

# NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH LÊN MEN VÀ CHẤT LƯỢNG RƯỢU ỒI (*Psidium guajava* L.)

Nguyễn Thị Hồng Xuyên\*, Nguyễn Xuân Hồng,  
Đoàn Phương Linh và Nguyễn Thị Cẩm Tiên

Khoa Công nghệ Sinh hóa - Thực Phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Hồng Xuyên, Email: nthxuyen@ctuet.edu.vn

## Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 01/4/2024; Ngày nhận chỉnh sửa: 11/6/2024; Ngày duyệt đăng: 15/7/2024

## Tóm tắt

Nghiên cứu được thực hiện nhằm nâng cao chất lượng rượu vang ổi và đồng thời hoàn thiện quy trình lên men rượu vang ổi, góp phần tạo ra sản phẩm rượu vang ổi đạt chất lượng tối ưu nhất. Các yếu tố ảnh hưởng được khảo sát bao gồm: (i) hàm lượng chất khô hòa tan và pH trước lên men; (ii) loại men và tỷ lệ men *Saccharomyces*; (iii) nồng độ chất trợ lắng gelatine và thời gian trợ lắng. Kết quả khảo sát cho thấy hàm lượng chất khô hòa tan 20obrix và pH trước lên men 4,5 thì quá trình lên men đạt hiệu suất cao nhất, rượu vang ổi đạt chất lượng cảm quan tốt. Rượu vang ổi được lên men với chủng men *Saccharomyces cerevisiae* với tỷ lệ men 0,05% cho hiệu suất lên men tốt hơn so với chủng men *Saccharomyces bajanus*, rượu có chất lượng cảm quan tốt và được đánh giá cao. Rượu vang ổi đạt độ trong tốt nhất với nồng độ gelatine 0,25% trong 3 tuần.

**Từ khóa:** Gelatine, Hàm lượng chất khô, pH trước lên men, Rượu vang ổi, *Saccharomyces cerevisiae*.

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1355>.

Trích dẫn: Nguyễn, T. H. X., Nguyễn, X. H., Đoàn, P. L., & Nguyễn, T. C. T. (2024). Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men và chất lượng rượu vang ổi (*Psidium Guajava* L.). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 13(8), 67-76. <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1355>.

Copyright © 2024 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

# STUDYING SOME FACTORS AFFECTING THE FERMENTATION PROCESS AND QUALITY OF GUAVA WINE (*Psidium guajava* L.)

Nguyen Thi Hong Xuyen\*, Nguyen Xuan Hong,  
Doan Phuong Linh, and Nguyen Thi Cam Tien

*Faculty of Biochemistry - Food, Can Tho University of Technology, Vietnam*

*\*Corresponding author: Nguyen Thi Hong Xuyen, Email: ntxuyen@ctu.edu.vn*

## Article history

*Received: 01/4/2024; Received in revised form: 11/6/2024; Accepted: 15/7/2024*

## Abstract

*The study was conducted to enhance the quality of guava wine and simultaneously perfect the fermentation process of guava wine for attaining the highest quality products. The influential factors examined include: (i) the soluble solids content and pH before fermentation; (ii) the type of yeast and the ratio of *Saccharomyces* yeast; (iii) the concentration of gelatine fining agent and the fining duration. The results indicate that a soluble solids content of 20°Brix and a pre-fermentation pH of 4,5 appeared to yield the highest fermentation efficiency, with the guava wine achieving good sensory quality. Guava wine fermented with the *Saccharomyces cerevisiae* strain at a yeast ratio of 0,05% showed better fermentation efficiency compared to the *Saccharomyces bayanus* strain, resulting in the wine product with good sensory quality and high evaluation. The guava wine achieved the best clarity with a gelatine concentration of 0,25% over three weeks.*

**Keywords:** *Gelatine, guava wine, pre-fermentation pH, *saccharomyces cerevisiae*, soluble solids content.*

## 1. Đặt vấn đề

Việt Nam là nước có khí hậu nhiệt đới, phù hợp với giống cây nhiệt đới có hương vị thơm ngon, giá trị dinh dưỡng cao. Lên men rượu vang là một hình thức bảo quản, nâng cao chất lượng cũng như giải quyết vấn đề kinh tế đầu ra của nông sản. Nhiều nghiên cứu về quá trình lên men rượu vang từ trái cây đã được thực hiện thành công, tạo ra nhiều sản phẩm đồ uống có giá trị dinh dưỡng, giúp đa dạng hóa sản phẩm cho các loại hoa quả và góp phần tận dụng nguồn trái cây trong nước, nâng cao hiệu quả kinh tế cho người dân. Ở giai đoạn 2010 - 2019, tình hình sản xuất rượu vang từ quá trình lên men trái cây có sự phát triển vượt bậc với các nghiên cứu được thực hiện trên dưa hấu, thốt nốt, nhãn, cam, khóm, chuối, mít, dâu, cà na, trái giắc, trái trám, thanh long... Gần đây, trái ổi cũng đã trở thành đối tượng nghiên cứu của nhiều nhà khoa học bởi các giá trị dinh dưỡng quý giá của nó.

Quả ổi có chứa các hợp chất flavonoid gồm myricetin, apigenin, leucocyanidin, quercetin, quercetin-3-a-L arabinofuranoside, quercetin 3-B-D glucoside, quercetin 3-B-galactoside và quercetin ức chế tiêu cầu do collagen ex vivo gây ra, giúp lợi ích cho tim mạch, guaijaverin và quercetin có tác dụng chống ung thư. Tinh dầu trong ổi bao gồm acid butanoic methyl este, 3-methyl glutaric anhydride, 1-butanol, 3-hexenal, rượu cinnamyl, 1-hexanol và hexan có tác dụng điều trị rối loạn tim mạch và tiêu hóa. Các hợp chất, limonene, B-caryophyllene oxit, a-selinene và B-selinene có tác dụng chống viêm. Quercetin, quercetin glycoside, avicularin có tác dụng chống loét. Các hợp chất phenolic khác, chẳng hạn như myricetin, acid ellagic, acid gallic, apigenin và rutin có chức năng hạ đường huyết. Nồng độ cao của carotenoid, lycopene, vitamin C và polyphenol trong ổi có tác dụng hạ đường huyết và natri máu. Terpenoids và glycoside trong vỏ ổi có thể giúp chống tăng đường huyết (Murphy, 2017).

Bên cạnh đó, trong ổi còn có hàm lượng vitamin C (acid ascorbic) cao, hỗ trợ trong việc chống lại các gốc tự do và quá trình oxy hóa, kẻ thù chính gây ra nhiều bệnh thoái hóa. Chất chống oxy hóa trong ổi được cho là giúp giảm nguy cơ ung thư dạ dày, thực quản, thanh quản, khoang miệng và tuyến tụy. Vitamin C trong ổi giúp hấp thụ vitamin E hiệu quả hơn nhiều trong việc giảm quá trình oxy hóa LDL cholesterol và tăng cholesterol HDL (tốt). Các chất

xơ trong ổi thúc đẩy quá trình tiêu hóa và làm dịu nhu động ruột. Hàm lượng vitamin A cao trong ổi đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì chất lượng và sức khỏe của thị lực, da, răng, xương và màng nhầy (Kadam & cs., 2012).

Trong ổi có nhiều chất xơ do đó làm giảm tốc độ hấp thụ chất béo và glucose, dẫn đến tác dụng hạ đường huyết và hạ natri máu, potassium có tác dụng làm giảm chỉ số huyết áp. Trong ổi có những chất có lợi, giúp giảm hàm lượng cholesterol xấu, hạn chế nguy cơ mắc bệnh tim mạch và đột quy. Ăn ổi làm giảm mức phosphate và malondeide trong tim bảo vệ chống lại tổn thương cơ tim vì các chất chống oxy hóa nội sinh giúp duy trì mức độ cao của chất chống oxy hóa trong cơ tim, dẫn đến sự phục hồi đáng kể hầu hết các thông số huyết động học, góp phần vào tác dụng bảo vệ tim mạch (Murphy, 2017).

Từ những lợi ích nêu trên của quả ổi, nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng chất khô hòa tan và pH, loại men và tỷ lệ men đến quá trình lên men rượu ổi (*Psidium guajava* L.) được thực hiện nhằm mục đích tạo ra sản phẩm mới có giá trị dinh dưỡng cao và chất lượng cảm quan tốt, có lợi cho sức khỏe của người tiêu dùng, mang đến sản phẩm có hương vị đặc trưng và mới mẻ.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên vật liệu và hóa chất

Quả ổi Lê Đài Loan được thu mua tại chợ Xuân Khánh, Thành Phố Cần Thơ. Lựa chọn những quả ổi tươi nguyên vẹn, cỡ trái đều nhau, không bị hư thối, dập nát, độ chín đồng đều giữa các quả dựa trên độ cứng và màu sắc của quả. *Saccharomyces cerevisiae* sử dụng là các chủng thương mại bao gồm *Saccharomyces cerevisiae* RV002 và *Saccharomyces bajanus*. Đường saccharose (đường cát Biên Hòa), enzyme pectinase mua tại Công ty ICIFOOD, enzyme pectinase phân cắt pectin trong thịt quả trong quá trình thu hồi dịch quả, pH tối ưu 5,0 và nhiệt độ tối ưu 50oC (Sharma & cs., 2013). Các hóa chất phân tích khác như NaHSO<sub>3</sub>, gelatin (Việt Nam).

### 2.2. Phương pháp chế biến rượu vang ổi

Lựa chọn những quả ổi tươi nguyên vẹn không bị hư thối, dập nát, độ chín đồng đều giữa các quả, tiến hành xử lý sơ bộ như rửa dưới vòi nước chảy, loại bỏ phần cuống và hạt. Ổi đem xay nhuyễn thu lấy dịch quả để chế biến, bổ sung nước với tỷ lệ 1:1. Ủ enzyme pectinase 0,05% ở nhiệt độ 50°C trong thời

gian 2 giờ trong bể điều nhiệt (Sharma & cs., 2013), tiến hành lọc, tách dịch quả. Hiệu chỉnh hàm lượng chất khô trước lên men của dịch quả và pH bằng đường và  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  theo bố trí. Dịch quả sau đó được thanh trùng bằng  $\text{NaHSO}_3$  122 mg/L, 2 giờ (Lê & cs., 2023). Kết thúc quá trình thanh trùng, hỗn hợp dịch quả được bổ sung men *Saccharomyces* với tỷ lệ thích hợp theo như bố trí. Nấm men sẽ được hoạt hóa trước khi được bổ sung vào dịch quả. Đây kín bằng airlock và lên men ở nhiệt độ  $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  trong thời gian 9 ngày (Nguyễn & cs., 2021). Sản phẩm sau lên men tiến hành cho lắng, tách cặn, lọc và bảo quản sản phẩm sau tua ở nhiệt độ  $2 - 4^\circ\text{C}$  và thời gian 3 tuần để ổn định chất lượng cảm quan rượu vang ôi.

### 2.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

*2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng hàm lượng chất khô hòa tan và pH trước lên men đến quá trình lên men rượu vang ôi*

Thí nghiệm được thực hiện nhằm mục đích xác định hàm lượng chất khô hòa tan và pH dịch quả thích hợp để quá trình lên men đạt hiệu suất tốt nhất, cho ra sản phẩm rượu vang ôi có chất lượng tốt. Thí nghiệm bố trí ngẫu nhiên với hai nhân tố là hàm lượng chất khô hòa tan và pH dịch quả, thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Quá trình chế biến rượu vang ôi được thực hiện như phần 2.2. Dịch quả ôi trước khi lên men được hiệu chỉnh hàm lượng chất khô hòa tan là 18; 20; 22obrix và pH dịch quả trước lên men là 3,5; 4,5; 5,5. Tổng số đơn vị thí nghiệm là 27. Sản phẩm rượu vang ôi thu được tiến hành phân tích các chỉ tiêu như hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men ( $^\circ\text{Brix}$ ); pH sau lên men; hàm lượng cồn (%); hàm lượng acid tổng số (g/L); hàm lượng đường sót (%) và đánh giá cảm quan sản phẩm. Từ đó, chọn hàm lượng chất khô và pH trước lên men thích hợp để làm thông số tối ưu cho thí nghiệm kế tiếp.

*2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của loại men Saccharomyces và tỷ lệ men đến quá trình lên men rượu vang ôi*

Thí nghiệm được thực hiện nhằm mục đích xác định được loại men giống và tỷ lệ men thích hợp để bổ sung vào dịch quả trước khi tiến hành lên men rượu ôi để sản phẩm có chất lượng cảm quan tốt nhất. Thí nghiệm bố trí ngẫu nhiên với hai nhân tố là loại men giống và tỷ lệ men giống, thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Quá trình chế biến rượu vang ôi được thực hiện như phần 2.2. Dịch quả sau khi được hiệu chỉnh

với các thông số như ở phần 2.2, tiến hành bổ sung hai loại men giống là *Saccharomyces cerevisiae* và *Saccharomyces bajanus* với tỷ lệ lần lượt là 0,025%; 0,05%, 0,075% (w/v) (mật số nấm men 106 tế bào/g, nấm men được hoạt hóa trước khi sử dụng theo tỷ lệ 1:2:10 nấm men: đường: nước w/w/v) (Hà & cs., 2023). Tổng số đơn vị thí nghiệm là 18. Theo dõi các chỉ tiêu cảm quan và chỉ tiêu hóa lý của sản phẩm sau khi cho lên men ở nhiệt độ  $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  trong thời gian 9 ngày. Các chỉ tiêu hóa lý bao gồm hàm lượng chất khô hòa tan ( $^\circ\text{Brix}$ ) và pH sau lên men; hàm lượng cồn (%); hàm lượng đường sót (%); hàm lượng acid (g/L).

*2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất trợ lắng gelatine và thời gian lắng đến chất lượng rượu vang ôi*

Thí nghiệm được thực hiện nhằm mục đích xác định được nồng độ gelatine và thời gian trợ lắng đến chất lượng sản phẩm rượu ôi. Thí nghiệm bố trí ngẫu nhiên với hai nhân tố là nồng độ gelatine và thời gian lắng, thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Quá trình chế biến rượu vang ôi được thực hiện như phần 2.2. Rượu ôi thu được tiến hành bổ sung gelatin với nồng độ 0,05; 0,15; 0,25 với thời gian lắng 1, 2, 3 tuần. Tổng số đơn vị thí nghiệm là 27. Theo dõi các chỉ tiêu cảm quan và xác định độ đục của sản phẩm theo thời gian thời gian bố trí.

### 2.4. Các phương pháp phân tích và xử lý kết quả thí nghiệm

Các phương pháp phân tích các chỉ tiêu trong thí nghiệm được thực hiện như sau: phân tích hàm lượng chất khô hòa tan (TCVN 4414: 1987); Hàm lượng acid tổng số (AOAC 964.08); Hàm lượng đường khử (Miller, 1959); Đo pH (pH kế); Đo hàm lượng cồn (TCVN 8008: 2009). Độ đục (OD) (Brondz, 2016).

Kết quả thí nghiệm được xử lý và vẽ biểu đồ bằng phần mềm Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, USA). Số liệu thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phần mềm thống kê Minitab 19.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết quả phân tích thành phần của nguyên liệu ôi

Kết quả xác định thành phần nguyên liệu (Bảng 1) cho thấy hàm lượng chất khô hòa tan trong quả ôi khá cao  $8^\circ\text{Brix}$ , rất thích hợp cho quá trình lên men rượu, pH dịch ôi, độ ẩm và đường trong ôi là những yếu tố cần thiết trong quá trình lên men rượu.

**Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần nguyên liệu ổi**

Thành phần hóa học	Đơn vị	Hàm lượng
Hàm lượng chất khô hòa tan	oBrix	8,00 ± 0,12
Hàm lượng acid tổng số	g/L	0,26 ± 0,13
Đường tổng	%	7,20 ± 0,32
Độ ẩm	%	91,44 ± 0,13
pH	-	4,25 ± 0,31
Vitamin C	mg%	50,25 ± 1,24

**3.2. Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng chất khô hòa tan và pH trước lên men đến quá trình lên men rượu vang ổi.**

Kết quả Bảng 2 cho thấy hàm lượng chất khô hòa tan của rượu sau lên men giảm mạnh so với hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu và nằm trong khoảng từ 7,83 - 13,5°brix. Điều đó cho thấy một lượng đường lớn đã được sử dụng trong quá trình lên men rượu vang ổi, có khoảng 10% glucose được sử dụng để nấm men tăng sinh khối và phần còn lại được chuyển hóa thành rượu và một số sản phẩm phụ khác (Larpen, 1991). Khi cùng một giá trị pH, hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu càng cao thì hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men càng cao.

Bảng 2 cho thấy hàm lượng chất khô hòa tan và

pH trước lên men ảnh hưởng đến hàm lượng đường sót sau lên men. Hàm lượng chất khô trước lên men càng cao thì hàm lượng đường sót sau lên men sẽ cao, hàm lượng đường sót cao nhất ở pH 3,5 và thấp nhất ở pH 4,5. Tuy nhiên nếu hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu cao sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất lên men, đường còn sót lại trong rượu nhiều, kết quả là vừa lãng phí đường, vừa làm cho chất lượng rượu vang xấu đi (Hoàng, 2020). Khi cùng một hàm lượng chất khô hòa tan, khi pH ở 3,5 thì hàm lượng đường sót cao. Do môi trường pH 3,5 là quá thấp nấm men sinh trưởng và phát triển kém. pH 5,5 khá cao không thuận lợi cho quá trình sinh trưởng và phát triển dẫn đến hiệu suất lên men giảm hàm lượng đường sót còn lại còn nhiều. Vậy pH 4,5 là môi trường thích hợp cho nấm men sinh trưởng và phát triển với hàm lượng đường sót thấp. Theo Lương (2009), trong quá trình lên men, nấm men sử dụng đường trong điều kiện kỵ khí tạo thành rượu ethylic. Sau lên men rượu, hàm lượng đường sót còn lại nhiều sẽ ảnh hưởng đến mùi vị sản phẩm, vì đường sót sẽ được vi khuẩn lactic sử dụng sẽ tạo thành acid lactic, làm chua dịch lên men. Mẫu ở 20°Brix, pH 4,5 thì đường sót còn lại vừa đủ để tạo ra sản phẩm có độ cồn cao, mùi vị sản phẩm hài hòa.

