

THE EFFECTIVENESS OF PECTINASE AND STABILITY OF SOURSOP (*ANNONA MURICATA*) WINE QUALITY DURING STORAGE

Doan Thi Kieu Tien¹, Huynh Thi Ngoc Mi^{1*}, Do Thi Tuyet Nhung¹, Dang Thi Hong Dieu¹,
Le Thi Huyen Chan¹, Le Tri An¹, Tran Hoang Hiep¹, Nguyen Ngoc Thanh², Huynh Xuan Phong²

¹Can Tho University of Technology, ²Can Tho University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 13/10/2021	The objective of the study was to find the most suitable ratio of pectinase enzyme for winemaking and to monitor product storage conditions for soursop wine production from newly isolated yeast strain <i>Saccharomyces cerevisiae</i> FBY015. The concentration of pectinase at 0.03; 0.05; 0.07 and 1% were conducted to make the clarity of soursop wine. Besides, the storage conditions were performed at room temperature (28 – 30°C) and cool temperature (2 – 4°C) with the corresponding time at 2, 4, and 6 months to investigate the stability of color, pH, °Brix, and ethanol content. This study determines a rate of 0.05% pectinase capable of making soursop wine and also give good sensory evaluation results for clarity, color, smell, and taste at 24.89% by the optical transmittance of 450 nm. The results also show that wine was stored at cold temperature (2-4°C) more preferred over storage at room temperature after 6 months. The pH value (4.67), °Brix (7.93), and ethanol content (14.37% v/v) were stable at the cold temperature storage. However, these indices decreased when stored at room temperature, while °Brix was stable under two storage conditions.
Revised: 28/12/2021	
Published: 12/01/2022	
KEYWORDS	
Annona muricata	
Pectinase	
Preservation	
Soursop	
Soursop wine	

HIỆU QUẢ LÀM TRONG CỦA PECTINASE VÀ SỰ ỔN ĐỊNH CHẤT LƯỢNG RƯỢU VANG MĂNG CẦU XIÊM (*ANNONA MURICATA*) THEO THỜI GIAN TỒN TRỮ

Đoàn Thị Kiều Tiên¹, Huỳnh Thị Ngọc Mi^{1*}, Đỗ Thị Tuyết Nhung¹, Đặng Thị Hồng Diệu¹,
Lê Thị Huyền Chân¹, Lê Trí Ân¹, Trần Hoàng Hiệp¹, Nguyễn Ngọc Thanh², Huỳnh Xuân Phong²

¹Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, ²Trường Đại học Cần Thơ

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 13/10/2021	Mục tiêu của nghiên cứu là xác định tỷ lệ pectinase thích hợp nhất cho quá trình làm trong rượu, theo dõi sự ổn định của sản phẩm theo thời gian tồn trữ nhằm hoàn thiện quy trình sản xuất rượu măng cầu xiêm sử dụng chủng nấm men tự nhiên phân lập được là <i>Saccharomyces cerevisiae</i> FBY015. Nồng độ pectinase 0,03; 0,05; 0,07 và 1% được lựa chọn để khảo sát khả năng làm trong rượu. Rượu sau khi lên men và làm trong được bảo quản nhằm khảo sát sự ổn định về màu sắc, pH, °Brix; hàm lượng ethanol trong 2, 4, và 6 tháng ở nhiệt độ thường (28 – 30°C) và điều kiện trữ mát (2 – 4°C). Nghiên cứu đã xác định được tỷ lệ 0,05% enzyme pectinase có khả năng làm trong rượu măng cầu xiêm với kết quả độ truyền quang ở bước sóng 450 nm là 24,89%. Kết quả cũng cho thấy rượu được bảo quản ở nhiệt độ trữ mát (2 – 4°C) được ưa chuộng hơn bảo quản nhiệt độ phòng (28 - 30°C) về độ trong, màu sắc, mùi và vị sau 6 tháng bảo quản. Giá trị pH (4,67), °Brix (7,93) và hàm lượng ethanol (14,37% v/v) ổn định khi bảo quản ở nhiệt độ ngăn mát tủ lạnh. Tuy nhiên, các chỉ số này giảm khi bảo quản ở nhiệt độ phòng, trong khi đó °Brix ổn định ở hai điều kiện bảo quản.
Ngày hoàn thiện: 28/12/2021	
Ngày đăng: 12/01/2022	
TỪ KHÓA	
Annona muricata	
Bảo quản	
Pectinase	
Măng cầu xiêm	
Rượu vang măng cầu xiêm	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5165>

