

DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.057

## NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN THỦY PHÂN DỊCH QUẢ THANH LONG RUỘT ĐỎ (*Hylocereus polyrhizus*) VÀ THỬ NGHIỆM LÊN MEN RƯỢU

Hoàng Quang Bình\*, Dương Thị Ngọc Diệp, Lê Thị Như và Mai Thanh Tòng

Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Hoàng Quang Bình (email: qbinh93@gmail.com)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 26/02/2020

Ngày nhận bài sửa: 07/05/2020

Ngày duyệt đăng: 29/06/2020

### Title:

Effect of hydrolysis condition to red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice quality and alcohol fermentation preliminary

### Từ khóa:

Enzyme Pectinex, lên men rượu, thanh long ruột đỏ

### Keywords:

Enzyme Pectinex, red dragon fruit, wine fermentation

### ABSTRACT

This study is to evaluate the effect of the hydrolysis condition of enzyme Pectinex Ultra SP-L on red dragon juice quality and assess the quality of red flesh dragon fruit juice after ferment. Supplement of enzyme Pectinex Ultra SPL preparation facilitated the extraction of dragon juice. The enzyme was used at a level of 0.3% and incubated at 50°C in 1 hour. The results showed that juice treated with enzyme gave beneficial such as the highest juice recovery yield of 77.03%, the highest betacyanin recovery yield of 82.31%, the highest polyphenol total recovery yield of 41.57% and the transmittance of 86.28%. Gas chromatography analysis results showed that fermented juice had 49 aroma compounds: alcohol (9 compounds) and esters (14 compounds). The sample in this study got the attribute methanol 0.00967 g/L, aldehyde 1.12 mg/L, ethanol content of 9.5%, which meeting the standard of 45:2013 Vietnam standard for wine.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định thông số thủy phân dịch thanh long ruột đỏ bằng enzyme Pectinex Ultra SP-L và đánh giá chất lượng nước thanh long ruột đỏ sau lên men. Chế phẩm enzyme Pectinex Ultra SP-L bổ sung vào trong dịch quả với tỷ lệ 0,3% và điều kiện thủy phân ở nhiệt độ 50°C trong 1 giờ đã cho hiệu suất thu hồi dịch quả 77,03%, hiệu suất thu hồi betacyanin 82,31%, hiệu suất thu hồi polyphenol tổng số 41,57% và độ truyền suốt 86,28%. Kết quả phân tích sắc ký khí rượu có 49 hợp chất tạo mùi, trong đó chủ yếu là nhóm alcohol (9 nhóm) và ester (14 nhóm). Sản phẩm đạt yêu cầu về một số chỉ tiêu hóa học cơ bản theo TCVN 7045:2013 cho rượu vang: methanol 0,00967 g/L, aldehyde 1,12 mg/L, hàm lượng ethanol 9,5%,

Trích dẫn: Hoàng Quang Bình, Dương Thị Ngọc Diệp, Lê Thị Như và Mai Thanh Tòng, 2020. Nghiên cứu điều kiện thủy phân dịch quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) và thử nghiệm lên men rượu. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(3B): 86-92.

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Thanh long ruột đỏ chứa nhiều vitamin, carbohydrate, chất xơ, betacyanin và polyphenol tốt

cho sức khỏe, hạn chế quá trình oxy hóa (Jamilah et al., 2011). Thanh long ruột đỏ được tiêu thụ chủ yếu ở dạng tươi. Chế biến đa dạng hóa sản phẩm giúp nâng cao giá trị kinh tế trái thanh long là điều cần

