

DOI:10.22144/ctu.jsi.2018.084

ẢNH HƯỞNG CỦA pH VÀ CHẤT KHÔ HÒA TAN ĐẾN QUÁ TRÌNH LÊN MEN RƯỢU TỪ XƠ MÍT (*Artocarpus heterophyllus*) GIỐNG THÁI LAN

Tổng Thị Ánh Ngọc^{1*}, Bùi Thị Ánh Ngọc², Nguyễn Thị Mỹ Ngọc² và Ngô Minh Quang³

¹Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng

²Sinh viên ngành Công nghệ thực phẩm, Khóa 40, Trường Đại học Cần Thơ

³Học viên cao học ngành Công nghệ thực phẩm, Khóa 23, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Tổng Thị Ánh Ngọc (email: ttangoc@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/05/2018

Ngày nhận bài sửa: 12/07/2018

Ngày duyệt đăng: 03/08/2018

Title:

Effect of pH and total soluble solids on fermentation process of the rags of Thai jackfruit cultivar (*Artocarpus heterophyllus*)

Từ khóa:

Lên men, mật số nấm men, pH, rượu, xơ mít, °Brix

Keywords:

°Brix, fermentation, pH, the rags of jackfruit, wine, yeast counts

ABSTRACT

The utilization rags of jackfruit in wine making was studied in order to produce higher value-added products as well as solve partly the environmental pollution issues. The fermentation of the rags of jackfruit was performed at pH of 4,0-5,0 and °Brix of 21-25%. The results showed that pH 4,0 and °Brix of 23% can be applied in wine making. High amount of total alcohol (15%) was observed in the wine product whereas less sugar content as residues (0,47%) was determined in the fermented substrates at day 9. So far, this is the first study evaluating the yeast counts during fermentation; the growth rate of yeast increased rapidly after 6 days but decreased steadily from day 6 to day 12. Additionally, a strong correlation was observed between specific gravity - total alcohol ($r = -0,909$); °Brix - total sugar content ($r = 0,97$), and specific gravity - total sugar content ($r = 0,969$). It is suggested that the specific gravity could be used to predict the total alcohol and sugar content during fermentation process while °Brix can be estimated total sugar content.

TÓM TẮT

Việc tận dụng xơ mít trong quá trình lên men rượu được nghiên cứu nhằm tạo ra sản phẩm giá trị gia tăng cũng như góp phần giảm ô nhiễm môi trường. Nghiên cứu khảo sát pH từ 4,0-5,0 và hàm lượng chất khô hòa tan từ 21-25°Brix. Kết quả nhận thấy điều kiện thích hợp cho quá trình lên men rượu từ xơ mít là pH 4,0 và 23°Brix; cụ thể sản phẩm thu được có độ cồn cao (15%) cũng như lượng đường sót trong dịch lên men thấp (0,47%) sau 9 ngày lên men. Ngoài ra, đây là nghiên cứu đầu tiên khảo sát sinh khối của nấm men trong suốt quá trình lên men, mật số nấm men tăng nhanh từ ngày đầu tiên đến ngày 6 và giảm dần từ ngày 6 đến ngày 12. Nghiên cứu cũng nhận thấy sự tương quan cao giữa các chỉ tiêu: tỉ trọng và độ cồn ($r = -0,909$), °Brix của dịch lên men và đường sót ($r = 0,97$) và tỉ trọng và đường sót ($r = 0,969$). Vì vậy, tỉ trọng có thể được dùng để dự đoán độ cồn và đường sót trong quá trình lên men và °Brix có thể dùng để ước tính hàm lượng đường sót.

Trích dẫn: Tổng Thị Ánh Ngọc, Bùi Thị Ánh Ngọc, Nguyễn Thị Mỹ Ngọc và Ngô Minh Quang, 2018. Ảnh hưởng của pH và chất khô hòa tan đến quá trình lên men rượu từ xơ mít (*Artocarpus heterophyllus*) giống Thái Lan. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(Số chuyên đề: Nông nghiệp): 211-218.

1 GIỚI THIỆU

Mít (*Artocarpus heterophyllus*) được trồng phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long, ước tính sản lượng khoảng 33 nghìn tấn (Nguyễn Thế Dũng, 2006). Các sản phẩm từ mít rất đa dạng như mít tươi, mít sấy, rượu mít... Tuy nhiên, phần thịt quả (ăn được) chỉ chiếm 28,2%, các phế phụ phẩm chiếm 71,8%, trong đó, xơ mít chiếm 25,3% (Nguyễn Thị Thu Sang, 2010). Vì vậy, việc tận dụng phụ phẩm rất cần thiết, nhất là các phế phụ phẩm có giá trị sử dụng cao.