* Corresponding author. Email: sunny2312@cau.ac.kr

1. Giới thiệu

Annona là chi thuộc họ Annonaceae với gần 119 loài cây trái nhiệt đới, có bảy giống và một loài lai được trồng trong gia đình và thương mại hóa. Mãng cầu xiêm (*Annona muricata*) là một trong những loài thuộc họ Annonaceae được trồng phổ biến ở các khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới ở trên thế giới, được tìm thấy rộng rãi ở Tây Ấn, Bắc và Nam Mỹ, các vùng đất thấp của Châu Phi, các đảo Thái Bình Dương và Đông Nam Á [1]. Ở Việt Nam, mãng cầu xiêm được trồng chủ yếu ở miền Nam do nơi đây có điều kiện khí hậu ẩm và độ ẩm cao thích hợp cho các loại cây trồng nhiệt đới [2], [3]. Nhiều nghiên cứu đã công bố trong các phần của mãng cầu xiêm có chứa thành phần hóa học có khả năng kháng oxy hóa như steroid, alkaloid, flavonoid, phenolic và saponin, essential lipid [4]-[6], các hợp chất hoạt tính sinh học cụ thể chịu trách nhiệm kháng ung thư, kháng oxy hóa, kháng viêm, kháng khuẩn và các lợi ích sức khỏe khác nhau [7]. Đã tìm thấy 31 hợp chất với δ -cadinene (22,58%) và α -muurolene (10,64%) hiện diện nhiều nhất trong tinh dầu lá mãng cầu và 32 hợp chất với C-sitosterol (19,82%) và 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester (13,48%) chiếm phần lớn trong chiết xuất tinh dầu cùi quả mãng cầu [6]. Lá mãng cầu xiêm phơi khô được sử dụng như vị thuốc trong y học cổ truyền Việt Nam, thịt quả được sử dụng làm kẹo, mứt, hay nước uống rất quen thuộc với người dân Việt Nam.

Rượu vang bắt nguồn từ rượu vang nho được lên men cách đây hàng ngàn năm trước Công nguyên với các bằng chứng được tìm thấy sớm nhất ở Georgia, Iran hay Sicily, và nó được tiêu thụ như một món đồ uống hay cho các dịp chúc mừng ở Hy Lạp cổ đại, Rome hay Trake. Ngày nay, rượu vang càng khẳng định được giá trị của mình trong đời sống hằng ngày của con người, không những là loại đồ uống không thể thiếu ở các nước Phương Tây mà còn là sản phẩm tốt cho sức khỏe đối với hầu hết các quốc gia trên giới, trong đó có Việt Nam. Với sự phát triển không ngừng nghỉ của ngành sản xuất rượu vang với nguyên liệu chủ yếu là nho thì các loại trái cây nhiệt đới như xoài, khóm, thanh long, mãng cầu... cũng đã được nghiên cứu sử dụng lên men rượu, góp phần làm đa dạng nguồn nguyên liệu trong lên men và nâng cao giá trị của các loại trái cây nhiệt đới này.

Trong nghiên cứu trước đây đã phân lập được 30 dòng nấm men thuộc hai chi *Saccharomyces* và *Pichia* được từ mãng cầu xiêm [8]. Nghiên cứu đã tuyển chọn được chủng *Saccharomyces cerevisiae* FBY015 có khả năng lên men rượu với hàm lượng ethanol đạt 12,46% v/v trong 11 ngày lên men ở các điều kiện nước ép ban đầu là 24 °Brix, pH 5 và mật độ nấm men 10^6 tế bào/mL. Sản phẩm đạt các yêu cầu về giá trị cảm quan, hàm lượng ethanol, methanol, SO_2 theo tiêu chuẩn quy định [9]. Tuy nhiên, bên cạnh quá trình lên men thì quá trình bảo quản rượu cũng là giai đoạn rất quan trọng trong quá trình sản xuất, đặc biệt với các nước có khí hậu nóng. Sau khi quá trình lên men kết thúc, rượu vang trái cây cần được lọc để làm trong cũng như bảo quản ở các điều kiện thích hợp để sản phẩm được tồn trữ lâu hơn, mùi vị và màu sắc được ổn định, qua đó có thể nâng cao được giá trị sản phẩm. Đã có nhiều nghiên cứu cho thấy pectinase đã cải thiện quá trình làm lắng trong nước ép trái cây táo, nho và chuối [10]. Do đó, nghiên cứu về làm trong và ổn định rượu vang mãng cầu xiêm sử dụng pectinase được thực hiện để đánh giá khả năng làm trong rượu mãng cầu xiêm của enzyme này. Dựa vào đó để lựa chọn tỷ lệ pectinase thích hợp và hoàn thiện quy trình sản xuất rượu mãng cầu xiêm.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Mãng cầu xiêm: Được thu mua tại vườn ở xã Thới Hưng, huyện Cờ Đỏ, thành phố Cần Thơ, lựa chọn trái chín đều, tươi, không bị sượng, không dập nát, không bị hư hỏng và sâu bệnh. Sau khi vận chuyển về phòng thí nghiệm, mẫu nguyên liệu được xử lý loại bỏ vỏ và hạt, ép lấy nước chuẩn bị cho các thí nghiệm tiếp theo.

