



DOI:10.22144/ctujos.2025.143

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ NẤM MEN, NHIỆT ĐỘ VÀ THỜI GIAN ĐẾN CHẤT LƯỢNG RƯỢU LÊN MEN TỪ QUẢ NHÀU (*Morinda citrifolia* L.)

Nguyễn Tuấn Anh¹, Võ Trường Thịnh¹, Đỗ Thị Tuyết Nhung² và Trần Chí Nhân^{1*}

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Đại học Kỹ thuật – Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): tcnhan@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 25/02/2025

Sửa bài (Revised): 08/04/2025

Duyệt đăng (Accepted): 13/08/2025

Title: Influence of yeast ratio, temperature and time on the quality of wine from Noni fruit (*Morinda citrifolia* L.)

Author(s): Nguyen Tuan Anh¹, Vo Truong Thinh¹, Do Thi Tuyen Nhung² and Tran Chi Nhan^{1*}

Affiliation(s): ¹Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam; ²Can Tho University of Technology, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định tỷ lệ nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818, nhiệt độ và thời gian thích hợp trong quá trình lên men rượu từ quả nhàu. Thịt quả nhàu được pha loãng với nước, điều chỉnh đến 20°Brix và pH 4,5, sau đó thanh trùng bằng NaHSO₃ (122 mg/L) trong 2 giờ. Dịch nhàu được bổ sung nấm men với các tỷ lệ 50÷200 mg/100 mL. Sau đó, dịch nhàu được lên men ở nhiệt độ phòng (28÷30°C) và lạnh (10÷20°C) trong 2÷5 ngày. Hàm lượng ethanol, vitamin C, polyphenol (TPC), flavonoid (TFC) tổng số và các thuộc tính cảm quan (độ trong, mùi, vị, mức độ yêu thích) của sản phẩm được phân tích và đánh giá. Kết quả cho thấy bổ sung nấm men với tỷ lệ 150 mg/100 mL và lên men ở nhiệt độ phòng trong 4 ngày là điều kiện lên men phù hợp cho sản phẩm. Hàm lượng ethanol trong rượu nhàu đạt 12,36±1,77% với hàm lượng vitamin C, TPC và TFC lần lượt là 14,08±0,44 mg/100 mL, 46,56±0,08 mg GAE/100 mL và 4,68±0,03 mg QE/100 mL. Bên cạnh đó, rượu nhàu cũng đạt giá trị cảm quan cao về độ trong, mùi, vị và mức độ yêu thích (4,47±0,52, 4,47±0,52, 4,20±0,41 và 6,73±0,88, tương ứng).

Từ khóa: Lên men, quả nhàu, nhiệt độ, thời gian, tỷ lệ nấm men

ABSTRACT

The study aimed to determine the appropriate proportion of *Saccharomyces cerevisiae* BV818, temperature, and time in the fermentation of the wine from Noni fruit. Noni pulp was diluted with water and adjusted to a total soluble solid content of 20°Brix and a pH of 4.5 before pasteurization with NaHSO₃ (122 mg/L) for 2 hours. The juice was supplemented with yeast at 50÷200 mg/100 mL concentrations. Fermentation was then carried out at room temperature (28÷30°C) and cold temperature (10÷20°C) for 2÷5 days. Then, ethanol, vitamin C, total polyphenols (TPC), total flavonoids (TFC) content, and sensory characteristics (clarity, aroma, taste, and overall preference) of the wine were analyzed and evaluated. The findings showed that the appropriate conditions were to supplement 150 mg/100 mL of yeast and ferment it at room temperature for 4 days. The ethanol content in Noni wine reached 12.36±1.77%, with content of vitamin C, TPC, and TFC of 14.08±0.44 mg/100 mL, 46.56±0.08 mg GAE/100 mL, and 4.68±0.03 mg QE/100 mL, respectively. Additionally, Noni wine achieved high sensory values for clarity, aroma, taste, and overall preference (4.47±0.52, 4.47±0.52, 4.20±0.41 and 6.73±0.88, respectively).

Keywords: Fermentation, noni fruit, temperature, time, yeast proportion

1. GIỚI THIỆU

Quả nhàu (*Morinda citrifolia* L.) thuộc họ cà phê (*Rubiaceae*), là loài trái cây nhiệt đới nổi bật với nhiều công dụng trong ẩm thực và y học. Nguyên liệu này phân bố chủ yếu ở các vùng nhiệt đới như Châu Phi, Trung - Nam Mỹ, Trung Quốc, Ấn Độ (Saah & Adu-Poku, 2021). Ở Việt Nam, cây nhàu thường mọc hoang hay được trồng phổ biến ở các tỉnh thành vùng đồng bằng sông Cửu Long. Ở nhiều nghiên cứu, thịt quả nhàu được xác định chứa đa dạng các hợp chất sinh học như polyphenol, flavonoid, iridoids, coumarin, alkaloid và glycoside. Những hợp chất này có công dụng hỗ trợ kháng khuẩn, chống viêm, chống oxy hóa, hạ đường huyết, bảo vệ gan, tăng cường khả năng miễn dịch và điều trị ung thư (Wang et al., 2023). Tuy nhiên, thịt quả nhàu có mùi hăng đặc trưng, không phù hợp với thị hiếu của người tiêu dùng. Do đó, các sản phẩm được chế biến từ quả nhàu trên thị trường vẫn còn hạn chế, chưa khai thác triệt để tiềm năng phong phú mà quả nhàu mang lại.

Hiện nay, rượu lên men từ trái cây được xem là nước uống tự nhiên với nồng độ cồn thấp có giá trị dinh dưỡng cao, mang lại nhiều lợi ích cho sức khỏe. Sản phẩm này chứa các hợp chất như các acid hữu cơ, ester thơm, vitamin và khoáng chất. Trong đó, ethanol đóng vai trò như một nguồn cung cấp năng lượng cho hoạt động thể chất của cơ thể (Tran et al., 2020). Do đó, các sản phẩm rượu lên men ngày càng đa dạng trên thị trường như rượu lên men từ thốt nốt (Nguyễn et al., 2011), táo mèo (Nguyễn et al., 2016), dâu (Bui, 2019), nho xanh và dâu tằm (Phan et al., 2019), sơ ri (Tran, 2020) và hoa đỗ quỳ (Yadav et al., 2021).