Rượu vang là loại rượu được lên men từ các loại dịch ép trái cây bởi một số chủng nấm men riêng cho từng loại nguyên liệu. Rượu vang thu được không qua chưng cất, có hương vị thơm ngon từ trái cây tự nhiên, độ rượu nhẹ (10-15%), thích hợp với phụ nữ và người cao tuổi (Nguyễn Công Hà và *ctv.*, 2014). Phân viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch Thành phố Hồ Chí Minh đã nghiên cứu việc ứng dụng quy trình chế biến rượu vang, giấm, acid citric, thức ăn gia súc và phân bón từ nguồn khóm phế thải ở các nhà máy chế biến rau quả. Từ đó, việc sản xuất rượu vang từ xơ mít (hoặc nó sẽ là sản phẩm trung gian cho quá trình lên men giấm vang) sẽ góp phần tạo ra một sản phẩm hữu ích và việc tận dụng phụ phẩm này cũng góp phần làm giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Theo một số nghiên cứu trong nước trước đây, nghiên cứu sản xuất rượu vang từ trái chùm ruột cho thấy sản phẩm thu được tốt nhất khi bổ sung nấm men với tỷ lệ 0,2% v/v từ dịch nấm men đã được hoạt hóa đạt mật số 8 log CFU/mL, điều chỉnh dịch ban đầu đạt hàm lượng chất khô 20°Brix, pH 3,5 và tiến hành lên men chính trong 5 ngày cho sản phẩm rượu vang có độ cồn 12,57% v/v, hàm lượng chất khô còn lại là 10,4°Brix và hàm lượng acid tổng 0,54% (Phạm Thị Cẩm Hoa và *ctv.*, 2017). Nguyễn Thị Hiền (2011) đã nghiên cứu sản xuất rượu vang nhãn, với các thông số của dịch quả ban đầu là 26°Brix, pH 3,5 và mật số nấm men là 5 log CFU/mL. Kết quả thu được rượu vang nhãn có độ cồn cao (13% v/v), hàm lượng đường sót thấp và chất lượng cảm quan tốt. Nguyễn Thị Phương Kiều (2011) lên men rượu vang ca cao, dịch phối chế ban đầu với các thông số tối ưu như 23°Brix, pH 3,7 và mật số nấm men là 5 log CFU/mL cho sản phẩm rượu ca cao có độ cồn cao (16% v/v) và hàm lượng đường sót thấp. Tương tự, Nguyễn Trọng Thảo (2012), nghiên cứu sản xuất rượu vang táo, dịch phối chế ban đầu với các thông số tối ưu như 25,9°Brix, pH 4,5 và mật số nấm men là 5,2 log CFU/mL. Sản phẩm rượu vang táo thu được cũng có độ cồn cao (15,8% v/v) và hàm

lượng đường sót thấp. Do đó, đối với các quá trình lên men rượu sử dụng các loại nguyên liệu khác nhau, điều kiện lên men được sử dụng có thể rất khác nhau, ảnh hưởng đến chất lượng rượu, vì vậy việc cần thiết là tìm ra điều kiện thích hợp cho quá trình lên men ứng với loại nguyên liệu được sử dụng để tạo ra sản phẩm rượu đạt yêu cầu. Các yếu tố thường được quan tâm trong quá trình lên men rượu là pH và tổng hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu của dịch lên men.

Với mục đích xác định các điều kiện lên men thích hợp cho quá trình lên men rượu từ xơ mít, nghiên cứu tiến hành khảo sát ảnh hưởng của pH và tổng hàm lượng chất khô hòa tan (°Brix) ban đầu trong dịch thủy phân thích hợp cho quá trình lên men. Nghiên cứu này là một phần trong nghiên cứu khởi đầu tạo ra sản phẩm rượu vang và có thể ứng dụng vào quá trình lên men tiếp theo để tạo ra sản phẩm giấm vang có chất lượng.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

Xơ mít từ giống mít Thái được thu nhận từ Công ty TNHH the Fruit Republic (Khu công nghiệp Hưng Phú 1, Cần Thơ). Nguyên liệu trái mít sau quá trình chế biến tại nhà máy (loại bỏ vỏ và lõi, tách lấy múi mít và hạt mít) có phần phụ phẩm gồm xơ mít và vỏ được thu gom. Sau đó, nguyên liệu được vận chuyển về phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ, để thực hiện sơ chế và chọn lấy phần xơ mít để tiến hành thí nghiệm.

2.2 Phương pháp bố trí thí nghiệm

Xơ mít sau sơ chế được rửa sạch và để ráo, xay nhuyễn với nước theo tỷ lệ 1:2 (w/v), sau đó bổ sung chế phẩm enzyme pectinase 0,04% (Đan Mạch sản xuất) và thủy phân ở điều kiện tối ưu ở 50°C trong thời gian 60 phút (Đặng Thị Thu và *ctv.*, 2004). Tiến hành lọc sau khi thủy phân kết thúc, dịch lọc thu được có pH là 4,64±0,21; °Brix là 6,0±0,71; hàm lượng acid là 0,12±0,0% và hàm lượng đường khử là 5,34±1,14%. Hàm lượng chất khô hòa tan (21, 23 và 25°Brix) được điều chỉnh bằng cách bổ sung đường saccharose (Biên Hòa, Việt Nam sản xuất) và pH (4,0; 4,5 và 5,0) được điều chỉnh bằng acid citric (Trung Quốc sản xuất). Sau đó, dịch quả được thanh trùng bằng NaHSO₃ (Trung Quốc sản xuất) với liều lượng 122 mg/L trong thời gian 2 giờ để tiêu diệt vi sinh vật tạp nhiễm. Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* (Saf-Instant, Mexico sản xuất) được bổ sung với hàm lượng 0,04%. Quá trình lên men được tiến hành ở nhiệt độ phòng và theo dõi các chỉ tiêu như: nồng độ ethanol (%), hàm lượng acid tổng (%), hàm lượng đường tổng (%), tổng chất khô hòa tan

(°Brix), tỉ trọng và mật số nấm men (log CFU/mL) theo thời gian lên men ở 0, 3, 6, 9 và 12 ngày.