Nấm men: Chủng nấm men được sử dụng trong nghiên cứu này là *S. cerevisiae* FBY015 được phân lập từ trái mãng cầu xiêm, có hình dạng khuẩn lạc tròn, màu trắng sữa, độ nổi mô, bìa

nguyên, bề mặt nhẵn và ướt, có đường kính là 3 – 3,5 mm, tế bào nấm men có hình oval lớn, sinh sản bằng cách nảy chồi nhiều hướng, kích thước $3,8 \times 4,5 \mu\text{m}$ [8]. Chúng nấm men *S. cerevisiae* FBY015 đang được lưu trữ tại phòng thí nghiệm Công nghệ Sinh học Thực phẩm, Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Trường Đại học Cần Thơ.

Hóa chất và môi trường: Pectinase tinh khiết (cung cấp bởi công ty TNHH ICFOOD Việt Nam); đường (với 99,7% sucroze, công ty đường Biên Hòa); môi trường nuôi cấy nấm men là môi trường YPD (yeast extract 0,5%; peptone 0,5%; D-glucose 2,0%), được bổ sung 15% agar cho môi trường đĩa thạch; hóa chất khác như NaHSO_3 , Na_2CO_3 10%, acid citric 10% là các sản phẩm thương mại được cung cấp bởi công ty hóa chất Merck (Đức) và HiMedia (Ấn Độ).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lên men rượu măng cầu xiêm

Măng cầu xiêm được đo lường các chỉ số hóa lý về hàm lượng nước, hàm lượng chất khô hòa tan theo °Brix và pH trước khi tiến hành lên men.

Thịt trái được cắt nhỏ và xay nhuyễn sau khi loại bỏ vỏ và hạt, sau đó được bổ sung nước cất theo tỷ lệ 1,5:1 (1,5 L nước măng cầu xiêm được bổ sung 1 L nước cất). Pectinase được thêm vào tiếp theo với tỷ lệ 0,3% w/v và tiến hành ủ trong 1 giờ ở 50°C. Sau khi quá trình ủ với pectinase kết thúc, nước măng cầu xiêm được lọc bằng vải lọc nhiều lớp và phối chế với đường sucroze đến 24 °Brix, điều chỉnh về pH 5 [9], sau đó bổ sung NaHSO_3 (140 mg/L) khuấy đều và để yên trong 2 giờ nhằm ức chế hoặc tiêu diệt nhiều loại vi khuẩn có hại. Bổ sung 1 mL môi trường nấm men *S. cerevisiae* FBY015 (10^8 tế bào/mL) vào 99 mL nước măng cầu xiêm đã được xử lý và ủ ở nhiệt độ phòng (28 – 32°C) trong 11 ngày.

2.2.2. Khảo sát khả năng làm trong rượu măng cầu xiêm bằng pectinase

Sau quá trình lên men, rượu măng cầu xiêm được tiến hành lọc bằng vải lọc nhiều lớp và rót vào chai thủy tinh thể tích 500 mL, bổ sung pectinase với các tỷ lệ 0,00; 0,03; 0,05; 0,07 và 1% [10], [11] vào rượu măng cầu xiêm. Các mẫu rượu sau 2 tuần bảo quản được đo lường các chỉ tiêu: hàm lượng ethanol bằng phương pháp chưng cất, pH bằng máy đo pH, °Brix bằng chiết quang kế, độ trong (đo độ truyền quang ở bước sóng 450 nm bằng máy đo quang phổ UV-VIS, Biochrom Libra S70PC, Anh), màu sắc bằng máy đo màu (Colorlite Sph870, Đức). Bên cạnh đó, các chỉ tiêu cảm quan về màu sắc, độ trong, mùi, vị của từng mẫu cũng được đánh giá cảm quan theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 3215 – 79) bởi hội đồng đánh giá gồm 10 thành viên [12].