Saccharomyces cerevisiae là loại nấm men thông dụng trong sản xuất nước uống có cồn trên toàn thế giới. Ngoài việc chuyển hóa đường thành ethanol, *Saccharomyces cerevisiae* còn tạo ra nhiều chất chuyển hóa thứ cấp tạo hương vị và mùi thơm cho sản phẩm rượu (Walker & Stewart, 2016). Đồng thời, Walker and Stewart (2016) cho rằng pH phù hợp để nấm men hoạt động dao động trong khoảng 4,5÷6,5 với hàm lượng chất khô tổng số từ 10÷25°Brix ở nhiệt độ 10÷30°C. Bên cạnh đó, trong quá trình lên men, tỷ lệ nấm men bổ sung và điều kiện nhiệt độ hay thời gian lên men đóng vai trò quan trọng và phụ thuộc vào từng loại nguyên liệu, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và giá trị cảm quan của sản phẩm (Luong, 2006). Nguyen et al. (2016) báo cáo rằng việc bổ sung 0,01% nấm men và lên men trong 14 ngày ở nhiệt độ 16±1°C tạo ra nước táo mèo lên men đạt chất lượng tốt. Mặt

khác, Tran (2020) cho rằng bổ sung 0,2% nấm men và lên men trong 3 ngày ở nhiệt độ phòng là điều kiện thích hợp cho sản phẩm sơ ri lên men. Như vậy, nguyên liệu khác nhau yêu cầu hàm lượng nấm men và điều kiện lên men khác nhau. Đồng thời, các công trình nghiên cứu đã công bố trong và ngoài nước về sản phẩm lên men từ quả nhàu vẫn chưa được thực hiện.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định các thông số phù hợp trong quy trình lên men rượu từ quả nhàu bao gồm tỷ lệ nấm men bổ sung, nhiệt độ và thời gian lên men. Từ đó, tận dụng tốt nguồn nguyên liệu và tạo ra dòng sản phẩm rượu lên men giàu hợp chất sinh học và đáp ứng tốt thị hiếu người tiêu dùng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Quả nhàu được thu hoạch tại vườn thuộc xã Trường Long, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ. Sau đó, quả nhàu được đóng gói trong thùng xốp và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 6÷8 giờ. Nguyên liệu được sử dụng là quả chín hoàn toàn, nguyên vẹn, đồng nhất (trọng lượng 125±2,28 g, chiều dài 77±0,53 mm, chiều rộng 47±0,15 mm) và không bị hư hỏng hay sâu bệnh. Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818 (Angel Yeast Co., Ltd, Trung Quốc) với mật số 2×10^9 CFU/g được lựa chọn để bổ sung trong quá trình lên men. Các hóa chất được sử dụng trong thí nghiệm bao gồm: sodium bicarbonate, acid citric (Xilong, Trung Quốc) và đường saccharose (Biên Hòa, Việt Nam).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến chất lượng và giá trị cảm quan của sản phẩm

Quả nhàu sau khi vận chuyển về phòng thí nghiệm và rửa sạch tạp chất bám trên bề mặt, sau đó cắt thành lát dày 3÷4 cm, ép qua rây để tách thịt quả và bã ra thành hai phần riêng biệt. Thịt quả nhàu được pha loãng với nước ở tỷ lệ nguyên liệu:nước là 1:9, sau đó được điều chỉnh hàm lượng chất khô hòa tan tổng số đến 20°Brix bằng đường saccharose và pH 4,5 bằng acid citric (Tran et al., 2025). Dịch pha loãng được thanh trùng bằng NaHSO_3 (122 mg/L) trong 2 giờ. Sau đó, dịch pha loãng được bổ sung nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818 với các tỷ lệ khác nhau (50, 100, 150 và 200 mg/100 mL) để tiến hành lên men. Quá trình lên men yếm khí được thực hiện ở nhiệt độ phòng trong 60 giờ (Bui et al., 2022; Tran et al., 2025). Hàm lượng ethanol, hợp chất sinh học (vitamin C, TPC, TFC) và các giá trị

cảm quan (độ trong, mùi, vị và độ yêu thích) của dịch lên men được đánh giá nhằm xác định tỷ lệ nấm men phù hợp trong quá trình lên men.

2.2.2. *Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến chất lượng và giá trị cảm quan của sản phẩm*

Các công đoạn trong quá trình lên men được thực hiện tương tự như mô tả ở 2.2.1, với tỷ lệ nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818 đã được xác định. Sau đó, dịch pha loãng được lên men ở hai điều kiện nhiệt độ khác nhau nhiệt độ phòng (28÷32°C) và nhiệt độ lạnh (10÷12°C) trong khoảng thời gian thay đổi (2÷5 ngày). Các dịch lên men ở các điều kiện khác nhau được sử dụng để phân tích hàm lượng ethanol, vitamin C, TPC, TFC và đánh giá các thuộc tính cảm quan (độ trong, mùi, vị và độ yêu thích) nhằm xác định nhiệt độ và thời gian lên men thích hợp cho sản phẩm rượu nhàu.

Bảng 1. Bảng điểm và mô tả thuộc tính cảm quan của từng chỉ tiêu

Chỉ tiêu	Điểm	Mô tả
Độ trong	5	Sản phẩm trong suốt, không vẩn đục và không xuất hiện những hạt nhỏ
	4	Sản phẩm trong suốt, không vẩn đục với sự hiện diện của một số hạt nhỏ
	3	Sản phẩm tương đối trong suốt với sự hiện diện của nhiều hạt nhỏ
	2	Sản phẩm tương đối đục với sự hiện diện của nhiều hạt lớn
	1	Sản phẩm vẩn đục, lẩn cặn với sự hiện diện của nhiều hạt lớn
	0	Sản phẩm vẩn đục và hư hỏng
Mùi	5	Sản phẩm hòa hợp, thơm dịu, hoàn toàn đặc trưng cho sản phẩm
	4	Sản phẩm hoàn toàn hòa hợp, thơm, tương đối đặc trưng cho sản phẩm
	3	Sản phẩm tương đối nồng, thoảng mùi phụ, ít đặc trưng cho sản phẩm
	2	Sản phẩm nồng, thoảng mùi lạ, rất ít đặc trưng cho sản phẩm
	1	Sản phẩm nồng, hăng, mùi lạ rõ, không đặc trưng cho sản phẩm
	0	Sản phẩm có mùi lạ khó chịu của sự hư hỏng
Vị	5	Sản phẩm hòa hợp, êm dịu, hậu tốt, hoàn toàn đặc trưng cho sản phẩm
	4	Sản phẩm chưa hoàn toàn hòa hợp, hậu vừa phải, đặc trưng cho sản phẩm
	3	Sản phẩm xuất hiện vị đắng, chát của cồn và hậu vị kém ngọt
	2	Sản phẩm chưa hòa hợp, hơi gắt và xốc, hậu yếu, ít đặc trưng cho sản phẩm
	1	Sản phẩm có vị đắng, xốc, thoảng vị lạ, rất ít đặc trưng cho sản phẩm
	0	Sản phẩm có vị lạ khó chịu của sự hư hỏng

2.4. Phương pháp phân tích số liệu

Kết quả được phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định sự khác biệt nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) ở độ tin cậy 95% bằng phần mềm Statgraphics Centurion 19.1 (Statgraphics Technologies, Inc., Virginia). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại.