**Bảng 2. Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng chất khô hòa tan và pH trước lên men đến hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men, hàm lượng đường sót, hàm lượng cồn của rượu ổi**

Hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu (°Brix)	pH trước lên men	Chỉ tiêu hóa lý		
		Hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men (°Brix)	Hàm lượng đường sót (% v/v)	Hàm lượng cồn (% v/v)
18	3,5	10,17 <sup>d</sup> ± 0,29	6,12 <sup>b</sup> ± 0,02	8,83 <sup>a</sup> ± 0,29
	4,5	10,17 <sup>d</sup> ± 0,29	6,12 <sup>b</sup> ± 0,07	8,83 <sup>a</sup> ± 0,14
	5,5	10,00 <sup>d</sup> ± 0,00	6,24 <sup>c</sup> ± 0,12	9,41 <sup>c</sup> ± 0,14
20	3,5	9,00 <sup>b</sup> ± 0,00	7,26 <sup>c</sup> ± 0,10	9,33 <sup>b</sup> ± 0,14
	4,5	11,00 <sup>e</sup> ± 0,00	5,56 <sup>a</sup> ± 0,02	10,25 <sup>e</sup> ± 0,25
	5,5	10,00 <sup>d</sup> ± 0,00	6,45 <sup>d</sup> ± 0,21	9,83 <sup>d</sup> ± 0,14
22	3,5	8,50 <sup>a</sup> ± 0,50	9,43 <sup>s</sup> ± 0,19	10,83 <sup>f</sup> ± 0,29
	4,5	10,00 <sup>d</sup> ± 0,00	6,14 <sup>b</sup> ± 0,06	11,46 <sup>h</sup> ± 0,14
	5,5	9,50 <sup>c</sup> ± 0,00	8,16 <sup>f</sup> ± 0,05	10,91 <sup>s</sup> ± 0,14
F		18,50	87,81	8,41
P		0,0000	0,0000	0,0005

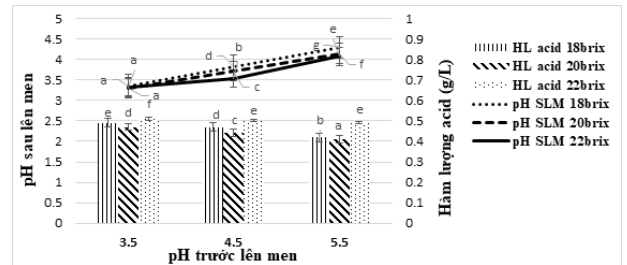
*Chú thích: các số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các giá trị trong cùng một cột có số mũ giống nhau biểu thị sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử LSD.*



Đường là cơ chất của quá trình lên men nên ảnh hưởng lớn đến hiệu suất lên men. Nấm men có khả năng lên men đường thành rượu, vậy nên hàm lượng cồn cao hay thấp sẽ phụ thuộc vào hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu được sử dụng trong quá trình lên men (Lương, 2005). Bảng 2 cho thấy hàm lượng cồn sinh ra ở mẫu lên men với hàm lượng chất khô ban đầu là 20°Brix, pH 4,5 khá cao (10,25%) và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê với các mẫu còn lại ở độ tin cậy 95%. Theo Kayikci & Nelsen (2015) khi hàm lượng chất khô hòa tan quá thấp không đủ cơ chất cho nấm men hoạt động nên làm giảm hiệu suất lên men dẫn đến hàm lượng cồn thấp. Hàm lượng chất khô hòa tan quá cao làm tăng áp suất thẩm thấu và làm mất cân bằng trạng thái sinh lý của nấm men làm cho quá trình lên men không đạt hiệu quả nên hàm lượng cồn không tăng lên. Kết quả ở trên cũng cho thấy hàm lượng chất khô 18 ở pH 3,5 và 5,5 hàm lượng cồn sinh ra thấp hơn so với pH 4,5. Mẫu có hàm lượng chất khô 20°Brix ở pH 3,5 và 5,5 sản phẩm thu được sau lên men có hàm lượng cồn cũng thấp hơn so với mẫu có pH 4,5 nhưng hàm lượng cồn lại cao hơn so với mẫu có hàm lượng chất khô hòa tan 18 và thấp hơn so với 22°Brix. Do hàm lượng chất khô ở 20°Brix lượng đường cung cấp cho nấm men phù hợp và vừa đủ, nấm men hoạt động chuyển hóa đường với hiệu suất cao nên hàm lượng cồn sinh ra cao hơn so với mẫu có hàm lượng chất khô 18 ở cùng pH. Kết quả thu được tương đồng với kết quả của các nghiên cứu khác như Phan và cs. (2019) về rượu vang nho xanh dâu tằm; nghiên cứu về rượu vang sô ri của Lý và Nguyễn (2021) hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu sử dụng cho quá trình lên men cũng là 20°Brix. Nghiên cứu của Nguyễn và cs. (2013) về rượu vang khóm hay rượu vang xoài của Nguyễn và cs. (2011) cho thấy pH 4,5 là phù hợp nhất cho sản xuất rượu vang.

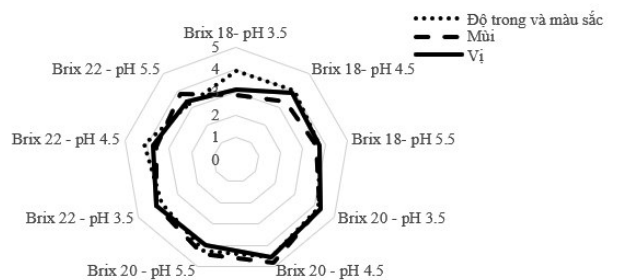
Kết quả nghiên cứu của Nguyễn và cs. (2023) cho thấy pH là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng lên men, chất lượng sản phẩm và khả năng tạp nhiễm của các vi sinh vật trong quá trình lên men. Sự hoạt động của nấm men trong quá trình lên men kỵ khí sinh ra CO<sub>2</sub> và một số acid hữu cơ làm giảm pH của dịch phối chế ban đầu (Lương, 2009). Theo Nguyễn và cs. (2014) một số nấm men sử dụng acid acetic làm cơ chất dinh dưỡng vì vậy trong quá trình lên men lượng acid bay hơi tạo thành trong giai đoạn đầu có xu hướng giảm dần cho đến giai đoạn cuối. Dựa vào kết quả Hình 1 có thể thấy pH và hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu ảnh hưởng đến hàm lượng acid tổng số sinh ra trong quá trình lên men. Nghiệm thức có cùng hàm lượng chất khô hòa tan, pH 3,5 có

hàm lượng acid cao hơn so với các nghiệm thức pH 4,5 và 5,5. Nghiệm thức có cùng một giá trị pH, hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu khác nhau sẽ có hàm lượng acid sinh ra khác nhau. Hàm lượng chất khô hòa tan 18°Brix và 22°Brix có hàm lượng acid cao hơn so với 20°Brix và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê với mức độ tin cậy 95%.



**Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô hòa tan và pH trước lên men đến pH sau lên men và hàm lượng acid tổng số của rượu ôi.**

Kết quả cảm quan ở Hình 2 cho thấy mẫu rượu ở 20°Brix, có điểm cảm quan cao nhất về độ trong và màu sắc, mùi và vị và khác biệt ý nghĩa thống kê so với mẫu 18°Brix và 22°Brix ở độ tin cậy 95%. Về chỉ tiêu độ trong và màu sắc, mẫu ở 20°Brix cho rượu trong, không vẩn đục và không có vật thể lạ. Màu sắc mẫu rượu ở 20°Brix có màu vàng tươi, còn ở 22°Brix có màu vàng nâu, hơi đục. Về mùi, vị mẫu rượu ở 20°Brix có mùi thơm dịu, vị hài hòa, đặc trưng của trái ôi, có vị ngọt của đường, vị chua nhẹ của acid nên cho điểm cảm quan cao hơn và có sự khác biệt có ý nghĩa so với các mẫu rượu ở 18°Brix và 22°Brix. pH 4,5 với hàm lượng chất khô hòa tan 20°Brix điểm cảm quan cao nhất vì thế được chọn làm nghiệm thức tối ưu cho thí nghiệm tiếp theo.



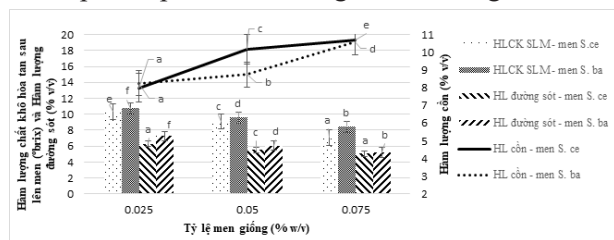
**Hình 2. Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô hòa tan và pH trước lên men đến chất lượng cảm quan của sản phẩm rượu ôi**

### 3.3. Kết quả ảnh hưởng loại men và tỷ lệ men đến quá trình lên men rượu vang ôi

Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* là loài nấm men được biết đến nhiều nhất và được gọi là nấm men công nghiệp bởi nó được ứng dụng rộng

rãi trong nhiều lĩnh vực như lên men rượu vang, bia và bánh mì. Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* có các đặc tính tốt như lên men nhanh và mạnh với hàm lượng cồn có thể đạt đến 16%. Bên cạnh đó, sản phẩm lên men đạt chất lượng về cảm quan tốt, thích hợp cho việc lên men rượu vang (Radecka & cs., 2015; Parapouli & cs., 2020). Hiện nay, trên thị trường có nhiều chủng nấm men thương mại. Tuy nhiên, tùy vào từng loại trái cây mà hiệu quả lên men của các loại men sẽ khác nhau do đó việc chọn được chủng nấm men thích hợp là điều rất cần thiết vì nguồn giống đóng vai trò quan trọng đối với sự tạo thành cồn và chất lượng cảm quan của sản phẩm.

Theo Hà (2017) tỷ lệ nấm men ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình lên men. Nếu tỷ lệ nấm men quá thấp, các cơ chất không được lên men triệt để, đường sẽ còn lại trong dịch lên men hoặc bị biến đổi ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Ngược lại, tỷ lệ nấm men quá cao, các cơ chất trong môi trường lên men không đủ cho nấm men, do thời gian chuyển hóa cơ chất ngắn, sản phẩm sau lên men còn mùi men, ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan. Do đó, khảo sát các chủng nấm men khác nhau như *Saccharomyces cerevisiae* (*S.ce*) và *Saccharomyces bayanus* (*S.ba*) với các tỷ lệ men khác nhau, để xác định chủng nấm men và tỷ lệ men phù hợp để lên men rượu ổi đạt chất lượng cảm quan tốt và phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng.



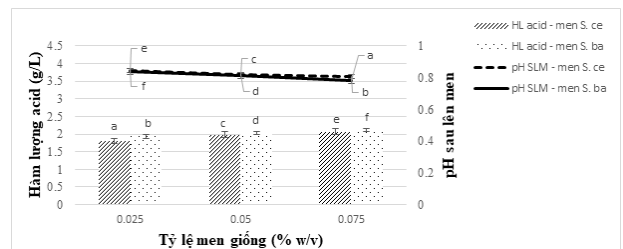
**Hình 3. Ảnh hưởng của loại men và tỷ lệ men đến hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men, hàm lượng cồn và hàm lượng đường sót của rượu ổi**

Loại men và tỷ lệ nấm men bổ sung ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ và hiệu suất của quá trình lên men. Nhìn chung sau khi lên men chủng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* RV002 (*S.ce*) có khả năng lên men tốt hơn, hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men giảm mạnh và hàm lượng đường sót thấp là do nấm men sử dụng đường để tạo cồn vì vậy hàm lượng cồn sau lên men của chủng nấm men *S.ce* cao hơn so với chủng nấm men *S.ba* và có sự khác biệt ý nghĩa với độ tin cậy 95% (Hình 3).

Hàm lượng cồn ở mẫu bổ sung men 0,025% đạt thấp nhất, bổ sung men 0,075% hàm lượng cồn đạt cao nhất khi sử dụng men *S.ce*. Theo Đình (2014), khi

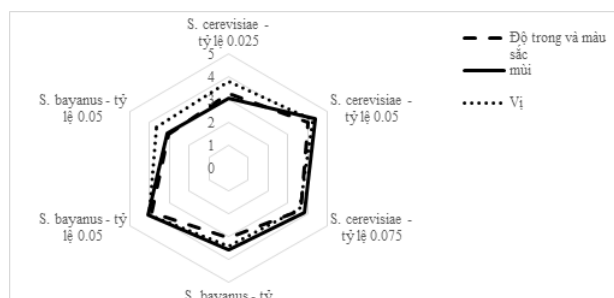
tỷ lệ men càng cao thì tốc độ tạo cồn càng nhanh do quá trình chuyển đường thành rượu được thực hiện nhanh chóng, nhưng lên men nhanh quá sẽ ảnh hưởng không tốt đến sự tạo hương cho rượu. Vậy nên tỷ lệ men 0,025% và 0,075% là không phù hợp cho sản phẩm. Kết quả hình 3 cho thấy khi tỷ lệ men tăng dần thì hàm lượng cồn càng tăng và hàm lượng đường sót càng giảm ở cả hai loại nấm men thử nghiệm, năng lực chuyển hóa đường thành rượu của các chủng nấm men thử nghiệm khác nhau, men *S.ce* có khả năng sinh cồn cao hơn men *S.ba*. Kết quả nghiên cứu của Bùi và Nguyễn (2021) khi lên men rượu vang từ quả sim với men *Saccharomyces cerevisiae* hàm lượng cồn đạt cao nhất 12,8% v/v. Nghiên cứu của Đoàn và cs. (2021) trong lên men rượu vang trái giắc sử dụng chủng *Saccharomyces* CM3.2 với hàm lượng cồn đạt 8,95% v/v. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn và cs. (2013) trong lên men rượu vang khóm khi sử dụng chủng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* VK1 cho hàm lượng cồn cao 15,3 - 15,95%. Như vậy, khả năng đạt hàm lượng cồn khác nhau từ quá trình lên men có thể thay đổi theo nguồn nguyên liệu, chủng nấm men và môi trường lên men (Jackisch, 1985).

Mẫu bổ sung men *S.ce* 0,025% hàm lượng chất khô hòa tan sau lên men và hàm lượng đường sót còn lại nhiều hơn so với tỷ lệ men 0,05% và 0,075%. Lượng men bổ sung quá nhiều xảy ra sự cạnh tranh chất dinh dưỡng gây ảnh hưởng đến đến sự tạo hương cho rượu dẫn đến hiệu suất lên men không cao. Men *S.ba* khi sử dụng với các tỷ lệ men khác nhau, hàm lượng chất khô hòa tan và hàm lượng đường sót cao hơn so với men *S.ce* ở cùng tỷ lệ men, điều này dẫn đến chất lượng cảm quan của rượu khi lên men bằng men *S.ba* không tốt bằng men *S.ce*. Theo Lê và Nguyễn (2009), khi tỷ lệ men giống bổ sung cao có thể sẽ làm thay đổi thành phần môi trường lên men và sẽ không có lợi cho quá trình lên men cũng như chất lượng sản phẩm. Lên men rượu ổi với 0,05% men *S.ce* thì rượu có hàm lượng chất khô sau lên men và hàm lượng đường sót phù hợp, sản phẩm có mùi đặc trưng của ổi, vị hài hòa, có độ ngọt nhẹ.



**Hình 4. Ảnh hưởng của loại men và tỷ lệ men đến pH sau lên men và hàm lượng acid tổng số của rượu ổi**

Hàm lượng acid tổng số tăng dần qua các tỷ lệ men ở cả hai chủng men sử dụng lên men. Theo Lương (2009), hoạt động của nấm men trong quá trình lên men kỵ khí sinh ra CO<sub>2</sub> và một số acid hữu cơ làm giảm pH của dịch lên men, tỷ lệ lên men càng cao thì hàm lượng acid sinh ra càng nhiều, pH sau lên men càng giảm (Hình 4). Trong hai loại nấm men được sử dụng để lên men rượu ôi, nấm men *S.ce* 0,05% có khả năng lên men tốt nhất với hàm lượng cồn sau khi chưng cất đạt khá cao với 10,16%. Men *S.ba* cho thấy khả năng lên men kém hơn thể hiện qua hàm lượng acid tổng số cao làm cho vị của sản phẩm có vị chua nhiều, ngọt ít không phù hợp cho sản phẩm rượu vang ôi và khó bảo quản.



**Hình 5. Ảnh hưởng của loại men và tỷ lệ men đến chất lượng cảm quan của rượu ôi**

Rượu được lên men với hai loại men khác nhau có chất lượng cảm quan khác nhau. Kết quả hình 5 cho thấy điểm cảm quan của loại nấm men *S.ce* và *S.ba* bổ sung men 0,05% cao hơn mẫu bổ sung men

ở các tỷ lệ còn lại, trong đó điểm cảm quan của men *S.ce* cao hơn điểm cảm quan của sản phẩm lên men từ men *S.ba* ở mức độ tin cậy 95%. Lượng men giống 0,05% là phù hợp cho nấm men sinh trưởng, phát triển tốt, quá trình lên men phụ trong thời gian thích hợp để tạo hương thơm cho rượu vang ôi. Khi lượng men giống cao (0,075%), thời gian lên men ngắn, làm cho sản phẩm sau lên men kém thơm, do các hợp chất sinh ra từ quá trình tự phân làm ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sản phẩm (Nguyễn và Nguyễn, 2007). Tỷ lệ men giống thấp (0,025%) thì thời gian sinh sản và phát triển để đạt mật số lên men bị kéo dài, không đảm bảo tính kinh tế cho quá trình lên men (Chilaka & cs., 2010). Tuy nhiên loại men *S.ce* bổ sung 0,05% có điểm cảm quan cao nhất, sản phẩm với màu vàng sáng và có độ trong tốt, có hương thơm, vị ngọt nhẹ hài hòa.

**3.4. Kết quả ảnh hưởng nồng độ chất trợ lắng gelatin và thời gian lắng đến chất lượng rượu vang ôi**

Kết quả bảng 3 cho thấy giá trị OD giữa các mẫu có sự khác biệt thống kê với nhau và khác biệt so với mẫu đối chứng. Gelatin là chất làm trong phù hợp cho việc xử lý rượu vang. Gelatin mang điện tích dương nên phản ứng rất hiệu quả với các hợp chất keo điện tích âm (Roger & cs., 1998). Khi bổ sung gelatin với nồng độ càng cao và thời gian càng dài thì độ đục của sản phẩm càng giảm.

**Bảng 3. Kết quả ảnh hưởng của nồng độ và thời gian tủa gelatin đến độ đục và chất lượng cảm quan của rượu ôi**

Nồng độ gelatin (g/l)	Thời gian (tuần)	Độ đục (OD)	Chỉ tiêu cảm quan		
			Màu sắc và Độ trong	Mùi	Vị
0	1	0,18 <sup>j</sup> ± 0,00	2,43 <sup>a</sup> ± 0,06	3,60 <sup>f</sup> ± 0,06	3,50 <sup>gh</sup> ± 0,06
	2	0,16 <sup>i</sup> ± 0,00	2,73 <sup>b</sup> ± 0,06	3,76 <sup>g</sup> ± 0,06	3,86 <sup>j</sup> ± 0,06
	3	0,14 <sup>h</sup> ± 0,00	3,00 <sup>c</sup> ± 0,10	3,06 <sup>e</sup> ± 0,10	3,70 <sup>i</sup> ± 0,06
0,05	1	0,13 <sup>g</sup> ± 0,00	3,40 <sup>d</sup> ± 0,10	3,20 <sup>f</sup> ± 0,10	3,70 <sup>i</sup> ± 0,06
	2	0,12 <sup>f</sup> ± 0,00	3,53 <sup>e</sup> ± 0,06	2,83 <sup>d</sup> ± 0,15	3,56 <sup>h</sup> ± 0,10
	3	0,11 <sup>e</sup> ± 0,00	3,76 <sup>f</sup> ± 0,06	2,70 <sup>cd</sup> ± 0,12	3,43 <sup>g</sup> ± 0,06
0,15	1	0,09 <sup>d</sup> ± 0,00	3,96 <sup>g</sup> ± 0,06	2,70 <sup>cd</sup> ± 0,06	3,16 <sup>f</sup> ± 0,12
	2	0,08 <sup>c</sup> ± 0,00	4,26 <sup>i</sup> ± 0,06	2,66 <sup>c</sup> ± 0,06	3,00 <sup>e</sup> ± 0,06
	3	0,07 <sup>b</sup> ± 0,00	4,26 <sup>i</sup> ± 0,06	2,56 <sup>c</sup> ± 0,10	2,86 <sup>d</sup> ± 0,00
0,25	1	0,08 <sup>c</sup> ± 0,00	4,13 <sup>h</sup> ± 0,06	2,40 <sup>b</sup> ± 0,06	2,56 <sup>c</sup> ± 0,10
	2	0,06 <sup>a</sup> ± 0,00	4,53 <sup>k</sup> ± 0,06	2,36 <sup>b</sup> ± 0,15	2,33 <sup>b</sup> ± 0,06
	3	0,06 <sup>a</sup> ± 0,00	4,40 <sup>j</sup> ± 0,10	2,13 <sup>a</sup> ± 0,10	2,03 <sup>a</sup> ± 0,10
F		34,53	6,69	8,62	15,88
P		0,0000	0,0003	0,0000	0,0000

Chú thích: các số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các giá trị trong cùng một cột có số mũ giống nhau biểu thị sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử LSD.