2.2.3. Khảo sát các điều kiện bảo quản sản phẩm rượu măng cầu xiêm theo nhiệt độ và thời gian bảo quản

Rượu măng cầu xiêm sau khi được làm trong bằng pectinase ở tỷ lệ thích hợp được lựa chọn ở thí nghiệm trên, tiến hành lọc và rót vào chai. Rượu được bảo quản ở nhiệt độ phòng (28 – 30°C) và trong ngăn mát tủ lạnh (2 – 4°C) qua các khoảng thời gian 2, 4, và 6 tháng sau khi kết thúc lên men chính. Các chỉ tiêu về hàm lượng ethanol, màu sắc, pH, °Brix và các chỉ tiêu cảm quan được đánh giá qua từng giai đoạn bảo quản tương tự như thí nghiệm 2.2.2.

2.2.4. Phương pháp phân tích số liệu

Tất cả các thí nghiệm được bố trí lặp lại 3 lần, số liệu thí nghiệm được phân tích ANOVA bằng phần mềm Statgraphics XV.I và xử lý thống kê bằng phần mềm Microsoft Excel 2013.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chỉ số hóa lý của măng cầu xiêm

Hàm lượng chất khô hòa tan (°Brix) và pH ban đầu của nguyên liệu đóng vai trò quan trọng trong quá trình lên men. Hàm lượng chất khô hòa tan giúp cung cấp dấu hiệu về độ chín của trái

cây và sản lượng rượu tiềm năng cũng như một công cụ để theo dõi tỷ lệ lên men, như một dấu hiệu tương đối về hàm lượng đường trong hỗn hợp và là tiêu chuẩn pháp lý cho một số loại rượu nhất định [13]. Trong chế biến rượu, thường dùng nước quả có độ pH khoảng 3,0 – 4,5 để lên men. Lượng pH quá cao thì tạp khuẩn phát triển mạnh gây khó khăn cho quá trình lên men, ngược lại pH quá thấp sẽ khó lên men và rượu khó uống. Giá trị pH đối với rượu vang trắng thường là 3,4 hoặc thấp hơn, trong khi giá trị cao hơn thường được quan sát đối với rượu vang đỏ, phần lớn là do sự tiếp xúc của nước trái cây và vỏ trước và trong quá trình lên men [13].

Bảng 1. Các chỉ số hóa lý của thịt trái măng cầu xiêm

Chỉ tiêu	Giá trị
pH	3,77 ± 0,04
Hàm lượng chất khô hòa tan (°Brix)	15,66 ± 0,05
Hàm lượng ẩm (%)	83,58 ± 2,49

Khảo sát các chỉ tiêu về pH và °Brix của nguyên liệu giúp điều chỉnh các chỉ số này về giá trị thích hợp trước khi lên men tạo ra hàm lượng cồn cũng như chất lượng rượu trái cây tốt hơn cho từng loại. Hàm lượng chất khô hòa tan và pH đo được của măng cầu xiêm trong nghiên cứu này lần lượt là 15,66 và 3,77, hàm lượng nước khá cao đạt đến 83,58% (Bảng 1). Onimawo (2002) cũng đã công bố trong thành phần thịt măng cầu xiêm có 15,1 °Brix và hàm lượng nước là 82,8% thấp hơn không đáng kể so với nghiên cứu này [14]. Tuy nhiên, pH đạt 4,56 cao hơn trong nghiên cứu này, sự khác biệt này có thể do ảnh hưởng của thời gian thu hái quả và các điều kiện trồng trọt như đất, nước, khí hậu,... [14]

3.2. Khả năng làm trong rượu măng cầu xiêm bằng pectinase

3.2.1. Ảnh hưởng của pectinase đến độ truyền quang và màu sắc của rượu măng cầu xiêm

Các loại enzyme công nghiệp như pectinase mang lại nhiều lợi ích cho ngành sản xuất rượu vang như làm tăng lượng nước trái cây, cải thiện màu sắc, tăng hương vị của rượu [15]. Các nồng độ 0,00; 0,03; 0,05; 0,07 và 1,00% được sử dụng để khảo sát khả năng làm trong rượu sau lên men của pectinase được thể hiện qua giá trị của độ truyền quang ở bước sóng 450 nm (giá trị T) đo bằng máy quang phổ, rượu càng trong khi giá trị T càng lớn (Bảng 2).