2.3. Phương pháp phân tích

Hàm lượng ethanol (%) được xác định theo phương pháp của Sriariyanun et al. (2019). Hàm lượng vitamin C (mg/100 mL) được phân tích bằng phương pháp chuẩn độ với dung dịch iod 0,01 N với chất chỉ thị là hồ tinh bột 1% (Saah & Adu-Poku, 2021). TPC (mg GAE/100 mL) và TFC (mg QE/100 mL) được xác định theo phương pháp của Yadav et al. (2021). Rượu lên men từ quả nhàu được để ổn định ở nhiệt độ phòng, sau đó được đánh giá bởi 10 cảm quan viên về độ trong, mùi và vị bằng phương pháp cho điểm trên thang điểm 5 theo TCVN 3215-79 với một số điều chỉnh được mô tả ở Bảng 1. Đồng thời, độ yêu thích cũng được đánh giá dựa trên thang đo Hedonic 9 điểm từ cực kỳ ghét (1) đến cực kỳ thích (9).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

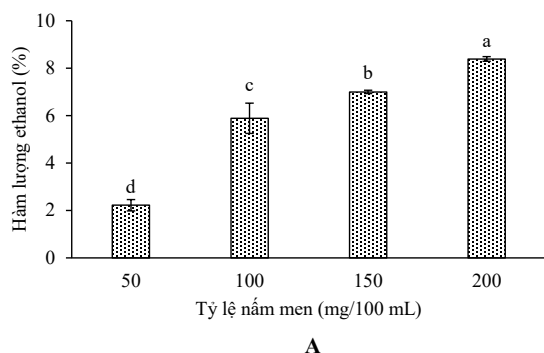
3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến chất lượng và giá trị cảm quan của rượu nhàu

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến hàm lượng ethanol và hợp chất sinh học trong rượu nhàu

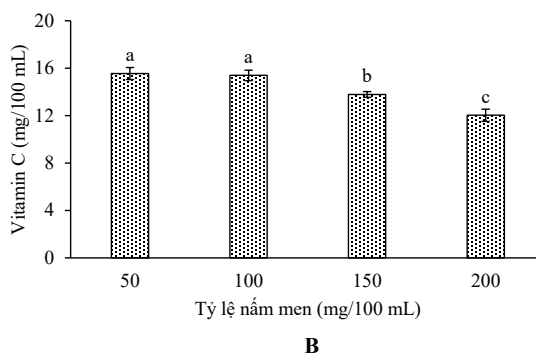
Trong cùng điều kiện lên men, tỷ lệ nấm men có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình lên men và chất lượng của sản phẩm lên men. Trong đó, hàm lượng ethanol là một trong các chỉ tiêu quan trọng đánh giá hiệu quả của quá trình lên men (Nguyen et al., 2023). Sự ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men khác nhau

đến hiệu quả của quá trình lên men rượu nhàu được trình bày trong Hình 1A.

Trong quá trình lên men, nấm men đóng vai trò quan trọng trong chuyển hóa đường thành ethanol, khí CO₂, acid hữu cơ và một số sản phẩm phụ (Luong, 2006). Do đó, tỷ lệ nấm men sử dụng trong quá trình lên men càng nhiều, hàm lượng ethanol sinh ra càng lớn. Kết quả từ Hình 1A cho thấy hàm lượng ethanol tăng mạnh từ 2,22±0,24% đến 8,39±0,10% khi tỷ lệ nấm men tăng (50÷200 mg/100 mL), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Như vậy, hàm lượng ethanol cho thấy mối tương quan tuyến tính với tỷ lệ nấm men bổ sung, nếu tiếp tục tăng tỷ lệ nấm men, hàm lượng ethanol thu nhận càng cao. Ngược lại, tỷ lệ nấm men 50 mg/100 mL cho thấy tốc độ lên men chậm, sản phẩm thu được có hàm lượng ethanol rất thấp



(2,22±0,24%). Hơn nữa, ở tỷ lệ thấp, nấm men sử dụng nhiều đường cho nhu cầu tăng sinh khối, hàm lượng đường còn lại tương đối ít. Đồng thời, số lượng tế bào nấm men thấp cũng làm giảm khả năng cạnh tranh dinh dưỡng với các tạp khuẩn, các tạp khuẩn này phát triển mạnh và tạo ra các sản phẩm không phải ethanol (Nguyen et al., 2016). Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả này cũng cho thấy rằng hàm lượng ethanol trong rượu táo mèo lên men tăng từ 5,04 đến 5,38% khi tăng tỷ lệ nấm men từ 5÷20 mg/100 mL. Tuy nhiên, hiệu quả của quá trình lên men còn phụ thuộc vào hàm lượng dinh dưỡng, hợp chất sinh học trong sản phẩm. Quá trình lên men có khả năng gây ra tổn thất các thành phần dinh dưỡng (Nguyen et al., 2023). Do đó, sự suy giảm hàm lượng vitamin C, TPC và TFC cũng được khảo sát để xác định tỷ lệ nấm men thích hợp trong quá trình lên men.



Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến hàm lượng ethanol (A) và vitamin C (B) trong rượu nhàu

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau của từng chỉ tiêu trong đồ thị thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

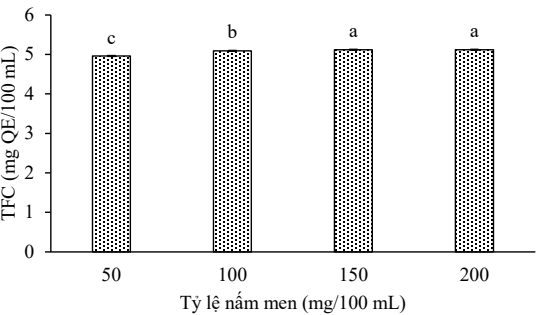
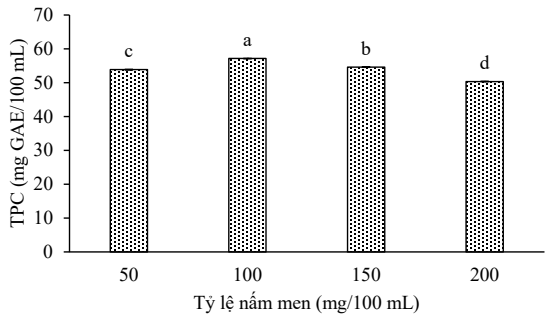
Kết quả từ Hình 1B cho thấy hàm lượng vitamin C giảm đáng kể khi tỷ lệ nấm men bổ sung cao, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể, ở các tỷ lệ nấm men khảo sát (50÷200 mg/100 mL), hàm lượng vitamin C trong sản phẩm dao động trong khoảng 12,03±0,51÷15,55±0,51 mg/100 mL. Tỷ lệ nấm men bổ sung 50 mg/100 mL duy trì tốt nhất hàm lượng vitamin C (15,55±0,51 mg/100 mL), khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức bổ sung nấm men ở tỷ lệ 100 mg/100 mL (15,40±0,44 mg/100 mL). Mặt khác, hàm lượng vitamin C đạt giá trị thấp nhất (12,03±0,51 mg/100 mL) khi bổ sung nấm men ở tỷ lệ 200 mg/100 mL. Trong quá trình lên men, nấm men có xu hướng sử dụng vitamin C như một nguồn dưỡng chất cho quá trình phát triển của tế bào nấm men. Do đó, sự tổn thất hàm lượng hợp chất này càng lớn khi tỷ lệ nấm men được sử dụng trong quá trình lên men càng nhiều (Rizzo et al., 2006). Bên cạnh đó, vitamin C là hợp chất rất nhạy cảm với

hiệt độ, oxy không khí và dễ dàng tham gia phản ứng với các hợp chất hữu cơ, từ đó làm giảm đáng kể hàm lượng vitamin C trong quá trình lên men (Dosedel et al., 2021). Kết quả tương tự cũng được ghi nhận trong nghiên cứu lên men dịch xoài Cát Chu, hàm lượng vitamin C giảm (20,53±0,21÷18,48±0,15) khi mật số nấm men tăng từ 10⁵ đến 10⁷ CFU/mL (Nguyen et al., 2023).

Tương tự vitamin C, các hợp chất polyphenol và flavonoid cũng là một trong những dưỡng chất quan trọng giúp tế bào nấm men thích ứng và chống chịu với các điều kiện ức chế từ môi trường (Rizzo et al., 2006). Như vậy, tỷ lệ nấm men càng lớn, dưỡng chất cần thiết để nấm men sử dụng càng nhiều. Tuy nhiên, quá trình lên men cũng tạo ra sự giải phóng các hợp chất sinh học. Do đó, hàm lượng polyphenol và flavonoid thay đổi đáng kể theo tỷ lệ nấm men sử dụng trong quá trình lên men (Hình 2). Nhìn chung, TPC trong sản phẩm có xu hướng giảm (53,83±0,11÷50,34±0,01 mg GAE/100 mL) khi

tăng tỷ lệ nấm men ($50 \div 200$ mg/100 mL), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, TPC đạt giá trị cực đại ($57,15 \pm 0,03$ mg GAE/100 mL) khi bổ sung nấm men ở tỷ lệ 100 mg/100 mL (Hình 2A). Bên cạnh đó, tỷ lệ nấm men 150 mg/100 mL cũng tạo ra sản phẩm có TPC ($54,61 \pm 0,06$ mg GAE/100 mL) cao hơn so với mẫu lên men ở tỷ lệ 50 mg/100 mL khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Mặt khác, kết quả ở Hình 2B cho thấy TFC có xu hướng tăng ($4,96 \pm 0,01 \div 5,12 \pm 0,01$ mg QE/100 mL) khi tăng tỷ lệ nấm men từ $50 \div 150$ mg/100 mL. Sau đó, TFC trong sản phẩm đạt trạng thái ổn định ($5,12 \pm 0,01$ mg QE/100 mL) khi tăng tỷ lệ nấm men từ 150 mg/100 mL đến 200 mg/100 mL, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Trong quá trình lên men, nấm men có khả năng sản sinh ra một số enzyme như β -glucosidase, giải phóng polyphenol từ các dạng liên kết, không hòa tan thành các hợp chất phenol dạng tự do, đơn giản hơn như acid phenolic và flavonoid (Yadav et al., 2021). Bên cạnh đó, quá trình lên men cũng tạo ra những tác

động tiêu cực đến polyphenol, gây ra sự phá vỡ cấu trúc tế bào, từ đó giải phóng và hòa tan một phần polyphenol vào sản phẩm dưới dạng các hợp chất flavonoid (Rizzo et al., 2006). Do đó, nấm men sử dụng càng nhiều càng thúc đẩy quá trình chuyển hóa, polyphenol phân hủy và flavonoid được tạo ra nhiều hơn. Kết quả nghiên cứu lên men sản phẩm sparkling thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) của Le et al. (2023) cho thấy TPC có xu hướng tương tự với nghiên cứu này. Cụ thể, TPC tăng ($18,58 \div 19,71$ mg GAE/100 mL) khi mật số nấm men tăng ($10^5 \div 10^6$ CFU/mL), sau đó giảm dần đến 18,05 mg GAE/100 mL ở mật số 10^7 CFU/mL. Mặc dù có sự thay đổi rõ rệt về TPC và TFC trong sản phẩm, hoạt tính sinh học mất đi trong quá trình lên men là không đáng kể do sự chuyển hóa từ polyphenol thành flavonoid. Hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm cider xoài cát chu cũng ghi nhận sự thay đổi không khác biệt có ý nghĩa thống kê, hoạt tính này giảm từ 3,19 mg TE/mL xuống 3,16 mg TE/mL (Nguyen et al., 2023).