Số mẫu được bố trí trong thí nghiệm là 135 mẫu với 3 lần lặp lại độc lập và mỗi lần phân tích được lặp lại 2 lần. Thể tích mỗi mẫu thí nghiệm là 250 mL dịch lên men (tương ứng là 11,25 L dịch cần cho mỗi mẻ lên men).

2.3 Phương pháp phân tích

Hàm lượng ethanol (% v/v): sử dụng phương pháp chưng cất và đo độ rượu (ethanol) bằng cồn kế ở 20°C (Nguyễn Đình Thường và Nguyễn Thanh Hằng, 2007).

Hàm lượng acid tổng (tính theo acid acetic, %): bằng phương pháp chuẩn độ với NaOH 0,1N với chất chỉ thị màu phenolphthalein (TCVN 4589:1988).

Hàm lượng đường tổng (%): theo phương pháp Lane and Eynon (1924).

Tổng chất khô hòa tan (°Brix) được đo bằng chiết quang kế (Nhật sản xuất).

Tỉ trọng được đo bằng tỉ trọng kế (Việt Nam sản xuất).

Tổng số nấm men (log CFU/mL) trong quá trình lên men được xác định theo TCVN 8275-1:2010.

2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn. Số liệu được tính toán thống kê theo chương trình Statgraphics Centurion 15.1, phân tích ANOVA với phép thử LSD để so sánh trung bình các nghiệm thức và hệ số tương quan Spearman mô tả mối tương quan giữa các số liệu ở mức ý nghĩa 5% (và 1%) theo chương trình thống

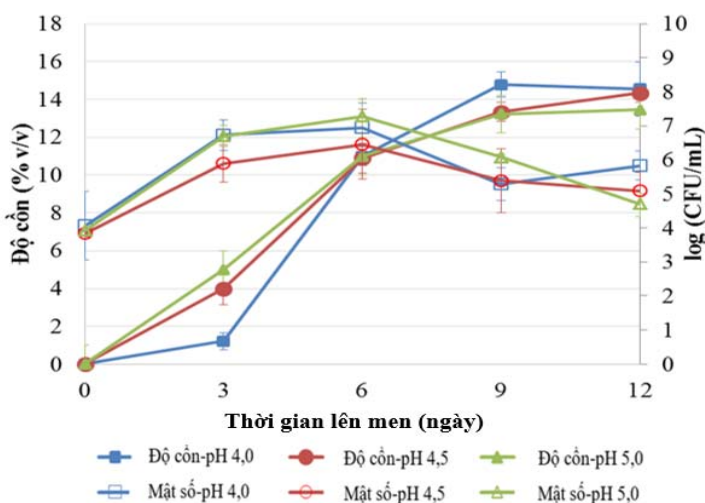
kê SPSS 20 (IMB Inc, III., USA).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Nguyên liệu xơ mít được sử dụng trong thí nghiệm có tính chất vật lý và hóa học như sau: hàm lượng đường tổng số là 10,32±0,6%, hàm lượng chất khô hòa tan tổng số (còn gọi là °Brix) là 16±0,6%, độ ẩm là 75,98±0,33%, tro là 0,98±0,02%, acid tổng là 0,29±0,03%, vitamin C là 3,5±0,19 mg% và pH là 5,13±0,07. Trong đó, đường là thành phần chính trong tổng hàm lượng các chất khô hòa tan, ngoài ra còn các thành phần khác như acid, chất thơm, vitamin, enzyme, chất khoáng và muối của các acid hữu cơ. Theo kết quả này, đường trong xơ mít Thái chiếm 64,5% trong tổng chất khô hòa tan. Theo USDA (2006), phần ăn được của mít có nước 73,23%, tro 1% và vitamin C là 6,7 mg%, do đó có thể thấy hàm lượng nước và tro trong xơ mít Thái tương đương với phần ăn được của mít, tuy nhiên hàm lượng vitamin C trong xơ mít thấp hơn phần ăn được của mít. Mặt khác, nguồn nguyên liệu xơ mít (Thái) sử dụng chứa hàm lượng đường tổng cao hơn so với nguyên liệu xơ mít nghệ và xơ mít dứa với hàm lượng đường tổng tương ứng là 6,82% và 2,30% (Nguyễn Thị Thu Sang, 2010). Nguyên nhân khác biệt có thể do giống, địa điểm và thời gian thu hoạch khác nhau. Dựa trên các tính chất vật lý và hóa học trên, nguyên liệu xơ mít trong nghiên cứu này không độc hại với nấm men và có thể sử dụng để lên men rượu (Trần Thị Thanh, 2011).