được quan tâm. Người tiêu dùng Việt Nam ngày càng có xu hướng gia tăng sử dụng sản phẩm rượu lên men từ trái cây. Tuy nhiên, thịt trái thanh long chứa nhiều pectin, làm cho dịch quả sau quá trình xay chà có độ nhớt cao, dẫn đến khó khăn khi lọc. Phương pháp sinh học thủy phân dịch quả bằng enzyme là một hướng đi hiệu quả để giải quyết vấn đề này do có các ưu điểm nổi bật như: hiệu quả xử lý lý cao, an toàn sinh học, không làm ảnh hưởng nhiều đến đặc điểm cảm quan của nguyên liệu, dễ ứng dụng trong sản xuất quy mô lớn. Các công trình đã công bố cho thấy sử dụng enzyme pectinase có hiệu quả tốt trong thủy phân dịch quả trái cây (Nguyen *et al.*, 2019; Rinaldi *et al.*, 2013; Nguyễn Nhật Minh Phương và *ctv.*, 2011; Mai Thanh Trung và *ctv.*, 2016). Hàm lượng pectin trong mỗi loại dịch quả là khác nhau; do đó tùy theo từng loại quả mà có điều kiện thủy phân khác nhau; thông qua việc kiểm soát nhiệt độ, thời gian thủy phân, tỷ lệ enzyme bổ sung sẽ giúp tối ưu khả năng hoạt động của enzyme. Mục tiêu của nghiên cứu này là (i) khảo sát thông số thủy phân dịch quả thanh long bằng enzyme Pectinex Ultra SP-L cho hiệu suất thu hồi dịch quả và các hợp chất betacyanin, polyphenol cao; (ii) thử nghiệm lên men rượu thu được sản phẩm có chất lượng phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam cho rượu vang.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Nguyên liệu

*Nguyên liệu:* Thanh long ruột đỏ được mua tại chợ đầu mối nông sản Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh, không nấm bệnh, hư dập. Thanh long sau đó được rửa sạch, bỏ vỏ; thịt quả được bảo quản lạnh đông dưới  $-18^{\circ}\text{C}$ . Chế phẩm nấm men thương mại RV100 chủng *Saccharomyces cerevisiae* cung cấp bởi công ty Angel (Trung Quốc). Chế phẩm nấm men được dùng trong nghiên cứu là chế phẩm chuyên dùng dành cho lên men rượu vang theo thông tin cung cấp từ công ty phân phối. Chế phẩm enzyme Pectinex Ultra SP-L được cung cấp bởi tập đoàn Novozymes (Đan Mạch). Enzyme được sản xuất từ nấm mốc *Aspergillus aculeatus*, có hoạt tính  $\geq 3.800 \text{ U/mL}$ , dạng lỏng, pH tối ưu 3,5-4,5; nhiệt độ tối ưu  $45-50^{\circ}\text{C}$ . Enzyme được bảo quản trong ngăn mát tủ lạnh ở nhiệt độ khoảng  $12-15^{\circ}\text{C}$ . Chế phẩm enzyme được dùng trong nghiên cứu có bản chất là enzyme pectinase, enzyme thường được sử dụng trong các công trình nghiên cứu thủy phân dịch trái cây.

*Hoá chất:* Gallic acid 99,5% (Ấn Độ), Follin Ciocalteu 99,5% (MercK, Đức),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  99,5%, 3,5-dinitrosalicylic acid 99,5%, Phenol 99%, Glucose 99,5%, Sodium sulfite, Sodium hydroxide

96%, Potassium sodium tartrate (Xilong, Trung Quốc).

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1 Khảo sát ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến chất lượng dịch quả

Thịt quả thanh long sau khi rửa đông được đem đi xay nhuyễn. Khi nhiệt độ dịch quả đạt  $40^{\circ}\text{C}$ , bổ sung enzyme Pectinex Ultra SP-L vào puree với tỷ lệ 0,1%, khuấy đều. Mẫu được thủy phân trong các khoảng thời gian 30, 60, 90, 120 và 150 phút; pH tự nhiên của dịch quả 4,5 - 4,6. Kết thúc thời gian thủy phân, enzyme được bất hoạt ở  $90^{\circ}\text{C}$  trong 10 phút. Sau đó dịch quả được làm nguội nhanh bằng nước. Dịch quả sau lọc được xác định khối lượng, hàm lượng betacyanin, hàm lượng polyphenol tổng và độ truyền suốt.

#### 2.2.2 Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ enzyme bổ sung đến chất lượng dịch quả

Mẫu thí nghiệm được thực hiện thủy phân và theo dõi các chỉ tiêu tương tự thí nghiệm mục 2.2.1; trong đó thời gian thủy phân là kết quả mục 2.2.1, tỷ lệ bổ sung enzyme Pectinex Ultra SPL được khảo sát ở các tỷ lệ khác nhau: 0,1; 0,2; 0,3 và 0,4%.

