất thu hồi (%)	Nghiên cứu
Cám gạo	Dầu cám gạo	24	-	[9]
Gan cá ngừ	Dầu gan cá ngừ	17,5	-	[10]
Hạt thì là đen	Dầu hạt	21	-	[11]
Hạt gai dầu	Dầu hạt	31	-	[11]
Gấu gấc	Màng gấc tươi	40	-	[14]
Tảo	Dầu tảo	-	97	[15]

Nhằm giải quyết các vấn đề thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc nêu trên, nghiên cứu này tập trung đánh giá ảnh hưởng của một số loại dung môi (hexan, petroleum ether, dimethyl

ether cận siêu tới hạn) và ảnh hưởng của một số thông số công nghệ (nhiệt độ, tỷ lệ dung môi) đến hiệu suất thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

a) Nguyên liệu

Mẫu khô bã gấc thu mua tại cơ sở sản xuất dầu gấc tươi bằng phương pháp ép cơ học. Yêu cầu: Khô bã gấc thu mua phải là sản phẩm ngay sau quá trình ép, không được để quá lâu ngoài không khí. Sản phẩm cần được đóng gói và hút chân không, bảo quản trong điều kiện nhiệt độ 0 - 5°C.

b) Hóa chất

- Dung môi n-hexane
- Dung môi petroleum ether
- Dung môi dimetyl ether

c) Dụng cụ thí nghiệm

- Cân phân tích chính xác đến 0,001g
- Tủ sấy điện
- Máy nghiền cơ học
- Bếp điện
- Bộ trích ly Soxhlet
- Bộ trích ly một bậc và nhiều bậc
- Bể ổn nhiệt
- Thiết bị cô quay chân không
- Bình hút ẩm
- Bình đáy phẳng có nắp, cốc inox, giấy lọc, sàng lọc,...

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a) Xử lý mẫu

Áp dụng TCVN 8948:2011 (ISO 659:2009). Mẫu khô bã gấc nghiền trong 2 phút. Sàng mẫu bằng lưới sàng 0,5-1mm bảo quản trong bình kín có gói hút ẩm không bị oxi hóa, không tiếp xúc ánh sáng và áp dụng cách xử lý mẫu này cho toàn bộ thí nghiệm.

b) Xác định độ ẩm và hàm lượng chất bay hơi

Sử dụng cân phân tích ẩm AND MX-50. Khối lượng phân tích 1g mẫu. Thời gian 3 - 5 phút. Nhiệt độ 103°C.

c) Nghiên cứu ảnh hưởng của một số loại dung môi (n-hexan, Petroleum ether) đến hiệu suất thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc

Mục đích: Xác định hiệu suất thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc khi sử dụng các loại dung môi khác nhau. Xác định hàm lượng dầu trong nguyên liệu theo TCVN 8948:2011 (ISO 659:2009) [11, 12]. Sử dụng bộ trích ly soxhlet để trích ly hai loại dung môi n-hexan và petroleum ether để xác định hàm lượng dầu. Mỗi thí nghiệm dùng 10g khô bã gấc và thời gian trích ly là 8 giờ.

d) Nghiên cứu ảnh hưởng của dung môi DME và của một số thông số kỹ thuật (nhiệt độ, tỷ lệ dung môi/mẫu) đến hiệu suất thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc

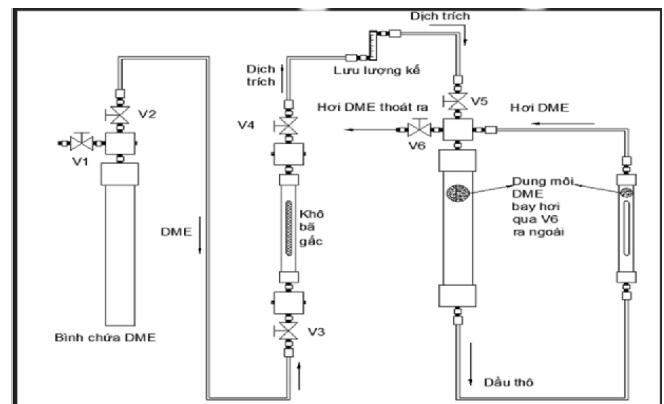
Mục đích: Khảo sát nhiệt độ trích ly, tỉ lệ dung môi/mẫu thích hợp với loại dung môi được đã lựa chọn để hiệu suất trích ly phù hợp. Bố trí thí nghiệm được trình bày trong bảng 4 và 5.