3.1 Ảnh hưởng của pH và tổng chất khô hòa tan (°Brix) của dịch ban đầu đến sự thay đổi độ cồn và mật số nấm men theo thời gian

Kết quả theo dõi sự thay đổi độ cồn và mật số nấm men theo thời gian ở các pH khác nhau được thể hiện ở Hình 1.

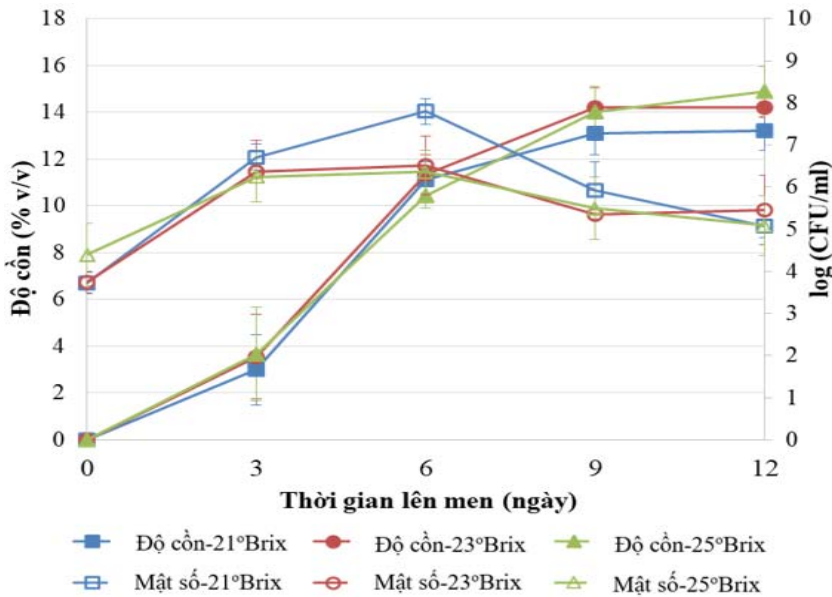


Hình 1: Sự thay đổi độ cồn và mật số nấm men theo thời gian ở các pH khác nhau

Hình 1 biểu diễn độ cồn sinh ra tăng dần theo thời gian lên men nhưng sự phát triển của nấm men không tuyến tính với độ cồn. Mẫu lên men với pH 4,0 sinh ra hàm lượng ethanol cao nhất ở ngày 9 (14,78% v/v), khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% so với mẫu ở pH 4,5 (13,3% v/v) và 5,0 (13,2% v/v). Kết quả này cũng phù hợp với khuyến cáo của Lương Đức Phẩm (1998) trong quá trình lên men rượu nên thực hiện pH từ 3,8-4,0 vì ở pH này nấm men có thể phát triển nhưng vi khuẩn và nấm men dại khác bị ức chế. Hơn nữa, khi pH dịch lên men càng thấp thì khả năng lên men càng yếu

(Dương Tú Liên, 2013). Một nghiên cứu khác của Nguyễn Thị Thanh Hồng (2013) lên men rượu vang chôm chôm Java cũng cho thấy ở pH 4,0 sản phẩm có độ cồn cao nhất. Bên cạnh pH, lượng ethanol sinh ra trong quá trình lên men rượu còn phụ thuộc vào các yếu tố khác như: loại dịch quả, phương pháp chuẩn bị, loại nấm men và lượng chất khô hòa tan ban đầu (Singh *et al.*, 1998; Akubor *et al.*, 2003).

Hình 2 thể hiện kết quả theo dõi sự thay đổi độ cồn và mật số nấm men theo thời gian ở các °Brix khác nhau.



Hình 2: Sự thay đổi độ cồn và mật số nấm men theo thời gian ở các °Brix khác nhau

Kết quả ở Hình 2 cho thấy hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu khác nhau thì ảnh hưởng nhiều đến sự phát triển của nấm men hơn là nồng độ cồn sinh ra trong suốt quá trình lên men. Cụ thể, sau 6 ngày lên men, nấm men phát triển tốt ở mẫu 21°Brix với mật số cực đại đạt được là 7,8 log CFU/mL, còn đối với mẫu lên men ở 23 và 25°Brix, nấm men phát triển kém hơn mật số đạt được tương ứng là 6,5 và 6,4 log CFU/mL. Tuy nhiên, khi so sánh ở ngày lên men thứ 6, mẫu lên men ở các °Brix khác nhau, độ cồn sinh ra dao động từ 10,4 đến 11,3% v/v và không khác biệt ý nghĩa giữa các °Brix khác nhau ($p > 0,05$). Sau 12 ngày lên men, độ cồn sinh ra của mẫu lên men với 25 và 23°Brix (tương ứng 14,9% và 14,2% v/v), khác biệt ý nghĩa với mẫu lên men với 21°Brix (13,2% v/v) ($p < 0,05$). Tuy nhiên, mẫu lên men với 25°Brix tạo ra độ cồn cao nhất nhưng không khác biệt so với mẫu lên men ở 23°Brix ($p > 0,05$). Kết quả này có độ cồn cao hơn so với lý thuyết, do đó việc tìm hiểu cơ chế của quá trình lên men xơ mít cũng như khảo sát các yếu tố