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến TPC (A) và TFC (B) trong rượu nhàu

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong đồ thị thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

3.1.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến các thuộc tính cảm quan của rượu nhàu

Tỷ lệ nấm men bổ sung trong quá trình lên men có tác động mạnh mẽ đến các thuộc tính cảm quan

của sản phẩm lên men. Kết quả đánh giá các thuộc tính cảm quan như độ trong, mùi, vị và sự yêu thích của rượu nhàu lên men ở các tỷ lệ nấm men bổ sung được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến các giá trị cảm quan của sản phẩm

Tỷ lệ nấm men (mg/100 mL)	Chỉ tiêu			
	Độ trong	Mùi	Vị	Yêu thích
50	3,40±0,51 ^b	3,20±0,42 ^c	3,30±0,48 ^c	5,40±0,70 ^c
100	3,00±0,00 ^c	3,00±0,00 ^c	3,80±0,42 ^b	6,80±0,42 ^b
150	4,00±0,00 ^a	4,60±0,51 ^a	5,00±0,00 ^a	8,50±0,52 ^a
200	3,00±0,00 ^c	4,00±0,00 ^b	3,00±0,00 ^d	6,60±0,51 ^b

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $p < 0,05$

Kết quả được trình bày ở Bảng 2 cho thấy rượu nhàu được lên men với tỷ lệ nấm men 150 mg/100 mL đạt điểm số cao nhất về cả độ trong ($4,00 \pm 0,00$),

mùi ($4,60 \pm 0,51$), vị ($5,00 \pm 0,00$) và mức độ yêu thích ($8,50 \pm 0,52$), khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức khác ($p < 0,05$). Tỷ lệ nấm men cao

hơn (200 mg/100 mL) hoặc thấp hơn (50÷100 mg/100 mL) tạo ra sản phẩm có độ trong, mùi và vị kém đặc trưng, dẫn đến sự yêu thích thấp từ các cảm quan viên. Ở tỷ lệ nấm men thấp, quá trình lên men không đạt hiệu quả, đường sót, các hợp chất cao phân tử lại trong thịt nhàu vẫn còn nhiều và tạo nên độ đục cho sản phẩm. Tuy nhiên, nấm men được bổ sung quá nhiều cũng tạo ra giá trị cảm quan thấp về độ trong, khi có nấm men dư thừa, sản phẩm có thể bị vẩn đục do bị ảnh hưởng bởi các tế bào nấm men (Nguyen et al., 2011). Quá trình sinh trưởng và phát triển của nấm men trong lên men rượu là một quá trình phức tạp. Nấm men sinh trưởng và phát triển không chỉ chuyển hóa đường thành ethanol mà còn tạo ra các sản phẩm phụ (acid hữu cơ, ester, SO₂) ảnh hưởng đến giá trị cảm quan của sản phẩm (Luong, 2006). Tỷ lệ nấm men bổ sung càng cao cũng làm giảm sự hình thành các hợp chất ester - hợp chất mùi có vai trò quan trọng trong việc hình thành mùi hương đặc trưng của sản phẩm lên men (Luong, 2006).

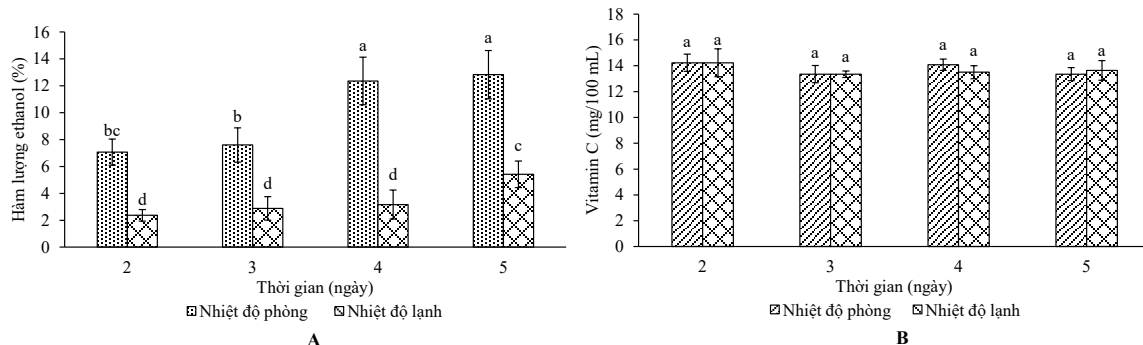
Bên cạnh đó, tỷ lệ nấm men sử dụng trong quá trình lên men cũng ảnh hưởng đến vị của sản phẩm lên men. Tỷ lệ nấm men cao (200 mg/100 mL) giúp quá trình lên men diễn ra nhanh hơn, tiêu thụ đường

nhanh nên hàm lượng đường sót giảm, dẫn đến sản phẩm ít ngọt hơn. Ngược lại, tỷ lệ nấm men quá thấp (50÷100 mg/100 mL) dẫn đến quá trình lên men diễn ra không hoàn toàn, sản phẩm có hương vị chưa hoàn chỉnh. Nhìn chung, sản phẩm rượu nhàu lên men ở tỷ lệ nấm men 150 mg/100 mL không chỉ giữ lại các hợp chất sinh học ở mức tương đối với hàm lượng ethanol vừa phải mà còn đạt giá trị cảm quan và mức độ yêu thích cao.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến chất lượng và giá trị cảm quan của rượu nhàu

3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến hàm lượng ethanol và hợp chất sinh học trong rượu nhàu

Việc xác định nhiệt độ và thời gian phù hợp trong quá trình lên men là rất cần thiết. Thời gian quá ngắn, rượu không đạt được hương vị đặc trưng, trong khi thời gian lên men quá dài, hàm lượng ethanol của sản phẩm dễ bị tiêu hao do nấm men vẫn tiếp tục hoạt động và sử dụng ethanol sinh ra, từ đó làm giảm hiệu suất của quá trình lên men (Tahir et al., 2010). Sự thay đổi hàm lượng ethanol của sản phẩm rượu nhàu lên men ở các nhiệt độ và thời gian khác nhau được thể hiện ở Hình 3A.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến hàm lượng ethanol (A) và vitamin C (B) trong rượu nhàu

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong đồ thị thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

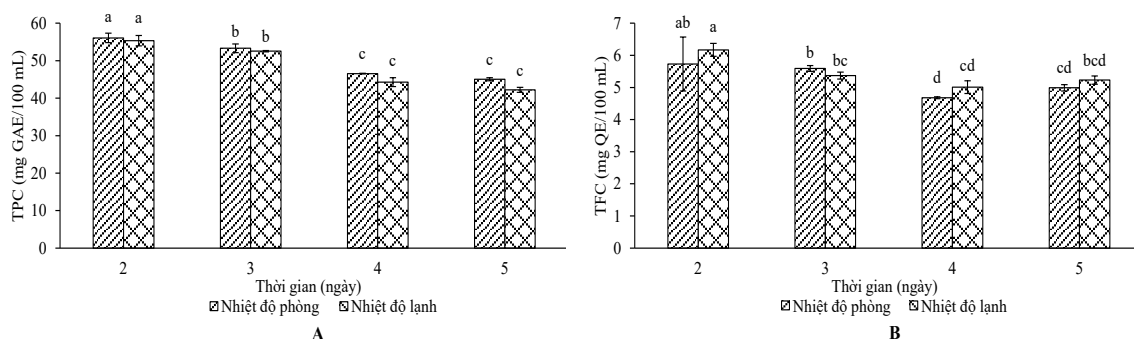
Trong thời gian đầu, nấm men còn đang trong quá trình sinh trưởng và thích nghi, sau đó nấm men chuyển hóa đường thành ethanol trong điều kiện kỵ khí trong thời gian thích hợp (Luong, 2006). Do đó, rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng có hàm lượng ethanol tăng dần qua các ngày khảo sát và đạt cao nhất vào ngày 4 và 5 ($12,36 \pm 1,77$ ÷ $12,83 \pm 1,80\%$), khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tương tự, hàm lượng ethanol sinh ra rất thấp ($2,37 \pm 0,43$ ÷ $3,17 \pm 1,08\%$) khi dịch nhàu được lên men trong 2÷4 ngày ở nhiệt độ lạnh, có thể nhận

