



DOI:10.22144/ctu.jvn.2019.104

## TỐI ƯU HÓA BA YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH LÊN MEN CHÍNH Ở RƯỢU VANG ĐIỀU

Võ Thị Thu Giang<sup>1,4</sup>, Phan Thị Hồng Sen<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Sang Hạ<sup>2</sup>, Nguyễn Minh Hiền<sup>2</sup>, Lê Thị Ánh Hồng<sup>3</sup> và Nguyễn Văn Khoa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Viện Sinh học Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>4</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Văn Khoa (email: khoa\_cnhh@yahoo.com)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 18/01/2019

Ngày nhận bài sửa: 02/05/2019

Ngày duyệt đăng: 30/08/2019

### Title:

Optimization of three factors influencing the main fermentation process in cashew apple wine

### Từ khóa:

Dịch ép quả điều, điều kiện tối ưu, lên men chính, rượu vang điều

### Keywords:

Cashew apple juice, cashew apple wine, main fermentation, optimal conditions

### ABSTRACT

Cashew apple juice contains high minerals, vitamins and sugar content suitable for wine fermentation. This study investigated effects of Brix degree (19-25), pH (4-5) and yeast content (5-10%) to alcohol content of cashew apple wine. The response surface methodology in a central composite design of experiment was applied to determine the optimal conditions for the main of cashew apple wine fermentation process. The results showed that Brix degree effected strongest to alcohol content. The alcohol content of 12.1% v/v was obtained at the optimal conditions of 22° Brix, pH = 4.5 and yeast of 7.5% vol. There was no difference detected ( $p < 0.05$ ) between the experimental fermentation and the optimization results. Cashew apple wine with alcohol content of 12.1% v/v was in accordance to Vietnamese standards (7045:2013).

### TÓM TẮT

Dịch ép quả điều chứa nhiều khoáng chất, vitamin và hàm lượng đường cao thích hợp dùng để lên men chế biến rượu vang điều. Nghiên cứu này tiến hành khảo sát ảnh hưởng của ba yếu tố gồm: độ Brix (19-25), pH (4-5) và tỷ lệ men (5-10%) đến độ cồn. Thí nghiệm được thiết kế bằng phương pháp mặt đáp ứng (RSM) theo mô hình CCD (central composite design) trên phần mềm JMP 10 nhằm xác định điều kiện tối ưu cho quá trình lên men chính ở rượu vang điều. Kết quả cho thấy độ Brix ảnh hưởng mạnh nhất đến độ cồn. Ở điều kiện tối ưu là 22° Brix, pH = 4,5 và tỷ lệ men 7,5% rượu vang điều thành phẩm có độ cồn 12,1% v/v. Kết quả lên men thực nghiệm so với kết quả tối ưu dựa trên phần mềm JMP 10 có sự khác biệt không ý nghĩa về mặt thống kê ( $p < 0,05$ ). Sản phẩm rượu vang điều tạo thành có độ rượu phù hợp theo theo Tiêu chuẩn Việt Nam (7045:2013).

Trích dẫn: Võ Thị Thu Giang, Phan Thị Hồng Sen, Nguyễn Thị Sang Hạ, Nguyễn Minh Hiền, Lê Thị Ánh Hồng và Nguyễn Văn Khoa, 2019. Tối ưu hóa ba yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men chính ở rượu vang điều. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(4B): 21-26.

### 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Rượu vang là sản phẩm đang được ưa chuộng và đem lại nhiều giá trị kinh tế trong ngành chế biến rượu (Kelebek *et al.*, 2013). Đây là loại nước uống được lên men từ các loại trái cây cho độ cồn nhẹ, hương vị thơm tự nhiên, tốt cho sức khỏe như: kích thích tiêu hóa, giảm stress (Nguyễn Văn Thành và

ctv., 2013). Ở Việt Nam, rượu vang mới xuất hiện vài chục năm gần đây và dần được ưa chuộng.