ảnh hưởng đến độ chính xác của phương pháp xác định độ cồn được đề nghị cho các nghiên cứu tiếp theo. Theo Pretorius (2000), loài nấm men *Saccharomyces cerevisiae* không chỉ lên men hoàn toàn nước quả hay môi trường chứa hàm lượng đường cao, mà còn tạo ra sản phẩm lên men với hương vị đặc trưng. *Saccharomyces cerevisiae* lên men rượu đến nồng độ 16%, trong khi việc sử dụng dịch lên men là đường hay si-rô có thể làm cho nấm men tạo ra 18% rượu hoặc cao hơn. Kết quả trong nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Thành và *ctv.* (2013) khi nghiên cứu lên men rượu vang khóm đạt nồng độ ethanol 15,3-15,95% v/v khi dịch lên men được điều chỉnh với hàm lượng chất khô hoà tan 23-24°Brix ở pH 4,5. Nghiên cứu thực hiện khi dịch phối chế với 23°Brix có sản phẩm đạt nồng độ ethanol 16%v/v đối với rượu vang ca cao (Nguyễn Thị Phương Kiều, 2011) và 16,8% v/v đối với rượu mận An Phước (Trần Thị Diệu, 2013). Các nghiên cứu trước đây cũng kết luận lượng ethanol cao nhất khi lên men rượu từ quả quýt, dâu và vải ở 24-

26°Brix (Singh *et al.*, 1998; Joshi *et al.*, 2005). Dựa vào kết quả của nghiên cứu này, hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu của dịch lên men được đề nghị từ 23-25°Brix.

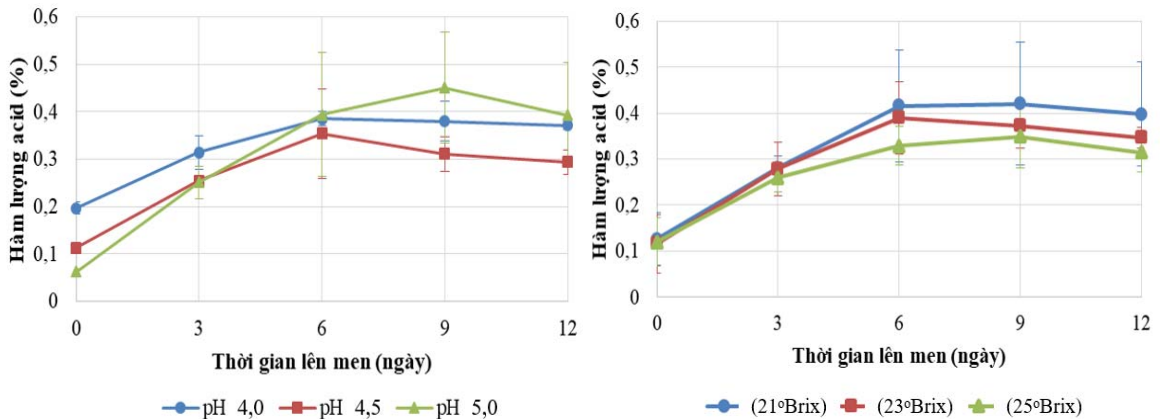
Mặt khác, Hình 1 và Hình 2 còn cho thấy rõ diễn biến của quá trình lên men gồm hai pha: pha thứ nhất là pha sinh trưởng, pha thứ hai là pha tích tụ các sản phẩm của sự trao đổi chất (Lê Xuân Phương, 2001). Với kết quả thu nhận được, pha thứ nhất kéo dài trong 6 ngày đầu của quá trình lên men, trong pha này chủ yếu là quá trình sinh tổng hợp protein và xây dựng tế bào, các tế bào trong giai đoạn này rất trẻ, sinh trưởng nhanh và tăng sinh khối nhanh (Lê Xuân Phương, 2001). Mật số nấm men tăng rất nhanh, trung bình mật số nấm men ngày 0 là $3,94 \pm 0,57$ và ngày 6 là $6,89 \pm 0,83$ log CFU/mL. Sản phẩm trao đổi chất trong giai đoạn này không có hoặc bắt đầu tích tụ với một lượng nhỏ sau đó dần dần tăng lên đồng thời với sự phát triển của men giống, cho đến khi ổn định thì chuyển sang pha thứ hai (Lê Xuân Phương, 2001). Độ cồn từ ngày 0 đến ngày 3 tăng ít $3,41 \pm 1,74\%$ v/v, sau đó độ cồn tăng lên nhanh chóng đến ngày 6 độ cồn đạt $10,96 \pm 1,10\%$ v/v. Nguyên nhân nồng độ ethanol tăng vọt trong giai đoạn này là do nấm

men đã sử dụng hết lượng oxy trong môi trường nên chuyển sang hô hấp yếm khí. Nấm men là loài kỵ khí không bắt buộc, trong điều kiện hiếu khí, nấm men phát triển tăng sinh khối; trong điều kiện yếm khí, nấm men sinh ra sản phẩm chủ yếu là ethanol.