Bảng 3 cho thấy mẫu rượu không bổ sung gelatin theo thời gian độ đục của rượu cũng giảm. Tuy nhiên, các mẫu rượu có bổ sung gelatin nồng độ tăng dần thì độ đục có sự giảm đáng kể so với mẫu rượu không bổ sung gelatin. Rượu bổ sung gelatin 0,25 g/L thì từ lúc bắt đầu làm trong đến tuần 2 có sự khác biệt đáng kể về độ đục thể hiện qua giá trị OD giảm từ 0,08 xuống 0,06, đến tuần thứ 3 thì độ đục của mẫu không giảm thể hiện qua giá trị OD không có sự khác biệt thống kê giữa mẫu tuần 2 và tuần 3.

Bảng 3 cho thấy thời gian lắng trong cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lắng thể hiện ở giá trị OD giảm dần. Nồng độ gelatin bổ sung càng cao và thời gian lắng trong rượu càng lâu thì sản phẩm có độ đục càng giảm. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi sử dụng chất trợ lắng gelatin 0,25 g/L sau 2 tuần sẽ đảm bảo hiệu quả lắng trong tốt nhất thể hiện qua chỉ số OD<sub>620</sub> = 0,06 và sự thay đổi không có ý nghĩa khi thời gian lắng trong kéo dài hơn.

Bảng 3 cho thấy kết quả đánh giá cảm quan mẫu rượu khi bổ sung gelatin để làm trong ảnh hưởng đến cảm quan về mùi và vị của sản phẩm. Do gelatin là có bản chất protein, có khả năng sẽ loại bỏ các hợp chất phenol phân tử lượng cao trong sản phẩm làm giảm đi mùi thơm của sản phẩm rượu. Mặt khác, gelatin chỉ tác động tốt đối với các loại rượu vang chứa nhiều tannin, tác động động hữu hiệu trên tannin làm giảm độ chát cho rượu vang (Đàm & Nguyễn, 2009).

#### 4. Kết luận và đề xuất/giải pháp

Để tạo ra sản phẩm rượu lên men từ ôi có chất lượng tốt nhất thì các thông số ảnh hưởng đến quá trình lên men rượu có vai trò rất quan trọng, đặc biệt là hàm lượng chất khô hòa tan và pH dịch quả trước lên men. Bên cạnh đó, chất lượng rượu còn bị ảnh hưởng khá nhiều bởi loại men giống và tỷ lệ men giống bổ sung vào dịch quả. Rượu vang ôi được bổ sung chất trợ lắng là gelatin có thể cải thiện được độ trong đáng kể. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng chất khô 20obrix và pH 4,5 thích hợp nhất để tiến hành lên men rượu ôi. Loại men giống thích hợp cho nguồn nguyên liệu ôi là *Saccharomyces cerevisiae* với tỷ lệ men bổ sung là 0,05% w/v để tạo ra loại rượu có chất lượng cảm quan và dinh dưỡng tốt nhất. Nồng độ gelatin được sử dụng để làm trong rượu ôi là 0,25 g/L với thời gian lắng trong không quá 3 tuần cho độ trong và chất lượng cảm quan tốt.

#### Tài liệu tham khảo

- Bronz, I. (2016). Adducts and Clusters in Chromatography, Mass Spectrometry and Nature. *International Journal of Analytical Mass Spectrometry and Chromatography*, 4, 27-33. doi: 10.4236/ijamsc.2016.42003.
- Bùi, V. T., & Nguyễn, N. T. (2021). Sử dụng *Saccharomyces cerevisiae* RV002 để lên men rượu vang từ quả sim (*Rhodomyrtus tomentosa*). *Tạp chí Nghiên cứu khoa học Đại học Sao Đỏ*, 1(72), 7-14.
- Chilaka, C. A., Uchekukwu, N., Obidiegwu, J. E., & Akpor, O. B. (2010). Evaluation of the efficiency of yeast isolates from palm wine in diverse fruit wine production. *African J. Food Sci*, 4, 764-774.
- Đàm, S. M. & Nguyễn, K. H. (2009). *Công nghệ sản xuất rượu vang*. Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Đại học Quốc gia.
- Đinh, H. Đ. (2014). Nghiên cứu sản xuất rượu vang từ quả xương rồng gai. *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, 4, 71-75.
- Đoàn, T. K. T., Huỳnh, N. M., Nguyễn, N. T., Huỳnh, X. P., Bùi, H. Đ. L., Hà, T. T., & Ngô, T. P. D. (2021). Phân lập và tuyển chọn nấm men chịu nhiệt lên men rượu vang trái giắc (*Cayratia trifolia* L.) *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 57(6B), 132-143, <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2021.180>.
- Hà, T. T. (2017). *Giáo trình nấm men*. Cần Thơ: NXB Đại học Cần Thơ.
- Hà, T. T., Lưu, M. C., Nguyễn, N. M., Trần, T. Y. N., Đào, T. P., Nguyễn, N. T., & Huỳnh, X. P. (2023). Tối ưu hóa điều kiện lên men cider thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) sử dụng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* 59(2), 94-103. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2023.069>.
- Hoàng, T. L. T. (2020). Ảnh hưởng các yếu tố dinh dưỡng và môi trường đến quá trình lên men sản xuất vang từ quả sim (*Rhodomyrtus tomentosa*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 2, 71-75.
- Jackisch, P. (1985). *Modern winemaking*. New York: Cornell University Press.
- Kadam, D. M., Kaushik, P., & Kumar, R. (2012). Evaluation of Guava Products Quality. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*.

- Kayikci, Ö., & Nielsen, J. (2015). Glucose repression in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journals Investing in Science*.
- Larpent, J. P. (1991). *Biotechnologie des levures*. Masson éditeur.
- Lê, V. N., & Nguyễn, V. C. (2009). *Công nghệ vi sinh*. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Lê, T. T. L., Nguyễn, B. L., Trần, T. N. H., Trần, M. V., Nguyễn, T. T. H., Nguyễn, H. T., & Trương, H. P. (2023). Đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện lên men tới Betacyanin và polyphenol tổng trong quá trình lên men sparkling Thanh Long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) bằng phương pháp bề mặt đáp ứng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Trà Vinh*, 13, 89-97. <https://doi.org/10.35382/TVUJS.13.7.2023.192>.
- Lương, Đ. P. (2005). *Nấm men công nghiệp*. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- Lương, Đ. P. (2009). *Nấm men công nghiệp*. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- Lý, T. T. T., & Nguyễn, T. T. V. (2021). Phân lập và tuyển chọn nấm men trong lên men rượu vang sơ ri (*Malpighia glabra* L.). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 10(3), 37-45. <https://doi.org/10.52714/dthu.10.3.2021.866>.
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
- Murphy, A. (2017). *Guava Cultivation Antioxidant Properties and Health Benefits*. Newyork: Nova Science Publishers, Inc.
- Nguyễn, Đ. T., & Nguyễn, T. H. (2007). *Công nghệ sản xuất và kiểm tra cồn ethylic*. Hà Nội: NXB Khoa Học và Kỹ Thuật.
- Nguyễn, C. H., Lê, N. Đ. D., & Bùi, T. Q. H. (2014). *Công nghệ sản xuất rượu bia và nước giải khát*. Cần Thơ: NXB Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn, N. M. P., Ché, V. H., Lý, N. B., & Châu, T. D. A. (2013). Tác động enzyme pectinase đến khả năng trích ly dịch quả và các điều kiện lên men đến chất lượng rượu vang xoài sau thời gian lên men chính. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 20a, 127-136.
- Nguyễn, N. T., Lư, M. C., Võ, T. P. H., Nguyễn, T. T. N., Bùi, H. Đ. L. & Huỳnh, X. P. (2023). Nghiên cứu lên men rượu vang dưa lưới (*cucumis melo* l.) sử dụng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818. *Tạp chí Khoa học và Công Nghệ Thái Nguyên*, 228(09), 415-423, <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7851>.
- Nguyễn, V. T., Nguyễn, M. T., Trần, T. Q., & Nguyễn, T. M. T. (2013). Phân lập, tuyển chọn và định danh nấm men trong lên men rượu vang khóm. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 25, 27-35.
- Nguyễn, V. T., Nguyễn, M. T., Trần, T. Q., Nguyễn, T. M. T., Nguyễn, P. C., & Huỳnh, T. T. (2013). Lên men rượu vang khóm (*Ananas comosus*) cầu đúc (Hậu Giang) bằng nấm men phân lập và thuần chủng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 27, 56-63. <https://ctujsvn.ctu.edu.vn/index.php/ctujsvn/article/view/1590>.
- Nguyễn, N. T., Huỳnh, V. K., Lê, T. T., Lư, M. C., & Huỳnh, X. P. (2021). Phân lập và tuyển chọn nấm men ứng dụng trong lên men rượu vang măng cầu xiêm (*Annona muricata* L.). *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 57(4), 131-138. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2021.121>.
- Phan, U. N., Võ, T. K. T., Trần, Q. D. & Mai, T. M. L. (2019). Nghiên cứu tạo quy trình chế biến rượu vang nho xanh dâu tằm. *Tạp chí Dinh dưỡng và Thực Phẩm*, 15(5,6), 65-73.
- Parapouli, M., Vasileiadis, A., Afendra, A. S., & Hatziloukas, E. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS Microbiology*, 6(1), 1-31.
- Radecka, D., Mukherjee, V., Mateo, R. V., Stojiljkovic, M., Foulque-Moreno, M. R., & Thevelein, J. M. (2015). Looking beyond *Saccharomyces*: the potential of non-conventional yeast species for desirable traits in bioethanol fermentation. *FEMS Yeast Research*, 15(6).
- Roger, B. B., Vernon, L. S., Linda, F. B., & Ralph, E. K. (1998). *Principles and Practices of winemaking*. A Chapman Hall Food Science Food Book, 282-287.
- Sharma, N., Rathore, M., & Sharma, M. (2013). Microbial pectinase: Sources, characterization and applications. *Environmental Science and Biotechnology*, 12(1), 45-60. <https://doi.org/10.1007/s11157-012-9276-9>.
- AOAC 964.08. Acidity (total volatile) of wines.
- TCVN 4414:1987. Hàm lượng chất khô và chất hòa tan.
- TCVN 8008:2009. Rượu chưng cất - xác định độ cồn.

# KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ PHỐI TRỘN DẦU DỪA (CHIẾT TÁCH BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐÔNG LẠNH VÀ RÃ ĐÔNG) VÀ DẦU ĐẬU NÀNH ĐẾN CHẤT LƯỢNG MAYONNAISE

Nguyễn Văn Kiệt\*, Nguyễn Ngọc Ngân Khánh và Hoàng Thị Phương Thảo

*Phòng Công tác chính trị và Quản lý sinh viên,*

*Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam*

*\*Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Kiệt, Email: nvkiet@ctu.edu.vn*

## Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 27/11/2023; Ngày nhận chỉnh sửa: 14/01/2024; Ngày duyệt đăng: 07/3/2024

## Tóm tắt

Dầu dừa được chiết tách bằng phương pháp đông lạnh và rã đông có nhiều hoạt tính sinh học tốt cho sức khỏe con người. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát khả năng phối trộn dầu dừa (được chiết tách bằng phương pháp đông lạnh và rã đông) với dầu đậu nành (ở các tỷ lệ 1:9, 2:8 và 3:7) trong quá trình chế biến mayonnaise. Chất lượng của mayonnaise được đánh giá thông qua các chỉ tiêu về độ pH, hàm lượng chất béo, khả năng kháng oxy hóa và chỉ tiêu về vi sinh vật. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả ba mẫu sản phẩm mayonnaise đều đạt chất lượng theo tiêu chuẩn Việt Nam về độ pH, hàm lượng chất béo và chỉ tiêu về vi sinh vật. Một phát hiện thú vị trong nghiên cứu này là khả năng kháng oxy hóa của các mẫu mayonnaise tăng dần khi tỷ lệ dầu dừa : dầu đậu nành tăng dần. Kết quả thí nghiệm này cho thấy tiềm năng của việc phối trộn và thay thế dầu đậu nành bởi dầu dừa trong công nghệ chế biến mayonnaise nhằm tăng cường khả năng kháng oxy hóa cho các sản phẩm mayonnaise.

**Từ khóa:** Chế biến, dầu dừa, đông lạnh, mayonnaise, rã đông.

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1356>.

Trích dẫn: Nguyễn, V. K., Nguyễn, N. N. K., & Hoàng, T. P. T. (2024). Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn dầu dừa (chiết tách bằng phương pháp đông lạnh và rã đông) và dầu đậu nành đến chất lượng mayonnaise. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 13(8), 77-86. <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1356>.

Copyright © 2024 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

# INVESTIGATING THE EFFECTS OF RATIO OF COCONUT OIL MIXING (EXTRACTED BY FROZING AND DEFROSTING) AND SOYBEAN OIL ON MAYONNAISE QUALITY

Nguyen Van Kiet\*, Nguyen Ngoc Ngan Khanh, and Hoang Thi Phuong Thao

*Department of Political and Student Affairs, Can Tho University of Technology, Vietnam*

*\*Corresponding author: Nguyen Van Kiet, Email: nvkiet@ctu.edu.vn*

## Article history

*Received: 28/10/2023; Received in revised form: 14/01/2024; Accepted: 07/3/2024*

## Abstract

*Coconut oil with many biological activities good for human health is extracted by chilling and thawing method. This study was conducted to investigate the ratio of coconut oil mixing extracted by chilling and thawing method with soybean oil (ratio of 1: 9, 2: 8 and 3: 7 v/v) in processing mayonnaise. The quality of mayonnaise is evaluated through pH targets, fat content, antioxidant activity and microorganisms. Research results showed that all three mayonnaise products were of quality under Vietnamese standards for pH, fat content and microorganisms. An interesting finding in this study is the antioxidant activity of mayonnaise increasing as ratio of the coconut oil to soybean oil increases gradually.*

**Keywords:** *Chilling, coconut oil, extraction, mayonnaise, thawing.*



## 1. Đặt vấn đề

Dầu dừa có thể được chiết tách bằng phương pháp gia nhiệt (phương pháp truyền thống) hoặc phương pháp không gia nhiệt (Lê, 2013). Tuy nhiên, dầu dừa được chiết tách bằng phương pháp không gia nhiệt (như phương pháp nghiền - ép - ly tâm, phương pháp đông lạnh - rã đông, phương pháp lên men...) sẽ có giá trị dinh dưỡng cao hơn do hàm lượng các acid béo tự nhiên chưa bão hòa và các vitamin có trong dầu hầu như không bị ảnh hưởng (Raghavendra & Raghavarao, 2010; Nguyễn & cs., 2016; Phan & cs., 2022). Dầu dừa được sản xuất theo phương pháp này rất giàu các acid béo, khoáng chất, vitamin và các chất chống oxy hóa tự nhiên, đồng thời cũng không chứa các hợp chất độc hại sinh ra do quá trình gia nhiệt nên hoàn toàn có thể sử dụng trong các loại thực phẩm (Trần, 2011). Thành phần chính của dầu dừa là acid lauric có tính kháng khuẩn cao. Khi vào cơ thể, acid lauric biến thành hợp chất monolaurin có tác dụng chống virus có lớp vỏ lipid như SARS, HIV (Trần, 2011). Các chất béo có mạch carbon trung bình trong dầu dừa có cấu trúc tương tự như chất béo tìm thấy trong sữa mẹ, giúp tăng cường sức đề kháng cho trẻ, kháng viêm, kháng khuẩn tốt, có thể bảo vệ con người tránh xơ vữa động mạch và bệnh tim mạch (Nguyễn & cs., 2016). Vì thế, dầu dừa không gia nhiệt là một sản phẩm được ưa chuộng hiện nay khi phối trộn vào thực phẩm.

Mayonnaise là một loại nước sốt gia vị lạnh với kết cấu đặc và giàu hương vị, có kết cấu dạng kem nhẹ và thường có màu thay đổi từ gần trắng sang vàng nhạt. Loại sốt này thường được dùng với bánh mì sandwich, bánh mì kẹp thịt hay được trộn chung với các loại salad. Tùy thuộc vào cách sử dụng, sở thích của người tiêu dùng ở từng khu vực mà sốt mayonnaise có sự khác nhau về hương vị và kết cấu. Do đó, có rất nhiều sự thay đổi về công thức sốt mayonnaise trong sản xuất (Lê & cs., 2011). Mayonnaise có thành phần chủ yếu bao gồm dầu thực vật (sản phẩm thương mại khoảng 70 - 80%, sản phẩm làm tại gia đình có thể đến 85%) trứng gà, giấm ăn, tinh bột, gel cellulose và một số gia vị. Có thể sử dụng lòng đỏ trứng trong sản xuất mayonnaise thương mại hay cả lòng trắng trứng (để tạo nhũ ổn định cấu trúc sản phẩm) khi sản xuất tại gia. Giấm là thành phần không thể thiếu giúp tạo vị chua tương đối cho sản phẩm nhằm kích thích vị giác của người dùng; đồng thời giấm cũng góp phần tạo môi trường acid cho sản phẩm (pH từ 3,8 - 4,6) nhằm ngăn chặn vi khuẩn, vi

sinh vật phát triển (Lê & cs., 2011; Mohammed & cs., 2022). Gia vị như muối, tiêu, mù tạt, nước chanh, giấm và một vài loại gia vị khác tạo nên đặc trưng riêng của sản phẩm (Lê, 2011).

Mayonnaise là một hệ keo được hình thành bởi những giọt dầu nhũ hóa có dạng hình cầu trong một pha nước đồng nhất. Tính ổn định của giọt dầu được thể hiện chủ yếu nhờ hoạt động nhũ hóa của các vi hạt hình thành từ các thành phần phosphoprotein và lipoprotein tỷ trọng thấp có trong lòng đỏ trứng (Laca & cs., 2010). Thành phần dầu thực vật đóng vai trò quan trọng trong việc ổn định các đặc tính của mayonnaise như độ nhớt, kết cấu, hương vị và thời hạn sử dụng (Clements & Demetriades, 1998). Do đó, dầu được sử dụng với tỷ lệ rất cao trong sản xuất mayonnaise để đảm bảo chất lượng và độ ổn định của sản phẩm (Clements & Demetriades, 1998; Lê, 2013). Mayonnaise có liên quan đến các vấn đề về sức khỏe do có hàm lượng cholesterol và chất béo cao (Lê & cs., 2011). Có thể thay đổi loại dầu thực vật trong sản phẩm mayonnaise từ đó thay đổi màu sắc và thành phần dinh dưỡng của sản phẩm. Võ Thị Y Nguyên (Võ, 2013) đã nghiên cứu quy trình sản xuất mayonnaise giàu omega - 3,6,9 từ dầu gấc và dầu hạt cải. Phạm Thị Thanh Hương và cộng sự (Phạm & cs., 2022) đã nghiên cứu làm sản phẩm mayonnaise dành cho người ăn chay, ít béo từ dịch đậu ván và dầu dừa. Sản phẩm mayonnaise có bổ sung dầu dừa đem lại hương vị mới lạ cho người tiêu dùng và nâng cao giá trị dinh dưỡng cho sản phẩm sốt mayonnaise. Nhưng để đáp ứng đầy đủ các chỉ tiêu về chất lượng thì phải nghiên cứu cho ra những thông số trong chế biến thích hợp nhất để tạo ra sản phẩm tối ưu nhất. Các chỉ tiêu hóa lý đóng vai trò quan trọng trong đánh giá chất lượng dầu dừa tinh khiết được sản xuất bằng phương pháp không gia nhiệt (Nguyễn, 2016). Theo đó, các chỉ số: độ âm, chỉ số xà phòng hóa, chỉ số iod... đã được phân tích và sử dụng để đánh giá chất lượng của dầu dừa. Tuy nhiên, việc bổ sung dầu dừa vào sản phẩm mayonnaise chưa được nghiên cứu nhiều tại Việt Nam. Do đó, nghiên cứu quy trình làm sốt mayonnaise có bổ sung dầu dừa được chiết tách bằng phương pháp đông lạnh và rã đông ở quy mô phòng thí nghiệm là một hướng nghiên cứu mới, tận dụng được các hợp chất có giá trị dinh dưỡng cao trong dầu dừa đưa vào sốt mayonnaise, góp phần làm phong phú thêm cho thị trường sốt mayonnaise hiện tại và đem lại hương vị mới lạ cho người tiêu dùng.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên liệu và thiết bị nghiên cứu

#### 2.1.1. Nguyên liệu

Dừa xiêm (*Cocos nucifera* L.) đã khô, nạo lấy cơm dừa.