Quả điều giả (trong bài báo này gọi là quả điều) có nhiều ở vùng Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Đông Nam Bộ, hiện nay sau khi thu hoạch hạt điều thì quả bị vút bỏ. Theo thống kê diện tích trồng điều của nước ta hiện nay, khoảng 350 nghìn hecta cho năng suất thu hoạch trung bình khoảng 300 nghìn

tấn hạt điều thô. Cứ 8 - 10 tấn quả điều ban đầu sẽ thu về khoảng 1 tấn hạt điều thô, ước tính lượng quả điều đang bị bỏ khoảng 2,4 - 3 triệu tấn (Tran Nhat Nam *et al.*, 2014), vừa gây lãng phí vừa ô nhiễm môi trường. Trong khi đó, thành phần dinh dưỡng ở dịch quả khá cao như: đường, các chất khoáng, các vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP..., đặc biệt hàm lượng vitamin C (219 mg/100ml) và khả năng kháng oxy hóa cao rất tốt cho sức khỏe (Attri, 2009), giúp ngăn ngừa ung thư và phòng chống các vi khuẩn gây viêm dạ dày (Kubo *et al.*, 2006). Dịch ép quả điều giàu dinh dưỡng và hàm lượng đường cao thích hợp để chế biến nước ép quả, rượu vang điều... Tuy nhiên, hiện nay quả điều đang bị vứt bỏ sau thu hoạch nguyên nhân là hàm lượng tanin trong dịch ép cao từ 0,2-0,6% gây vị quá chát, sít lưỡi và khô rát vòm họng. Ở nghiên cứu trước, để tận dụng nguồn nguyên liệu đang bị lãng phí này, nhóm nghiên cứu đã tiến hành xử lý tách loại tanin, giúp dịch quả không còn vị chát, se sít lưỡi đồng thời giữ được hàm lượng dinh dưỡng trong dịch ép (Nguyen Van Khoa *et al.*, 2017). Công trình này tiến hành thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của ba yếu tố độ Brix, môi trường pH và tỷ lệ nấm men đến độ còn dựa trên thiết kế thí nghiệm theo phần mềm JMP 10 nhằm mục đích xác định điều kiện tối ưu cho quá trình lên men chính rượu vang điều.

**2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP**

**2.1 Vật liệu nghiên cứu**

Quả điều sau khi thu hái tại tỉnh Bình Phước được vận chuyển về phòng thí nghiệm ở trạng thái tươi. Tiến hành rửa sạch và ép lấy dịch quả bằng máy trục vít, sau đó bảo quản đông lạnh ở nhiệt độ <-10°C. Khi nghiên cứu, dịch ép quả điều được rã đông đưa về nhiệt độ phòng, xử lý tách loại tanin bằng enzyme tanase và gelatin (Nguyen Van Khoa *et al.*, 2017), dịch thu được sau xử lý không còn vị chát, sít lưỡi với hàm lượng tanin còn lại đạt 0,08-0,1%.

Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* K1 V1116 dạng bột, mua từ công ty Lalvin, Canada.

Môi trường và hóa chất thực phẩm: Môi trường Sabouraud (SBD), citric acid (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) và NaHCO<sub>3</sub> dùng để chỉnh pH dịch điều, dung dịch xanh methylene để nhuộm Gram đếm tế bào nấm men chết.

**2.2 Bố trí thí nghiệm**

**2.2.1 Xác định môi trường nuôi cấy và đường cong sinh trưởng**

Trước khi sử dụng nấm men cho quá trình lên men rượu, nấm men được nhân giống trong 40 giờ ở hai môi trường dinh dưỡng Sabouraud và môi trường dịch điều nhằm so sánh để chọn môi trường nuôi cấy giống thích hợp. Môi trường nuôi cấy được

cho vào bình tam giác đáy bằng nút gòn, thanh trùng ở 121°C trong 15 phút. Men giống được cấy vào môi trường với mật độ ban đầu là 4,2x10<sup>6</sup> tế bào/ ml và ủ ở 30°C trên máy lắc 140 vòng/ phút (Lương Đức Phẩm, 2006).

