

Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng tới khả năng lên men rượu vang từ dịch ép trái táo gió (*Ziziphus mauritiana*)

Phạm Văn Thịnh^{1*}, Nguyễn Thị Phương Mai², Lê Hạnh Uyên², Nguyễn Thạch Linh¹, Võ Lê Thanh Trúc¹, Nguyễn Hồ Thu Thảo¹, Nguyễn Ngọc Minh Thư¹

¹Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

²Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển bền vững – Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

*thinhpv@huit.edu.vn

Tóm tắt

Nghiên cứu này nhằm đánh giá đặc tính hóa lý và ngoại quan của trái táo gió, đồng thời khảo sát quá trình lên men rượu vang từ dịch ép táo ở các tỷ lệ pha loãng khác nhau. Kết quả cho thấy trái táo gió có hàm lượng đường tổng cao (19,5 %) và acid thấp, tạo vị ngọt dịu; đường khử chiếm khoảng 72,4 % đường tổng, hàm lượng TPC đạt 4,548 mg GAE/g và pH 4,43. Sau 7 ngày lên men ở tỷ lệ pha loãng 1:1 thu được kết quả vượt trội hơn so với các mức khảo sát còn lại cụ thể như sau: với hàm lượng ethanol đạt 13,88 %, chất tan còn lại 8,0°Bx, acid tổng 3,7 g/L, pH 3,83 và đường khử 9,77 g/L – thấp nhất so với các tỷ lệ còn lại. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc ứng dụng táo gió trong sản xuất rượu vang trái cây, góp phần nâng cao hiệu quả quá trình lên men và giảm chi phí sản xuất trong thực tiễn.

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

Nhận 10/08/2025

Được duyệt 25/09/2025

Công bố 10/11/2025

Từ khóa

Táo gió, Ninh Thuận, lên men, rượu vang, pha loãng

1. Đặt vấn đề

Táo gió (*Ziziphus mauritiana*), còn được gọi là táo gai. Tại Việt Nam, giống táo này thường được trồng và nổi tiếng tại tỉnh Ninh Thuận. Trái táo gió có tổng chất rắn hoà tan từ 12–20% và độ axit từ 0,12 – 1,5% [1]. Polysaccharide của quả táo gió bao gồm glucose (23%), xylose (31,3%), mannose (12,9%) và fructose (21,6%). Rhamnose và sorbitol cũng hiện diện trong một lượng nhỏ. Tổng hàm lượng đường được báo cáo tăng lên do việc thu hoạch chậm. Sự tích lũy của các đường khử và không khử khác nhau tùy thuộc vào giống cây trồng và giai đoạn chín của quả [2]. Phần thịt của táo gió chứa 1,20 g/100 g protein hòa tan, lượng này giảm dần khi quả chín. Các axit amin chủ yếu trong các mẫu táo là alanine, proline, glutamine và threonine và axit aminobutyric. Chất xơ trong quả táo gió rất cao, mang lại nhiều lợi ích sức khỏe. Chất xơ này bao gồm pectin tan trong nước, giúp phát triển quả. Các monosaccharide chính trong pectin là arabinose và các nhánh phụ chứa arabinose, galactose và rhamnose depolymerize trong quá trình chín. Pectin từ quả táo có mức độ este hóa thấp và có thể được sử dụng làm chất làm đặc trong các ứng dụng thực phẩm khác nhau [3]. Xylose, mannose, hemicellulose, glucose và fructose là các polysaccharide chính trong quả táo. Các axit polysaccharide và các phân đoạn polysaccharide trung tính mới được tìm thấy trong trái cây táo gió. Các axit

này có khả năng chelate cao hơn trong việc bảo vệ và quét sạch các gốc anion superoxide [2].

Với lợi thế vùng trồng, sản lượng lớn, bên cạnh đó hàm lượng đường trong trái táo gió khá phù hợp để sản xuất các sản phẩm trái cây lên men trong đó có rượu vang. Nghiên cứu này tập trung chủ yếu vào đánh giá đặc tính hóa lý của trái, khảo sát tỷ lệ pha loãng dịch ép táo/nước nhằm tìm ra tỷ lệ pha loãng phù hợp cho quá trình lên men nhằm tối ưu quy trình sản xuất, giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí, tăng hiệu quả sản xuất.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu hóa chất

Táo gió: sử dụng trái táo gió được trồng tại Ninh Thuận và được cung cấp bởi công ty TNHH sản xuất và thương mại nông sản Thái Thuận – Ninh Thuận có địa chỉ: Thôn Lương Cang 2, xã Nhơn Sơn, huyện Ninh Sơn, tỉnh Ninh Thuận. Vận chuyển về phòng thí nghiệm Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh.