Quá trình lên men chuyển sang pha thứ 2 có thể thấy trên Hình 1 và Hình 2 là từ ngày 6 đến 12. Ở giai đoạn này, sinh khối tế bào giảm dần, cụ thể từ ngày 6 ($6,89 \pm 0,83$ log CFU/mL) đến ngày 12 ($5,21 \pm 0,65$ log CFU/mL). Nấm men rất mẫn cảm với sự ức chế của ethanol vì thế hàm lượng ethanol trong dung dịch cao thì cản trở sự phát triển của nấm men. Bên cạnh đó, hàm lượng ethanol tăng ít (3,15% v/v) do hàm lượng chất dinh dưỡng trong dung dịch giảm dần, nấm men cạnh tranh chất dinh dưỡng vì thế quá trình trao đổi chất diễn ra yếu (Kiều Hữu Ảnh, 1999).

3.2 Ảnh hưởng của pH và tổng chất khô hòa tan (°Brix) của dịch ban đầu đến sự thay đổi hàm lượng acid theo thời gian

Thí nghiệm cũng tiến hành theo dõi sự thay đổi hàm lượng acid (%) theo thời gian ở các pH và °Brix khác nhau, kết quả được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3: Sự thay đổi hàm lượng acid (%) theo thời gian ở các pH và °Brix khác nhau

Hình 3 cho thấy pH và °Brix ban đầu có ảnh hưởng đến hàm lượng acid sinh ra trong quá trình lên men. Sự chênh lệch hàm lượng acid khác biệt rõ rệt ở ngày lên men thứ 9, hàm lượng acid lần lượt là 0,38; 0,31 và 0,45% tương ứng với dịch lên men ở pH 4,0; 4,5 và 5,0. Đối với mẫu lên men ở pH 5,0, hàm lượng acid sinh ra cao hơn so với mẫu ở pH 4,0, nguyên nhân do độ cồn sinh ra ở pH 5,0 thấp, vì thế các vi sinh vật khác có khả năng phát triển sinh ra các acid làm cho hàm lượng acid trong dung dịch cao.

Các mẫu rượu lên men với °Brix ban đầu khác nhau thì hàm lượng acid thu được cũng khác nhau.

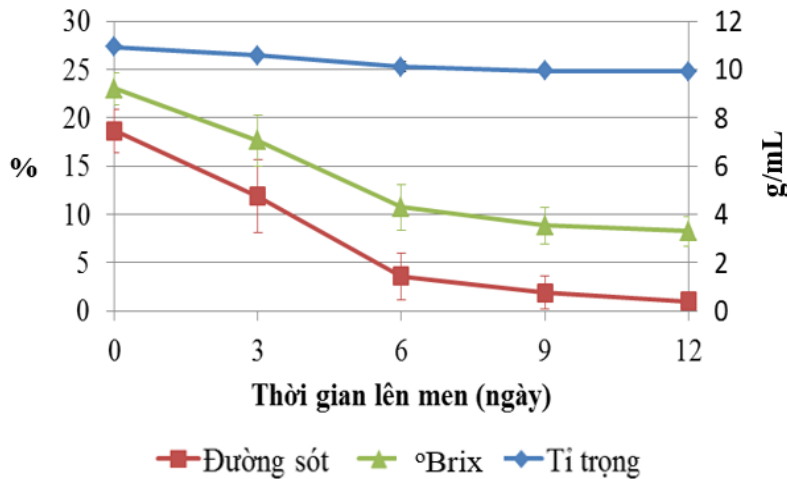
Trong ngày 9, hàm lượng acid thu được ở 23 và 25°Brix lần lượt là 0,35 và 0,37% và không khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Ở mẫu lên men với 21°Brix, hàm lượng acid cao 0,42% do ở 21°Brix độ cồn sinh ra thấp (Hình 2), không đủ để ức chế các vi khuẩn và men đại khác nên hàm lượng acid tăng cao và khác biệt ý nghĩa so với các mẫu ở 23 và 25°Brix ($p < 0,05$). Bên cạnh đó, lượng acid sinh ra mạnh trong giai đoạn đầu của quá trình lên men, ở ngày 6 hàm lượng acid thu được trung bình là $0,38 \pm 0,09\%$ do lúc này quá trình lên men diễn ra tốt, lượng CO₂ sinh ra nhiều hòa tan vào nước, đồng thời quá trình lên men này cũng tạo ra một số acid hữu cơ (như acid acetic, lactic, citric, pyruvic

và succinic) trong dung dịch (Nguyễn Đình Thường và Nguyễn Thanh Hằng, 2007). Hàm lượng acid trong rượu chủ yếu là acid acetic, acid này sinh ra chủ yếu do phản ứng oxy hóa khử giữa hai aldehyde acetic hoặc sinh ra bởi vi khuẩn acetic hoạt động trong dịch lên men, nó sử dụng đường và sản sinh acid acetic, gần kết thúc quá trình lên men thì hàm lượng acid giảm dần từ ngày 6 đến ngày 12 hàm lượng acid giảm còn $0,35 \pm 0,08\%$ do các acid hữu cơ kết hợp với rượu bậc cao tạo ester hương, nguyên nhân khác do hàm lượng chất dinh

dưỡng trong môi trường đã cạn nên nấm men sử dụng acid làm nguồn năng lượng chính để duy trì sự sống (Akubor *et al.*, 2003; Dương Tú Liên, 2013).