Bảng 2. Ảnh hưởng của pectinase đến độ truyền quang của rượu măng cầu xiêm

Tỷ lệ pectinase (%)	Giá trị T* (%)	Giá trị B**
0,00	11,84 ^a	3,18 ^a
0,03	22,78 ^b	3,12 ^a
0,05	24,89 ^c	3,52 ^b
0,07	26,66 ^d	3,53 ^b
1,00	26,69 ^d	3,66 ^c

Ghi chú: Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái giống nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt không ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%.

* Độ truyền quang đo bằng máy đo quang phổ UV-VIS, Biochrom Libra S70PC, Anh;

** Cường độ màu vàng đo bằng máy đo màu Colorlite Sph870, Đức.

Kết quả khảo sát cho thấy, rượu được bổ sung 1,00% enzyme có giá trị T cao nhất là 26,69% và giá trị này khi bổ sung nồng độ enzyme 0,07% là 26,66%, sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 5%. Trong khi đó, giá trị T đạt thấp nhất (11,84%) đối với mẫu rượu đối chứng không bổ sung pectinase và khi tăng nồng độ enzyme lên 0,03 và 0,05% thì giá trị T tăng lên lần lượt là 22,78% và 24,89%, sự khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%. Quá trình xử lý nước trái cây bằng enzyme được thực hiện bằng cách làm sạch nước trái cây thông qua việc loại bỏ độ đục và sùng mù. Pectinase phá vỡ polysaccharide pectin thành các monomer nhỏ, là các acid galacturonic mang điện tích âm. Các monomer acid galacturonic tích điện âm này bị thu hút bởi

các protein tích điện dương để tạo ra các cấu trúc phức hợp và do sự kết tụ tĩnh điện của các phần tử mang điện trái dấu, độ đục của nước trái cây giảm xuống [16].

Độ trong của rượu mãng cầu xiêm còn được đánh giá qua cường độ màu vàng của rượu (giá trị B), giá trị B này tăng tỷ lệ thuận với giá trị T và tỷ lệ pectinase bổ sung vào rượu. Cường độ màu vàng đo được ở tỷ lệ pectinase 0,03; 0,05; 0,07% lần lượt là 3,12; 3,52; và 3,53, điều thú vị là giá trị này khác biệt không có ý nghĩa ở mức 5% khi nồng độ enzyme tăng từ 0,00 lên 0,03% và từ 0,05 lên 0,07%. Nhưng khi tăng nồng độ enzyme từ 0,03 lên 0,05% thì giá trị B đo được thay đổi khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 5%. Bên cạnh đó, khi quan sát bằng mắt thường với tỷ lệ enzyme bổ sung tăng từ 0,05 lên 0,07% không thấy rõ được sự khác biệt về màu sắc của rượu, trong khi ở tỷ lệ 1% enzyme bổ sung thì rượu có màu tối và trong hơn so với các tỷ lệ còn lại, phân đục lắng xuống được quan sát rõ hơn (Hình 1). Qua đó cho thấy pectinase đóng góp đáng kể vào việc làm trong rượu, tuy nhiên cần lựa chọn tỷ lệ phù hợp để đạt chất lượng sản phẩm tốt về màu sắc cũng như mùi vị theo tiêu chuẩn của chất lượng sản phẩm và người tiêu dùng.



Hình 1. Mẫu rượu được làm trong bằng pectinase

3.2.2. Kết quả đánh giá cảm quan rượu

Giá trị cảm quan của rượu sau lên men được bổ sung với các tỷ lệ pectinase làm trong khác nhau được đánh giá về màu sắc độ trong và mùi vị theo TCVN 3215 – 79 (Bảng 3) [12].

Bảng 3. Kết quả đánh giá cảm quan của rượu mãng cầu xiêm được bổ sung pectinase

Tỷ lệ enzyme pectinase (%)	Màu sắc và độ trong	Mùi	Vị
0,00	2,70 ^a	3,40 ^b	3,30 ^b
0,03	3,20 ^b	3,50 ^{bc}	3,20 ^b
0,05	4,40 ^c	4,00 ^d	4,20 ^c
0,07	4,50 ^c	3,80 ^{cd}	4,00 ^c
1,00	3,30 ^b	2,60 ^a	2,50 ^a
P = 0,0000			

Ghi chú: Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái giống nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt không ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%.