**2.2.2 Tối ưu hóa ba yếu tố quá trình lên men chính**

Tối ưu hóa quá trình lên men chính được thiết kế theo phần mềm JMP 10, trong đó các yếu tố khảo sát được bổ sung trước quá trình lên men bao gồm: °Brix (hàm lượng đường) ban đầu từ 19-25 (X<sub>1</sub>), pH= 4-5 (X<sub>2</sub>) và tỷ lệ men từ 5-10% (X<sub>3</sub>), khi đó độ còn (Y) là chỉ tiêu theo dõi sau 7 ngày lên men.

**Bảng 1: Thiết kế thí nghiệm CCD để tối ưu hóa quá trình lên men chính ở dịch ép quả điều**

STT	Pattern	°Brix (X <sub>1</sub> )	pH (X <sub>2</sub> )	Tỷ lệ men (%- X <sub>3</sub> )
1	---	19	4	5
2	---+	19	4	10
3	a00	19	4,5	7,5
4	+-	19	5	5
5	++	19	5	10
6	0a0	22	4	7,5
7	00a	22	4,5	5
8	000	22	4,5	7,5
9	000	22	4,5	7,5
10	00A	22	4,5	10
11	0A0	22	5	7,5
12	+---	25	4	5
13	++	25	4	10
14	A00	25	4,5	7,5
15	++-	25	5	5
16	+++	25	5	10

Trong đó: (+): giá trị cận trên, (-): giá trị cận dưới, (A): giá trị trực thấp, (a): giá trị trực cao, (0): giá trị tại tâm. Để xác định giá trị tối ưu cho quá trình lên men, kết quả phân tích khớp với phương trình đa thức bậc 2 bao gồm phân tuyến tính bậc 1, bậc 2 và tương tác ba yếu tố bậc 1 bằng phương pháp hồi quy đa biến. Mô hình toán học sử dụng để xác định giá trị tối ưu cho các yếu tố có dạng như sau:

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1X_2 + b_5X_1X_3 + b_6X_2X_3 + b_7X_1X_2X_3 + b_8X_1^2 + b_9X_2^2 + b_{10}X_3^2$$

Trong đó: b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub>, b<sub>5</sub>, b<sub>6</sub>, b<sub>7</sub>, b<sub>8</sub>, b<sub>9</sub>, b<sub>10</sub> là hệ số hồi quy. X<sub>1</sub>; X<sub>2</sub>; X<sub>3</sub> là yếu tố thí nghiệm cần tối ưu. Y là chỉ số theo dõi sau quá trình lên men. Trong đó, các yếu tố khảo sát có quan hệ tuyến tính với chỉ số theo dõi phụ thuộc vào R<sup>2</sup> là hệ số xác định bội có giá trị từ 0 đến 1.

Mối quan hệ giữa các yếu tố khảo sát và chỉ tiêu theo dõi trong quá trình lên men chính được thể hiện dưới dạng bề mặt đáp ứng. Từ đó chọn được

các giá trị tối ưu của °Brix ban đầu, pH và tỷ lệ men bổ sung để hiệu suất tạo cồn trong quá trình lên men là cao nhất. Thí nghiệm tối ưu hóa được thực hiện bằng phương pháp mặt đáp ứng theo mô hình CCD (central composite design) được trình bày theo Bảng 1.

**2.3 Các chỉ tiêu phân tích**

Giá trị pH được xác định bằng máy pH Hanna-Itali; °Brix được đo bằng khúc xạ kế Atago-Nhật Bản; hàm lượng axit tổng ( $g_{H_2SO_4}/L$ ) xác định theo phương pháp trung hòa axit; số lượng tế bào nấm men (tế bào/ml) được xác định bằng buồng đếm hồng cầu Neubauter (Lê Thanh Mai và ctv, 2009); hàm lượng cồn (% v/v) đo bằng phương pháp chưng cất (Nguyễn Đình Thương và Nguyễn Thanh Hằng, 2007).