Enzyme pectinase: hoạt tính > 60.000U/g, phạm vi hoạt động từ pH 3.0 – 5.0; phạm vi nhiệt độ hiệu quả từ 25 – 65°C.

Natri bicarbonat được dùng để điều chỉnh pH với độ tinh khiết là ≥ 99% xuất xứ Xilong, Trung Quốc.

Nấm men sử dụng là chủng thường dùng trong sản xuất rượu vang là giống *Saccharomyces cerevisiae*.

2.2. Phương pháp thí nghiệm



Mỗi thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2020 và JMP Pro 17.

Các thí nghiệm lần lượt được bố trí và thí hành như sau:
Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng ethanol

Chuẩn bị dịch quả táo sau khi được xử lý, ép và lọc. Pha loãng dịch ép táo với nước ở các tỷ lệ khảo sát 1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5. Chính pH = 4,5 bằng acid citric và Na₂CO₃, chỉnh Brix = 23 bằng dịch siro đường. Sau đó bổ sung hàm lượng enzyme pectinase tỷ lệ 0,1% và Na₂S₂O₅ với tỷ lệ 0,05 g/L để yên ở nhiệt độ phòng trong 1 ngày. Sau đó bổ sung nấm men *Saccharomyces cerevisiae* vào với tỷ lệ 1 g/mL. Sau đó tiến hành theo dõi chỉ tiêu hàm lượng ethanol trong vòng 7 ngày liên tục. Chỉ tiêu phân tích gồm: hàm lượng tổng chất rắn hòa tan (TSS) (°Brix); hàm lượng axit (g/L); độ pH; Hàm lượng đường khử (g/L).

2.3. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp phân tích

Bảng 1: Các phương pháp phân tích

TT	Chỉ tiêu	Phương pháp phân tích
1	Tổng chất rắn hòa tan (TSS) (°Brix)	Phương pháp khúc xạ [4]
2	Hàm lượng acid (g/L)	Phương pháp chuẩn độ điện thế [5]
3	Hàm lượng đường khử (%)	Phương pháp quang phổ UV-Vis với thuốc thử DNS tại bước sóng 540 nm [6]
4	Khả năng kháng oxy hóa DPPH (%)	Phương pháp quang phổ UV-Vis bước sóng 517 nm [7].
5	Hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/g CK)	Phương pháp so màu (phương pháp Folin- Ciocalteu) [8]
6	Hàm lượng vitamin C (mg AA/100g)	Phương pháp quang phổ UV-Vis tại bước sóng 521nm [9].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thành phần hóa lý trái táo gió Ninh Thuận

Chỉ tiêu ngoại quan của táo

Bảng 2. Chỉ tiêu hóa lý của táo gió

Chỉ tiêu ngoại quan	Táo	Đơn vị
Khối lượng trung bình	52,8 (±8)	G
Chiều ngang trung bình	3,99 (±0,5)	Cm
Chiều cao trung bình	4 (± 0,5)	Cm

Thành phần hóa lý của nguyên liệu táo Ninh Thuận		
Thành phần	Hàm lượng	Đơn vị
Độ ẩm	87,77	%
Bx	10	
pH	4,43	
Vitamin C	1,30	mg/g
Polyphenol	4,55	mgGAE/g
DPPH	5,51	%
Đường khử	14,10	mg/g
Đường tổng	19,47	mg/g
Bảng giá trị đo màu		
L*	a*	b*
55,69	-17,65	37,64

Chỉ tiêu hoá lý của táo

Thành phần hóa lý trong nguyên liệu là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế biến và bảo quản. Vì vậy, phân tích những thành phần có trong nguyên liệu để làm cơ sở xác định các thông số thích hợp trong quy trình chế biến, giúp hạn chế tổn thất dinh dưỡng, đảm bảo chất lượng sản phẩm.