3.3 Ảnh hưởng của pH và tổng chất khô hòa tan ($^{\circ}$ Brix) của dịch ban đầu đến sự thay đổi thay đổi tỉ trọng, đường sót và $^{\circ}$ Brix theo thời gian

Hình 4 thể hiện sự thay đổi của tỉ trọng, đường sót và $^{\circ}$ Brix theo thời gian lên men.



Hình 4: Sự thay đổi tỉ trọng, đường sót và $^{\circ}$ Brix theo thời gian lên men

Hình 4 cho thấy hàm lượng đường, $^{\circ}$ Brix và tỉ trọng giảm dần theo thời gian lên men. Quá trình lên men xảy ra như dự đoán, hàm lượng đường tổng giảm và giảm tuyến tính với hàm lượng chất khô hòa tan ($^{\circ}$ Brix). Hàm lượng đường và $^{\circ}$ Brix giảm nhanh trong các ngày đầu của quá trình lên men, hàm lượng đường ở ngày 0 ($18,66 \pm 2,22\%$) giảm ở ngày 6 ($3,61 \pm 2,42\%$); tương tự, $^{\circ}$ Brix ở ngày 0 ($23 \pm 1,66\%$) giảm ở ngày 6 ($10,74 \pm 2,36\%$). Trong quá trình lên men, đường trong dịch quá được nấm men sử dụng để tăng sinh khối và tổng hợp một số sản phẩm làm cho hàm lượng đường và $^{\circ}$ Brix trong dung dịch giảm (Singh and Kaur, 2009; de Toda *et al.*, 2013). Mặc khác, có sự chênh lệch khá lớn giữa hàm lượng đường và $^{\circ}$ Brix trong dịch lên men có thể được lý giải phần nào bởi trong thành phần của $^{\circ}$ Brix ngoài đường và acid (đã được xác định hàm lượng) còn có các thành phần không đường khác đóng góp vào hoặc gây ảnh hưởng đến $^{\circ}$ Brix như: chất keo, chất đạm, chất béo (trường hợp hình thành mật phân cách), chất khoáng... trong dịch lên men. Điều này cũng phụ thuộc lớn vào loại nguyên liệu được sử dụng trong quá trình lên men. Các nghiên cứu trước đây của Nguyễn Văn Thành và *ctv.* (2013) cũng nhận thấy sản phẩm vang khóm có hàm lượng đường sót thấp (chỉ ở

dạng vết) và $^{\circ}$ Brix còn lại là $6-10^{\circ}$ Brix sau 10-14 ngày lên men, hay với nghiên cứu của Phạm Thị Cẩm Hoa và *ctv.* (2017) về vang chùm ruột, $^{\circ}$ Brix còn lại của sản phẩm là $10,4^{\circ}$ Brix, acid tổng là $0,54\%$ sau 5 ngày lên men.

Bên cạnh đó, tỉ trọng cũng giảm, ngày 0 ($1,0929 \pm 0,01$) giảm ở ngày 6 ($1,0111 \pm 0,02$). Trong giai đoạn này nấm men sinh trưởng phát triển sinh khối và đạt mật số cực đại, độ cồn sinh ra dần tăng lên theo thời gian (Hình 1 và Hình 2) vì thế trong môi trường hàm lượng các chất dinh dưỡng giảm nhanh và CO_2 sinh ra nhiều, hòa tan vào dung dịch đến trạng thái quá bão hòa thì bay hơi làm cho tỉ trọng trong dung dịch giảm. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu trên rượu chuối, tỉ trọng giảm từ 1,080 xuống 0,992 khi lên men từ ngày 0 đến 14 (Akubor *et al.*, 2003). Gần về cuối quá trình lên men, hàm lượng đường, $^{\circ}$ Brix cũng như tỉ trọng giảm ít, cụ thể từ ngày 6 đến ngày 12, hàm lượng đường sót, $^{\circ}$ Brix, tỉ trọng giảm tương ứng là 2,62%, 2,48%, 0,02%. Hàm lượng đường, $^{\circ}$ Brix và tỉ trọng giảm ít trong giai đoạn cuối là do nguồn dinh dưỡng trong môi trường cạn kiệt, các tế bào *Saccharomyces cerevisiae* thường bị già, không tiếp tục chuyển đường thành cồn và bị chết rất nhanh (Lương Đức Phẩm, 1998). Sau quá trình

lên men, hàm lượng đường sót còn ít cho thấy nấm men có khả năng lên men kiệt đường trong dịch lên men. Kết quả thu được tương tự đối với °Brix của dịch lên men, °Brix của dung dịch sau quá trình lên men giảm nhiều (còn 8,87±1,89 và 8,26±1,54°Brix tương ứng sau 9 và 12 ngày lên men). Nguyễn Văn Thành và ctv. (2013) đã nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng chất khô hoà tan ban đầu 20-26°Brix và

pH 4,0-5,0 của rượu vang khóm cũng cho thấy °Brix của dịch lên men còn lại khoảng 6-10°Brix sau 10-14 ngày lên men.