Dầu đậu nành được mua ở siêu thị LotteMart, sản phẩm của Công ty cổ phần dầu thực vật Tường An.

Trứng gà ta (*Gallus gallus domesticus*) đã qua tiệt trùng của Công ty cổ phần thực phẩm Vĩnh Thành Đạt.

Đường của Công ty TNHH một thành viên Đường TTC Biên Hòa - Đồng Nai (99,8% saccharose).

Muối BASALCO của Công ty cổ phần muối Bạc Liêu.

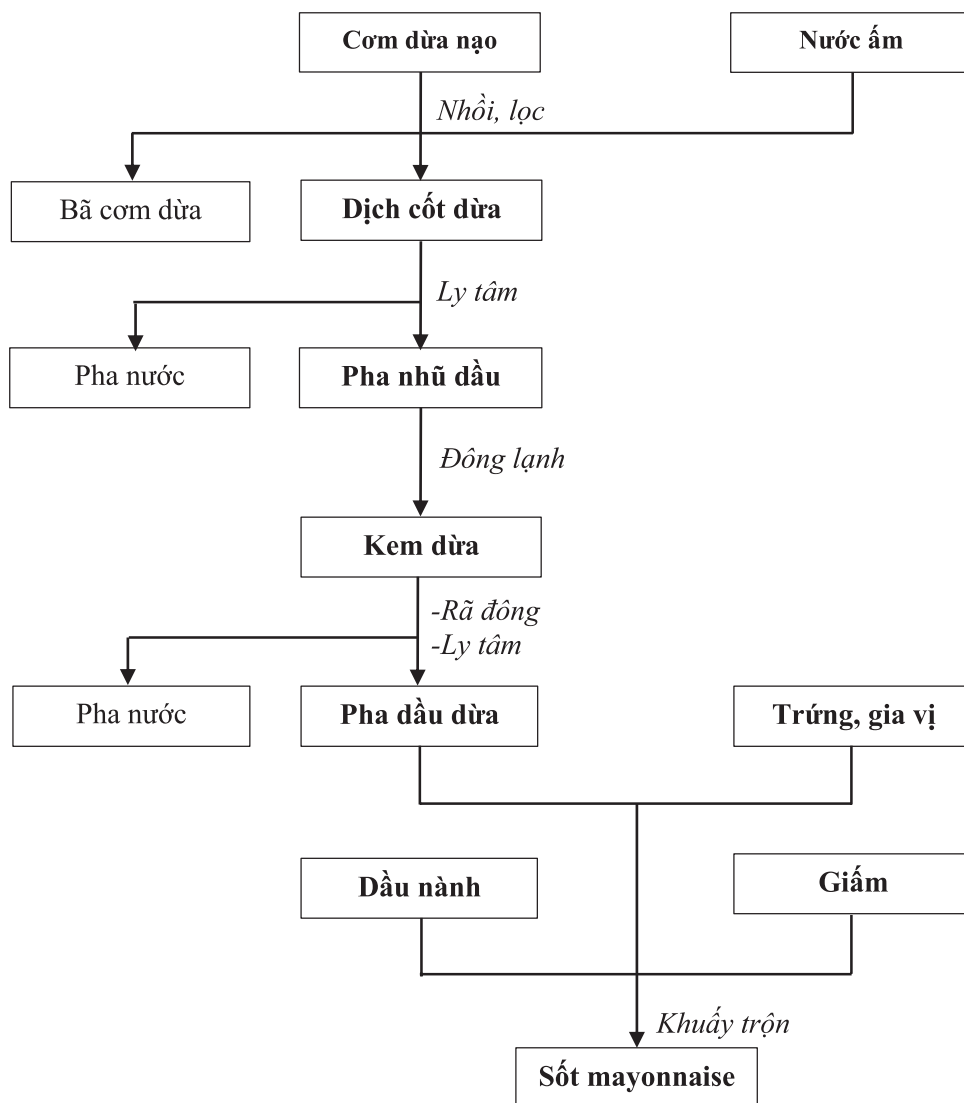
Giấm gạo lên men của Công ty Ajinomoto Việt Nam (4,00 g acetic acid / 100 mL).

#### 2.1.2. Thiết bị nghiên cứu

Nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm Hóa học và Phòng thí nghiệm Công nghệ thực phẩm, Khoa Công nghệ Sinh Hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ. Một số thiết bị được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: máy ly tâm Mikro 220 Hettich (Đức), máy đo màu ColorLite sph870 (Đức), máy đo pH Hanna 2211 (Đức), máy làm sốt mayonnaise Silverson MP45 (Anh), tủ lạnh âm sâu Labtech LLF-402SR (Hàn Quốc). Các dụng cụ được tiệt trùng bởi thiết bị CLG-40L (Nhật Bản).

### 2.2. Quy trình chế biến

Quy trình chế biến sốt mayonnaise có bổ sung dầu dừa được trình bày trong Hình 1.



Hình 1. Quy trình chế biến sốt mayonnaise có bổ sung dầu dừa

*Giai đoạn 1: Chiết xuất dầu dừa*

Dầu dừa được chiết xuất theo phương pháp làm lạnh và rã đông (Elwaseif & cs., 2022) có hiệu chỉnh, cụ thể như sau: thêm 50 mL nước vào 100 g dừa đã nạo, trộn đều rồi dùng máy ép lấy nước cốt dừa, nước cốt dừa được ly tâm 6000 vòng/phút trong 30 phút để hỗn hợp tách lớp, tách lấy lớp kem dừa ở trên và làm lạnh ở nhiệt độ -10°C trong 120 phút, sau đó tiến hành rã đông, chờ cho hỗn hợp tách lớp trong 120 phút rồi ly tâm, loại bỏ tạp chất ở lớp dưới, thu được dầu dừa ở lớp trên.

*Giai đoạn 2: Chế biến sản phẩm mayonnaise từ dầu dừa*

Quá trình chế biến sản phẩm mayonnaise từ dầu dừa được thực hiện theo phương pháp do Lê Văn Việt Mẫn (Lê, 2013) đề xuất và có hiệu chỉnh, cụ thể như sau: phối trộn lòng đỏ trứng (30 g), đường (15 g), muối (2 g), acid citric (0,375 g) đến khi được hỗn hợp đồng nhất, sau đó cho từ từ hỗn hợp gồm dầu dừa và dầu đậu nành theo tỷ lệ xác định (1:9, 2:8 và 3:7) vào, khuấy liên tục bằng máy sản xuất sốt mayonnaise (Silverson) cho đến khi dầu tan hết thì cho giấm vào theo tỉ lệ xác định 4%, khuấy thêm 5 phút được sốt mayonnaise. Sốt mayonnaise được bảo quản nơi thoáng mát ở nhiệt độ 5 - 10°C trong chai thủy tinh sẫm màu, tránh ánh nắng trực tiếp.

**2.3. Phương pháp phân tích**

*2.3.1. Phương pháp đánh giá cảm quan*

Cảm quan về màu, mùi và vị của dầu dừa và sản phẩm mayonnaise được đánh giá bởi hội đồng cảm quan có 10 người gồm 5 nữ và 5 nam, trong độ tuổi từ 22 đến 30 tuổi, là những người tham gia tình nguyện tại Khoa Công nghệ Sinh Hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ. Mỗi mẫu 3 g được trình bày trong đĩa thủy tinh màu trắng cho các thành viên và được mã hóa. Sau khi quan sát màu sắc và hình thức bên ngoài của các mẫu, thành viên đánh giá được hướng dẫn cách nếm thử dầu dừa và sản phẩm mayonnaise và đánh giá các thuộc tính khác (mùi, vị) và khả năng chấp nhận tổng thể bằng cách sử dụng thang đo khoái cảm 5,00 điểm. Thứ tự các mẫu là ngẫu nhiên và các mẫu được phân tích trong ba lần.

Thang điểm đánh giá cảm quan dầu dừa: Dựa theo tiêu chuẩn cảm quan của dầu dừa được mô tả

trong Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7597:2018 có hiệu chỉnh, điểm đánh giá cảm quan dầu dừa được xây dựng như ở Bảng 1.

**Bảng 1. Thang điểm đánh giá cảm quan của dầu dừa**

Chỉ tiêu	Điểm	Cơ sở đánh giá
Màu sắc	5	Dầu dừa không màu, trong suốt, không có màu lạ
	4	Dầu dừa màu trắng trong
	3	Màu trong suốt có ánh vàng
	2	Màu vàng nhạt
	1	Màu trắng đục hoặc vàng sậm
	0	Lẫn màu sắc khác
Mùi	5	Mùi dầu dừa thơm đặc trưng
	4	Không có mùi dầu dừa
	3	Mùi dầu dừa nhạt hơn
	2	Mùi dầu dừa hơi nồng
	1	Mùi dầu nồng nặc
	0	Mùi lạ, ôi chua
Vị	5	Dầu dừa có vị béo đặc trưng, không chua
	4	Dầu dừa có vị béo nhẹ, không chua
	3	Dầu dừa có vị béo nhẹ, hơi chua
	2	Dầu dừa có vị hơi chua
	1	Dầu dừa có vị chua
	0	Dầu dừa có vị lạ

**Bảng 2. Thang điểm đánh giá cảm quan của sản phẩm mayonnaise**

Chỉ tiêu	Điểm	Cơ sở đánh giá
Màu sắc	5	Màu trắng đồng đều, đặc trưng cho sản phẩm
	4	Màu vàng kem, nhạt, tương đối đồng đều
	3	Màu vàng nhạt, kém đồng đều
	2	Màu vàng, không đồng đều
	1	Màu vàng đậm, không đều
	0	Lẫn màu sắc khác
Mùi	5	Mùi thơm hài hòa đặc trưng của sản phẩm
	4	Mùi kém hài hòa hơn
	3	Mùi giấm, trứng hoặc dầu hơi nồng
	2	Mùi giấm, trứng hoặc dầu nồng
	1	Mùi trứng quá tanh, giấm quá nồng
	0	Có mùi vị lạ

	5	Vị ngọt, mặn, chua, béo hài hòa đặc trưng của sản phẩm
	4	Vị ngọt, mặn, chua béo tương đối hài hòa
Vị	3	Hơi chua, hơi ngọt hoặc ít chua, ít ngọt
	2	Quá chua hoặc quá ngọt
	1	Vị nhạt nhẽo, không có vị đặc trưng
	0	Vị lạ
	5	Sản phẩm sánh mịn, đồng nhất không tách pha
	4	Sản phẩm sánh mịn tương đối, không tách pha
Cấu trúc	3	Sản phẩm ít mịn, tách ít dầu
	2	Sốt tương đối lỏng, không mịn, tách dầu
	1	Sốt lỏng, tách nhiều dầu
	0	Hỗn hợp lỏng không đồng nhất

*Thang điểm đánh giá cảm quan sản phẩm mayonnaise.*

Dựa theo tiêu chuẩn cảm quan của mayonnaise được mô tả trong Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8739:2011 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011a) có hiệu chỉnh, thang điểm đánh giá cảm quan sản phẩm mayonnaise được xây dựng như ở Bảng 2.

*2.3.2. Phương pháp xác định tỷ trọng, độ ẩm, chỉ số xà phòng hóa và chỉ số khúc xạ của dầu dừa*

*Phương pháp xác định tỷ trọng:* Dùng bình đo tỷ trọng và tính toán kết quả theo công thức:

$$\text{Tỷ trọng } d = \frac{P_1 - P}{P_2 - P}$$

Với P, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> lần lượt là khối lượng tỷ khối kế, tỷ khối kế chứa đầy dầu dừa và tỷ khối kế chứa đầy nước.

*Phương pháp xác định độ ẩm theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6120:2018:* Cân 5,00 g nguyên liệu đem vào tủ sấy ở nhiệt độ 105°C trong 120 phút, sau đó làm nguội trong bình hút ẩm, cân lại khối lượng; lặp lại thí nghiệm đến khi khối lượng không thay đổi thì dừng quá trình (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2021). Tính toán kết quả:

$$\text{Độ ẩm (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

m<sub>1</sub>: Khối lượng thực phẩm trước khi sấy (g)

m<sub>2</sub>: Khối lượng thực phẩm sau khi sấy (g)

*Chỉ số khúc xạ:* Được đo bằng khúc xạ kế Abbe AR2008-Å4 (Đức).

*Phương pháp xác định chỉ số xà phòng hóa của dầu dừa:* Cân 2,00 g mẫu thử cho vào bình nón. Dùng pipette lấy 25 mL dung dịch KOH 0,50 M trong ethanol cho vào mẫu thử và một ít chất trợ sôi. Nồi bộ sinh hàn với bình, đun hoàn lưu trong thời gian 60 phút. Cho thêm vào dung dịch đang nóng vài giọt phenolphthalein và chuẩn độ với acid chlohydric cho đến khi màu hồng của chất chỉ thị biến mất. Tiến hành phép thử trắng tương tự nhưng bỏ qua phần mẫu thử. Tính toán kết quả:

$$\text{Chỉ số xà phòng hóa} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot C \cdot 56}{m}$$

V<sub>0</sub>: Thể tích của dung dịch acid chlohydric 0,50 M đã sử dụng cho phép thử trắng (mL).

V<sub>1</sub>: Thể tích của dung dịch acid chlohydric đã sử dụng cho phép xác định (mL).

C: Nồng độ của dung dịch acid chlohydric (C = 0.50 M).

m: Khối lượng của phần mẫu thử (g)

*2.3.3. Phương pháp xác định pH, hàm lượng chất béo, độ nhớt và khả năng kháng oxy hóa của mayonnaise*

*Xác định pH:* Dùng máy đo pH Hanna 2211 (Đức).

*Xác định hàm lượng chất béo:* Hàm lượng chất béo được xác định theo Tiêu chuẩn Việt Nam 8590:2011 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011b), cách thực hiện như sau: Cân 4 - 6 g mẫu thử cho vào ống ly tâm kín, ghi lại khối lượng. Cho 20 mL n-hexane và phân mẫu thử vào ống ly tâm, vặn chặt nắp ống. Trộn lượng chứa trong ống ly tâm đã đậy kín bằng máy trộn vortex cho đến khi mẫu thử hoàn tan hết. Đem ly tâm ống đã đậy kín cho đến khi thu được pha dung môi chiết trong. Dùng pipette chuyển hết pha dung môi chiết sang bình thu nhận chất béo. Tiếp tục lặp lại 2 lần chiết tương tự với thể tích dung môi đều là 10 mL, vặn nắp ống ly tâm, trộn bằng vortex và tiến hành ly tâm. Cho pha dung môi chiết vào dịch chiết trước đó đựng trong bình thu nhận chất béo. Đặt bình thu nhận chất béo lên bếp đun 30 phút ở 102°C. Làm nguội và cân lại khối lượng, lặp lại quá trình đun và cân lại khối lượng đến khi chênh lệch không quá 1 mg. Ghi lại khối lượng và tính toán kết quả.

Hàm lượng chất béo trong mẫu

$$= \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m_0} \times 100\%$$



$m_0$ : Khối lượng của phần mẫu thử (g).

$m_1$ : Khối lượng của bình thu nhận chất béo và chất chiết được (g).

$m_2$ : Khối lượng của bình thu nhận chất béo đã chuẩn bị (g).

$m_3$ : Khối lượng của bình thu nhận chất béo sử dụng cho phép thử trắng và chất chiết xác định được (g).

$m_4$ : Khối lượng của bình thu nhận chất béo sử dụng trong phép thử trắng (g).

*Phương pháp xác định độ nhớt*: Độ nhớt của mẫu được xác định bằng nhớt kế Brookfield DV-E Viscometer. Mẫu được chuẩn bị trong cốc thủy tinh 100 mL và đo ở nhiệt độ phòng  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Giá trị độ nhớt được ghi nhận tại thời điểm 10 giây kể từ lúc bắt đầu đo.

*Phương pháp khảo sát khả năng kháng oxy hóa*: Khả năng kháng oxy hóa của các mẫu sản phẩm được xác định theo phương pháp do Tur và Tawata (Tur & Tawata, 2015) đề xuất. Các chất kháng oxy hóa có khả năng trung hòa gốc DPPH tự do tạo thành sản phẩm khử DPPH-H, dung dịch phản ứng sẽ chuyển từ màu tím sang màu vàng cam, làm giảm độ hấp thụ quang của dung dịch. Hòa tan 1,00 mg mẫu bằng 50 mL methanol. Dung dịch mẫu và dung dịch chất chuẩn đối chứng (vitamin C) được phân loãng ở các nồng độ khác nhau (25, 50, 75, 100, 125 mg/mL). Dung dịch DPPH 0,50 mg/mL được pha trong methanol. Lấy 0,50 mL dung dịch mẫu, thêm vào 3 mL methanol và 1,00 mL DPPD 0,5 mg/mL, lắc đều hỗn hợp rồi để yên 60 phút trong bóng tối. Độ hấp thụ màu của dung dịch sau phản ứng được đo ở bước sóng 517 nm ở nhiệt độ phòng. Khả năng kháng oxy hóa được xác định bởi phần trăm quét gốc tự do (phần trăm ức chế):

$$SC\% = \frac{(OD_{\text{trắng}} - OD_{\text{mẫu}})}{(OD_{\text{trắng}})} (\%).$$

## 2.4. Phương pháp phân tích chỉ tiêu vi sinh vật

Mẫu mayonnaise (10 g) được chuẩn bị và bảo quản trong chai thủy tinh sẫm màu, đậy kín và gửi đến Trung tâm phân tích trong cùng ngày. Kết quả phân tích được nhận sau 5 ngày từ ngày gửi mẫu.

Sản phẩm mayonnaise được kiểm tra chỉ tiêu vi sinh (salmonella spp, tổng số vi sinh vật hiếu khí) tại Trung tâm kỹ thuật, tiêu chuẩn đo lường chất lượng Cần Thơ ngày 19/05/2022.

## 2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả các thí nghiệm là kết quả trung bình ba lần lặp lại. Kết quả các thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết quả chiết xuất dầu dừa

#### 3.1.1. Kết quả đánh giá cảm quan



**Hình 2. Dầu dừa chiết xuất bằng phương pháp làm lạnh và rã đông**

Dầu dừa nguyên chất là chất lỏng, hơi sánh, không màu, có mùi thơm nhẹ và đặc trưng, vị béo tự nhiên đặc trưng và không có vị chua (Nguyễn & cs., 2015; Raghavendra & cs., 2010). Kết quả đánh giá cảm quan của dầu dừa trong nghiên cứu (Hình 2) cho thấy điểm trung bình về màu sắc, mùi và vị lần lượt là 4,80; 5,00 và 4,80 (Bảng 3). Dầu dừa thu được không màu, trong suốt, không có màu lạ; có mùi thơm đặc trưng; đồng thời dầu dừa thu được cũng có vị béo đặc trưng và không chua.

**Bảng 3. Điểm đánh giá cảm quan của dầu dừa**

Dầu dừa	Đánh giá cảm quan		
	Màu sắc	Mùi	Vị
Điểm cảm quan	4,80	5,00	4,80

#### 3.1.2. Tỷ trọng, độ ẩm chỉ số xà phòng hóa và hiệu suất thu hồi dầu dừa

Chỉ tiêu hóa lý là một trong các chỉ tiêu quan trọng giúp phân biệt dầu dừa với các loài thực vật khác. Kết quả xác định tỷ trọng, độ ẩm, chỉ số xà phòng hóa và chỉ số khúc xạ của dầu dừa thu được trong nghiên cứu này lần lượt là 0,91; 0,08%; 255,75 và 1,46 (Bảng 4). Theo đó, dầu dừa thu được có tỷ trọng tương đương; có độ ẩm lớn hơn; có chỉ số xà phòng hóa lớn hơn và có chỉ số khúc xạ tương

đương với kết quả trong nghiên cứu của Anh và cộng sự (2015). Các kết quả này cũng phù hợp với tiêu chuẩn về dầu dừa nguyên chất (virgin coconut oil - VCO) của Hiệp hội dừa Châu Á - Thái Bình Dương (APCC).