**2.4 Phương pháp xử lý số liệu**

Các thí nghiệm bố trí lặp lại 3 lần, các kết quả thu được là trung bình cộng giữa các lần thí nghiệm. Số liệu được phân tích trên phần mềm Microsoft Excel và JMP phiên bản 10 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). Sự khác biệt ở giá trị trung bình giữa các công thức được đánh giá nhờ phép kiểm định Tukey với mức tin cậy 95%.

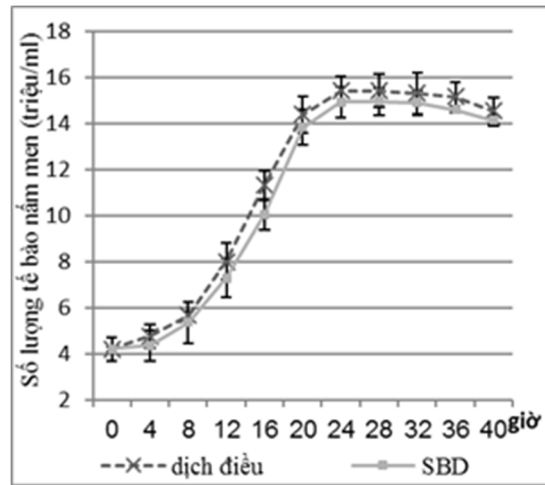
**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Môi trường nuôi cấy và đường cong sinh trưởng**

Chọn môi trường thích hợp nhân giống và xác định mật độ nấm men đạt cao nhất để bổ sung vào dịch lên men là bước quan trọng đầu tiên. Nấm men được nhân giống trên môi trường dịch điều và môi trường chuẩn Sabouraud để so sánh. Dịch ép quả điều sau xử lý tách loại tanin (Nguyen Van Khoa et al., 2018) được chỉnh pH = 4,5, hàm lượng đường 12° Brix (Nguyễn Minh Thủy và ctv, 2011) để nhân giống đối chiếu. Kết quả nhân giống ở hai môi trường dịch điều và Sabouraud (Hình 1) cho thấy, nấm men tăng giảm theo quy luật đường cong sinh trưởng của vi sinh vật, phù hợp với các giai đoạn sinh trưởng.

Hình 1 cho thấy cả hai môi trường dịch ép quả điều và Sabouraud nấm men sinh trưởng và phát triển tốt. Các tế bào nấm men tăng dần trong quá trình tăng sinh, tăng nhanh đến 24 giờ. Tại thời điểm

này, ở môi trường dịch điều đạt  $1,54 \times 10^7$  tế bào/ml cao hơn 5% so với môi trường Sabouraud và duy trì đến 32 giờ. Khi đến cuối pha cân bằng (32-36 giờ), các chất dinh dưỡng trong môi trường nuôi cấy giảm dần do trong môi trường xuất hiện và tích tụ các sản phẩm trao đổi chất không cần thiết đối với tế bào. Kết quả số lượng nấm men giảm 5-7% so với thời điểm đạt pha log, đến 40 giờ tế bào bắt đầu chết nhanh. Hình 1 cho thấy nấm men sinh trưởng và phát triển trong môi trường dịch điều tốt hơn so với môi trường Sabouraud. Do đó, dịch điều được chọn làm môi trường nhân giống nấm men trong thời gian 24-28 giờ trước khi bổ sung vào dịch lên men.



**Hình 1: Đường cong sinh trưởng ở nấm men KV1116**

**3.2 Tối ưu hóa ba yếu tố trong quá trình lên men chính**

Kết quả tối ưu hóa quá trình lên men chính theo ba yếu tố thể hiện ở Bảng 2 cho thấy mức độ phù hợp của mô hình. Giá trị F đánh giá sự không tương thích (Lack of fit) của mô hình là 4,47 (p=0,33) cho thấy mô hình hoàn toàn tương thích với thực nghiệm. Hệ số tương quan bội ( $R^2$ ) của mô hình bằng 0,9996 cho thấy mô hình mô phỏng đúng với thực nghiệm, đồng thời chỉ ra các yếu tố khảo sát ban đầu: °Brix ban đầu ( $X_1$ ), pH ( $X_2$ ) và tỷ lệ men ( $X_3$ ) bổ sung trước quá trình lên men đều có ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình hình thành độ cồn sau 7 ngày lên men (p<0,05).