Bảng 4. Thực nghiệm khảo sát nhiệt độ (°C)

Thực nghiệm 1	Yếu tố thay đổi (nhiệt độ °C)	Yếu tố cố định
1	20	Loại dung môi: DME Kích thước khô bã gấc: 0,5 - 1mm Tỉ lệ nguyên liệu/dung môi(g/g) = 30:1
2	25	
3	30	
4	35	
5	40	

Bảng 5. Thực nghiệm khảo sát tỉ lệ dung môi/khô bã gấc (g/g)

Thực nghiệm 2	Yếu tố thay đổi tỉ lệ DME/mẫu (g/g)	Yếu tố cố định
1	6:1	Loại dung môi: DME Kích thước khô bã gấc: 0,5 - 1mm Nhiệt độ 35°C
2	12:1	
3	18:1	
4	24:1	
5	30:1	
6	42:1	
7	54:1	



Hình 3. Sơ đồ trích ly 1 bậc



Hình 4. Hệ thống trích ly 1 bậc thực nghiệm

Mỗi thí nghiệm được lặp lại năm lần để đảm bảo độ tin cậy. Sau khi lựa chọn được nhiệt độ trích ly phù hợp sẽ sử dụng vào các thí nghiệm tiếp theo.

e) Biểu thị kết quả

Hiệu suất quá trình trích ly DME:

$$H_{DME} = 100 \cdot \frac{D_{DME}}{D}$$

Trong đó:

- H: Hiệu suất trích ly bằng DME (%)
- D: hàm lượng dầu tổng số của khô bã gấc trích ly bằng n-hexan trong thời gian 8 giờ
- D_{DME} : hàm lượng dầu của khô bã gấc trích ly bằng DME

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát độ ẩm và hàm lượng dầu tổng số

Bảng 6 chỉ ra kết quả khảo sát độ ẩm khô bã gấc. Nhìn chung, độ ẩm của khô bã gấc tương đối thấp trung bình đạt 7,15%, do vậy khô bã gấc không cần sấy khô thêm trước khi đánh giá hàm lượng dầu tổng số. Kết quả tại bảng 7 cho thấy khô bã gấc sau quá trình ép còn chứa hàm lượng dầu tương đối cao và đạt trung bình 16%.

Bảng 6. Độ ẩm khô bã gấc

STT	M (g)	Nhiệt độ	Thời gian (phút)	W (%)	Trung bình (%)
1	1,005	103	5,8	7,21	7,15
2	1,005	103	5,4	7,15	
3	1,001	103	4,6	7,10	

Bảng 7. Hàm lượng dầu tổng số trong khô bã gấc

STT	1	2	3
Dung môi	n-hexan		
Khối lượng khô bã gấc(g)	10,119	10,112	10,245
Tỷ lệ dung môi: chất rắn	15:1	15:1	15:1
Thời gian trích ly (h)	8:00	8:00	8:00
Dầu (g)	1,621	1,625	1,629
Hàm lượng dầu tổng (%)	16,02	16,07	15,90
Hàm lượng dầu tổng trung bình (%)	16		

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của một số loại dung môi đến hiệu suất trích ly khô bã gấc

Bảng 8. Kết quả khảo sát ảnh hưởng một số loại dung môi đến hiệu suất trích ly

Dung môi	Dimethyl ether	Petroleum ether	N-hexan
Khối lượng khô bã gấc (g)	9,069	10,033	10,038
Tỷ lệ dung môi: chất rắn	15:1	15:1	15:1
Nhiệt độ sôi (°C)	-24	35-60	60-70
Nhiệt độ trích ly (°C)	35	-	-
Thời gian trích ly (phút)	15	15	15

Khối lượng dầu (g)	1,274	1,199	0,839
Hàm lượng dầu (%)	14,05	11,95	8,358
Hàm lượng dầu tổng (%)	16,00	16,00	16,00
Hiệu suất thu hồi (%)	87,8	74,69	52,24

Kết quả khảo sát ở bảng 8 cho thấy trong cùng một khoảng thời gian trích ly là 15 phút và tỉ lệ dung môi/mẫu như nhau nhưng DME lại cho hiệu suất thu hồi hoàn toàn cao hơn nhiều so với n-hexan và petroleum ether. N-hexan khi trích ly với thời gian 8 tiếng có thể thu được hàm lượng dầu thô là cao nhất (bảng 7), tuy nhiên với thời gian trích ly là 15 phút lại có hiệu suất thấp hơn so với petroleum ether, nguyên nhân là do nhiệt độ sôi của n-hexan cao hơn petroleum ether nên thời gian đun sôi n-hexan sẽ lâu hơn. Do đó, DME là dung môi hoàn toàn khả thi sử dụng để trích ly từ khô bã gấc vì cho hiệu suất trích ly đủ cao, trong thời gian ngắn dẫn đến năng suất cao vượt trội.