#### 2.2.3 Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ thủy phân đến chất lượng dịch quả

Mẫu thí nghiệm được thực hiện thủy phân và theo dõi các chỉ tiêu tương tự thí nghiệm mục 2.2.1. trong đó thời gian thủy phân là kết quả mục 2.2.1, tỷ lệ enzyme bổ sung là kết quả mục 2.2.2; nhiệt độ thủy phân được khảo sát ở các mức khác nhau:  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $45^{\circ}\text{C}$  và  $50^{\circ}\text{C}$ . Các giá trị nhiệt độ được khảo sát trong thí nghiệm này nằm trong khoảng nhiệt độ hoạt động tối ưu của enzyme theo khuyến cáo của công ty cung cấp enzyme.

#### 2.2.4 Lên men dịch quả thanh long ruột đỏ

Dịch quả sau thủy phân được bổ sung đường đến  $22^{\circ}\text{Bx}$ . Dịch quả được xử lý với natri metabisulfite ở nồng độ 40 ppm. Sau 2 giờ xử lý, 7% dịch nấm men có mật độ  $10^7$  (tế bào/mL) được bổ sung vào trong dịch quả, khuấy đều. Quá trình lên men diễn ra tại điều kiện phòng ( $30 - 31^{\circ}\text{C}$ ) trong 13 ngày, pH tự nhiên của dịch quả. Các thông số của quá trình lên men rượu là kết quả thu nhận được từ các thí nghiệm khảo sát đã được thực hiện trong nghiên cứu này. Các chỉ tiêu phân tích ở mỗi thí nghiệm là tốc độ phát triển của nấm men, sự biến đổi về độ Brix, pH của dịch quả trong quá trình lên men cũng như hàm lượng cồn và hàm lượng đường khử của rượu sau quá trình lên men.

**2.3 Chỉ tiêu phân tích**

*Hàm lượng betacyanin:* Phương pháp phân tích được tham chiếu theo Liaotrakoon *et al.* (2013), có hiệu chỉnh. Mẫu phân tích bằng cách đo độ hấp thụ quang bằng UV-VIS tại bước sóng 538 nm. Công thức tính hàm lượng betacyanin (mg/100 mL mẫu) được trình bày như sau:

$$\frac{A.(MW).d.100}{E.L}$$

A: độ hấp thụ tại bước sóng 538 nm. L: độ dày cuvet. d: độ pha loãng. E: khả năng hấp thụ phân tử ( $6,5 \times 10^4$  L/mol cm trong H<sub>2</sub>O). MW: Khối lượng phân tử (550 g/mol)

*Hàm lượng polyphenol tổng số:* Phương pháp phân tích được tham chiếu theo ISO 14502 – 1:2006 và có hiệu chỉnh (Bộ KH&CN, 2009). Hút 0,5 mL dịch mẫu cho vào ống nghiệm, thêm 2,5 mL Folin 10% lắc đều và để yên trong tối khoảng 5 phút. Sau đó cho thêm 2 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5% vào ống nghiệm và lắc đều, để tối trong 60 phút rồi đem đi đo quang ở bước sóng 765 nm. Dựa vào phương trình đường chuẩn gallic acid, hàm lượng polyphenol tổng được thể hiện theo mg GAE/100mL mẫu.