**Bảng 2: Kết quả phân tích ANOVA đến sự tạo cồn trong quá trình lên men chính**

Nguồn	Df	Tổng bình phương	Trung bình bình phương	F Ratio	Prob > F	$R^2$
Mô hình	10	55,8539	5,5854	65,5510	<0,0001	
Sai số	5	0,4260	0,0852			
Lack of Fit	4	0,4260	0,1065	4,4789	0,3388	0,9996

Từ Bảng 3, phần mềm JMP chỉ ra kết quả ước lượng hệ số hồi quy trong đó: °Brix ( $b_1=2,06$ ) là yếu

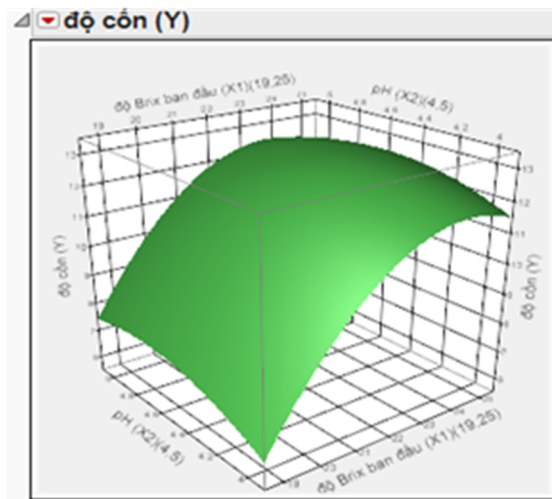
tố ảnh hưởng mạnh nhất đến quá trình tạo cồn, còn pH ( $b_2=0,3$ ) và tỷ lệ men ( $b_3=0,28$ ) có tác động gần

như nhau và thấp hơn °Brix. Có sự khác nhau của °Brix so với hai yếu tố còn lại vì trong quá trình lên men, đường là nguồn nguyên liệu chính cung cấp dinh dưỡng cho nấm men và là cơ chất quyết định đến quá trình chuyển hóa tạo thành cồn (Phan Thị Cẩm Hoa và *ctv.*, 2017). JMP đã đưa ra phương trình hồi quy mô tả mối tương quan giữa độ Brix ban đầu ( $X_1$ ), pH ( $X_2$ ) và tỷ lệ men ban đầu ( $X_3$ ) đến độ cồn (Y) hình thành như sau:

$$Y = 12,155 + 2,06X_1 + 0,3X_2 + 0,28 X_3 - 0,1X_1X_2 + 0,1 X_1X_3 + 1,5827 X_1^2 - 0,4827 X_2^2$$

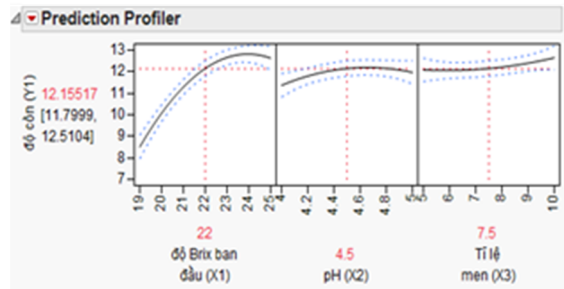
**Bảng 3: Giá trị ước lượng của các biến độc lập đến quá trình hình thành độ cồn**

Hệ số	Giá trị ước lượng	p-value
Intercept	12,1551	< 0,00018*
b <sub>1</sub>	2,06	< 0,0001*
b <sub>2</sub>	0,3	0,0227*
b <sub>3</sub>	0,28	0,0290*
b <sub>4</sub>	-0,1	0,0371*
b <sub>5</sub>	0,1	0,0371*
b <sub>6</sub>	0,025	0,8182
b <sub>7</sub>	1,5827	0,0003*
b <sub>8</sub>	-0,4827	0,0435*
b <sub>9</sub>	0,05	0,2809
b <sub>10</sub>	0,2172	0,6443