Qua kết quả thể hiện trên bảng 2 cho thấy hàm lượng đường khử chiếm khoảng 72,4 % của đường tổng. Đây là tỷ lệ rất cao, cho thấy phần đường chủ yếu là các đường đơn như glucose, fructose hoặc maltose, rất dễ chuyển hóa và có vị ngọt rõ rệt.

Nhóm tác giả Qayoom Dar S và cộng sự (2021) đã Nghiên cứu trên giống táo Fuji ở vùng Trung Đông (Thổ Nhĩ Kỳ) ghi nhận: Total sugars 10,49 %, trong đó reducing sugars 8,37 % (chiếm khoảng 79,8 %) [10]. Táo Ninh Thuận: đường tổng (19,5 %) và đường khử (14,1 %) cao hơn nhiều so với các giống chính thống báo cáo của nhóm tác giả Qayoom Dar và cộng sự (2021) (10–14 g/100 g đường tổng). Tỷ lệ đường khử trên tổng đường (72 %) tương đương hoặc thấp hơn một chút so với tỷ lệ 80 % trong nghiên cứu về giống táo Fuji của nhóm tác giả Qayoom Dar S và cộng sự [10]. TPC rất cao (4,55 mg GAE/g) gấp khoảng 20 lần so với mức thông thường của dịch ép dâu (223–244 mg/L), cho thấy táo gió Ninh Thuận có hàm lượng polyphenol cao, chứng tỏ đây là nguồn nguyên liệu giàu hợp chất chống oxy hóa [11]. DPPH phản ánh khả năng chống oxy hóa Giá trị 5,51 % chứng tỏ hoạt tính cao, với TPC cao thì hoạt tính chống oxy hóa mạnh hơn nhiều so với ví dụ dâu Hạ Châu. Vitamin C tương đương dâu Hạ Châu, giá trị 98–116 mg/L [2]. pH và axit tổng pH 4,431 hơi cao hơn so với dịch ép dâu (3,9), cho thấy trái

này ít chua hơn. Kết hợp với đường tổng cao (19,5 %) và axit tương đối thấp cho thấy hương vị ngọt dịu, dễ ăn.

Dựa vào Bảng 5. Màu táo xanh Ninh Thuận với các giá trị màu theo hệ thống CIELAB (L^* , a^* , b^*), ta có:

Giá trị $L^* = 55,69$ Chỉ ra rằng độ sáng ở mức trung bình – thấp. Nhóm tác giả Lancaster và cộng sự đã tiến hành đo màu sắc trên nhiều giống, trong đó ‘Oregon Red Delicious’ có L^* rất thấp (rất sẫm) 33.9; ‘Granny Smith’ 47.6; các giống khác 35–45. Điều này cho thấy táo đỏ đậm thường có L^* thấp hơn đáng kể so với ngưỡng $L^* = 55,69$ trong nghiên cứu. Đây là mức điển hình của táo xanh tự nhiên, thể hiện không có lớp sáp phủ hay xử lý đánh bóng sau thu hoạch [12].

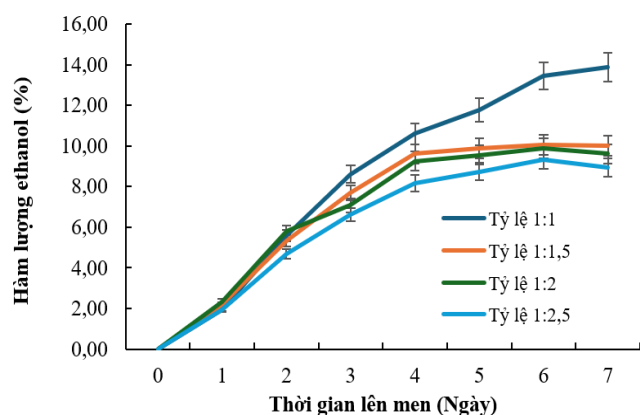
Giá trị $a^* = -17,65$ Giá trị âm và khá lớn về âm cho thấy vỏ trái có sắc xanh đậm rõ rệt. So với các mẫu táo xanh như Granny Smith, a^* thường dao động từ -10 đến -20 tùy độ chín, cho thấy táo Ninh Thuận nằm trong ngưỡng đậm, đặc trưng cho trái chưa chín hoàn toàn hoặc thu hái đúng độ chín thương phẩm (vỏ còn xanh – ruột ngọt).