Theo kết quả bảng 3, với tỷ lệ bổ sung 1% pectinase rượu được đánh giá có mùi (2,60 điểm) vị (2,50 điểm) đạt thấp nhất và cao nhất ở tỷ lệ bổ sung 0,05% với mùi, vị và màu sắc độ trong lần lượt là 4,00, 4,20 và 4,40 điểm. Giá trị cảm quan cũng được đánh giá cao ở tỷ lệ bổ sung 0,07% pectinase về mùi (3,80 điểm), vị (4,00 điểm) và màu sắc độ trong (4,50 điểm). Bên cạnh các chỉ tiêu về cảm quan rượu còn được đo lường các chỉ tiêu về pH (4,5 – 4,8), °Brix (8 – 9) và hàm lượng ethanol (14 – 14,5% v/v). Các chỉ tiêu này không thay đổi đáng kể giữa các tỷ lệ enzyme bổ sung đối với mẫu đối chứng không bổ sung enzyme (pH 4,7; 8 °Brix, và 14,5% v/v hàm lượng ethanol). Do đó, có thể thấy pectinase không làm ảnh hưởng đến các giá trị về pH, °Brix, và đặc biệt là nồng độ ethanol của rượu. Từ các kết quả đạt được cho thấy, tỷ lệ bổ sung 0,05% và 0,07% pectinase là thích hợp để sử dụng làm trong rượu mãng cầu xiêm, tuy nhiên các

kết quả này khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% khi tăng nồng độ pectinase từ 0,05% lên 0,07%. Vì vậy, nồng độ 0,05% pectinase được lựa chọn để bổ sung cho rượu sau lên men và tiến hành các thí nghiệm tiếp theo về tồn trữ rượu.

3.3. Sự thay đổi của rượu mãng cầu xiêm theo nhiệt độ và thời gian tồn trữ

3.3.1. Sự ổn định rượu mãng cầu xiêm theo nhiệt độ và thời gian bảo quản

Đối với rượu vang, thời gian và nhiệt độ ảnh hưởng rất nhiều đến quá trình lên men, tuy nhiên nó cũng có tác động đến sản phẩm sau khi quá trình lên men kết thúc. Nghiên cứu này nhằm khảo sát sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản lên rượu được xử lý làm trong bằng pectinase sau khi quá trình lên men kết thúc, từ đó có thể lựa chọn các điều kiện thích hợp để bảo quản rượu mãng cầu xiêm. Thêm vào đó cũng có cái nhìn tổng quan hơn để lựa chọn, cải thiện các điều kiện lên men và bảo quản rượu mãng cầu xiêm trong các nghiên cứu tiếp theo. Kết quả khảo sát về sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả về cường độ màu, pH, °Brix, và hàm lượng ethanol (% v/v) của rượu mãng cầu xiêm bảo quản theo thời gian và nhiệt độ

Thí nghiệm thực		Chỉ tiêu phân tích			
Nhiệt độ bảo quản	Thời gian bảo quản (tháng)	Giá trị B**	pH	°Brix	Ethanol (% v/v)
Nhiệt độ mát (2 – 4°C)	0	5,31 ^b	4,70 ^d	8,00 ^c	14,40 ^c
	2	6,76 ^d	4,67 ^d	7,93 ^c	14,40 ^c
	4	6,56 ^d	4,68 ^d	7,93 ^c	14,30 ^c
	6	6,50 ^d	4,67 ^d	7,93 ^c	14,37 ^c
Nhiệt độ phòng (28 – 30°C)	0	5,31 ^b	4,70 ^d	8,00 ^c	14,40 ^c
	2	6,50 ^d	4,57 ^c	7,67 ^b	14,14 ^c
	4	5,86 ^c	4,24 ^b	7,53 ^b	13,77 ^b
	6	4,67 ^a	4,02 ^a	7,20 ^a	13,30 ^a

Ghi chú: Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%

** Cường độ màu vàng đo bằng máy đo màu Colorlite Sph870, Đức.

Rượu mãng cầu xiêm được bảo quản ở nhiệt độ mát (2 – 4°C) ổn định theo thời gian với các chỉ tiêu về cường độ màu vàng, pH, °Brix, và hàm lượng ethanol. Các kết quả đo được theo từng thời gian bảo quản 2, 4 và 6 tháng sau lên men ở nhiệt độ mát lần lượt là pH 4,7; 8 °Brix và hàm lượng ethanol 14,3 – 14,4% v/v, không có khác biệt nhiều so với kết quả đo được sau khi quá trình lên men kết thúc ở mức ý nghĩa 5%. Tuy nhiên, khi bảo quản ở nhiệt độ phòng (28 – 30°C) quá trình lên men vẫn còn diễn ra các giá trị pH, °Brix, hàm lượng ethanol đều giảm sau 6 tháng bảo quản.