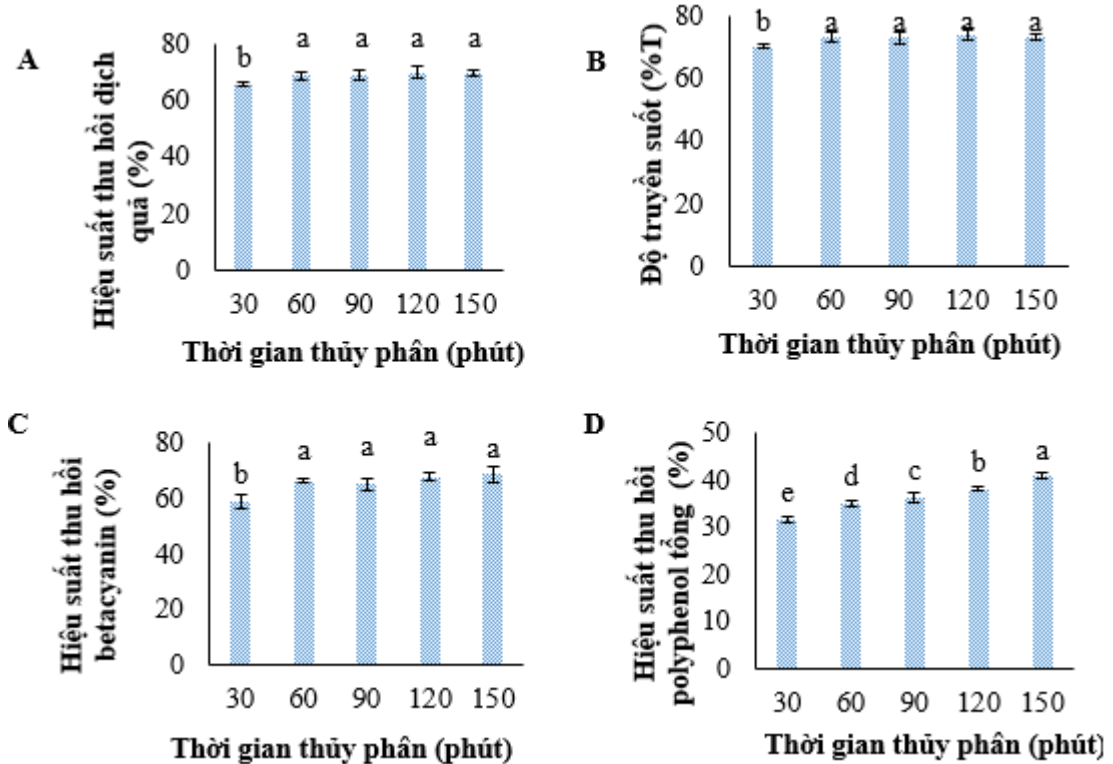
*Hiệu suất thu hồi dịch quả:* Khối lượng mẫu sau thủy phân \*100/khối lượng mẫu trước thủy phân. *Hiệu suất thu hồi betacyanin:* Khối lượng betacyanin của mẫu sau thủy phân \*100/khối lượng betacyanin mẫu trước thủy phân. *Hiệu suất thu hồi polyphenol:* Khối lượng polyphenol của mẫu sau lọc \*100/khối lượng polyphenol mẫu trước lọc. *Độ truyền suốt:* Mẫu được xác định độ truyền suốt %T bằng cách sử dụng máy đo quang phổ UV-VIS tại bước sóng 660 nm, sử dụng nước cất làm mẫu chuẩn (Ghosh *et al.*, 2016). *Hàm lượng tổng chất rắn hòa tan:* sử dụng khúc xạ kế Atago (0-33%). *pH* sử dụng máy phân tích pH để bàn. *Độ cồn:* phương pháp chung cất cồn (Lê Thanh Mai và *ctv.*, 2009), hàm lượng đường sót (Miller, 1959). Các chỉ tiêu phân tích sắc ký được gửi mẫu phân tích tại công ty trách nhiệm hữu hạn Khoa học và Công nghệ Khải Hoàn, quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh.

**2.4 Phương pháp xử lý số liệu**

Các số liệu thu thập được xử lý thống kê bằng phần mềm JMP 10.0 và tính toán, vẽ đồ thị bằng Excel 2011.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Hình 1.