Giá trị $b^* = 37,64$ Giá trị dương cao cho thấy sự hiện diện rõ của sắc vàng chứng tỏ quả có xu hướng hơi “ngả vàng” nhẹ, thể hiện đã chín sinh lý. Giá trị này giúp cân bằng sắc xanh (a^* âm) với sắc vàng $\rightarrow$ tạo màu xanh hơi ngả vàng, dễ nhận biết trên thị trường.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến khả năng lên men rượu vang táo

3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng tới hàm lượng ethanol

Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến khả năng phân giải đường thành ethanol của nấm men trong quá trình lên men rượu vang được thể hiện ở Hình 1.



Hình 1. Biểu đồ kết quả ảnh hưởng của Tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng ethanol

Kết quả cho thấy hàm lượng ethanol thu được sau 7 ngày lên men ở tỷ lệ pha loãng 1:1 là cao nhất với 13,88% và ở Tỷ lệ pha loãng 1:2,5 là thấp nhất với 8,95%. Điều này là hợp lý, vì khi Tỷ lệ pha loãng càng

cao thì cần phải bổ sung thêm lượng đường saccharose để có được nồng độ chất tan ($^{\circ}\text{Bx}$) đủ để quá trình lên men diễn ra thuận lợi. Đối với saccharose thuộc nhóm đường đôi nên khi lên men nấm men phải tốn thêm năng lượng để phân giải đường đôi thành đường đơn để sử dụng, từ đó làm giảm hiệu suất lên men.[13]

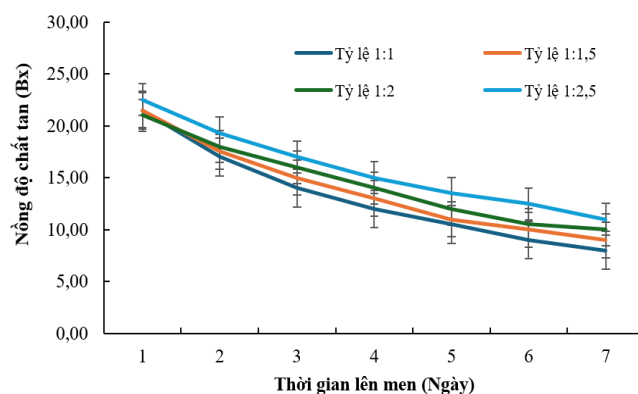
Với Tỷ lệ pha loãng 1:1, lượng cơ chất có trong dịch lên men dồi dào nên khi quá trình lên men diễn ra, nấm men không phải mất quá nhiều năng lượng cho việc phân giải đường saccharose. Theo đó, khi kết thúc quá trình lên men, hàm lượng ethanol thu được nhiều nhất trong các Tỷ lệ pha loãng trong khảo sát với 13,88%.

Với Tỷ lệ pha loãng 1:1,5, lượng cơ chất có trong dịch lên men đã giảm so với Tỷ lệ pha loãng 1:1. Theo đó, lượng đường saccharose bổ sung để đạt đủ hàm lượng chất tan phục vụ cho quá trình lên men cũng nhiều hơn. Tuy nhiên ở Tỷ lệ pha loãng này, lượng cơ chất trong dịch lên men vẫn đủ để nấm men không mất quá nhiều năng lượng để phân giải đường saccharose. Do đó, hàm lượng ethanol thu được sau quá trình lên men giảm không đáng kể so với hàm lượng ethanol thu được ở Tỷ lệ pha loãng 1:1 là 10,01%.

Với Tỷ lệ pha loãng 1:2 và 1:2,5, ở 2 Tỷ lệ pha loãng này lượng cơ chất đã bị giảm đi đáng kể và lượng đường saccharose cần thêm nhiều dẫn tới việc nấm men phải tốn nhiều năng lượng để phân giải đường saccharose. Từ đó dẫn tới hàm lượng ethanol thu được sau quá trình lên men bị giảm đi rõ rệt với 8,68% và 8,09%.

3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến nồng độ chất tan

Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến nồng độ chất tan trong quá trình lên men rượu vang được thể hiện ở Hình 2.