3.3. Ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong trích ly bằng dung môi DME

a) Ảnh hưởng của nhiệt độ

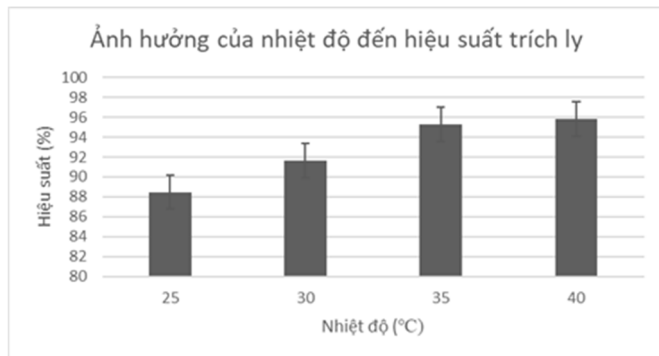
Nhiệt độ là một yếu tố có ảnh hưởng lớn đối với quá trình trích ly nói chung. Bảng 9 cho thấy sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất quá trình trích ly khô bã gấc khi ta cố định lưu lượng quá trình là 0,2 lít/h.

Bảng 9. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất trích ly

STT	Nhiệt độ (°C)	Hiệu suất (%)
1	20	87,41 ± 0,54
2	25	88,48 ± 0,58
3	30	91,61 ± 0,7
4	35	95,3 ± 0,92
5	40	95,84 ± 0,55

Kết quả trong bảng 9 cho thấy rằng khi nhiệt độ tăng thì hiệu suất thu hồi dầu tăng theo. Ở nhiệt độ thấp nhất là 20°C cho hiệu suất thấp nhất là 87,41%. Tại nhiệt độ 25°C cho hiệu suất chênh nhau khá thấp so với ở nhiệt độ 20°C. Nhưng tại nhiệt độ 30°C hiệu suất tăng lên rõ rệt từ 88,48% lên đến 91,61% (tăng 3,13%) so với tại nhiệt độ 25°C và khi tăng nhiệt độ cao hơn thì hiệu suất trích ly có xu hướng tiếp tục tăng. Tại thí nghiệm nhiệt độ trích ly là 35°C thì hiệu suất thu được là 95,3%, tăng so với 30°C là 3,69%. Tại nhiệt độ khảo sát 40°C hiệu suất thu được cao nhất (95,84%) cao hơn so với 35°C là 0,54%. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất trích ly được trình bày một cách trực quan hơn trong đồ thị hình 5. Từ đồ thị ta thấy khi nhiệt độ tăng thì hiệu suất trích ly tăng nhưng đến một giá trị nhiệt độ nào đó thì hiệu suất không thay đổi. Điều này có thể giải thích dựa trên độ nhớt động học và động lực học của DME, độ nhớt dung môi thấp có lợi cho các hệ thống chiết xuất trích ly vì tạo điều kiện thuận lợi cho khả năng thâm nhập của dung môi vào tế bào chứa dầu. Độ nhớt của DME giảm khi tăng nhiệt độ do vậy khi tăng nhiệt độ hiệu suất trích ly tăng. Kết quả nghiên cứu chỉ ra tại 35°C và 40°C hiệu suất có sự chênh lệch rất nhỏ và gần như không đáng kể. Mặt khác xét về tiết kiệm năng lượng ta kết luận tại

35°C là nhiệt độ thích hợp để thực hiện quá trình trích ly dầu từ khô bã gấc bằng dung môi DME.