**Hình 2: Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của các yếu tố đến độ cồn trong không gian 3 chiều**

Với giá trị  $R^2 = 0,992$  và  $R^2_{adj} = 0,977$  cho thấy mô hình hồi quy là phù hợp với bề mặt đáp ứng của độ cồn được tạo thành ở Hình 2. Mỗi điểm trên bề mặt là một giá trị độ cồn tạo thành tương ứng với 3 yếu tố ảnh hưởng được khảo sát, thể hiện được mức độ, chiều hướng ảnh hưởng của ba yếu tố ban đầu đến quá trình tạo ra độ cồn cao nhất hoặc thấp nhất. Điều kiện tối ưu của ba yếu tố khảo sát ban đầu đến độ cồn tạo thành được thể hiện qua Hình 2.



**Hình 3: Kết quả tối ưu hóa ba yếu tố ảnh hưởng theo phần mềm JMP**

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ Brix ban đầu tối ưu được đề xuất là 22°. Độ Brix ban đầu phải phù hợp để đủ cơ chất cho sự hoạt động của nấm men. Khi dịch lên men không đủ lượng đường cho nấm men tăng sinh khối thì nấm men có thể chết đi do cạnh tranh dinh dưỡng lẫn nhau và cuối cùng là lượng rượu sinh ra thấp. Nhưng nếu bổ sung đường cao thì hiện tượng áp suất thẩm thấu xảy ra làm thay đổi sinh lý và quá trình trao đổi chất của tế bào, khi đó quá trình chuyển hóa tạo sản phẩm lại bị giảm (Attri, 2009). Độ Brix tối ưu là 22° tương tự với kết quả nghiên cứu trước đây, khi lên men dịch ép quả điều hàm lượng đường tối ưu trong khoảng 20-22° Brix (Attri, 2009; Umashankar *et al.*, 2014; Apine and Jadhav, 2015).

Ở giá trị pH ( $X_2$ ) điều kiện tối ưu là 4,5 tương tự với kết quả nghiên cứu khi lên men rượu vang Khóm (Nguyễn Văn Thành và *ctv.*, 2013), vang Xoài (Nguyễn Nhật Minh Phương và *ctv.*, 2011). Khi lên men, nếu giá trị pH cao thì độ cồn giảm do các vi khuẩn hại phát triển gây sự cạnh tranh đồng thời ức chế sự sinh trưởng và phát triển nấm men. Dịch quả có pH thích hợp cải thiện được độ ổn định của rượu, ức chế được sự phát triển của vi khuẩn và cũng tạo điều kiện tốt cho quá trình lên men đường (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

Tỷ lệ men ( $X_3$ ) 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. Nếu mật độ nấm men quá thấp thì quá trình lên men chậm, rượu sẽ dễ bị hỏng (Đình Hữu Đông, 2014). Tỷ lệ men bổ sung khi lên men dịch quả thường nằm trong khoảng 5 – 10% (Attri, 2009; Umashankar *et al.*, 2014; Apine and Jadhav, 2015). Vì vậy, nấm men cân bổ sung ban đầu phải thích hợp để thời gian lên men hợp lý nhằm tạo ra các hương, vị hài hòa cho rượu là rất quan trọng. Kết quả nghiên cứu bề mặt đáp ứng cho thấy tại 7,5% men là thích hợp.