**Bảng 4. Kết quả xác định tỷ trọng, độ ẩm, chỉ số xà phòng của dầu dừa**

	Tỷ trọng	Độ ẩm (%)	Chỉ số xà phòng hóa	Chỉ số khúc xạ
Dầu dừa (trong nghiên cứu này)	0,91	0,08	255,75	1,46
Dầu dừa (theo Anh et al., 2015)	0,92	0,05	250,00	1,45
Dầu dừa VCO (theo APCC)	0,91-0,92	≤ 0,10	250,00-260,00	1,45

**3.2 Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dầu dừa: dầu đậu nành đến chất lượng mayonnaise**

**3.2.1. Kết quả đánh giá cảm quan**

Theo Lê Văn Việt Mẫn (Lê, 2013), lòng đỏ trứng đóng vai trò là chất nhũ hóa còn có tác dụng tạo màu vàng đặc trưng của mayonnaise và mayonnaise có màu vàng sẽ dễ được chấp nhận hơn màu trắng (Muhialdin & cs., 2019). Ngoài lòng đỏ trứng, màu vàng của mayonnaise được cho là bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ thể tích dầu dừa và dầu đậu nành. Theo kết quả ở Bảng 5, khi tăng tỷ lệ thể tích dầu dừa và dầu đậu nành (từ 1:9, 2:8 đến 3:7), màu sắc các mẫu mayonnaise tương ứng (M19, M28 và M37) biến đổi từ màu vàng đậm sang vàng nhạt (3,54; 4,10 đến 4,67). Mẫu M28 (tỷ lệ dầu dừa : dầu đậu nành là 2 : 8) có màu vàng kem, nhạt, tương đối đồng đều và nhận được sự đánh giá cao từ các thành viên hội đồng.

Mùi của mayonnaise chịu ảnh hưởng của loại dầu thực vật được dùng khi chế biến sản phẩm này (Lê, 2013). Ở mẫu M19, sản phẩm có mùi dầu đậu nành nhiều hơn; còn với mẫu M37, sản phẩm có mùi dầu dừa nhiều hơn. Riêng mẫu M28, sản phẩm có sự cân bằng mùi giữa hai loại dầu, tạo nên cảm giác dễ chịu và mới lạ cho người dùng.

Vị của mayonnaise được quyết định bởi các thành phần tạo nên sản phẩm này, đặc biệt là sự hòa quyện giữa vị chua của giấm, vị ngọt của đường với vị béo của dầu và trứng (Lê, 2013). Các mẫu mayonnaise M19, M28 và M37 có điểm cảm quan về vị lần lượt

là 4,12; 4,67 và 4,33. Theo đó, các mẫu này đều có sự hài hòa của vị chua, mặn, ngọt và vị béo đặc trưng của sản phẩm mayonnaise, trong đó mẫu M28 được đánh giá cao nhất.

**Bảng 5. Đánh giá cảm quan**

Mayonnaise	Màu sắc	Mùi	Vị
M19	3,54b	3,67a	4,12a
M28	4,60c	4,75b	4,67b
M37	4,10c	3,25ab	4,33ab

*(Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau biểu thị khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%).*

Qua các phân tích đánh giá cảm quan ở trên, có thể thấy rằng mẫu sản phẩm mayonnaise M28 là tối ưu nhất. Mẫu mayonnaise này có kết cấu dạng kem nhẹ, màu vàng nhạt, mùi thơm nhẹ và có vị chua kèm vị béo nhẹ, khá phù hợp với mô tả của Mẫn (2013) (Hình 3). Màu vàng nhạt của sản phẩm này đậm hơn so với sản phẩm mayonnaise làm từ sữa đậu nành (Lai, 2015) nhưng nhạt hơn so với mayonnaise có bổ sung dầu gấc (Võ, 2013).



**Hình 3. Sản phẩm mayonnaise (mẫu M28)**

**3.2.2. Độ pH, hàm lượng chất béo và độ nhớt của sản phẩm mayonnaise**

**Bảng 6. Đánh giá cảm quan**

Sản phẩm mayonnaise	pH	Hàm lượng chất béo (%)	Độ nhớt (mPas)
M19	3,89a	55,11a	99,32a
M28	3,96b	56,32c	94,11b
M37	4,00c	57,43b	89,35c

*(Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau biểu thị khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%).*

*pH*: Một trong những nguyên liệu làm mayonnaise là giấm nên mayonnaise có tính acid. Giá trị pH phản ánh mức độ acid của mayonnaise. Các mẫu sản phẩm mayonnaise trong nghiên cứu này (M19, M28 và M37) có giá trị pH trung bình trong khoảng 3,89 - 4,00, giá trị này là phù hợp theo Lê (2013). Giá trị pH của ba mẫu sản phẩm mayonnaise không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê. Theo đó, giá trị pH trung bình của các sản phẩm mayonnaise ở trong khoảng 3,60 - 4,20 giúp nâng cao hiệu quả trong việc ngăn chặn sự phát triển của vi khuẩn. Đồng thời, theo Muhialdin và cộng sự (Muhialdin & cs., 2019), pH của mayonnaise nên ở phạm vi 4,00 hoặc dưới 4,00 để sản phẩm này không có vi khuẩn Salmonella vốn hay có trong lòng đỏ trứng.

**Hàm lượng chất béo:** Tiêu chuẩn Việt Nam 8739:2011, mayonnaise là sản phẩm thu được bằng cách nhũ hóa dầu thực vật trong giấm ăn với lòng đỏ trứng gà, có bổ sung một số gia vị khác. Trong đó, hàm lượng chất béo tổng số không nhỏ hơn 50%. Kết quả khảo sát hàm lượng chất béo (Bảng 6) cho thấy hàm lượng chất béo của các mẫu mayonnaise lần lượt là 55,11, 56,32 và 57,43%. Theo đó, hàm lượng này có xu hướng tăng dần khi tăng tỷ lệ dầu dừa : dầu đậu nành; đồng thời hàm lượng này cũng phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam 8739 : 2011 về tiêu chuẩn đánh giá sản phẩm mayonnaise.

**Độ nhớt:** Kết quả khảo sát về độ nhớt (Bảng 6) cho thấy độ nhớt của các mẫu mayonnaise M19, M28 và M37 lần lượt là 99,32, 94,11 và 89,35. Theo đó, độ nhớt của mẫu mayonnaise giảm dần khi tỉ lệ dầu dừa : dầu đậu nành tăng dần. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Muhialdin & cs. (2019). Độ nhớt cao là cần thiết đối với mayonnaise để ngăn chặn sự kết dính của các giọt dầu và tăng cường độ ổn định của sản phẩm. Tuy nhiên, độ nhớt của cả ba mẫu mayonnaise tương đối thấp. Nguyên nhân có thể là do mẫu được bảo quản và phân tích ở nhiệt độ phòng. Theo Ghoush & cs. (2008), độ nhớt của các mẫu mayonnaise cao hơn khi được xác định ở nhiệt thấp trong khi nhiệt độ cao làm giảm độ nhớt. Ngoài ra, độ nhớt của các mẫu phân tích của nghiên cứu này đều trong giới hạn phù hợp về độ nhớt của các sản phẩm mayonnaise (Lê & cs., 2011).

### 3.2.3. Kết quả khảo sát khả năng kháng oxy hóa

**Bảng 7. Kết quả khảo sát khả năng kháng oxy hóa**

Sản phẩm mayonnaise	Khối lượng mẫu phân tích (mg)	Phần trăm ức chế (%)
M19	500	31,24a
M28	500	36,12b
M37	500	43,28c

(Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau biểu thị khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%).

Kết quả khảo sát khả năng kháng oxy hóa (Bảng 7) cho thấy phần trăm ức chế gốc tự do DPPH của các của các mẫu mayonnaise M19, M28 và M37 lần lượt là 31,24, 36,12 và 43,28. Theo đó, phần trăm ức chế gốc tự do DPPH tăng dần khi tỷ lệ dầu dừa : dầu đậu nành tăng dần. Kết quả này phù hợp với các báo cáo về khả năng kháng oxy hóa cao của dầu dừa được chiết tách bằng phương pháp đông lạnh và rã đông (Trần, 2011; Muhialdin & cs., 2019). Kết quả thú vị này cho thấy tiềm năng của việc phối trộn và thay thế dầu đậu nành bởi dầu dừa trong công nghệ chế biến mayonnaise nhằm tăng cường khả năng kháng oxy hóa cho các sản phẩm mayonnaise.

### 3.4. Kết quả phân tích vi sinh

Kết quả phân tích vi sinh trên sản phẩm mayonnaise của cả ba mẫu (Bảng 8) cho thấy sản phẩm mayonnaise đạt yêu cầu tiêu chuẩn về chỉ tiêu tổng số vi sinh vật hiếu khí và hàm lượng salmonella spp theo quy định của Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8739:2011) (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011a).

**Bảng 8. Kết quả phân tích vi sinh trên sản phẩm mayonnaise**

Chỉ tiêu kiểm tra	Đơn vị	Giới hạn quy định	Kết quả
Salmonella spp, trong 25 g sản phẩm	-	Không được có	Không có
Tổng số vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	Không lớn hơn 103	Không có

(Ghi chú: CFU, colony forming unit, đơn vị hình thành khuẩn lạc).

## 4. Kết luận

Một phát hiện thú vị trong nghiên cứu này là khả năng kháng oxy hóa của các mẫu mayonnaise tăng dần khi tỷ lệ dầu dừa (được chiết tách bằng phương pháp đông lạnh và rã đông) với dầu đậu

nành tăng dần, trong khi các chỉ tiêu về đánh giá cảm quan, về độ pH, hàm lượng chất béo và chỉ tiêu về vi sinh vật của sản phẩm vẫn đảm bảo theo tiêu chuẩn Việt Nam. Kết quả này cho thấy tiềm năng trong việc chế biến ra các sản phẩm mayonnaise có hoạt tính kháng oxy hóa cao, tốt cho sức khỏe con người.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Khoa học và Công nghệ. (2011a). *Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8739:2011) về sốt mayonnaise*.
- Bộ Khoa học và Công nghệ. (2011b). *Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8590:2011) về xác định hàm lượng chất béo trong thực phẩm*.
- Bộ Khoa học và Công nghệ. (2018). *Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 7597:2018) về dầu thực vật*.
- Bộ Khoa học và Công nghệ. (2021). *Tiêu chuẩn quốc gia (TCVN 6120:2018) về dầu mỡ động vật và thực vật - Xác định độ ẩm và hàm lượng chất bay hơi*.
- Clements, D. J., & Demetriades, K. (1998). An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6), 511-536.
- Đặng, T. X. L. (2015). *Nghiên cứu sử dụng sữa đậu nành trong sản xuất mayonnaise có hàm lượng lipid và cholesterol thấp*. NXB: Trường Đại học Nha Trang. Chưa trích dẫn.
- Elwaseif, M., Saed, B., Fahmy, H., Sabry, A., Shaaban, H., Abdelgawad, M., Amin, A., & Farouk, A. (2022). Mayonnaise Enriched with Flaxseed Oil: Omega-3 Fatty Acids Content, Sensory Quality and Stability during the Storage. *Foods*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.3390/foods11152288>.
- Ghoush, M. A., Samhoury, M., Al-Holy, M., & Herald, T. (2008). Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. *Journal of Food Engineering*, 84(2), 348-357.
- Laca, A., Saenz, M., Paredes, B., & Diaz, M. (2010). Rheological properties, stability and sensory evaluation of lowcholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. *Journal of Food Engineering*, 97(2), 243-252.
- Lê, V. V. M., Lại, Q. Đ., Nguyễn, T. H., Tôn, N. M. N., & Trần, T. T. T. (2011). *Công nghệ chế biến thực phẩm*. NXB Đại Học Quốc Gia thành phố Hồ Chí Minh.
- Lê, V. V. M. (2013). *Công nghệ sản xuất mayonnaise*. NXB Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Lê, Q. N., & Hoàng, V. H. (2011). *Bào chế và sinh dược học*. NXB Y học. chưa trích dẫn
- Muhialdin, B. J., Ying, L. L., Farouk, A., & Hussin, A. S. M. (2019). Valorisation of Virgin Coconut Oil Application in Mayonnaise Production as Functional Ingredient. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2019, 7(1), 65-70. <https://doi.org/10.12691/jfnr-7-1-8>
- Nguyễn, P., Phạm, H., Hoàn, V. T., Nguyễn, T. H. A., Bùi, X. P., Mã, T. B. T., Phạm, T. Đ., Nguyễn, T. H., & Hoàng, T. H. (2015). Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật tách pha nhằm hoàn thiện quy trình tách dầu dừa tinh khiết bằng công nghệ không gia nhiệt. *Tạp chí khoa học và công nghệ*, 3(11), 47-51. Chưa trích dẫn
- Nguyễn, T. H. A., Nguyễn, P., Mã, T. B. T., Bùi, X. P., Phạm, T. Đ., Lê, M. T., & Nguyễn, M. D. (2016). Nghiên cứu đánh giá một số tính chất hóa lý của dầu dừa tinh khiết sản xuất bằng công nghệ không gia nhiệt. *Tạp chí khoa học và công nghệ*, 8(9), 55-58.
- Phan, T. T. H., Lâm, N. M. A., Ngô, T. C., & Nguyễn, T. M. N. (2022). Vai trò của citrus fiber đến các tính chất cấu trúc của mayonnaise chay, ít béo được chế biến từ dịch đậu ván và dầu dừa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 55, 79-92.
- Trần, T. K. (2011). Báo cáo nghiên cứu phân tích chuỗi giá trị dừa bền tre. Dự án DBRP Bến Tre.
- Raghavendra, S. N., & Raghavarao, K. S. M. S. (2010). Effect of different treatments for the destabilization of coconut milk emulsion. *Journal of Food Engineering*, 97(3), 341-347.
- Tu, P. T. B., & Tawata, S. (2015). Anti-Oxidant, Anti-Aging, and Anti-Melanogenic Properties of the Essential Oils from Two Varieties of *Alpinia zerumbet*. *Molecules*, 20, 16723-16740.
- Võ, T. Y N. (2013). *Nghiên cứu quy trình sản xuất mayonnaise giàu omega - 3,6,9 từ dầu gấc và dầu hạt cải*. NXB Trường Đại học Nha Trang.



# KHẢO SÁT KHẢ NĂNG XỬ LÝ METHYLENE BLUE CỦA VẬT LIỆU NANO SILICA CẤU TRÚC RỖNG ĐƯỢC TỔNG HỢP TỪ TRO TRÁU

Quách Nguyễn Khánh Nguyên

Khoa Sư phạm Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Sài Gòn,

Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: qnknghuyen@sgu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 30/9/2024; Ngày nhận chỉnh sửa: 07/11/2024; Ngày duyệt đăng: 08/11/2024

## Tóm tắt

Vật liệu nano silica cấu trúc rỗng (HMSN) đã được tổng hợp thành công từ nguồn nguyên liệu tro trấu. Kết quả phân tích FTIR, XRD, TEM và BET cho thấy, HMSN có dạng hình cầu và cấu trúc rỗng với kích thước hạt trung bình là 200 nm, là vật liệu xốp có diện tích bề mặt vật liệu 635,78 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>, thể tích lỗ 0,128 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>, đường kính lỗ trung bình 5,20 nm. XRD cho thấy sự hiện diện và bản chất vô định hình của silica. Vật liệu HMSN thu được có khả năng xử lý tốt Methylene blue, dung lượng hấp phụ MB của vật liệu HMSN đạt mức tối đa là 30,21 mg/g.

**Từ khóa:** HMSN, methylene blue, tro trấu, xử lý.

## STUDYING THE METHYLENE BLUE TREATMENT OF HOLLOW MESOPOROUS SILICA NANOPARTICLE SYNTHESIZED FROM RICE ASH

Quach Nguyen Khanh Nguyen

Faculty of Natural Sciences Education, Sai Gon University, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: qnknghuyen@sgu.edu.vn

History article

Received: 30/9/2024; Received in revised form: 07/11/2024; Accepted: 08/11/2024

## Abstract

Hollow mesoporous silica nanoparticles (HMSN) materials were synthesized using the rice husk. The HMSN samples were performed with X ray diffraction (XRD), FTIR, SEM, TEM and nitrogen adsorption (BET). The analysis results indicated that HMSN had hollow spherical shape structures with the surface area of 635.78 m<sup>2</sup>/g, pore volume of 0.128 cm<sup>3</sup>/g and pore size of 5.20 nm. XRD showed the presence and amorphous nature of silica. The obtained HMSNs exhibited good ability to adsorb methylene blue, and the maximum adsorption capacity reached 30.2146 mg/g.

**Keywords:** HMSN, methylene blue, rice ash, treatment.

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1357>.

Trích dẫn: Quách, N. K. N. (2024). Khảo sát khả năng xử lý methylene blue của vật liệu nano silica cấu trúc rỗng được tổng hợp từ tro trấu. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 13(8), 87-93. <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1357>.

Copyright © 2024 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

## 1. Mở đầu

Methylene blue (MB) là một hợp chất nhuộm thường được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp như dệt may, y tế, và hóa sinh. Tuy nhiên, khi thải ra môi trường, methylene blue có thể gây hại cho hệ sinh thái và sức khỏe con người. MB có khả năng làm ô nhiễm nguồn nước, giảm khả năng quang hợp của thực vật thủy sinh, và gây ra các vấn đề về hô hấp và dị ứng đối với con người. Do đó, việc xử lý methylene blue trong nước thải là vô cùng cần thiết để bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng. Các phương pháp xử lý methylene blue phổ biến bao gồm: Phương pháp hấp phụ, phương pháp oxy hóa, phương pháp sinh học và phương pháp xúc tác quang. Trong đó, phương pháp hấp phụ là một phương pháp hiệu quả và kinh tế trong việc loại bỏ MB. Các vật liệu hấp phụ thường được sử dụng bao gồm than hoạt tính (Benhachem & cs., 2019), đất sét (Phuong & cs., 2023), và các vật liệu có nguồn gốc tự nhiên như mụn dừa (Thanh & cs., 2022), vỏ trấu (Lan & cs., 2022).

Vật liệu nano silica cấu trúc rỗng (hollow mesoporous silica nano particles - HMSN) là một trong những loại vật liệu được tổng hợp từ chất nguồn là silicon. HMSNs thể hiện các đặc điểm cấu trúc độc đáo được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Thứ nhất, sự kết hợp lỗ rỗng bên trong và lớp vỏ mao quản trong cấu trúc làm cho các hạt HMSN có khối lượng riêng thấp và có tính thấm cao (Wu & cs., 2013; Chen & cs., 2014). Thứ hai, khoảng trống bên trong hạt HMSN có thể được dùng như nơi chứa để tải các chất xúc tác trong phản ứng xúc tác hay làm chất mang nano để lưu trữ và phân phối thuốc cho các ứng dụng y sinh sau khi được biến tính làm bề mặt (Nguyen & cs., 2020). Thứ ba, lớp vỏ với độ dày kích thước nano rất thuận lợi để chuyển lượng chất phản ứng và sản phẩm ra/vào lỗ rỗng, chủ yếu cho các pha lỏng, hay mang và phóng thích thuốc hoặc vận chuyển các phân tử khác. Đặc biệt, khi ống mao quản trên lớp vỏ ngắn hơn nhiều thì sự khuếch tán trở nên ít quan trọng, bề mặt bên trong lớp vỏ được sử dụng hiệu quả hơn khi các hạt HMSN được dùng như chất hỗ trợ xúc tác (Kuwahara & cs., 2019).