Hình 2. Biểu đồ kết quả ảnh hưởng của Tỷ lệ pha loãng đến nồng độ chất tan

Kết quả cho thấy nồng độ chất tan còn lại sau quá trình lên men tăng dần theo các tỷ lệ pha loãng, ở tỷ lệ pha loãng 1:1 là thấp nhất với 8,0 $^{\circ}\text{Bx}$, theo sau là tỷ lệ pha loãng 1:1,5 với 9,0 $^{\circ}\text{Bx}$, tỷ lệ pha loãng 1:2 và 1:2,5 với nồng độ chất tan còn lại lần lượt là 10 $^{\circ}\text{Bx}$ và 11 $^{\circ}\text{Bx}$.

Điều này tương quan với kết quả của khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng ethanol thu được. Trong quá trình lên men, đường trong dịch quả được nấm men sử dụng để tăng sinh khối và tổng hợp một số sản phẩm làm cho độ Brix trong dung dịch giảm [14], [15]. Mặt khác, có sự chênh lệch khá lớn giữa hàm lượng đường và độ Brix trong dịch lên men có thể được lý giải phần nào bởi trong thành phần của độ Brix ngoài đường và acid còn có các thành phần không đường khác đóng góp vào hoặc gây ảnh hưởng đến độ Brix như: chất keo, chất đậm, chất béo (trường hợp hình thành mặt phân cách), chất khoáng... trong dịch lên men.

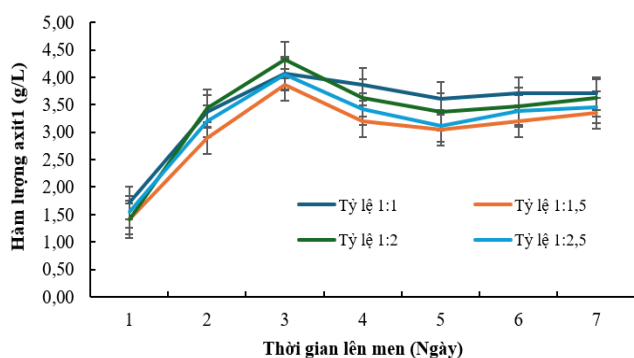
Với Tỷ lệ pha loãng 1:1 nấm men hoạt động mạnh nhất (dựa trên kết quả của thu được qua chỉ tiêu ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến độ cồn), do nấm men không phải tốn nhiều năng lượng để phân giải đường saccharose nên khi quá trình lên men kết thúc lượng cơ chất được nấm men sử dụng triệt để lượng cơ chất có trong dịch lên men.

Với Tỷ lệ pha loãng 1:1,5, tương tự như kết quả của khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ lên men tới hàm lượng ethanol, lượng cơ chất có trong dịch quả vẫn đủ để nấm men sử dụng để phát triển sinh khối tạo ra ethanol. Tuy nhiên, khi đến cuối quá trình lên men, lượng cơ chất nấm men có thể sử dụng ngay đã hết và phải phân giải đường saccharose để có thể tiếp tục sử dụng. Điều này khiến cho quá trình lên men bị chậm lại đến khi kết thúc quá trình lên men và hiệu suất lên men bị giảm.

Với Tỷ lệ pha loãng 1:2 và 1:2,5, do hàm lượng cơ chất có trong dịch quả khá ít, nên trong quá trình lên men, nấm men vừa phải phát triển tăng sinh khối tạo ethanol vừa phải phân giải đường saccharose để sử dụng. Do đó hiệu suất lên men bị giảm rõ rệt so với hai Tỷ lệ pha loãng này.

3.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng acid

Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng acid trong quá trình lên men rượu vang được thể hiện qua Hình 3.