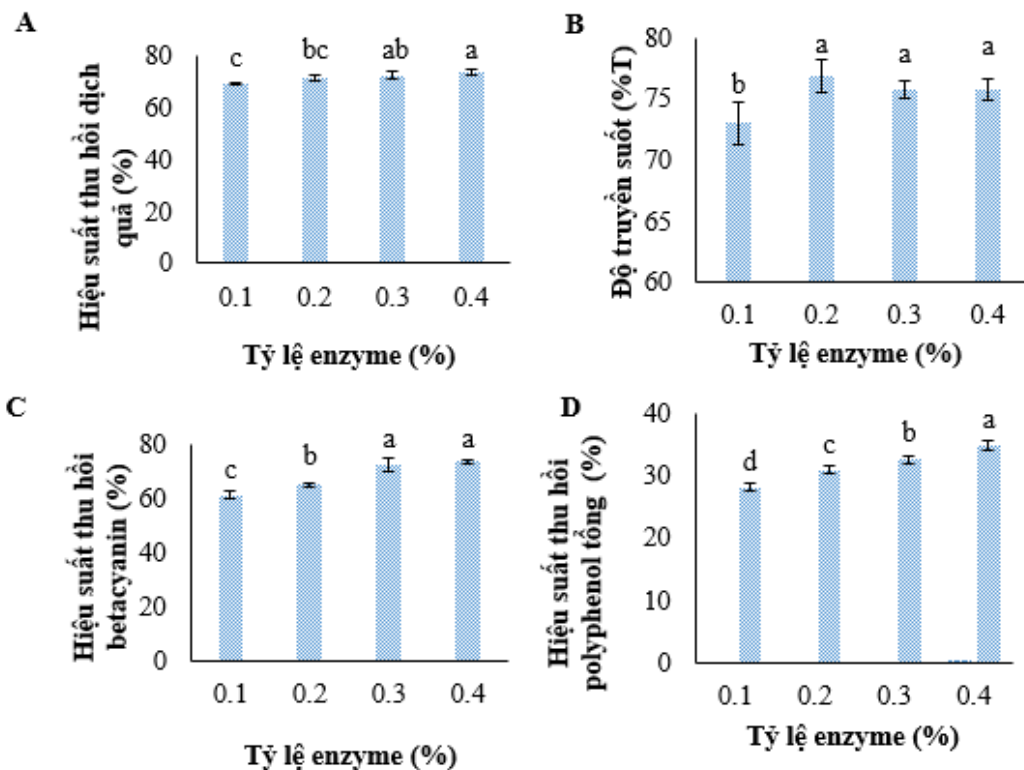
**Hình 1:** Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến biến đổi: hiệu suất thu hồi dịch quả (A), độ truyền suốt (B), hiệu suất thu hồi betacyanin (C), hiệu suất thu hồi polyphenol tổng số (D)

Khi tăng thời gian thủy phân từ 30 đến 150 phút, tất cả các chỉ tiêu theo dõi đều tăng, tuy nhiên có sự khác biệt không ý nghĩa về thống kê ( $p > 0,05$ ) ở các chỉ tiêu hiệu suất thu hồi dịch quả, hiệu suất thu hồi betacyanin, độ truyền suốt giữa các mẫu thủy phân trên 60 phút. Trong quá trình thủy phân dịch quả, enzyme pectinase có thể đã làm đứt gãy pectin, cellulose từ đó phá vỡ thành tế bào thực vật; điều này dẫn đến tăng khả năng khả năng giải phóng dịch quả cũng như các chất hòa tan (Nguyễn Công Hà và *ctv.*, 2014). Sau 60 phút thủy phân, có thể lúc này lượng enzyme đã không còn đủ để phản ứng với cơ chất; do đó không có sự thay đổi nhiều về giá trị ở

các chỉ số khảo sát. Thủy phân dịch quả thanh long ruột đỏ trong 60 phút cho hiệu quả thu hồi cao về dịch quả (68,98%), betacyanin (66,43%), polyphenol tổng (34,89%), độ truyền suốt (73,02%) cũng như giúp tiết kiệm thời gian xử lý.

**3.1 Ảnh hưởng của tỷ lệ enzyme bổ sung đến chất lượng dịch quả**

Khi tăng tỷ lệ enzyme từ 0,1% đến 0,3%, hàm lượng dịch quả, hàm lượng betacyanin, hàm polyphenol tổng thu hồi được, cũng như độ truyền suốt của dịch quả sau thủy phân tăng; kết quả được thể hiện trong Hình 2.