Các khoảng trống bên trong của hạt nano rỗng thường có thể được chế tạo bằng cách sử dụng các khung mềm như giọt nhũ tương (Nguyễn & cs., 2014), micell chất hoạt động bề mặt (Kim & cs., 1998) và

khuôn polymer (Zhang & cs., 2002); và sử dụng các mẫu cứng như hạt polymer (Vu & cs., 2021), silica (Nguyen & cs., 2019) và carbon (Titirici & cs., 2006). Và lớp vỏ bên ngoài được tạo thành từ hai thành phần là chất tiền thân silica và chất hoạt động bề mặt. Chất tiền thân silica thường được sử dụng là Tetraethyl orthosilicate (TEOS) hoặc Tetramethyl orthosilicate (TMOS) trong khi đó có hai chất hoạt động bề mặt thường dùng là Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) và Octadecyltrimethoxysilane (C18TMS) (Fang & cs., 2011; Chen & cs., 2010). Các chất tiền thân silicon và các chất hoạt động bề mặt trên đều là những hóa chất đắt tiền do đó không có lợi về mặt kinh tế. Vì vậy trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung vào việc sử dụng nguồn tiền chất silicon từ các phế phẩm nông nghiệp là tro trấu để hạ chi phí tổng hợp đồng thời cũng góp phần đưa thêm giải pháp nâng cao giá trị của phế phẩm trấu và tro trấu. Cơ sở để chúng tôi lựa chọn nguồn tro trấu là vì hàm lượng SiO<sub>2</sub> chiếm từ 85 đến 95 % về khối lượng. Đây cũng là nguồn silica mà đã được nhiều nhà khoa học sử dụng để tổng hợp các loại vật liệu silica như SBA-15 (Quach & cs., 2020), nano SiO<sub>2</sub> (Lê & cs., 2015; Nguyễn & cs., 2014).

Trong nghiên cứu này, vật liệu mao quản HMSNs được tổng hợp bằng nguồn silica thu được từ tro trấu và khung mềm là Pluronic 123 (EEO20-PPO70-PEO20), Mn ≈ 5800 g/mol.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Thiết bị, dụng cụ, hóa chất.

Trong nghiên cứu này, tác giả vận dụng các thiết bị hiện đại để xác định các đặc tính của vật liệu tổng hợp được như: máy đo FT-IR, máy đo UV-Vis, máy đo TEM, X-ray và thiết bị đo độ hấp phụ và giải hấp nitrogen... Một số hóa chất cơ bản như NaOH (99,5%, hóa chất tinh khiết), NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (99,5%, hóa chất tinh khiết), Pluronic 123 (99,5%, hóa chất tinh khiết), Methylene blue (99,5%, hóa chất tinh khiết) được cung cấp bởi Aldrich.

### 2.2. Phương pháp tổng hợp vật liệu

Tro trấu được thu gom ở lò gạch Minh Trang, TP. Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Tro được sàng để loại bỏ đất, cát, đá và các chất bẩn, ngâm trong 150ml dung dịch NaOH 3M, khuấy từ gia nhiệt 110°C trong 3 giờ. Sau đó, lọc bằng than hoạt tính thu được dung dịch trong suốt (dung dịch A)

P123 được hòa tan trong dung dịch NH<sub>3</sub>,

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH và nước cất tạo dung dịch trong suốt (dung dịch B). P123 trong dung dịch B hình thành các micelle hình cầu trong điều kiện base và hỗ trợ của dung môi ethanol. Nhỏ từ từ dung dịch A vào dung dịch B để tạo kết tủa. Toàn bộ hỗn hợp được đưa vào bình thủy tinh nút kín, ủ nhiệt ở 105°C trong 24 giờ để tạo gel. Gel được rửa sạch bằng nước cất đến trung tính, sấy qua đêm ở nhiệt độ 105°C và nung từ nhiệt độ phòng đến 500°C, tốc độ nung 10°C/phút trong không khí và thời gian nung 3h.

Đặc tính của vật liệu nano silica rỗng được xác định bằng các phương pháp đo TEM, FT-IR, X-ray và hấp phụ và giải hấp nitrogen.

### 2.3. Phương pháp hấp phụ methylene blue của vật liệu HMSN

Tiến hành thí nghiệm cân 0,1 gam vật liệu nano silica lỗ rỗng, cho vào bình tam giác 250 mL, cho 100 mL dung dịch methylene blue vào bình. Sau đó, khuấy đều trên máy khuấy từ để quá trình hấp phụ xảy ra và trích dung dịch để đo nồng độ MB bằng máy đo UV-Vis. Nghiên cứu này khảo sát dung lượng hấp phụ (mg/g) và hiệu suất hấp phụ (%) Methylene blue của vật liệu HMSNs qua các yếu tố thời gian, nồng độ MB, khối lượng HMSNs, nhiệt độ hấp phụ và tốc độ khuấy.

$$\text{Dung lượng hấp phụ: } q = \frac{(C_0 - C)V}{m}$$

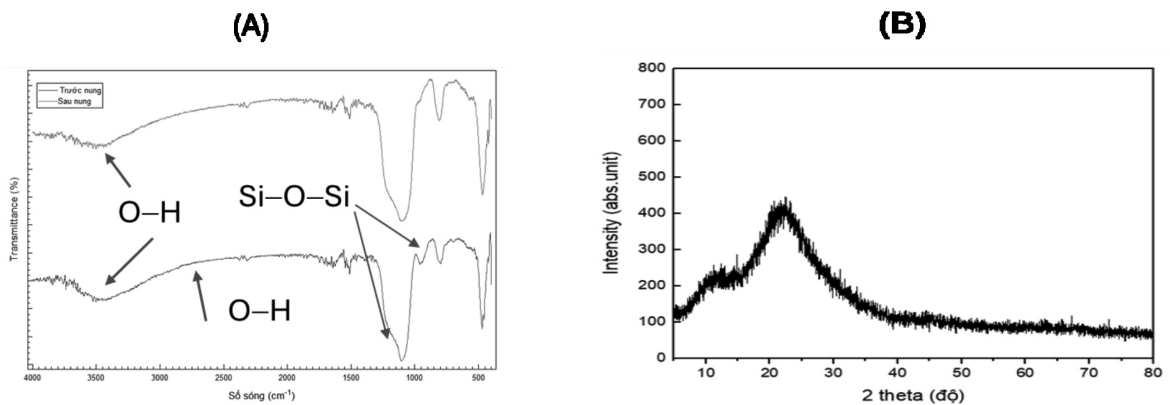
$$\text{Hiệu suất hấp phụ: } H = \frac{C}{C_0} \times 100\%$$

Trong đó: q là dung lượng hấp phụ (mg/g); C<sub>0</sub> là nồng độ MB trước khi hấp phụ (mg/L); C là nồng độ MB sau khi hấp phụ (mg/L); V là thể tích dung dịch hấp phụ (mL) và m là khối lượng chất hấp phụ (g).

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Đặc tính của vật liệu HMSN

Vật liệu HMSN được đo phổ hồng ngoại bằng thiết bị quang phổ FTIR - 8400S Shimadzu, với chất nền KBr. Kết quả đo mẫu hồng ngoại (FT-IR) của mẫu vật liệu SBA-15 trước và sau khi nung được thể hiện trong Hình 1(A). Kết quả đo FTIR của mẫu HMSN cho thấy trong phổ của mẫu vật liệu HMSNs có sự dao động trong vùng 890 cm<sup>-1</sup>, 990 cm<sup>-1</sup> và 1090 cm<sup>-1</sup> là của các liên kết Si-O-Si. Sự hiện diện của liên kết O-H trong nhóm Si-OH được thể hiện trong vùng 3470 cm<sup>-1</sup>. Mẫu trước nung cho thấy dao động tại 2950 cm<sup>-1</sup> là của liên kết C-H trong P123, sau khi nung liên kết C-H tại dao động 2850 cm<sup>-1</sup> bị mất đi (Nguyen & cs., 2019; Quach & cs., 2020). Điều này cho thấy đã loại bỏ thành công P123 bằng phương pháp nung tại 500°C trong 3h.

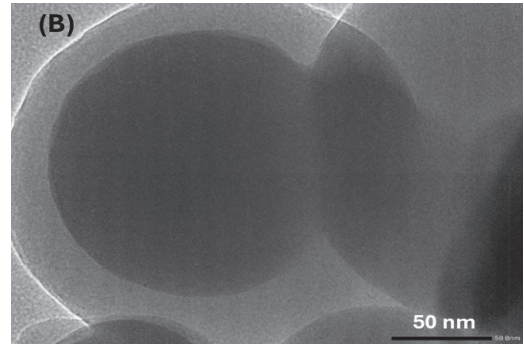
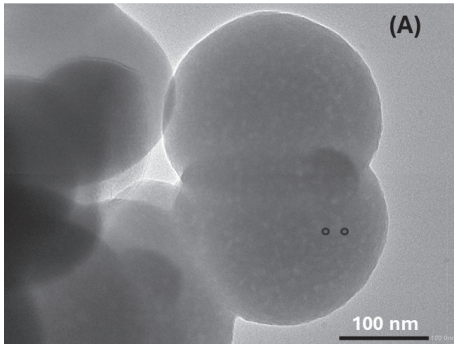


Hình 1. Phổ FTIR của vật liệu HMSM trước và sau nung (A) và nhiễu xạ tia X (B)

Vật liệu HMSM được đo XRD góc lớn bằng thiết bị Bruker D2 phaser khoảng đo 2 từ 10-80°, tốc độ quét là 0,02; sử dụng nguồn bức xạ Cu K, 1,54 Å. Kết quả đo mẫu nhiễu xạ tia X (XRD) của mẫu của vật liệu HMSN được trình bày trong Hình 1(B). Biểu đồ góc rộng nhiễu xạ tia X của mẫu HMSNs cho thấy vật liệu có hàm lượng silic cao với cấu trúc vô định hình chủ yếu do nhiễu và có nền rộng. Điểm cực đại tại 2θ với 22,5° là nhiễu

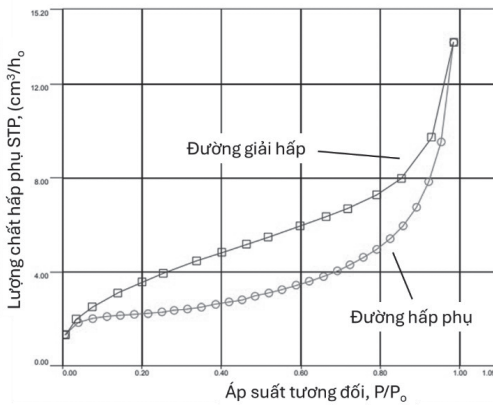
xạ của tinh thể silic (Quach & cs., 2020).

Hình thái của vật liệu HMSN được xác định bằng phương pháp hiển vi điện tử truyền qua TEM. Kết quả đo được thể hiện trong Hình 2, với độ phóng đại 100k (A) và 200k (B), cho thấy HMSN có có dạng hình cầu và cấu trúc rỗng với kích thước hạt trung bình là 200 nm. Đặc biệt hình 2A cho thấy có các lỗ mao quản có kích thước khoảng 5 - 6 nm.



**Hình 2. Ảnh TEM của vật liệu HMSN: (A) độ phóng đại 100k và (B) độ phóng đại 200k**

Tiến hành đo hấp phụ và giải hấp đẳng nhiệt  $N_2$  tại 77 K của vật liệu HMSN bằng thiết bị Quantachrome Nova 2000e meter. Kết quả xác định độ xốp của vật liệu như sau: diện tích bề mặt là  $635,78 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$ , thể tích lỗ  $0,128 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ , đường kính lỗ trung bình  $5,2 \text{ nm}$  (Hình 3).



**Hình 3. Đường đẳng nhiệt hấp phụ nitrogen của vật liệu HMSN**

### 3.2. Kết quả hấp phụ Methylene blue của vật liệu HMSN

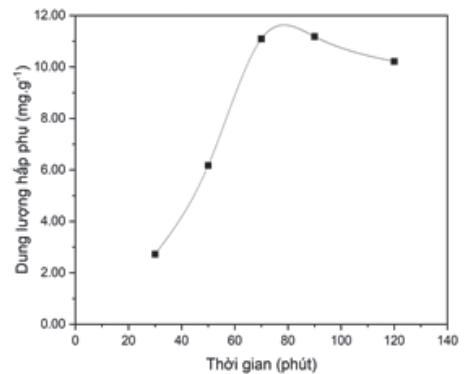
#### 3.2.1. Ảnh hưởng của thời gian đến quá trình hấp phụ MB

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất xử lý MB được trình bày trong Bảng 1 và Hình 3.

**Bảng 1. Ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc đến dung lượng**

STT	Thời gian t (phút)	Dung lượng (mg/g)			Trung bình	Độ lệch chuẩn (SD)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3		
1	30	2,72	2,72	2,72	2,72	0,0001
2	50	6,17	6,17	6,17	6,17	0,0001
3	70	11,09	11,09	11,09	11,09	0,0002
4	90	11,18	11,18	11,18	11,18	0,0001
5	120	10,21	10,21	10,21	10,21	0,0004

Hình 4 cho thấy dung lượng hấp phụ MB tăng theo thời gian xử lý, tuy nhiên khi thời gian tăng khảo sát từ phút thứ 70 đến phút thứ 90 thì dung lượng tăng rất chậm do vật liệu dần đạt tới trạng thái cân bằng. Sau đó dung lượng giảm từ phút thứ 90 trở đi do trong khoảng thời gian trước vật liệu đạt tới trạng thái cân bằng và nồng độ MB trong dung dịch lúc này thấp hơn nồng độ MB có trong chất hấp phụ dẫn đến MB trong hạt silica giải phóng trở lại dẫn đến nồng độ MB trong vật liệu hấp phụ giảm làm cho dung lượng hấp phụ giảm. Dung lượng tăng nhanh từ lúc bắt đầu phút thứ 70 và đạt cao nhất tại phút thứ 90 là  $11,18 \text{ mg/g}$  và  $79,40 \%$  (Bảng 1). Tuy nhiên, trong khoảng thời gian từ phút 70 đến phút 90 dung lượng tăng không đáng kể so với phút thứ 90 vì vậy để tiết kiệm thời gian nên chọn cột mốc là 70 phút để là điều kiện khảo sát các yếu tố ảnh hưởng khác.



**Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc đến dung lượng**

#### 3.2.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng nồng độ đến quy trình xử lý MB

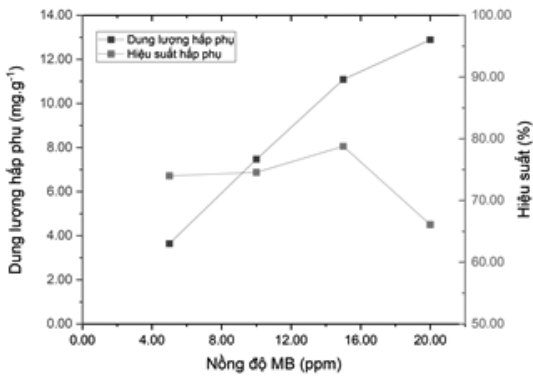
**Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB**

STT	Nồng độ (ppm)	Dung lượng (mg/g)	Hiệu suất (%)
1	5,00	3,64	74,00
2	10,00	7,47	74,54
3	15,00	11,09	78,78
4	20,00	12,89	66,09



Kết quả khảo sát ảnh hưởng nồng độ tiếp xúc đến dung lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ MB được trình bày trong Bảng 2 và Hình 5.

Hình 5 cho thấy dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB tăng theo nồng độ MB ban đầu trong dung dịch. Tại nồng độ ban đầu của MB là 20 ppm, mặc dù dung lượng hấp phụ lớn nhất nhưng hiệu suất hấp phụ lại giảm. Kết quả này phù hợp về mặt hiệu suất do nồng độ ban đầu tăng dẫn đến lượng dư MB cũng tăng và hiệu suất thấp. Do đó, 15 ppm là nồng độ ban đầu của MB cho hiệu quả hấp phụ tốt nhất và được chọn để khảo sát các yếu tố ảnh hưởng khác.



**Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ MB đến dung lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ MB**

**3.2.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng khối lượng chất rắn đến quy trình xử lý MB**

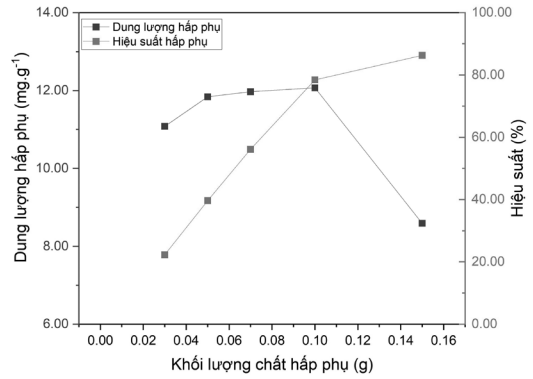
Kết quả khảo sát ảnh hưởng khối lượng chất rắn tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB được trình bày trong Bảng 3 và Hình 6.

**Bảng 3. Ảnh hưởng khối lượng chất rắn tiếp xúc đến dung lượng**

STT	Khối lượng chất rắn (g)	Dung lượng (mg/g)	Hiệu suất (%)
1	0,03	11,08	22,26
2	0,05	11,84	39,63
3	0,07	11,97	56,10
4	0,10	12,07	78,45
5	0,15	8,59	86,28

Kết quả khảo sát từ Hình 5 cho thấy khi dung lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ tăng khi tăng khối lượng chất hấp phụ. Tuy nhiên, khi tăng từ 0,10 g lên 0,15 g thì hiệu suất tăng nhưng dung lượng lại giảm. Nguyên nhân là do khi tăng lượng chất hấp phụ thì lượng chất MB bị hấp phụ tăng do đó hiệu suất tăng, nhưng dung lượng hấp phụ giảm là do giảm lượng tiếp của chất rắn với MB.

Do đó, khối lượng 0,10 g HMSN được lựa chọn để khảo sát các yếu tố ảnh hưởng khác đến quá trình hấp phụ MB của vật liệu HMSNs.



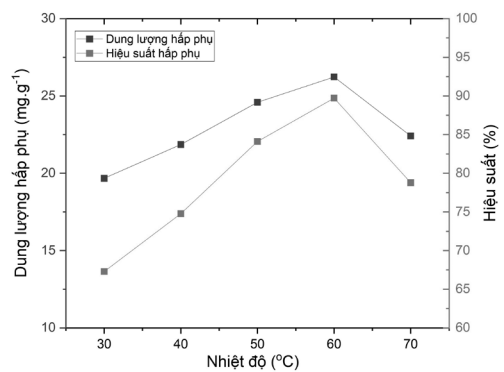
**Hình 6. Ảnh hưởng của khối lượng chất hấp phụ đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB**

**3.2.4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ đến quy trình xử lý MB**

**Bảng 4. Ảnh hưởng nhiệt độ tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB**

STT	Nhiệt độ (°C)	Dung lượng hấp phụ (mg/g)	Hiệu suất hấp phụ (%)
1	30	19,67	67,29
2	40	21,86	74,77
3	50	24,59	84,11
4	60	26,23	89,72
5	70	22,41	78,78

Kết quả khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất xử lý MB được trình bày trong Bảng 4 và Hình 7. Hình 7 cho thấy dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB tăng khi nhiệt độ tăng từ 30°C đến 60°C, sau đó dung lượng và hiệu suất hấp phụ giảm khi tăng nhiệt độ hấp phụ lên 70°C. Tại nhiệt độ 60°C, HMSN hấp phụ MB đạt hiệu suất 89,72% và dung lượng hấp phụ cao nhất là 26,23 mg.g<sup>-1</sup>. Kết quả này là do khi nhiệt độ tăng là cho MB khuếch tán và tương tác tốt vào các lỗ mao quản củ HMSNs, tuy nhiên khi nhiệt độ tăng từ 60°C lên 70°C thì quá trình giải hấp của MB tăng do khuếch tán mạnh.