Từ kết quả tối ưu hóa của phần mềm JMP đề xuất (Hình 3), tiến hành lên men thực nghiệm kiểm chứng theo Bảng 4:

**Bảng 4: Kết quả kiểm tra thực nghiệm từ các thông số của phần mềm JMP**

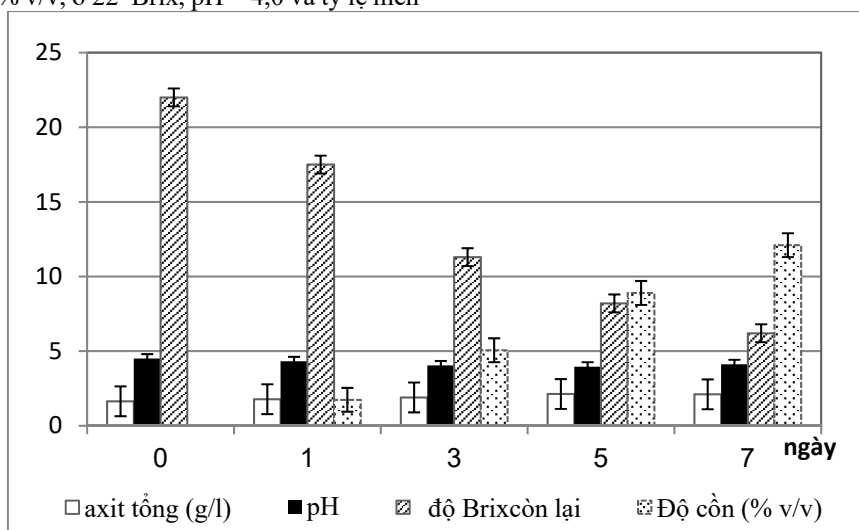
Chỉ tiêu	Giá trị JMP đề xuất	Giá trị thực nghiệm
<sup>0</sup> Brix ban đầu	22 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>
pH	4,5 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>
Tỷ lệ men (%)	7,5	7,5
Độ cồn (% v/v)	12,15 <sup>c</sup>	12,2 <sup>c</sup>

Các chữ giống nhau trong cùng một dòng thể hiện sự khác nhau không có ý nghĩa ở mức  $p < 0,05\%$ .

Kết quả dự đoán và kết quả thực nghiệm có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95%. Điều kiện tối ưu lên men chế biến rượu vang điều là 22° Brix, pH=4,5 và tỷ lệ men là 7,5%. Rượu vang điều tạo thành ở điều kiện tối ưu có độ cồn 12,1% v/v cao hơn kết quả nghiên cứu của Attri (2009) và Umashankar *et al.* (2014). Theo Attri (2009), rượu vang điều có độ cồn chỉ 8,25% v/v, ở 22° Brix, pH = 4,0 và tỷ lệ men

*Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* 5% và theo Umashankar *et al.* (2014) độ cồn thấp hơn chỉ đạt 6,6% v/v sau 15 ngày lên men ở 20,2° Brix, pH 3,8 và tỷ lệ men 5%. Rượu vang điều trong nghiên cứu này có độ cồn tương đương với kết quả của Apine and Jadhav (2015) có độ cồn là 12% v/v với nấm men *Saccharomyces cerevisiae* strain NCIM 3311 ở 22° Brix, pH = 4,0 và tỷ lệ men 10% sau thời gian 7 ngày.

Hình 3 cho thấy quá trình thực nghiệm lên men rượu vang điều ở 5 ngày đầu giá trị pH giảm từ 4,5 xuống còn 3,9 tương ứng khi đó hàm lượng axit tổng tăng 25% đạt 2,13 g/l so với ngày đầu tiên. Điều này cho thấy song song với sự chuyển hóa đường (13,8° Brix) thành cồn thì các axit hữu cơ cũng hình thành trong dung dịch, cho nên pH giảm và axit tổng tăng lên, độ cồn đạt 8,9% v/v; đến ngày thứ 7 độ cồn đạt 12,1% v/v.