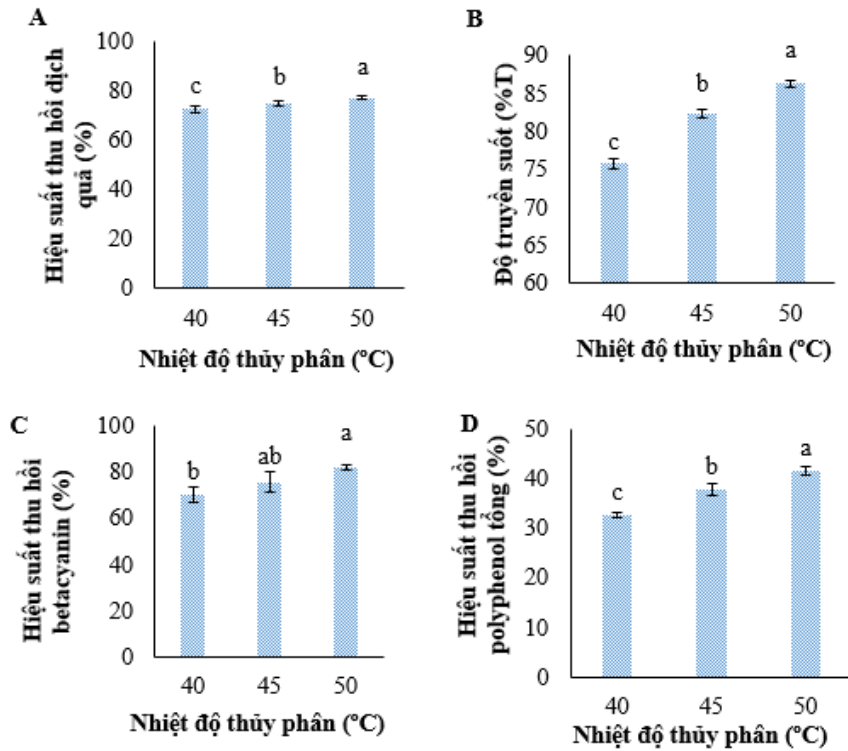
**Hình 2: Ảnh hưởng của nồng độ enzyme thủy phân đến: hiệu suất thu hồi dịch quả (A), độ truyền suốt (B), hiệu suất thu hồi betacyanin (C), hiệu suất thu hồi TPC (D)**

Trong trường hợp thừa cơ chất, nồng độ enzyme tăng đã làm tăng tốc độ phản ứng. Lúc này, tốc độ phản ứng phụ thuộc tuyến tính với lượng enzyme; nồng độ enzyme càng lớn lượng cơ chất bị biến đổi nhiều. Tuy nhiên, khi nồng độ enzyme bão hòa với nồng độ cơ chất, vận tốc phản ứng không thay đổi hoặc không tăng thêm khi tăng nồng độ enzyme (Phạm Thị Trân Châu và Phan Tuấn Nghĩa, 2006). Trong một số nghiên cứu khác, tăng tỷ lệ enzyme đã giúp làm tăng hiệu quả trích ly polyphenol tổng số (Jorgensen *et al.*, 2004; Rinaldi *et al.*, 2013). Sử dụng tỷ lệ enzyme 0,3% trong thủy phân dịch quả

thanh long ruột đỏ cho hiệu quả thu hồi cao về dịch quả (72,60%), betacyanin (72,89%), polyphenol tổng (32,59%), độ truyền suốt (76,85%).

**3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ thủy phân đến chất lượng dịch quả**

Nhiệt độ thủy phân tăng từ 40°C đến 50°C đã giúp làm tăng hiệu quả thu hồi dịch quả cao, độ truyền suốt, hiệu suất thu hồi betacyanin và polyphenol tổng. Các chỉ tiêu này đạt giá trị cao nhất tại nhiệt độ 50 °C với kết quả ghi nhận được lần lượt là 77%, 86%, 82% và 41%.



**Hình 3:** Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến biến đổi: hiệu suất thu hồi dịch quả (A), độ truyền suốt (B), hiệu suất thu hồi betacyanin (C), hiệu suất thu hồi TPC (D)

Nhiệt độ thủy phân 50°C có thể gần với nhiệt độ tối ưu của enzyme. Các phân tử enzyme có động năng lớn, tăng phản ứng giữa enzyme và cơ chất; nhiệt độ tăng làm giảm độ nhớt dịch quả, tăng khả năng phân tán của enzyme trong dịch quả, tăng cơ hội tiếp xúc giữa enzyme với cơ chất. Nghiên cứu của một số tác giả cho thấy enzyme Pectinex có hiệu quả tốt khi thủy phân dịch quả: chanh dây (Nguyen *et al.*, 2019), xương rồng (Davara *et al.*, 2017), sori (Mai Thanh Trung và *ctv.*, 2016), xoài (Nguyễn Nhật Minh Phương và *ctv.*, 2011) tại nhiệt độ 50°C.

Ở nhiệt độ 50°C, enzyme Pectinex Ultra SP-L có khả năng hoạt động tốt trên nguyên liệu thanh long.