thấy rằng nhiệt độ lạnh và các khoảng thời gian này chưa phù hợp để nấm men sinh trưởng và phát triển. Khi tiếp tục lên men đến ngày 5, hàm lượng ethanol tạo thành tương đối cao ($5,42 \pm 0,99\%$) nhưng vẫn thấp hơn so với rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng cùng thời gian ($12,83 \pm 1,80\%$). Nhìn chung, quá trình lên men ở nhiệt độ phòng cho thấy hiệu quả quá trình lên men tốt hơn nhiệt độ lạnh. Herrero et al. (2006) báo cáo rằng lên men ở nhiệt độ thấp mất nhiều thời gian hơn để hoàn thành quá trình do tốc độ tiêu thụ đường và chuyển hóa thành ethanol bị ức chế. Kết quả nghiên cứu lên men rượu từ dịch quả

giác (*Cayratia trifolia* L.) của Doan et al. (2018) cho thấy sản phẩm đạt hàm lượng ethanol là 9,9% sau 7 ngày lên men ở nhiệt độ phòng. Sự chênh lệch hàm lượng ethanol và thời gian lên men có thể phụ thuộc vào các yếu tố khác trong quá trình lên men như mật số nấm men, pH hay hàm lượng chất khô hòa tan.

Kết quả từ Hình 3B cho thấy hàm lượng vitamin C trong rượu nhàu sau quá trình lên men có sự thay đổi nhẹ, nhưng sự biến động này không đáng kể ở cả hai mức nhiệt độ ($p > 0,05$). Cụ thể, hàm lượng vitamin C giảm nhẹ từ $14,23 \pm 0,67$ còn $13,35 \pm 0,51$ mg/100 mL ở nhiệt độ phòng và từ $14,23 \pm 1,08$ xuống $13,64 \pm 0,76$ mg/100 mL ở nhiệt độ lạnh sau 5 ngày lên men. Trong quá trình lên men, nấm men sử dụng vitamin C như một nguồn dưỡng chất để thực hiện quá trình sinh trưởng và phát triển (Rizzo et al.,

2006). Mặt khác, Branduardi et al. (2007) đã chứng minh nấm men có khả năng phân giải các hợp chất tiền vitamin C như acid dehydroascorbic để tạo ra vitamin C trong quá trình lên men. Như vậy, sự thay thế của hàm lượng vitamin C vừa tạo ra đối với hàm lượng vitamin C bị phân hủy đã dẫn đến sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê sau 5 ngày lên men. Bên cạnh đó, vitamin C là một hợp chất nhạy cảm với nhiều yếu tố như nhiệt độ cao, ánh sáng và oxy (Doseděl et al., 2021). Tuy nhiên, quá trình lên men diễn ra trong điều kiện yếm khí đã hạn chế sự tiếp xúc giữa vitamin C với oxy. Đồng thời, nhiệt độ thấp hạn chế các phản ứng phân hủy chất dinh dưỡng trong quá trình lên men. Do đó, hàm lượng vitamin C được duy trì và ổn định trong quá trình lên men ở nhiệt độ lạnh.



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến TPC (A) và TFC (B) trong rượu nhàu

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong đồ thị thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số biến động theo thời gian lên men ở cả hai điều kiện nhiệt độ ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không ghi nhận được sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về TPC và TFC giữa các nghiệm thức lên men ở nhiệt độ khác nhau trong cùng thời gian lên men ($p > 0,05$). Nhìn chung, Hình 4A và Hình 4B đều cho thấy TPC và TFC trong rượu nhàu có xu hướng suy giảm trong 4 ngày đầu của quá trình lên men và không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê trong ngày lên men thứ 5 ($p > 0,05$). Cụ thể, TPC trong rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng giảm từ $56,07 \pm 1,26$ mg GAE/100 mL xuống $53,32 \pm 1,15$ mg GAE/100 mL trong 2÷3 ngày và tiếp tục giảm xuống $46,56 \pm 0,08$ mg GAE/100 mL và $45,06 \pm 0,40$ mg GAE/100 mL vào ngày 4 và 5, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tương tự, TFC cũng có xu hướng giảm ($5,73 \pm 0,84 \div 4,99 \pm 0,10$ mg QE/100 mL) khi lên men ở nhiệt độ phòng với cùng thời gian. Hoạt động của nấm men ban đầu thúc đẩy sự phân hủy các hợp chất polyphenol và flavonoid, đồng thời các hợp chất phenolic và flavonoid mới cũng được hình thành

dưới hoạt động của nấm men (Luong, 2006; Nguyen et al., 2023). Nghiên cứu lên men rượu từ hoa đỗ quyên (*Rhododendron arboreum*) của Yadav et al. (2021) cũng cho thấy TPC ($75,60 \div 61,50$ mg GAE/L) và TFC ($72,7 \div 68,5$ mg QE/L) giảm dần khi kéo dài thời gian lên men từ 5÷8 ngày ở 32°C . Như vậy, hàm lượng các hợp chất sinh học có xu hướng giảm trong thời gian đầu và ổn định ở thời gian sau của quá trình lên men. Ở nhiệt độ lạnh, quá trình lên men diễn ra chậm hơn, dẫn đến sự ổn định của polyphenol và flavonoid ở một số thời điểm nhất định. Hơn nữa, nhiệt độ lạnh cũng hạn chế các phản ứng oxy hóa polyphenol và flavonoid trong sản phẩm (Yadav et al., 2021). Kết quả từ Hình 4A và Hình 4B cho thấy TPC ($55,35 \pm 1,38 \div 42,21 \pm 0,68$ mg GAE/100 mL) và TFC ($6,17 \pm 0,20 \div 5,23 \pm 0,13$ mg QE/100 mL) của rượu nhàu lên men ở nhiệt độ lạnh giảm dần sau quá trình lên men.