**Hình 3: Kết quả của một số chỉ tiêu theo dõi trong quá trình lên men**

**4 KẾT LUẬN**

Sự ảnh hưởng của ba yếu tố độ Brix, môi trường pH và tỷ lệ nấm men đến quá trình lên men chính rượu vang điều đã được khảo sát. Trong 3 yếu tố đã khảo sát thì độ Brix ảnh hưởng mạnh nhất đến quá trình tạo độ cồn. Điều kiện tối ưu được khảo sát ở ba yếu tố cho quá trình lên men chính ở rượu vang điều đạt được tại 22° Brix, pH = 4,5 và 7,5% tỷ lệ men trong thời gian 7 ngày. Kết quả lên men ở điều kiện tối ưu rượu vang điều có độ cồn đạt 12,1% v/v phù hợp với độ cồn của rượu vang theo Tiêu chuẩn Việt Nam (7045:2013).

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Apine A. O., and Jadhav J. P., 2015. Fermentation of Cashew Apple (*Anacardium Occidentale*) Juice Into Wine by Different *Saccharomyces*

*Cerevisiae* Strains: A Comparative Study. *Indian Journal of Research*, 4(3):6-10.

Attri B.L., 2009. Effect of initial sugar concentration on the physico-chemical characteristics and sensory qualities of cashew apple wine. *Natural Product Radiance*, 8(4):374-379.

Đinh Hữu Đông, 2014. Nghiên cứu sản xuất rượu vang từ quả xương rồng gai. *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, 4: 68-77.

Kelebek, H., Selli, S. and Canbas, A. 2013. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine. *Microchemical Journal*, 91:20-24.

Lê Thanh Mai, Nguyễn Thị Hiền, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Thanh Hằng và Lê Thị Lan Chi, 2009. Các phương pháp phân tích ngành công nghệ lên men. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 149-159.

- Lương Đức Phẩm, 2006. Nấm men công nghiệp. NXB Khoa học và kỹ thuật, 332 trang.
- Nguyễn Đình Thương và Nguyễn Thanh Hằng, 2007. Công nghệ sản xuất và kiểm tra cồn etylic. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 284 trang.
- Nguyễn Nhật Minh Phương, Chế Văn Hoàng, Lý Nguyễn Bình và Châu Trần Diễm Ái, 2011. 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 trường Đại học Cần Thơ. 20a:127-136.
- Nguyễn Minh Thủy, Nguyễn Phú Cường, Nguyễn Thị Mỹ Tuyên và Nguyễn Hữu Phước, 2011. Biện pháp làm trong và ổn định sản phẩm rượu vang khóm. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ 18b:73-82.
- Nguyen Van Khoa, Vo Thi Thu Giang, Tran Thi Tuong An, Nguyen Minh Hien, Nguyen Huu Tri and Duong Phuoc Dat, 2017. Removal of tannin to reduce the astringent in cashew apple juice by enzym method . Proceedings of the 15<sup>th</sup> ASEAN conference on food science and technology, 3:405-411.
- Nguyễn Văn Thành, Nguyễn Minh Thủy, Trần Thị Quế và Nguyễn Thị Mỹ Tuyên, 2013. Phân lập, tuyển chọn và định danh nấm men trong lên men rượu vang khóm. Tạp chí khoa học trường đại học Cần Thơ, 25:27-35.
- Nguyễn Văn Tuấn, 2006. Phân tích số liệu và tạo biểu đồ bằng R. Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật, 174-185.
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B. and Lonvaud A., 2006. Handbook of Enology, Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications (Volume 1, 2). Great Britain by Antony Rowe Ltd, Chippennham, Wiltshire.
- Tran Nhat Nam, Nguyen Phuoc Minh and Dong Thi Anh, 2014. Investigation of processing conditions for dietary fiber production from cashew apple (*Anacadium occidentale* L.) residue. International Journal of Scientific & Technology Research, 3(1):2277-8616.
- Kubo, I., Masuoka, N., Ha, T.J. and Tsujimoto K., 2006. Antioxidant activity of anacardic acids. Food Chemistry, 99(3): 555-562.
- Umashankar, N., Mohan Chavan, Benherlal, P.S. and Maruthesh.A.M., 2014. Standardization of fermentation process for the production of cashew wine. International Journal of Science and Nature, 5(2):226-230.
- Bộ KH&CN, 2013. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7045:2013 – Rượu vang.