**Hình 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ MB**

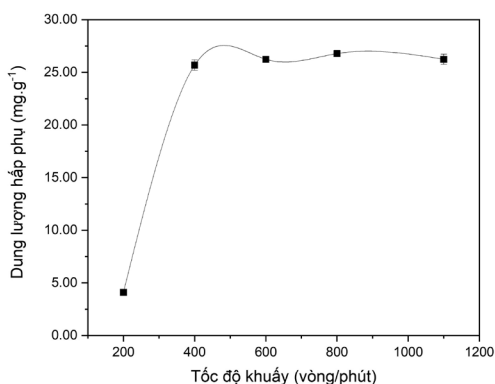
3.2.5. Kết quả khảo sát ảnh hưởng tốc độ khuấy đến quy trình xử lý xanh Methylene

Kết quả khảo sát ảnh hưởng tốc độ khuấy tiếp xúc đến dung lượng và hiệu suất xử lý MB được trình bày trong Bảng 5 và Hình 8.

**Bảng 5. Ảnh hưởng tốc độ khuấy tiếp xúc đến dung lượng**

STT	Tốc độ khuấy (rpm)	Dung lượng (mg/g)	Độ lệch chuẩn (SD)
1	200	4,10	0,04
2	400	25,68	0,50
3	600	26,23	0,17
4	800	26,78	0,31
5	1100	26,23	0,48

Hình 8 cho thấy dung lượng hấp phụ MB tăng khi tốc độ khuấy từ 200 rpm đến 400 rpm, sau đó thay đổi không đáng kể khi tăng tốc độ lên đến 1100 rpm. Điều này được giải thích là tốc độ khuấy tăng làm tăng tốc độ khuếch tán MB vào HMSNs. Tại tốc độ khuấy đạt 800 rpm, dung lượng hấp phụ MB là cực đại 26,78 mg/g, khi tốc độ khuấy đạt 1100 rpm, dung lượng giảm. Điều này xảy ra do tốc độ khuấy quá cao làm tăng tốc độ khuếch tán và tương tác giữa MB và silica nhanh chóng, dẫn đến trạng thái cân bằng nhanh hơn và giải phóng MB trở lại.



**Hình 8. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy tiếp xúc đến dung lượng**

4. Kết luận

HMSNs đã được tổng hợp thành công từ tro trấu với khung mền là P123 trong điều kiện base. Kết quả phân tích đặc tính của vật liệu cho thấy HMSN có dạng hình cầu và cấu trúc rỗng với kích thước hạt trung bình là 200 nm, diện tích bề mặt là 635,78 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>, thể tích lỗ 0,128 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>, đường kính lỗ trung bình 5,2 nm.

Kết quả khảo sát khả năng hấp phụ MB của vật liệu HMSNs xác định điều kiện tốt nhất để hấp phụ MB với dung lượng hấp phụ MB cao nhất 30,21 mg/g là 0,10 g chất hấp phụ, nồng độ MB ban đầu 15 ppm, thời gian hấp phụ 70 phút, nhiệt độ 60 °C và tốc độ khuấy 800 rpm.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi trường Đại học Sài Gòn thông qua đề tài mã số CSB2023-46.

Tài liệu tham khảo

Benhachem, F. Z., Attar, T., & Bouabdallah, F. (2019). Kinetic study of adsorption methylene blue dye from aqueous solutions using activated carbon. *Chemical Review and Letters*, 2(1), 33-39.

Buchold D.H.M., & Feldmann C. (2007). Nanoscale  $\gamma$ -AlO(OH) Hollow Spheres: Synthesis and Container-Type Functionality, *Nano Letter*, 7, 3489.

Chen, Y., Chen, H., Guo, L., He, Q., Chen, F., Zhou, J., ... & Shi, J. (2010). Hollow/rattle-type mesoporous nanostructures by a structural difference-based selective etching strategy. *ACS Nano*, 4(1), 529-539.

Chen, Y., Chen, H. R., & Shi, J. L. (2014). Construction of homogenous/heterogeneous hollow mesoporous silica nanostructures by silica-etching chemistry: principles, synthesis, and applications. *Accounts of Chemical Research*, 47(1), 125-137.

Fang, X., Chen, C., Liu, Z., Liu, P., & Zheng, N. (2011). A cationic surfactant assisted selective etching strategy to hollow mesoporous silica spheres. *Nanoscale*, 3(4), 1632-1639.

Kim, S. S., Zhang, W., & Pinnavaia, T. J. (1998). Ultrastable mesostructured silica vesicles. *Science*, 282(5392), 1302-1305.

Kuwahara, Y., Kango, H., & Yamashita, H. (2019). Pd nanoparticles and aminopolymers confined in hollow silica spheres as efficient and reusable heterogeneous catalysts for semihydrogenation of alkynes. *ACS Catalysis*, 9(3), 1993-2006.

Lan, T. N. P., Phụng, L. K., Thanh, L. H. V., Nam, N. H., & Quyên, T. T. B. (2022). Xử lý methylene blue bằng zeolite NaX với silica có nguồn gốc

- từ tro trấu. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 64(6). [https://doi.org/10.31276/VJST.64\(6\).14-18](https://doi.org/10.31276/VJST.64(6).14-18)
- Lê, Đ. T. T., Hung, N. V., Bích, N. N., Nghị, N. H., & Bằng, T. H. (2015). Điều chế vật liệu nano SiO<sub>2</sub> cấu trúc xốp từ tro trấu để hấp phụ xanh metylen trong nước. *Vietnam Journal of Chemistry*, 53(4), 491-496.
- Nguyen, T. N. T., Le, N. T. T., Nguyen, N. H., Ly, B. T. K., Nguyen, T. D., & Nguyen, D. H. (2020). Aminated hollow mesoporous silica nanoparticles as an enhanced loading and sustained releasing carrier for doxorubicin delivery. *Microporous and Mesoporous Materials*, 309, 110543.
- Nguyen-Thi, N. T., Pham Tran, L. P., Le, N. T. T., Cao, M. T., Tran, T. N., Nguyen, N. T., ... & Trung, N. Q. (2019). The engineering of porous silica and hollow silica nanoparticles to enhance drug-loading capacity. *Processes*, 7(11), 805.
- Tuấn, N. T., Anh, T. X., Tân, H. N. T., Phú, N. H. M., Thảo, P. T. B., Chi, N. T. K., & Tuấn, N. T. (2014). Tổng hợp hạt nano SiO<sub>2</sub> từ tro vỏ trấu bằng phương pháp kết tủa. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, (32), 120-124.
- Phuong, V. H., Tú, N. N., & Lê, M. T. (2021). Nghiên cứu khả năng hấp phụ ion chì trong dung dịch nước của vật liệu chế tạo từ đất sét Trúc Thôn và tro trấu. *Tạp chí Nghiên cứu Khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ*, 2(73), 96-102.
- Quach, N. K. N., Nguyen T. Y., Nguyen D. H., & Tran, H. L. (2020). Synthesis and characterization of mesoporous silica SBA-15 and ZnO/SBA-15 photocatalytic materials from the ash of brickyards. *Journal of Chemistry*, 2020(1), 8456194.
- Thanh, L. H. V., Hạnh, C. L. N., Giao, Đ. H., Quyên, T. T. B., & Quyên, P. T. H. (2022). Đánh giá khả năng loại bỏ methylene blue của vật liệu hấp phụ được điều chế từ mụn dừa bằng phương pháp Hummers cải tiến. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 58(2), 59-101. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.039>
- Titirici, M. M., Antonietti, M., & Thomas, A. (2006). A generalized synthesis of metal oxide hollow spheres using a hydrothermal approach. *Chemistry of Materials*, 18(16), 3808-3812.
- Vu, K. B., Phung, T. K., Tran, T. T., Mugemana, C., Giang, H. N., & Nhi, T. L. P. (2021). Polystyrene nanoparticles prepared by nanoprecipitation: A recyclable template for fabricating hollow silica. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 97, 307-315.
- Wu, S. H., Mou, C. Y., & Lin, H. P. (2013). Synthesis of mesoporous silica nanoparticles. *Chemical Society Reviews*, 42(9), 3862-3875.
- Zhang, D. O. N. G. B. A. I., Qi, L. I. M. I. N., Ma, J., & Cheng, H. (2002). Synthesis of submicrometer-sized hollow silver spheres in mixed polymer-surfactant solutions. *Advanced Materials*, 14(20), 1499-1502.

# XÂY DỰNG HỆ THỨC LƯỢNG TRONG TỨ GIÁC NỘI TIẾP ĐƯỜNG TRÒN VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG

Nguyễn Thị Thanh Trim<sup>1,2\*</sup> và Trần Văn Sự<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm - Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Trung học phổ thông Phạm Phú Thứ, thành phố Đà Nẵng, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Thanh Trim, Email: bimnguyen2710@gmail.com

## Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 04/02/2024; Ngày nhận chỉnh sửa: 28/3/2024; Ngày duyệt đăng: 30/3/2024

## Tóm tắt

Bài viết xây dựng các hệ thức lượng cho một tứ giác nội tiếp đường tròn. Công thức của Brahmagupta về tính diện tích của tứ giác nội tiếp được giới thiệu và chứng minh chi tiết. Sau đó, chúng tôi xây dựng các công thức lượng giác để tính các góc của một tứ giác nội tiếp trong đường tròn như công thức tính sin, công thức tính cosin và một số công thức tính chiều cao liên quan. Bên cạnh đó một số công thức tính diện tích của tam giác, hình bình hành, hình thoi, hình chữ nhật và hình vuông được mô tả lại như một ứng dụng trực tiếp công thức dạng Brahmagupta. Một số ví dụ minh họa cho các bài toán liên quan đến tứ giác nội tiếp đường tròn được đề xuất để áp dụng các kết quả đạt được.

**Từ khóa:** Diện tích, tứ giác nội tiếp, đường tròn ngoại tiếp, hệ thức lượng, góc.

---

## BUILDING TRIGONOMETRIC SYSTEMS FOR CIRCLE QUADRILATERALS IN A CIRCLE AND ITS APPLICATIONS

Nguyễn Thị Thanh Trim<sup>1,2\*</sup> and Tran Van Su<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The University of Danang - University of Science and Education, Da Nang 550000, Vietnam

<sup>2</sup>Pham Phu Thu High School, Da Nang City, Viet Nam

\*Corresponding author: Nguyen Thi Thanh Trim, Email: bimnguyen2710@gmail.com

## Article history

Received: 04/02/2024; Received in revised form: 28/3/2024; Accepted: 30/3/2024

## Abstract

This study is to construct trigonometric systems for a cyclic quadrilateral in a given circle. Brahmagupta's formula for calculating the area value of a cyclic quadrilateral is introduced and proven, in detail. Then, trigonometric formulas are built to compute the angle value of a circle quadrilateral in a circle such as the sine, the cosine, and other related height formulas. Besides, some formulas for calculating the area value of triangles, parallelograms, rhombus, rectangles and squares are described as a direct application to the formula of the Brahmagupta-type. Some illustrative examples for problems related to a circle quadrilateral in a circle are proposed to apply the obtained results.

**Keywords:** Area, cyclic quadrilateral, circumscribed circle, trigonometric systems, angle.

---

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1358>

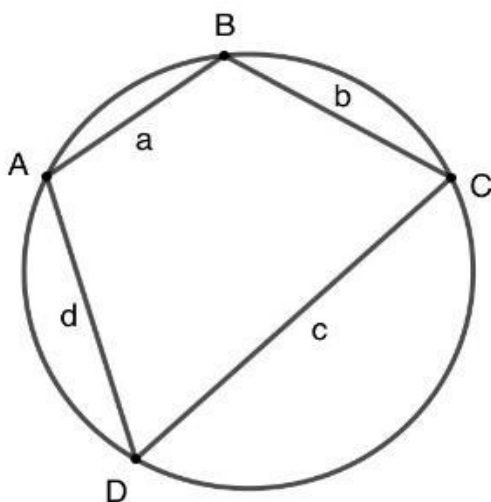
Trích dẫn: Nguyễn, T. T. T., & Trần, V. S. (2024). Xây dựng hệ thức lượng trong tứ giác nội tiếp đường tròn và một số ứng dụng. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 13(8), 94-100. <https://doi.org/10.52714/dthu.13.8.2024.1358>.

Copyright © 2024 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.



### 1. Giới thiệu

Cho tứ giác  $ABCD$  có 4 cạnh lần lượt là  $a, b, c, d$  nội tiếp trong đường tròn  $(O)$ . Bài toán được đặt ra là: hãy xác định sin, cos, tan và cotan của các góc bên trong tứ giác  $ABCD$  theo  $a, b, c, d$ .



Hình 1. Tứ giác  $ABCD$  nội tiếp một đường tròn.

Phân tích bài toán trên ta thấy: 1) nếu biết được độ dài một đường chéo của tứ giác  $ABCD$  thì dễ dàng tính được sin, cos, tan và cotan của các góc bên trong tứ giác  $ABCD$  theo  $a, b, c, d$  bằng cách sử dụng các định lý sin và cosin trong một tam giác; 2) nếu không biết được độ dài đường chéo thì đây là một vấn đề tương đối khó đối với người làm toán hình học.

Theo hiểu biết của chúng tôi, hiện tại chưa có công thức tổng quát nào dùng để tính sin, cos, tan và cotan của các góc bên trong tứ giác  $ABCD$  theo  $a, b, c, d$  xảy ra đối với trường hợp 2).

Brahmagupta là nhà Toán học thiên tài người Ấn Độ có nhiều đóng góp quan trọng trong lĩnh vực hình học sơ cấp và lý thuyết số (xem Puttaswamy (2012) và tài liệu trích dẫn trong đó). Ông đã đề xuất công thức tính diện tích tứ giác nội tiếp đường tròn thông qua cạnh và nửa chu vi của tứ giác, một phiên bản tính diện tích tương tự như phiên bản tính diện tích của Hêron (xem Levrie (2019)) cho tam giác bất kỳ nếu biết trước các cạnh của một tam giác. Kết quả của Brahmagupta được trình bày như sau:

**Định lý (Diện tích tứ giác theo Brahmagupta)**

Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Khi đó, diện tích

$$S = \sqrt{(p - a)(p - b)(p - c)(p - d)}$$

trong đó  $p$  là nửa chu vi của tứ giác  $ABCD$ .

Quay trở lại bài toán ban đầu, thay vì đi xác định độ dài một đường chéo trong tứ giác, chúng ta biết được diện tích tứ giác  $ABCD$  theo cách tính của Brahmagupta. Bằng cách phân tách tứ giác  $ABCD$  thành 2 tam giác cùng chung 2 đỉnh và sử dụng công thức tính diện tích tam giác với độ dài 2 cạnh đã cho và sin của góc nằm giữa 2 cạnh đó, chúng ta dễ dàng tìm được sin của góc nằm giữa 2 cạnh dựa vào giả thiết tứ giác nội tiếp sẽ có tổng 2 góc đối diện luôn bằng  $180^\circ$ . Cách xác định cos, tan và cotan sẽ thông qua các hệ thức lượng trong một tam giác với độ dài các cạnh đã cho. Với cách làm theo phương pháp trên, trong bài báo này chúng tôi sẽ giải quyết được bài toán được đặt ra ban đầu. Bên cạnh chúng tôi cũng tìm một số ví dụ phản chứng để chỉ ra rằng kết quả đạt được trong bài báo sẽ không còn đúng đối với một tứ giác tùy ý (không nội tiếp trong một đường tròn  $(O)$ ).

Việc giải quyết được bài toán trên giúp người học có thể nhìn nhận một cách tổng thể hơn về hệ thức lượng trong một tam giác bởi vì một tam giác tùy ý luôn nội tiếp được trong một đường tròn  $(O)$  và tứ giác nội tiếp đường tròn  $(O)$  chính là sự chèn thêm 1 đỉnh nằm trên vòng tròn  $(O)$  không trùng với 3 đỉnh của một tam giác cho trước.

Xây dựng hệ thức lượng trong một tứ giác nội tiếp có vai trò quan trọng trong hình học, nó giúp chúng ta tính toán được các giá trị sin, cos, tan và cotan của một góc nào đó trong một tứ giác nội tiếp dựa vào độ dài 4 cạnh đã biết mà không nhất thiết đo được độ dài đường chéo tứ giác, làm cơ sở để nghiên cứu hệ thức lượng trong một đa giác nội tiếp tổng quát sau này. Theo hiểu biết chúng tôi, hiện tại vẫn chưa thấy có bất kỳ một lời giải nào liên quan đến bài toán đặt ra bên trên.

Hệ thức lượng trong tam giác là một nội dung toán học - hình học quan trọng và đã được sử dụng khá phổ biến trong thực tế, được áp dụng để đo đạc, tính toán các yếu tố về góc - cạnh cho một tam giác tùy ý (xem Grigorieva (2013), Hartshorne (2000) và Blinkov (2010)) và một số áp dụng đo đạc trong thực tế. Hệ thức lượng trong tam giác và giải bài toán trong tam giác đã trở thành kiến thức kinh điển và chúng được đưa vào sách giáo khoa giảng dạy cho học sinh THCS và THPT. Các bài toán liên quan đến hệ thức lượng trong tam giác được khai thác và sử dụng hằng ngày và chúng trở

nên khá quen thuộc với tất cả mọi người trong đời sống hằng ngày (xem Bold (1969), Eves (1990) và Nelsen (2001)).

Hệ thức lượng trong tứ giác nội tiếp đường tròn là một chủ đề nghiên cứu tương đối mới và hấp dẫn, được chúng tôi đề xuất nghiên cứu trong bài báo này nhằm mục đích cung cấp cho chúng ta một công cụ đo lường các yếu tố góc-cạnh của một tứ giác nội tiếp đường tròn. Hệ thức trong tứ giác nội tiếp là một trong những công thức sử dụng để tính toán các giá trị của hàm lượng giác (sin, cos, tan, cot) của các góc trong tứ giác nội tiếp. Đây là nội dung thú vị và có nhiều áp dụng thực tế nên chúng đã trở thành động lực cho chúng tôi nghiên cứu và hoàn thiện nội dung nghiên cứu trong bài báo này.

## 2. Diện tích tứ giác nội tiếp

Phần này phát biểu và chứng minh lại công thức tính diện tích cho các hình tứ giác nội tiếp trong đường tròn của Brahmagupta. Chứng minh của chúng tôi được dựa trên ý tưởng chứng minh của Brahmagupta. Bên cạnh đó một vài ứng dụng của công thức cho các tứ giác đặc biệt được thiết lập.

**Định lý 1** (Diện tích tứ giác theo Brahmagupta)

Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Khi đó, diện tích

$$S = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$$

trong đó  $p = \frac{a+b+c+d}{2}$  là nửa chu vi của tứ giác  $ABCD$ .