Hình 5. Đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ

b) Ảnh hưởng của tỉ lệ DME/khô bã gấc (g/g)

Bảng 10 thể hiện mối quan hệ giữa hiệu suất trích ly và tỉ lệ dung môi DME/Khô bã gấc (g/g). Các thí nghiệm này được tiến hành tại 35°C và cố định lưu lượng dòng chảy tại 0,2 lít/h, khối lượng dung môi thay đổi từ 40g đến 400g. Tương tự như nhiệt độ, sự ảnh hưởng của tỉ lệ dung môi/mẫu kéo theo sự thay đổi rõ rệt của hiệu suất trích ly. Hiệu suất trích ly cao hơn khi tăng lượng dung môi DME hóa lỏng cao hơn. Tuy nhiên khi lượng dung môi tăng kéo theo thiết bị lớn hơn và chi phí chế tạo tăng, dẫn đến việc tái sử dụng dung môi là điều cần thiết phải thực hiện để tiết kiệm nhất.

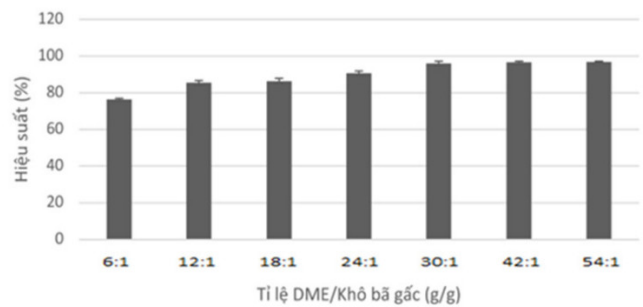
Kết quả hiệu suất trích ly thấp nhất thu được là 76,35% với tỉ lệ *dung môi: mẫu* là 6:1 và cao nhất là 96,84% với tỉ lệ 30:1. Sự thay đổi hiệu suất rõ rệt khi tăng lượng dung môi từ 45g đến 202g. Khoảng tăng hiệu suất mạnh là từ tỉ lệ 6:1 đến 12:1 (tăng 9,06%) và từ tỉ lệ 24:1 đến 28:1 (tăng 6%).

Bảng 10. Ảnh hưởng của tỉ lệ DME/khô bã gấc đến hiệu suất trích ly

STT	Tỉ lệ DME: mẫu	Hiệu suất (%)
1	6:1	76,35 ± 0,6
2	12:1	85,41 ± 1,29
3	18:1	87,42 ± 1,22
4	24:1	90,5 ± 1,24
5	30:1	96,06 ± 1,14
6	42:1	96,48 ± 0,79
7	54:1	96,77 ± 0,53

Nguyên nhân này có thể được giải thích bằng động lực học chuyển khối và khả năng hòa tan chất béo của DME. Khi mà nồng độ chất tan không đổi thì càng nhiều dung môi càng tăng động lực trích ly. Nguyên nhân khác là do DME hòa tan nước có trong khô bã gấc. Khi dung môi tiếp xúc với chất rắn và đâm xuyên qua tế bào sẽ xảy ra quá trình trích ly không chọn lọc, nước và chất béo đều được hòa tan nhưng hiệu suất thu được chỉ phụ thuộc vào nồng độ chất béo. Khi tiếp tục tăng tỉ lệ *dung môi: mẫu* từ 30:1 đến 54:1 hiệu suất thu được gần như không đổi, chứng tỏ chất béo và nước trong khô bã gấc gần như đã được hòa tan hoàn toàn trong DME và nồng độ tiến đến sát giới hạn hòa tan. Tránh lãng phí dung môi, nên chọn tỉ lệ *dung môi DME: khô bã gấc* tối

ưu là 30:1 (g/g) tức là cứ 30g dung môi DME thì trích ly 1g khô bã gấc đạt được hiệu suất thu hồi dầu cao nhất.