### 3.3 Lên men dịch quả thanh long ruột đỏ

Nước thanh long lên men trong nghiên cứu có hàm lượng các chỉ số ethanol, methanol, aldehyde, acid bay hơi và hàm lượng SO<sub>2</sub> nằm trong khoảng cho phép theo quy định về tiêu chuẩn rượu vang TCVN 7045:2013 (Bộ KH&CN, 2013) được thể hiện trong Bảng 1. Sản phẩm nghiên cứu có hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, acid tổng và hàm lượng đường sót thấp.

**Bảng 1:** Thông số của nước uống lên men từ thanh long ruột đỏ trong nghiên cứu

Thông số	Nghiên cứu	TCVN 7045:2013
Tổng chất rắn hòa tan (%)	9,00	-
pH	3,22	-
Acid tổng số (%)	0,64	-
Hàm lượng đường sót (g/L)	4,97	-
Hàm lượng ethanol* (% mL/mL)	9,5	>8,5
Hàm lượng methanol (g/L)*	0,0967	<0,4
Hàm lượng acid bay hơi (meq/L)*	0,204	<20
Hàm lượng SO <sub>2</sub> (mg/L)*	1,20	<150
Hàm lượng aldehyde (mg/L)*	1,12	-

- : Không quy định

\*: Kết quả phân tích được thực hiện bởi trung tâm phân tích Khải Hoàn

Kết quả phân tích trong Bảng 2 cho thấy nước quả lên men từ thanh long ruột đỏ trong nghiên cứu có 49 hợp chất tạo mùi bao gồm: 9 chất nhóm alcohol (18,37%), 14 chất nhóm ester (28,57%), 6 chất nhóm acid hữu cơ (12,24%) và 20 chất nhóm khác (40,82%). Điều này cho thấy các hợp chất

alcohol và ester đóng vai trò chủ yếu trong tạo mùi cho sản phẩm. Trong các nghiên cứu đã công bố cũng đã cho thấy các hợp chất nhóm ester và nhóm alcohol chiếm đa số trong hợp chất mùi của rượu vang: rượu vang cacao (Dias *et al.*, 2007), rượu vang xoài (Reddy *et al.*, 2010; Lu *et al.*, 2017).

**Bảng 2. Thành phần hợp chất bay hơi trong nước thanh long ruột đỏ lên men trong nghiên cứu**

Số thứ tự	Nhóm alcohol	Nhóm ester	Nhóm acid hữu cơ	Chất khác
1	1,2-Propanediol	2-methylpropyl ester	Butanoic acid	1-(Dimethoxymethyl)-4-(1-methoxy-1-methylethyl)
2	1-Butanol	2-Phenylethyl Ester	Decanoic Acid	1,8 -Cineole
3	1-Octanol	3-methyl acetate	Nonanoic Acid	3,7,7-Trimethyl-1,3,5-cycloheptatrie
4	1-Pentanol	3-Metylbutyl decanoate	Octanoic acid	Benzene, 1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)
5	1-Tridecanol	Dodecanoic acid, ethyl ester	Hexanoic acid	Cyclohexa siloxane, dodecamethyl
6	2,3-Butanediol	E-11-Hexadecenoic acid, ethyl ester	Propanoic acid, 2-methyl-	Cyclopentasiloxane, decamethyl
7	Beta-Citronellol	Heptadecanoic acid, ethyl ester		Cyclotrisiloxane, hexamethyl-(CAS)
8	Isocineol	Hexanoic acid ethyl 4-hydroxybutanoate		Diisoamylene
9	Phenylethyl alcohol	Iso ameyl hexanoate		Disiloxane, 1,3-diethoxy-1,1,3,3-tetramethyl
10		Isoamyl lactate		Dodecanamide, N,N-bis(2-hydroxyethyl)-
11		Isobutyl caprate		Dodecane
12		Octanoic acid, 3-methylbutyl ester		Furanone
13		Phosphoric acid, tributyl ester		Hexadecane, 2,6,10,14-Tetramethyl
14		Silicic acid, diethyl bis(trimethylsilyl) ester		l-Limonene
15				Oxime-, methoxy-phenyl
16				Silane
17				Silane, diethoxydimethyl-
18				Silenediol, dimethyl-
19				Tetradecane
20				$\alpha$ -Terpinolene

\* Kết quả phân tích được thực hiện bởi công ty Trách Nhiệm Hữu Hạn Khoa Học Và Công Nghệ Khải Hoàn