3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến giá trị cảm quan của sản phẩm rượu nhàu lên men

Nhiệt độ và thời gian lên men là hai yếu tố quan trọng trong quá trình lên men. Nhiệt độ lên men cao,

thời gian lên men ngắn làm giảm chất lượng rượu, tạo ra vị chua và các sản phẩm phụ không mong muốn, ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm (Luong, 2006; Tran, 2020). Bảng 3 thể hiện điểm số của các thuộc tính cảm quan của rượu nhàu lên men ở các điều kiện khác nhau.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến giá trị cảm quan của sản phẩm

Nhiệt độ	Thời gian (ngày)	Chỉ tiêu			
		Độ trong	Mùi	Vị	Yêu thích
Phòng (28÷32°C)	2	4,47±0,52 ^b	3,87±0,35 ^b	4,40±0,50 ^a	6,27±0,70 ^b
	3	4,47±0,52 ^b	3,87±0,35 ^b	4,40±0,50 ^a	6,27±0,70 ^b
	4	4,47±0,52 ^b	4,47±0,52 ^a	4,20±0,41 ^{ab}	6,73±0,88 ^a
	5	5,00±0,00 ^a	4,53±0,52 ^a	4,00±0,00 ^b	6,73±0,80 ^a
Lạnh (10÷12°C)	2	4,47±0,52 ^b	2,80±0,41 ^b	2,27±0,45 ^b	4,13±0,35 ^c
	3	4,47±0,52 ^b	2,80±0,41 ^b	2,27±0,45 ^b	4,13±0,35 ^c
	4	4,47±0,52 ^b	2,87±0,35 ^b	2,33±0,48 ^b	4,00±0,00 ^c
	5	5,00±0,00 ^a	2,60±0,50 ^b	2,33±0,48 ^b	4,00±0,00 ^c

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Việc đánh giá của các cảm quan viên đối với sản phẩm rượu nhàu lên men ở hai điều kiện nhiệt độ và các ngày lên men khác nhau có sự khác biệt rõ rệt, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ lạnh ở các ngày lên men đều được đánh giá cao về độ trong suốt ($4,47\pm0,52\div5,00\pm0,00$), không có tình trạng đục hay vệt thể lạ. Tuy nhiên, độ trong của rượu nhàu đều đạt giá trị cao nhất ở ngày 5 ($5,00\pm0,00$) ở cả hai điều kiện nhiệt độ lên men. Mặt khác, mùi và vị của rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng nổi bật hơn hẳn so với rượu lên men ở nhiệt độ lạnh. Cụ thể, rượu nhàu được lên men ở nhiệt độ phòng có điểm mùi và vị dao động trong khoảng $3,87\pm0,35\div4,53\pm0,52$ và $4,00\pm0,00\div4,40\pm0,50$, tương ứng. Trong khi đó, mùi và vị của rượu lên men ở nhiệt độ lạnh được đánh giá khá thấp ($2,60\pm0,50\div2,87\pm0,35$ và $2,27\pm0,45\div2,33\pm0,48$, tương ứng). Về chỉ tiêu mùi, rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng sau 5 ngày đạt điểm đánh giá cao nhất ($4,53\pm0,52$), khác biệt không ý nghĩa thống kê so với mẫu lên men trong 4 ngày ($4,47\pm0,52$). Đối với chỉ tiêu về vị, rượu nhàu lên men ở nhiệt độ phòng được đánh giá cao hơn so với các mẫu lên men ở nhiệt độ lạnh và đạt điểm cao nhất ($4,20\pm0,41\div4,40\pm0,50$) ở 2÷4 ngày đầu của quá trình lên men. Nhiệt độ thấp hạn chế hoạt động của vi sinh vật, đặc biệt là quá trình trao đổi chất của nấm men, dẫn đến giảm sản xuất các hợp chất bay hơi quan trọng như ethyl acetate, 1-propanol và 1-butanol, những chất này góp phần tạo nên hương vị đặc trưng của rượu lên men (Herrero et al., 2006). Nhìn chung, việc lên men ở nhiệt độ thấp không được đánh giá cao về cảm quan, điều này là do điều kiện và thời gian lên men chưa phù hợp để tạo ra

hương vị đặc trưng cho sản phẩm. Bên cạnh đó, hàm lượng ethanol trong các mẫu lên men ở nhiệt độ lạnh tương đối thấp, sản phẩm vẫn còn mùi nồng và hăng vốn có của nguyên liệu. Mức độ yêu thích của cảm quan viên cũng nghiêng về sản phẩm lên men ở nhiệt độ phòng, với điểm cao nhất đạt $6,73\pm0,88$ ở ngày 4 và $6,73\pm0,80$ ở ngày 5. Ngược lại, nghiệm thức lên men ở nhiệt độ lạnh trong các ngày lên men không nhận được sự yêu thích từ cảm quan viên, điểm số dao động trong khoảng $4,00\div4,13$. Nhìn chung, việc lên men dịch nhàu ở nhiệt độ phòng trong thời gian 4 ngày là phù hợp, sản phẩm đạt hàm lượng ethanol 12,36%, vitamin C 14,08 mg/100 mL, TPC 46,56 mg GAE/100 mL TFC 4,68 mg QE/100 mL, sản phẩm có độ trong suốt, hậu ngọt vừa phải với hương vị đặc trưng.