Trong thời gian bảo quản 6 tháng giá trị B có sự khác biệt ý nghĩa ở 2 điều kiện bảo quản khác nhau, với mức 5% về mặt thống kê. Rượu bảo quản ở nhiệt độ mát có giá trị B ổn định hơn rượu bảo quản ở nhiệt độ phòng. Ở điều kiện nhiệt độ mát, thời gian sau lên men đến tháng thứ 2 giá trị B tăng và ổn định đến tháng thứ 6. Trong khi ở nhiệt độ phòng, giá trị B từ sau lên men chính đến tháng thứ 2 tăng, và giảm dần đến tháng thứ 4 và tháng thứ 6. Cho thấy giá trị B trong rượu tăng trong thời gian đầu tồn trữ, nếu rượu bảo quản ở điều kiện nhiệt độ mát giá trị B sẽ ổn định, và ngược lại quá trình oxy hóa diễn ra dẫn đến giá trị B giảm ở nhiệt độ phòng.

3.3.2. Kết quả đánh giá cảm quan

Các chỉ tiêu đánh giá cảm quan về mùi, độ trong và màu sắc của rượu mãng cầu xiêm sau các giai đoạn bảo quản theo nhiệt độ có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 5% (Bảng 5). Độ trong và màu sắc, mùi, vị của rượu tăng dần qua thời gian bảo quản. Tuy nhiên, ở điều kiện bảo quản mát cho giá trị cảm quan (độ trong và màu sắc 4,45 điểm, mùi 4,29 điểm, vị 4,21 điểm) cao hơn nhiệt độ phòng (độ trong và màu sắc 4,45 điểm, mùi 4,07 điểm, vị 3,37 điểm) sau 6 tháng bảo quản. Khi bảo quản ở điều kiện nhiệt độ lạnh thì hương vị rượu có mùi trái cây và tươi hơn,

hàm lượng acid bay hơi thấp, hàm lượng glycerine sẽ tăng hơn và ngược lại thì chất lượng rượu vang kém đi rõ rệt [17].

Bảng 5. Kết quả đánh giá cảm quan rượu măng cầu xiêm được bảo quản theo thời gian và nhiệt độ

Nghiệm thức		Chỉ tiêu cảm quan		
Nhiệt độ bảo quản	Thời gian bảo quản (tháng)	Độ trong và màu sắc	Mùi	Vị
Nhiệt độ mát (2 – 4°C)	0	3,94 ^a	3,92 ^b	3,85 ^a
	2	4,43 ^e	4,29 ^d	4,06 ^b
	4	4,46 ^e	4,31 ^d	4,15 ^b
	6	4,45 ^e	4,29 ^d	4,21 ^b
Nhiệt độ phòng (28 – 30°C)	0	3,94 ^a	3,92 ^b	3,85 ^a
	2	4,15 ^b	3,70 ^a	3,77 ^a
	4	4,20 ^c	4,0b ^c	3,80 ^a
	6	4,25 ^d	4,07 ^c	3,77 ^a

Ghi chú (*) Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%.