Hình 6. Đồ thị ảnh hưởng của khối lượng DME đến hiệu suất trích ly

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã khảo sát ảnh hưởng một số dung môi và một số thông số chính (nhiệt độ, tỉ lệ dung môi/chất rắn) đến khả năng thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng bằng cách sử dụng dung môi Dimethyl ether cận siêu tới hạn (DME) hiệu suất thu hồi dầu cao nhất có thể đạt là 96,7% với tỉ lệ dung môi/chất rắn là 54/1 và tại nhiệt độ 35°C. Tuy nhiên, nhiệt độ khuyến cáo cho trích ly dầu từ khô bã gấc bằng DME là 35°C và tỉ lệ dung môi/chất rắn phù hợp là 30/1 khi sử dụng thiết bị trích ly 1 bậc. Kết quả nghiên cứu cho thấy DME là một dung môi tiềm năng sử dụng trong công nghệ trích ly nói chung và trích ly thu hồi dầu gấc từ khô bã gấc nói riêng. Các nghiên cứu mở rộng quy mô ra pilot và công nghiệp nên chú ý đến an toàn cháy nổ và hiệu quả thu hồi dung môi.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2022-BKA-24 “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tách chiết cận siêu tới hạn để thu hồi dầu gấc và carotenoid từ khô bã gấc”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. B.K Ishida, C. Turner, M.H. Chapman, T. Mc. Keon, 2004. *Fatty acid and carotenoid composition of Gac (Mormordica cochinchinensis Spreng) fruit*. Journal of Agriculture Food Chemistry, 52, p. 274-279.
- [2]. Thi Van Thanh Do, Liuping Fan, Wildan Suhartini, Mogos Girmatsion, 2019. *Gac (Momordica cochinchinensis Spreng) fruit: A functional food and medicinal resource*. Journal of Functional Foods, 62, 20-31.
- [3]. Tuyen C. Kha, Huan Phan-Tai, Minh H. Nguyen, 2014. *Effects of Pretreatments on the Yield and Carotenoid Content of Gac Oil Using Supercritical Carbon Dioxide Extraction*. Journal of Food Engineering, 120 (1), 44-49.
- [4]. Phan Tai Huan, Pham Duc Toan, Kha Tran Tuyen, 2014. *Topical trend analysis report: Gac and potential production technology*. Center for Statistics and Science and Technology Information, Ho Chi Minh City, p 1-51.
- [5]. Huan Phan Tai, Khanh Phan Thi Kim, 2014. *Supercritical carbon dioxide extraction of Gac oil*. The Journal of Supercritical fluid, DOI: doi.org/10.1016/j.supflu.2014.09.005.

- [6]. Application A1056, 2012. *Dimethyl Ether as a Processing Aid for Dairy Ingredients & Products Approval Report*. Food Standards Australia New Zealand, p. 1-16.
- [7]. Application A1062, 2012. *Dimethyl Ether as a Processing Aid for Non-Dairy Ingredients & Products Approval Report*. Food Standards Australia New Zealand, p. 1-15.
- [8]. GRAS Notice (GRN) No. 695, 2017. *GRAS Notice for the Use of Dimethyl Ether as an Extraction Solvent*. U. S. Food and Drug Administration, 1-17.
- [9]. Y. Hara, A. Kikuchi, A. Noriyasu, H. Furukawa, H. Takaichi, R. Inokuchi, F. Bouteau, S. Chin, X. Li, S. Nishihama, K. Yoshizuka, T. Kawano, 2016. *Batch extraction of oil from rice bran with liquefied low temperature dimethyl ether Solvent Extract*. Res. Dev., 23, pp. 87-99.
- [10]. Y. Fang, S. Gu, S. Liu, J. Zhang, Y. Ding, J. Liu, 2018. *Extraction of oil from high-moisture tuna liver by subcritical dimethyl ether: Feasibility and optimization by the response surface method*. RSC Adv., 8 pp. 2723-2732.
- [11]. A. Subratti, L.J. Lalgee, N.K. Jalsa, 2019. *Liquified dimethyl ether (DME): A green solvent for the extraction of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil*. Sustain. Chem. Pharm., 12 (100144), p. 213-225.
- [12]. TCVN 8948:2011 (ISO 659:2009) Oilseeds - Determination of oil content (Reference method).
- [13]. TCVN 8949:2011 (ISO 665:2000) Oilseeds – Determination of moisture and volatile matter content.
- [14]. Nguyen Ngoc Hoang, Goto Motonobu, 2021. *Description of useful solution: Method to extract gac oil directly from fresh gac membrane*. Intellectual Property Office of Vietnam, 2644, 1-14.
- [15]. Motonobu Goto, Hideki Kanda, Wahyudiono, Siti Machmudah, 2015. *Extraction of carotenoids and lipids from algae by supercritical CO₂ and subcritical dimethyl ether*. The journal of Supercritical fluid, 96, 245–251.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Ngoc Hoang¹, Nguyen Duc Nam², Nguyen Thi Thao¹, Pham Thanh Huong¹, Le Ngoc Cuong¹, Nguyen Tuan Linh¹, Le Anh Thai³, Phout Phommexay¹, Phan Minh Thuy¹

¹School of Chemical and Life Science, Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

²Faculty of Electrical Engineering, Hanoi University of Industry, Vietnam

³Heineken Viet Nam Brewery - Hanoi limited company, Vietnam