#### 4 KẾT LUẬN

Ứng dụng chế phẩm enzyme Pectinex Ultra SPL với tỷ lệ 0,3% và thủy phân ở nhiệt độ 50°C trong 1 giờ cho hiệu suất thu hồi dịch quả 77%, hiệu suất thu hồi betacyanin 82%, hiệu suất thu hồi polyphenol tổng 41% và độ truyền suốt 86%. Dịch quả thanh long lên men có 49 hợp chất tạo mùi, trong đó chủ yếu là nhóm alcohol (9 nhóm) và ester (14 nhóm). Nước thanh long lên men đạt yêu cầu về một số chỉ tiêu hóa học cơ bản theo TCVN

7045:2013 cho rượu vang, điển hình như: methanol 0,00967 g/L, aldehyde 1,12 mg/L, hàm lượng ethanol 9,5% (mL/mL).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ KH&CN (Bộ Khoa học và Công nghệ), 2013. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7045:2013-Tiêu chuẩn Rượu vang.
- Bộ KH&CN (Bộ Khoa học và Công nghệ), 2009. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7161-1 : 2009/ISO 14520-1:2015. Phương pháp đo polyphenol.

- Davara, P. R., Varshney, A. K., Naliapara, V. A. and Sangani, V. P., 2017. Response Surface Modeling of Prickly Pear Juice Clarification. *Advances in Food Science and Engineering*, 1(2): 81-93.
- Dias D. P., Schwan R. F., Freire E. S., and Roge' rio dos Santos Sero ^ dio, 2007. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pulp. *International Journal of Food Science and Technology* 42 (3): 319–329.
- Ghosh P., Pradhan R. Ch. and Mishra S., 2016. Optimization of process parameters for enhanced production of Jamun juice using Pectinase (*Aspergillus aculeatus*) enzyme and its characterization. *3 Biotech*, 6(2): 241. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0561-0>
- Jamilah B., Shu C.E., Kharidah M., Dzulkifly M. A. and Noranizan A., 2011. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*, 18(1): 279-286.
- Jorgensen, B.R. and Meyer, A.S., 2004. Effects of different enzymatic pre-press maceration treatments on the release of phenols into blackcurrant juice. *European Food Research and Technology*, 219(6): 620-629.
- 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 332 trang.
- Liaotrakoon W., 2013. Characterization of dragon fruit (*Hylocereus spp.*) components with valorization potential. PhD thesis, Ghent University, Belgium.
- Lu Y., Chan L. J., Li X. and Liu S. Q., 2017. Effects of sugar concentration on mango wine composition fermented by *Saccharomyces cerevisiae* MERIT.ferm. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(1): 199-208.
- Mai Thanh Trung, Nguyễn Vương Tường Vân, Nguyễn Công Hà và Lê Nguyễn Đoàn Duy, 2016. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng trích ly dịch quả sori (*Magnolyophyta glabra*) bằng enzyme. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 42: 11-18.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 426-428.
- Nguyen X. P., Tran D. V., Vu Ng. H., Pham D. Ch. and Nguyen M. T., 2019. Effect of enzyme treatment on the ability to juice extraction and physical-chemical properties of passion fruit juice. *Vietnam Journal of Chemistry*, 57(2): 238-242.
- Nguyễn Công Hà, Trịnh Thị Anh Tâm, Trần Ngọc Điền, Nguyễn Hoài Thanh, Lê và Nguyễn Đoàn Duy, 2013. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng trích ly dịch quả bằng enzyme đối với dâu Hạ Châu. *Tạp chí khoa học và Công nghệ*, 51(6a): 177-182.
- 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.
- Phạm Thị Trân Châu và Phan Tuấn Nghĩa, 2006. Công nghệ sinh học, tập 3: enzyme và ứng dụng. Nhà xuất bản Giáo Dục, 195 trang.
- Reddy L. V. A., Kumar Y. S. and Reddy O. V. S., 2010. Analysis of volatile aroma constituents of wine produced from Indian mango (*Mangifera indica* L.) by GC-MS. *India Journal of microbiology*, 50(2): 183-191.
- Rinaldi M., Caligiani A., Borgese R., Palla G., Barbanti D. and Massini R. 2013. The effect of fruit processing and enzymatic treatments on pomegranate juice composition, antioxidant activity and polyphenols content. *Food Science and Technology* 53 (1): 355-359.