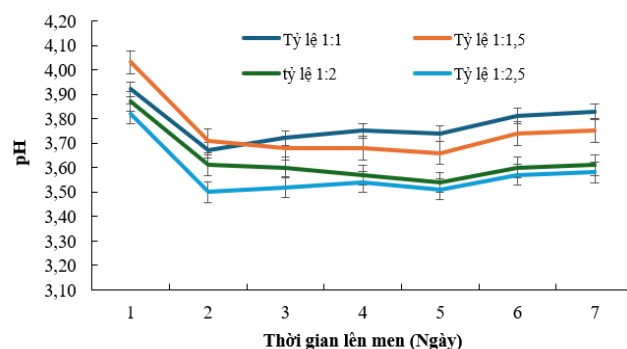
Hình 3. Biểu đồ kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng acid

Kết quả khảo sát cho thấy hàm lượng acid sinh ra sau 7 ngày, tỷ lệ pha loãng 1:1 chứa hàm lượng acid cao nhất với 3,7 g/L, tỷ lệ pha loãng chứa hàm lượng acid thấp nhất là 1:1,5 với 3,35 g/L.

Trong thành phần của rượu có chứa nhiều loại acid như các axit béo, acetic, butyric, propyonic,... Nhưng acid acetic chiếm tỷ trọng lớn nhất nên hàm lượng acid trong khảo sát tính theo hàm lượng acid acetic. Quá trình hình thành acid acetic liên quan đến sự tăng trưởng sinh khối của tế bào để bắt đầu quá trình chuyển hóa ethanol thành acid acetic[16]. Điều này được thể hiện rõ qua hình 3.3, trong 7 ngày lên men, hàm lượng acid trong dịch lên men tăng mạnh trong 3 ngày đầu và tốc độ giảm dần vào những ngày cuối khảo sát.

3.2.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến độ pH

Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến độ pH trong quá trình lên men rượu vang được thể hiện qua Hình 4.



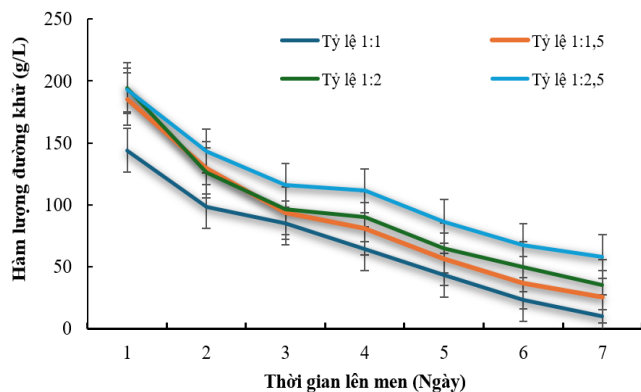
Hình 4. Biểu đồ kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến độ pH

Kết quả khảo sát cho thấy pH của rượu vang sau 7 ngày lên men giảm dần theo tỷ lệ pha loãng, tỷ lệ 1:1 có độ pH cao nhất với 3,83 theo sau là Tỷ lệ pha loãng 1:1,5 với 3,75 ở Tỷ lệ pha loãng 1:2 và 1:2,5 độ pH giảm dần lần lượt là 3,64 và 3,58.

Trong quá trình lên men, mặc dù hàm lượng acid acetic tăng tuy nhiên ở các nồng độ khảo sát, pH của dịch lên men giảm đồng thời trong 2 ngày đầu, đến ngày thứ 3 có sự tăng lên tương đối ổn định ở những ngày lên men tiếp theo. Do hàm lượng cơ chất trong dịch quả ban đầu ở tỷ lệ pha loãng 1:1 nhiều hơn nên pH thu được sau thời gian khảo sát cao hơn so với các nồng độ Tỷ lệ pha loãng còn lại.

3.2.5. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng đường khử

Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng đường khử trong quá trình lên men rượu vang được thể hiện qua Hình 5.



Hình 5. Biểu đồ kết quả ảnh hưởng của Tỷ lệ pha loãng đến hàm lượng đường khử

Hàm lượng đường khử giảm theo thời gian lên men. Khi kết thúc quá trình lên men các mẫu hàm lượng đường thấp nhất 9,77 g/L ở tỷ lệ pha loãng 1:1, cao nhất là 57,97 g/L ở tỷ lệ 1:2,5. Trong quá trình lên men, đường trong dịch quả được nấm men sử dụng để tăng sinh khối và tổng hợp một số sản phẩm làm cho hàm lượng đường trong dung dịch giảm [14], [15].