4. Kết luận

Đối với quy trình lên men sản xuất rượu măng cầu xiêm, pectinase được sử dụng với tỷ lệ 0,05% w/v có khả năng làm trong rượu măng cầu xiêm và cho kết quả đánh giá cảm quan về độ trong và màu sắc, mùi, vị tốt; độ truyền quang ở bước sóng 450 nm là 24,89%. Kết quả sau 6 tháng bảo quản rượu cho thấy, ở điều kiện nhiệt độ mát sản phẩm được đánh giá cảm quan về độ trong và màu sắc, mùi, vị ở nhiệt độ mát được ưa chuộng hơn ở nhiệt độ phòng. Giá trị pH, hàm lượng ethanol, ổn định ở điều kiện nhiệt độ mát và giảm khi bảo quản ở nhiệt độ phòng, hàm lượng chất khô hòa tan theo °Brix ổn định ở hai điều kiện bảo quản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] N. Badrie and G. A. Schauss, "Soursop (*Annona muricata* L.): Composition, Nutritional Value, Medicinal Uses, and Toxicology," in *Bioactive Foods in Promoting Health*, Chapter 39, Ronald Ross Watson and Victor R. Preedy, editors. Oxford: Academic Press, pp. 621-643, 2009.
- [2] P. Duong, *Techniques for selecting varieties, care and disease prevention for custard apple, soursop and jackfruit trees*. Hong Duc Publishing House (in Vietnamese), 2016.
- [3] X. T. Vo, *Technical document on planting and caring for soursop*, Department of Agriculture and Rural Development of Hau Giang province, 2017.
- [4] I. Hasmilal, H. Natsir, and N. H. Soekamto, "Phytochemical analysis and antioxidant activity of soursop leaf extract (*Annona muricata* Linn.)," *Journal of Physics: Conference Series*, no. 1341, pp. 032027, 2019.
- [5] C. A. Kingsley and N. O. Paulinu, "Proximate composition, phytochemical analysis, and *in vitro* antioxidant potentials of extracts of *Annona muricata* (Soursop)," *Food Science & Nutrition*, vol. 5, no. 5, pp. 1029-1036, 2017.
- [6] J. N. Gyasi, R. Opoku, and L. S. Borquaye, "Chemical Composition, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activities of the Essential Oils of the Leaves and Fruit Pulp of *Annona muricata* L. (Soursop) from Ghana," *Biochemistry Research International*, vol. 2019:4164576, pp. 1-9, 2019.
- [7] I. Rady, M. B. Bloch, R-C. N. Chamcheu, S. B. Mbeumi, M. R. Anwar, H. Mohamed, A. S. Babatunde, J-R. Kuiale, F. K. Noubissi, K. A. El Sayed, G. K. Whitfield, and J. C. Chamcheu, "Anticancer properties of Graviola (*Annona muricata*): A Comprehensive mechanistic review," *Oxid Med Cell Longev*, no. 1826170, pp. 1-39, 2018.
- [8] N. T. Nguyen, V. K. Huynh, T. T. Le, M. C. Luu, T. K. T. Doan, and X. P. Huynh, "Isolation and selection of fermentative yeasts for wine production from soursop (*Annona murica* L.)," (in Vietnamese), *Can Tho Univ. J. Sci*, vol. 57, no. 4, pp. 131-138, 2021.
- [9] X. P. Huynh, V. K. Huynh, T. H. Le, K. A. Tran, M. C. Luu, N. T. Nguyen, H. H. Tran, T. A. Le, and T. K. T. Doan, "Optimization of fermentation conditions in wine production from soursop (*Annona muricata* L.) using *Saccharomyces cerevisiae* FBY015," (in Vietnamese), *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 226, no. 5, pp. 95-103, 2021.

-
- [10] B. Cheirsilp and K. Umsakul, "Processing of banana-based wine product using pectinase and α -amylase," *Journal of food process engineering*, vol. 31, no. 1, pp. 78-90, 2008.
- [11] G. Panda, K. Vivek, S. Mishra, and R. Chandra Pradhan, "Characterization and optimization of process parameters for enzyme assisted extraction of kendu (*Diospyros Melanoxylon* Roxb.) Fruit Juice," *International Journal of Fruit Science*, vol. 21, no. 1, pp. 299-311, 2021.
- [12] Ministry of Science and Technology, Vietnam National Standard 3215-79: Food products sensorial analysis Method by fointingmark, 1979.
- [13] W. Z. Bruce, C. F. Kenneth, H. G. Barry, and S. N. Fred, *Wine analysis and Production*, Springer, Aspen Publishers, Inc, United States, 1999.
- [14] I. A. Onimawo, "Proximate composition and selected physicochemical properties of the seed, pulp and oil of soursop (*Annona muricata*)," *Plant Foods Hum Nutr*, vol. 57, no. 2, pp. 165-171, 2002.
- [15] H. Claus and K. Mojsov, "Enzymes for wine fermentation: Current and Perspective Applications," *Fermentation*, vol. 4, no. 3, pp. 52-71, 2018.
- [16] H. Verma, L. K. Narnoliya, and J. S. Jadaun, "Pectinase: A useful tool in fruit processing industries," *Nutri Food Sci Int J*, vol. 5, no. 5: 555673, pp. 1-4, 2018.
- [17] V. N. Le and V. C. Nguyen, *Basic biotechnology 4 - Microbiological technology*, Vietnam Education Publishing House (in Vietnamese), 2009.