4. KẾT LUẬN

Sản phẩm lên men từ quả nhàu không chỉ chứa các thành phần có hoạt tính sinh học như vitamin C, polyphenol và flavonoid mà còn mang lại giá trị cảm quan tốt, mở rộng sự lựa chọn cho người tiêu dùng. Việc bổ sung nấm men *S. cerevisiae* BV818 với tỷ lệ 150 mg/100 mL trong quá trình lên men tạo hàm lượng ethanol phù hợp, duy trì các hợp chất sinh học và đạt giá trị cảm quan cao. Đồng thời, rượu được lên men ở nhiệt độ phòng (28÷30°C) trong 4 ngày là điều kiện lý tưởng, mang lại hàm lượng ethanol phù hợp cùng với hương vị đặc trưng có hậu ngọt vừa phải, duy trì tốt sự ổn định của các hợp chất sinh học. Loại rượu nhàu này có tiềm năng làm nguyên liệu đầu vào để sản xuất cider có độ cồn cao, mở ra hướng ứng dụng rộng hơn trong thực tiễn. Việc đa dạng hóa các sản phẩm chế biến từ trái nhàu không

chỉ đáp ứng nhu cầu tiêu dùng ngày càng cao mà còn tạo ra giá trị kinh tế cho người trồng và sản xuất. Hơn nữa, các nghiên cứu sâu hơn khi được thực hiện về nhiệt độ và thời gian lên men với khoảng khảo sát rộng hơn hay các phương pháp bảo quản và chế

biến có thể mở ra hướng đi mới cho việc phát triển các sản phẩm dinh dưỡng khác từ quả nhàu, góp phần nâng cao giá trị thương phẩm của nguyên liệu trên thị trường trong và ngoài nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Branduardi, P., Fossati, T., Sauer, M., Pagani, R., Mattanovich, D., & Porro, D. (2007). Biosynthesis of vitamin C by yeast leads to increased stress resistance. *PLoS One*, 2(10), 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001092>
- Bui, N. B. T., Tran, T. G., Luu, M. C., Nguyen, N. T., Tran, B. L., Tran, T. T., Nguyen, V. M., & Huynh, X. P. (2022). Study on the conditions for cider fermentation from Nam Roi pomelo (*Citrus grandis* L.). *TNU Journal of Science and Technology*, 227(14), 151-159 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6245>
- Bui, V. T. (2019). Optimizing fermentation beverage cider strawberry by four-factors response surface. *Sao Do University Journal of Scientific Research*, 2(65), 77-85 (in Vietnamese).
- Doan, T. K. T., Vien, T. H. Y., Huynh, X. P., Bui, H. D. L., Ha, T. T., & Ngo, T. P. D. (2018). Selection of thermotolerant yeasts and application in wine production from three-leaf cayratia (*Cayratia trifolia* L.) in Hau Giang. *Can Tho University Journal of Science*, 54(4B), 64-71 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2018.071>
- Doseděl, M., Jirkovský, E., Macáková, K., Krčmová, L. K., Javorská, L., Pourková, J., Mercolini, L., Remião, F., Nováková, L., Mladěnka P., & Oemonom. (2021). Vitamin C-sources, physiological role, kinetics, deficiency, use, toxicity, and determination. *Nutrients*, 13(2), 1-34. <https://doi.org/10.3390/nu13020615>
- Herrero, M., García, L. A., & Díaz, M. (2006). Volatile compounds in cider: Inoculation time and fermentation temperature effects. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(3), 210-214. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00715.x>
- Le, T. T. L., Nguyen, B. L., Tran, T. N. H., Tran, M. V., Nguyen, T. T. H., Nguyen, H. T., & Truong, H. P. (2023). Evaluation of fermentation factors affecting betacyanin and total polyphenol content in sparkling dragon fruit juice production (*Hylocereus polyrhizus*) using response surface methodology. *Tra Vinh University Journal of Science*, 13, 88-97 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.35382/tvujs.13.7.2023.192>
- Luong, D. P. (2006). Industrial yeast. Science and Technique Publishing House, Hanoi (in Vietnamese).
- Nguyen, B. L., Tran, C. N., & Nguyen, N. M. P. (2023). The change of bioactive compounds during cider fermentation of Cat Chu mango (*Mangifera indica* L.) juice. *TNU Journal of Science and Technology*, 228(13), 251-257 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8363>
- Nguyen, D. H., Hoang, T. L. H., Hoang, T. T. M., & Nguyen, V. L. (2016). Study on use of *Saccharomyces cerevisiae* in cider making from *Docynia indica* fruit. *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology*, 08(69), 89-93 (in Vietnamese).
- Nguyen, M. T., Nguyen, T. M. T., Nguyen, P. C., Duong, K. T., Le, V. B., Le, T. T., Huynh, T. C., & Phan, T. N. (2011). Effect of isolated yeast cell number, total soluble solid and pH value to palm wine quality. *Can Tho University Journal of Science*, (19b), 209-218 (in Vietnamese).
- Phan, U. N., Vo, T. K. T., Tran, Q. D., & Mai, T. M. L. (2019). Study on manufacturing process of fruit wines made of green grapes and mulberries. *Vietnam Journal of Nutrition and Food*, 15(5,6), 65-73 (in Vietnamese).
- Rizzo, M., Ventrice, D., Varone, M. A., Sidari, R., & Caridi, A. (2006). HPLC determination of phenolics adsorbed on yeasts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 42(1), 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.02.058>
- Saah, S. A., & Adu-Poku, D. (2021). Phytochemical, proximate, and vitamin C content in *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 5(3), 182-187. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v5i3.274>
- Sriariyanun, M., Mutrakulcharoen, P., Tepaamorndech, S., Cheenkachorn, K., Rattanaporn, K. (2019). A rapid spectrophotometric method for quantitative determination of ethanol in fermentation products. *Oriental Journal of Chemistry*, 35(2), 744-750. <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/350234>
- Tahir, A., Aftab, M., & Farasat, T. (2010). Effect of cultural conditions on ethanol production by locally isolated *Saccharomyces cerevisiae* Bio-07. *Journal of Applied Pharmacy*, 3(2), 72-78. <https://doi.org/10.21065/19204159.2.72>
- Tran, N. M., Trinh, H. T. L., Nguyen, T. K. M., Nguyen, H. T. A., Vo, N. H. T., Kieu, M. V., &

- Tran, C. N. (2025). Effects of some factors on the process of noni wine fermentation. *TNU Journal of Science and Technology*, 230(09), 103-110 (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10891>
- Tran, T. N. M. (2020). Processing of fermented fruit juice from acerola (*Malpighia glabra* L.). *The Journal of Agriculture and Development – Nong Lam University*, 19(2), 99-105 (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.52997/jad.12.02.2020>
- Walker, G. M., & Stewart, G. G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, 2(4), 1-12.
<https://doi.org/10.3390/beverages2040030>
- Wang, R., Wang, L., Wang, S., Wang, J., Su, C., Zhang, L., Li, C., & Liu, S. (2023). Phenolics from noni (*Morinda citrifolia* L.) fruit alleviate obesity in high fat diet-fed mice via modulating the gut microbiota and mitigating intestinal damage. *Food Chemistry*, 402, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134232>
- Yadav, D. K., Chand, K., Shahi, N. C., & Verma, A. K. (2021). Influence of fermentation conditions on the polyphenols, total flavonoids, and antioxidant properties of wine produced from Burans petals. *Journal of Food Processing & Preservation*, 45(12), 1-9.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.16009>