Càng về cuối quá trình lên men, hàm lượng đường giảm ít, cụ thể là từ ngày 5 đến ngày 7. Hàm lượng đường giảm ít trong giai đoạn cuối là do nguồn dinh dưỡng trong môi trường bị cạn kiệt, các tế bào *Saccharomyces cerevisiae* thường bị già đi, không tiếp tục chuyển đường thành cồn và bị chết rất nhanh [13]. Sau quá trình lên men, hàm lượng đường còn sót lại ít ở cho thấy nấm men có khả năng lên men kiệt đường trong dịch lên men.

4. Kết luận

Tài liệu tham khảo

1. M. Muchuweti, G. Zenda, A. R. Ndhlala, and A. Kasiyamhuru, "Sugars, organic acid and phenolic compounds of Ziziphus mauritiana fruit," *European Food Research and Technology*, vol. 221, no. 3–4, pp. 570–574, Aug. 2005, doi: 10.1007/S00217-005-1204-6/METRICS.
2. B. Wang, "Chemical characterization and Ameliorating effect of polysaccharide from Chinese jujube on intestine oxidative injury by ischemia and reperfusion," *Int J Biol Macromol*, vol. 48, no. 3, pp. 386–391, Apr. 2011, doi: 10.1016/J.IJBIOMAC.2010.12.005.
3. D. Wang, Y. Zhao, Y. Jiao, L. Yu, S. Yang, and X. Yang, "Antioxidative and hepatoprotective effects of the polysaccharides from Zizyphus jujube cv. Shaanbeitanzao," *Carbohydr Polym*, vol. 88, no. 4, pp. 1453–1459, May 2012, doi: 10.1016/J.CARBPOL.2012.02.046.
4. Y. Zhao et al., "Visible/near-infrared Spectroscopy and Hyperspectral Imaging Facilitate the Rapid Determination of Soluble Solids Content in Fruits," *Food Engineering Reviews* 2024 16:3, vol. 16, no. 3, pp. 470–496, May 2024, doi: 10.1007/S12393-024-09374-6.
5. "AOAC Official Method 942.15Acidity (Titratable) of Fruit Products," *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*, Jan. 2023, doi: 10.1093/9780197610145.003.3390.
6. N. A. Hassan et al., "Comparative analysis of navy bean starch nanoparticles prepared via ultrasound, enzymatic debranching, and their synergistic application," *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-05765-9.

Kết quả nghiên cứu cho thấy táo gió Ninh Thuận có hàm lượng đường tổng cao (19,5 %) và hàm lượng axit tương đối thấp, tạo nên hương vị ngọt dịu, dễ tiêu thụ. Tỷ lệ đường khử chiếm khoảng 72,4 % tổng lượng đường, cho thấy phần lớn là các loại đường đơn như glucose, fructose hoặc maltose, những hợp chất dễ chuyển hóa và có vị ngọt đặc trưng, rất thích hợp cho quá trình lên men rượu vang. Hàm lượng polyphenol toàn phần (TPC) đạt mức cao, 4,55 mg GAE/g, chứng tỏ táo gió là nguồn polyphenol dồi dào. Giá trị pH 4,43 cho thấy quả có độ chua thấp, góp phần tạo vị cân bằng tự nhiên.

Sau quá trình lên men 7 ngày ở tỷ lệ pha loãng 1:1, các chỉ tiêu thu được cho thấy hiệu quả vượt trội so với các mức pha loãng khác. Cụ thể, hàm lượng ethanol đạt cao nhất với 13,88 %, chứng tỏ quá trình chuyển hóa đường thành rượu diễn ra mạnh mẽ. Nồng độ chất hòa tan còn lại thấp nhất (8,0 °Bx) cho thấy quá trình lên men diễn ra gần như hoàn toàn. Đồng thời, hàm lượng acid sinh ra đạt giá trị cao nhất (3,7 g/L), pH của sản phẩm sau lên men đạt 3,83 nó biểu hiện đặc trưng của rượu vang có độ chua vừa phải, dễ uống. Hàm lượng đường khử giảm mạnh trong quá trình lên men, chỉ còn 9,77 g/L, là mức thấp nhất trong các tỷ lệ khảo sát, khẳng định hiệu suất lên men cao và phù hợp cho sản xuất rượu vang từ táo gió Ninh Thuận.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 251/HĐ-DCT ngày 01 tháng 07 năm 2025.