*Chứng minh:*

Vì tứ diện  $ABCD$  nội tiếp trong một đường tròn nên tổng 2 góc trong nằm đối diện nhau của tứ giác bằng  $180^\circ$ . Sử dụng tính chất tổng 2 góc lượng giác bù nhau của hàm số lượng giác  $\sin: \mathbb{R} \rightarrow [-1, 1]$  ta có

$$\sin \widehat{ADC} = \sin(180^\circ - \widehat{ADC}) = \sin \widehat{ABC}$$

và hàm số lượng giác  $\cos: \mathbb{R} \rightarrow [-1, 1]$  ta được

$$\cos \widehat{ADC} = -\cos(180^\circ - \widehat{ADC}) = -\cos \widehat{ABC}.$$

Do đó:

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 - 2ab \cos \widehat{ABC} \\ = c^2 + d^2 + 2cd \cos \widehat{ABC} \end{aligned}$$

vì cả hai vế đều cùng bằng với  $AC^2$  và diện tích

$$S = \frac{1}{2}(ab + cd)\sin \widehat{ABC}.$$

Rút các giá trị lượng giác của góc  $\widehat{ABC}$ , sau đó bình phương và cộng chúng lại với nhau ta được

$$\left(\frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)}\right)^2 + \left(\frac{4S}{2(ab + cd)}\right)^2 = 1.$$

Thực hiện tính toán đơn giản hằng đẳng thức trên như sau:

$$\begin{aligned} 16S^2 &= (2(ab + cd) - a^2 - b^2 + c^2 + d^2) \\ &\times (2(ab + cd) + a^2 + b^2 - c^2 - d^2) \\ &= ((c + d)^2 - (a - b)^2) \\ &\quad \times ((a + b)^2 - (c - b)^2) \\ &= 16(p - a)(p - b)(p - c)(p - d). \end{aligned}$$

Rút gọn 16 cho 2 vế và sau đó lấy căn bậc hai của 2 vế trong đẳng thức trên ta được

$$S = \sqrt{(p - a)(p - b)(p - c)(p - d)}.$$

Điều phải chứng minh.  $\square$

**Nhận xét:** Nếu tứ giác  $ABCD$  không nội tiếp đường tròn thì công thức trên không còn đúng. Chẳng hạn, xét hình thang vuông  $ABCD$  có cạnh góc vuông là  $AB = 2$ ,  $BC = 2AD = 4$ . Khi đó áp dụng công thức tính diện tích hình thang vuông  $ABCD$  ta được kết quả

$$S = \frac{1}{2}(AD + BC)AB = 6(\text{đvdt}).$$

Nếu áp dụng công thức tính diện tích trong Định lý 1, ta gọi  $M$  là trung điểm cạnh  $BC$  suy ra  $MCD$  là một tam giác vuông cân tại  $M$  và tính được

$$\begin{aligned} DC &= 2\sqrt{2}, \\ p &= 4 + \sqrt{2}. \end{aligned}$$

Khi đó:

$$S' = 2(\sqrt{2} + 1)\sqrt{2\sqrt{2} - 1} \text{ (đvdt)}.$$

Rõ ràng là  $S \neq S'$ , và từ đây chúng ta kết thúc việc kiểm tra.  $\square$

**Hệ quả 1** (Diện tích hình bình hành) Cho  $ABCD$  là một hình bình hành nội tiếp có 2 cạnh liên tiếp nhau là  $a, b > 0$ . Khi đó, diện tích

$$S = ab.$$

*Chứng minh:* Ta có  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, a, b$ . Khi đó, ta có nửa chu vi hình bình hành là  $p = a + b$ . Áp dụng Định lý 1, ta có

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(p - a)^2(p - b)^2} \\ &= (p - a)(p - b) = ab. \quad \square \end{aligned}$$

**Nhận xét:** Công thức tính diện tích trong Hệ quả 1 áp dụng cho hình chữ nhật cạnh  $a, b$  là  $S = ab$  và hình vuông cạnh  $a$  là  $S = a^2$ .

**Hệ quả 2** Hình bình hành nội tiếp đường tròn là hình chữ nhật, hình thoi nội tiếp đường tròn là hình vuông và hình thang nội tiếp đường tròn là hình thang cân.

**Chứng minh:** Gọi  $ABCD$  là hình bình hành nội tiếp đường tròn có 2 cạnh liên tiếp nhau là  $a, b$ . Áp dụng Hệ quả 1, ta có công thức tính diện tích hình bình hành  $ABCD$ :

$$S = ab \quad (1)$$

Mặt khác, diện tích hình bình hành  $ABCD$  bằng tổng diện tích của hai tam giác  $ABC$  và  $ADC$ , nên

$$S = \frac{1}{2}(ab \sin \widehat{ABC} + ab \sin \widehat{ADC}) \quad (2)$$

$$= ab \sin \widehat{ABC}.$$

Từ (1) và (2) suy ra

$$\sin \widehat{ABC} = 1 \Rightarrow \widehat{ABC} = 90^\circ.$$

Vậy  $ABCD$  là một hình chữ nhật.

Nếu  $ABCD$  là hình thoi thì nó là hình vuông bởi vì hình thoi là hình bình hành có 2 cạnh kề bằng nhau và có một góc vuông do chứng minh trên.

Nếu  $ABCD$  là hình thang thì nó có 2 cặp cạnh đáy song song với nhau. Không mất tính tổng quát ta giả sử rằng  $AB // CD$ . Khi đó

$$\widehat{ABD} = \widehat{BDC} \quad (\text{hai góc so le trong}).$$

Suy ra số đo hai cung bị chắn tương ứng với 2 góc trên bằng nhau và điều này dẫn đến

$$AD = BC.$$

Vậy tứ giác  $ABCD$  là hình thang cân.  $\square$

### 3. Hệ thức lượng trong tứ giác nội tiếp

Phần này cung cấp các công thức tính sin và cosin của các góc trong một tứ giác nội tiếp. Đồng thời, xây dựng công thức đường cao hạ từ đỉnh xuống cạnh đối diện.

**Định lý 2** Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Khi đó:

$$\cos \widehat{ABC} = \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)};$$

$$\cos \widehat{BCD} = \frac{b^2 + c^2 - d^2 - a^2}{2(ad + bc)};$$

$$\cos \widehat{ADC} = \frac{-a^2 - b^2 + c^2 + d^2}{2(ab + cd)};$$

$$\cos \widehat{DAB} = \frac{-b^2 - c^2 + d^2 + a^2}{2(ad + bc)}.$$

**Chứng minh:**

Áp dụng định lý cosin trong tam giác  $ABC$  và  $ADC$  ta có

$$\cos \widehat{ABC} = \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)}$$

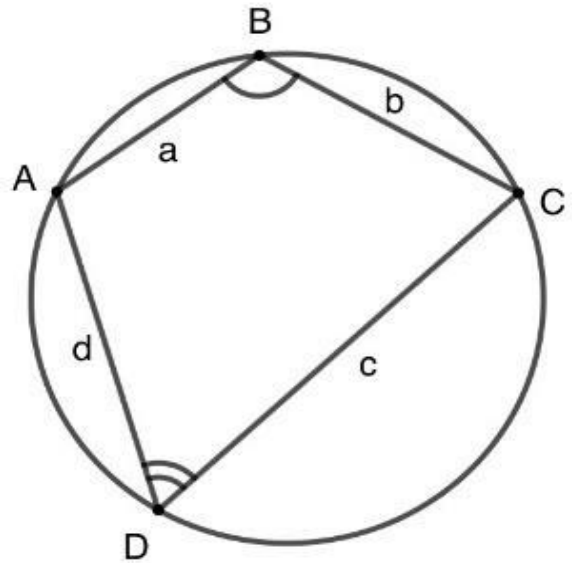
hay

$$(ab + cd) \cos \widehat{ABC} = \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2}$$

tương đương với (vì  $\cos \widehat{ABC} = -\cos \widehat{ADC}$ )

$$a^2 + b^2 - 2ab \cos \widehat{ABC}$$

$$= c^2 + d^2 - 2cd \cos \widehat{ADC}.$$



**Hình 2.** Tứ giác nội tiếp đường tròn

Đẳng thức trên chính là định lý cosin trong tam giác. Các trường hợp còn lại được lập luận tương tự. Điều phải chứng minh.  $\square$

**Ví dụ 1:** Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Chứng minh rằng tổng bình phương hai đường chéo tứ giác bằng tổng bình phương các cạnh tứ giác khi và chỉ khi

$$\frac{ab + cd}{ad + bc} = -\frac{\cos \widehat{BCD}}{\cos \widehat{ABC}}.$$

Bài giải:

Áp dụng hệ thức lượng trong tam giác  $ABC$  và  $ADC$  ta có

$$\begin{aligned} AC^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos \widehat{ABC} \\ &= c^2 + d^2 - 2cd \cos \widehat{ADC}. \end{aligned}$$

Do đó:

$$AC^2 = \frac{1}{2}(a^2 + b^2 + c^2 + d^2) - (ab + cd) \cos \widehat{ABC}.$$

Lập luận tương tự như cách làm trên ta được

$$BD^2 = \frac{1}{2}(a^2 + b^2 + c^2 + d^2) - (ad + bc) \cos \widehat{BCD}.$$

Cộng hai đẳng thức trên lại với nhau, suy ra

$$\begin{aligned} AC^2 + BD^2 &= (a^2 + b^2 + c^2 + d^2) \\ &\quad - (ab + cd) \cos \widehat{ABC} \\ &\quad - (ad + bc) \cos \widehat{BCD}. \end{aligned}$$

Vậy:

$$AC^2 + BD^2 = (a^2 + b^2 + c^2 + d^2)$$

khi và chỉ khi

$$(ab + cd) \cos \widehat{ABC} + (bc + da) \cos \widehat{BCD} = 0,$$

và đẳng thức sau tương đương với

$$\frac{ab + cd}{ad + bc} = -\frac{\cos \widehat{BCD}}{\cos \widehat{ABC}}.$$

Điều phải chứng minh.  $\square$

**Nhận xét:** Nếu  $ABCD$  là hình bình hành thì đẳng thức

$$\frac{ab + cd}{ad + bc} = 1 = -\frac{\cos \widehat{BCD}}{\cos \widehat{ABC}}$$

tự động thoả mãn và do đó tổng bình phương hai đường chéo hình bình hành bằng tổng bình phương các cạnh của hình bình hành.

**Định lý 3** Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Khi đó

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{2\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}}{ab + cd};$$

$$\sin \widehat{BCD} = \frac{2\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}}{ad + bc};$$

$$\sin \widehat{ADC} = \frac{2\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}}{ab + cd};$$

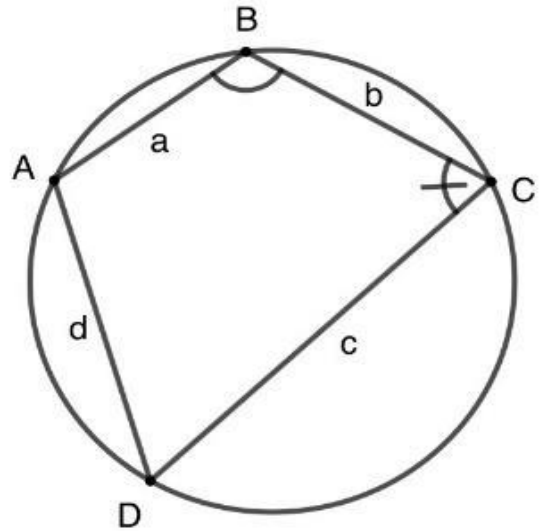
$$\sin \widehat{DAB} = \frac{2\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}}{ad + bc},$$

trong đó  $p$  là nửa chu vi của tứ giác  $ABCD$ .

*Chứng minh:*

Áp dụng kết quả chứng minh trong Định lý 1 ta được

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2}(ab + cd) \sin \widehat{ABC} \\ \Leftrightarrow \sin \widehat{ABC} &= \frac{2S}{ab + cd}. \end{aligned}$$



**Hình 3.** Tứ giác nội tiếp đường tròn

Mà diện tích  $S$  được xác định theo Định lý 1, ta suy ra

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{2\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}}{ab + cd}.$$

Một cách tương tự ta cũng có

$$\sin \widehat{BCD} = \frac{2\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}}{ad + bc}.$$

Lập luận tương tự như trên ta cũng thu được các công thức còn lại.

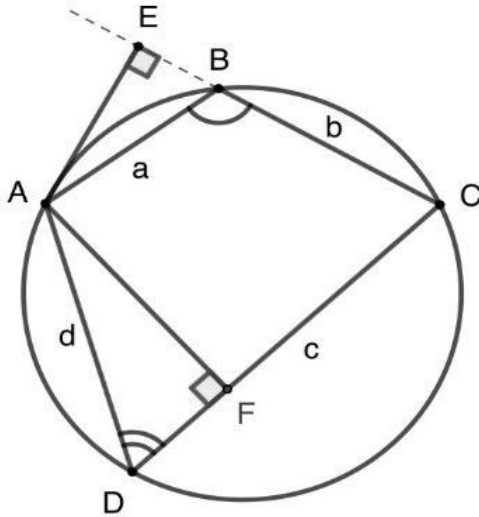
Điều phải chứng minh.  $\square$

**Định lý 4** Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Gọi  $AE, AF$  lần lượt là các đường cao hạ từ đỉnh  $A$  lên các cạnh  $BC$  và  $DC$  của tứ giác  $ABCD$ , và  $S$  là diện tích tứ giác  $ABCD$ . Khi đó:

$$AE = \frac{2aS}{ab + cd};$$

$$AF = \frac{2dS}{ab + cd}$$





Hình 4. Đường cao AE và AF

Chứng minh:

Áp dụng công thức lượng giác có đường cao AE với E là hình chiếu của A lên cạnh BC, ta có

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{AE}{a}$$

$$\Rightarrow AE = a \sin \widehat{ABC}.$$

Sử dụng Định lí 3 với công thức tính diện tích S trong Định lí 1, ta nhận được kết quả

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{2S}{ab + cd}.$$

Do đó:

$$AE = \frac{2aS}{ab + cd}.$$

Xét cho trường hợp còn lại, ta được

$$\sin \widehat{ADC} = \frac{AF}{d}$$

$$\Rightarrow AF = d \sin \widehat{ADC}.$$

Lại sử dụng Định lí 3 với công thức tính diện tích S trong Định lí 1, ta có

$$\sin \widehat{ADC} = \frac{2S}{ab + cd}.$$

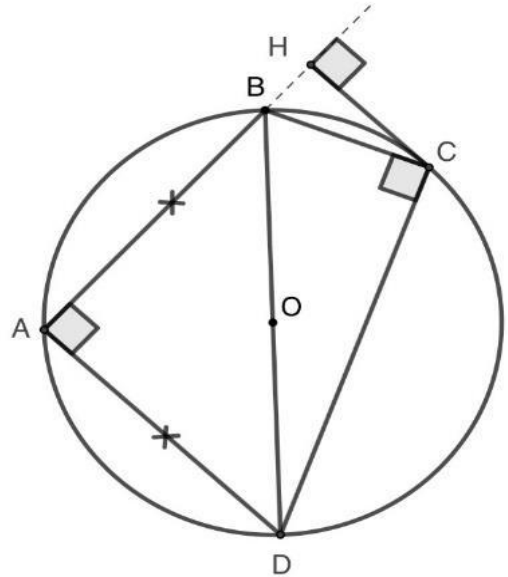
Do đó:

$$AF = \frac{2dS}{ab + cd}.$$

Điều phải chứng minh.  $\square$

**Ví dụ 2:** Cho tứ giác ABCD nội tiếp một đường tròn đường kính BD trong đó  $AB = AD = 2a$ ,  $BC = a$ . Tính sin của các góc trong tứ giác

ABCD. Đường thẳng qua C song song với AD cắt AB tại H. Xác định độ dài đoạn CH.



Hình 5. CH song song AD

Bài giải:

Vì tứ giác ABCD nội tiếp đường tròn đường kính BD nên ta có các góc

$$\widehat{BAD} = \widehat{BCD} = 90^\circ.$$

Do đó độ dài cạnh góc vuông CD là

$$CD = \sqrt{AB^2 + AD^2 - BC^2} = a\sqrt{7}$$

và diện tích tứ giác ABCD là

$$S = \frac{1}{2}(AB \cdot AD + BC \cdot CD) = \frac{4 + \sqrt{7}}{2}a^2.$$

Áp dụng hệ thức lượng tứ giác nội tiếp ta có

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{2S}{AB \cdot BC + CD \cdot DA} = \frac{4 + \sqrt{7}}{2(1 + \sqrt{7})};$$

$$\sin \widehat{ADC} = \sin(180^\circ - \widehat{ABC}) = \frac{4 + \sqrt{7}}{2(1 + \sqrt{7})};$$

$$\sin \widehat{BAD} = \sin \widehat{BCD} = 1.$$

Vì CH song song với AD nên CH là đường cao hạ từ đỉnh C xuống đường thẳng AB của tứ giác nội tiếp ABCD.

Áp dụng công thức tính đường cao ta được

$$CH = \frac{2 \cdot BC \cdot S}{AB \cdot BC + CD \cdot DA} = \frac{4 + \sqrt{7}}{2(1 + \sqrt{7})}a.$$

**Định lý 5** (Hệ thức lượng tứ giác nội tiếp)  
Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Khi đó:

$$\begin{aligned}\sin \widehat{ABC} &= \frac{2S}{ab + cd}; \\ \cos \widehat{ABC} &= \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)}; \\ \tan \widehat{ABC} &= \frac{4S}{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}; \\ \cot \widehat{ABC} &= \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{4S}.\end{aligned}$$

Chứng minh:

Kết hợp Định lí 1 và Định lí 3 ta có công thức sin:

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{2S}{ab + cd}.$$

Áp dụng Định lí 2 suy ra công thức cosin:

$$\cos \widehat{ABC} = \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)}.$$

Áp dụng hệ thức lượng trong trong đường tròn ta được:

$$\begin{aligned}\tan \widehat{ABC} &= \frac{\sin \widehat{ABC}}{\cos \widehat{ABC}}; \\ \cot \widehat{ABC} &= \frac{\cos \widehat{ABC}}{\sin \widehat{ABC}}.\end{aligned}$$

Suy ra các kết quả còn lại.  $\square$

**Ví dụ 3:** Cho  $ABCD$  là một tứ giác nội tiếp có 4 cạnh là  $a, b, c, d > 0$ . Chứng minh rằng

$$S = \frac{1}{4} \sqrt{4(ab + cd)^2 - (a^2 + b^2 - c^2 - d^2)^2}$$

Bài giải:

Áp dụng hệ thức lượng trong tứ giác  $ABCD$  nội tiếp ta có

$$\sin \widehat{ABC} = \frac{2S}{ab + cd}.$$

Theo Định lí 5:

$$\cos \widehat{ABC} = \frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)}.$$

Bình phương 2 vế các đẳng thức trên và cộng vế theo vế của chúng lại với nhau dẫn đến

$$\left(\frac{a^2 + b^2 - c^2 - d^2}{2(ab + cd)}\right)^2 + \left(\frac{4S}{2(ab + cd)}\right)^2 = 1.$$

Do đó:

$$(4S)^2 = (2(ab + cd))^2 - (a^2 + b^2 - c^2 - d^2)^2.$$

Suy ra

$$S = \frac{1}{4} \sqrt{4(ab + cd)^2 - (a^2 + b^2 - c^2 - d^2)^2}.$$

Điều phải chứng minh.  $\square$

#### 4. Kết luận

Trong bài viết chúng tôi đã thiết lập được các hệ thức lượng cho tứ giác nội tiếp trong một đường tròn bao gồm công thức tính sin và cosin, tan và cotan của tất cả các góc trong một tứ giác nội tiếp đường tròn; các công thức tính độ dài của đường cao tứ giác nội tiếp hạ từ một đỉnh xuống các cạnh đối diện theo yếu tố diện tích cũng được thiết lập. Một số ví dụ cũng được đề xuất cho sự áp dụng.

#### Tài liệu tham khảo

- Blinkov, A.D. (2010). Geometric Problems on Construction, Moscow Mathematical Education Press, Moscow (in Russian).
- Bold, B. (1969). Famous problems of geometry and how to solve them, Dover, New York.
- Eves, H. (1990). An Introduction to the History of Mathematics, Thomson Brooks/Cole, New York.
- Grigorieva, E. (2013). Methods of solving complex geometry problems, Birkhäuser.
- Hartshorne, R. (2000). Geometry: Euclidean and Beyond, Springer, New York.
- Levrie, P. A. (2019). Straightforward Proof of Descartes's Circle Theorem, *Math Intelligencer*.vol 41, pp. 24-27. <https://doi.org/10.1007/s00283-019-09883-x>
- Nelsen, R.B. (2001). Heron's formula via proofs without words, *Coll. Math. J.* vol 32, pp. 290-292. <https://doi.org/10.2307/2687566>
- Puttaswamy, T.K. (2012). Mathematical Achievements of Pre-Modern Indian Mathematicians. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397913-1.00017-X>.