7. M. Rubab, R. Chelliah, and D.-H. Oh, "Screening for Antioxidant Activity: Diphenylpicrylhydrazine (DPPH) Assay," pp. 453–454, 2022, doi: 10.1007/978-1-0716-1728-1_61.
8. S. K. Polyphenolics et al., "Determination of Total Phenolic Content Using the Folin-C Assay: Single-Laboratory Validation, First Action 2017.13 AOAC Official Method 2017.13 Total Phenolic Content in Extracts," J AOAC Int, vol. 102, no. 1, 2019, doi: 10.5740/jaoacint.2017.13.
9. T. Akinlolu-Ojo, E. E. Nwanna, and A. A. Badejo, "Physicochemical constituents and anti-oxidative properties of ripening hog plum (Spondias Mombin) fruits and the quality attributes of jam produced from the fruits," Measurement: Food, vol. 7, p. 100037, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.MEAFOO.2022.100037.
10. S. Qayoom Dar et al., "Seasonal accumulation of total sugars, reducing Sugars and non-reducing sugars in the fruits of apple (Malus domestics Borkh.) cv. Fuji Zehn Aztec during fruit development," 2021, [Online]. Available: <http://www.thepharmajournal.com>
11. H. P. Tai, C. T. T. Hong, T. N. Huu, and T. N. Thi, "Extraction of custard apple (Annona squamosa L.) peel with supercritical CO₂ and ethanol as co-solvent," J Food Process Preserv, vol. 46, no. 11, Nov. 2022, doi: 10.1111/JFPP.17040.
12. J. E. Lancaster, J. E. Grant, C. E. Lister, and M. C. Taylor, "Skin Color in Apples-Influence of Copigmentation and Plastid Pigments on Shade and Darkness of Red Color in Five Genotypes," 1994. [Online]. Available: <https://journals.ashs.org>
13. L. Đ. Phâm, "Công nghệ lên men," 2020.
14. F. M. De Toda, J. C. Sancha, and P. Balda, "Reducing the sugar and pH of the grape (vitis vinifera l. Cvs. 'Grenache' and 'tempranillo') through a single shoot trimming," South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 34, no. 2, pp. 246–251, 2013, doi: 10.21548/34-2-1101.
15. R. S. Singh and P. Kaur, "Evaluation of litchi juice concentrate for the production of wine," Indian J Nat Prod Resour, vol. 8, no. 4, pp. 386–391, 2009.
16. I. . M. M. and B. . Y. D. Yusuf .O. Raji, Mohammed Jibril, "production of vinegar from pineapple peel," International Journal of Advanced Scientific Research and Technology, vol. 3, no. 2, pp. 656–666, 2012.

Study on the effect of dilution rate on wine fermentation from wind apple juice (*Ziziphus mauritiana*)

Pham Van Thinh^{1*}, Nguyen Thi Phuong Mai², Nguyen Thach Linh¹, Vo Le Thanh Truc¹, Nguyen Ho Thu Thao¹, Nguyen Ngoc Minh Thu¹

¹Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

²Institute of Technology Application and Sustainable Development – Nguyen Tat Thanh University

*thinhpv@huit.edu.vn

Abstract

Wind apple is a fruit that is popularly grown and has a large output in Ninh Thuan land. This study focuses on the evaluation of the physicochemical and physical indicators of apples as a basis for investigating the fermentation process of wine from apple juice. The results of the study showed that wind apples had a high total sugar (19.5%) and relatively low acidity, showing a sweet, easy-to-eat taste, and the reduced sugar content accounted for about 72.4% of total sugar. High TPC content (4,548 mg GAE/g), pH 4.431. After 7 days of fermentation at a dilution ratio of 1:1, the results were superior to the rest of the survey levels, specifically as follows: The ethanol content obtained was the highest with 13.88%. The remaining solute concentration is the lowest at 8.0°Bx. The acid content was 3.63 g/, the pH of the wine after 7 days of fermentation reached 3.79, and the reduced sugar content reached 9.65 g/L, which was the lowest level compared to the remaining dilution ratios surveyed. The results of pharmaceutical research are expected to help manufacturers improve the efficiency of the fermentation process and save production costs.

Keywords *Ziziphus mauritiana*, Ninh Thuan, fermentation, fruit wine, dilution ratio.