Mặt khác, nghiên cứu cũng tiến hành xem xét sự tương quan giữa các chỉ tiêu theo dõi trong quá trình lên men, kết quả thống kê được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Hệ số tương quan giữa các chỉ tiêu theo dõi trong quá trình lên men rượu từ xơ mít

Chỉ tiêu theo dõi	°Brix	pH	Tỷ trọng	Độ cồn	Acid	Đường sót
°Brix	1,000	0,477**	0,965**	-0,855**	-0,712**	0,970**
pH		1,000	0,472**	-0,380**	-0,794**	0,469**
Tỷ trọng			1,000	-0,909**	-0,710**	0,969**
Độ cồn				1,000	0,665**	-0,893**
Acid					1,000	-0,679**
Đường sót						1,000

Chú thích: N = 135 và **: biểu thị sự tương quan ở mức ý nghĩa 1%

Bảng 1 cho thấy có sự tương quan cao có ý nghĩa giữa các chỉ tiêu ($p < 0,01$): tỉ trọng và độ cồn (hệ số tương quan $r = -0,909$), °Brix của dịch lên men và đường sót ($r = 0,970$), tỉ trọng và đường sót ($r = 0,969$). Vì vậy, tỉ trọng được đề nghị dùng để dự đoán độ cồn và đường sót trong quá trình lên men rượu từ xơ mít. Ngoài ra, °Brix còn có thể dùng để ước tính hàm lượng đường sót trong dịch lên men.

Từ các kết quả nghiên cứu, ở pH 4,0 và 23°Brix, độ cồn sinh ra cao nhất ở ngày 9 và không đổi qua các ngày lên men sau. Vì thế, thời gian thích hợp để lên men chính của rượu từ xơ mít được đề nghị là 9 ngày. Ngoài ra, kết quả thống kê còn cho thấy cả pH và °Brix ban đầu đều ảnh hưởng đến hàm lượng rượu sinh ra ($p = 0,016$). Vì vậy, rượu được lên men ở pH 4,0 và 23°Brix thì phù hợp để sản xuất rượu xơ mít (sản phẩm sau 9 ngày lên men, độ cồn đạt cao nhất 15% v/v, °Brix còn lại là 8,0 và hàm lượng acid là 0,36%). Ngoài ra, nghiên cứu cũng tiến hành khảo sát tỷ lệ nấm men bổ sung (0,04-0,08%) thích hợp cho quá trình lên men rượu từ xơ mít với dịch lên men ban đầu có pH 4,0 và 23°Brix. Nghiên cứu này là bước khởi đầu trong việc tận dụng phụ phẩm từ xơ mít vào quá trình lên men rượu, các nghiên cứu tiếp theo có thể sử dụng sản phẩm rượu này để thực hiện quá trình lên men sản xuất giấm vang.

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu xác định một số điều kiện phù hợp cho quá trình lên men rượu từ xơ mít, dựa vào các kết quả thu được, dịch lên men ban đầu có pH 4,0 và hàm lượng chất khô hòa tan là 23°Brix thích hợp cho quá trình lên men rượu từ xơ mít với tỷ lệ nấm men *Saccharomyces cerevisiae* bổ sung ban đầu là 0,04%. Quá trình lên men chính thích hợp

được đề nghị là 9 ngày. Ngoài ra, do tồn tại mối tương quan chặt chẽ giữa tỉ trọng với độ cồn ($r = -0,909$), °Brix của dịch lên men với đường sót ($r = 0,97$) và tỉ trọng với đường sót ($r = 0,969$), nên có thể sử dụng tỉ trọng hay °Brix để dự đoán khả năng lên men của rượu. Mặt khác, đây là nghiên cứu đầu tiên khảo sát sinh khối của nấm men trong suốt quá trình lên men rượu từ xơ mít, mật số nấm men tăng nhanh từ ngày đầu tiên đến ngày 6 và mật số giảm dần từ ngày 6 đến ngày 12 của quá trình lên men.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Akubor, P.I., Obio, S.O., Nwodomere, K.A. and Obiomah, E., 2003. Production and quality evaluation of banana wine. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3): 1-6.

de Toda, F.M., Sancha, J.C. and Balda, P., 2013. 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*, 34(2): 246-251.

Dương Tú Liên, 2013. Hoàn thiện quy trình sản xuất và nâng cao chất lượng rượu vang sim (*Rhodomyrtus tomentosa wight*) (Mãng đen-Kon Tom). Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.

Đặng Thị Thu, Lê Ngọc Tú, Tô Kim Anh, Phạm Thu Thùy và Nguyễn Xuân Sâm, 2004. Công nghệ enzyme. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 304 trang.

Joshi, V.K., Sharma, S. and Bhushan, S., 2005. Effect of Method of Preparation and Cultivar on the quality of Strawberry Wine. *Acta alimentaria*, 34(4): 339-353.

Kiều Hữu Anh, 1999. Giáo trình Vi sinh vật học công nghiệp. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 291 trang.

Lane, J.H. and Eynon, L., 1924. Estimation of sugar in urine by means of Fehling's solution with

- methylene blue as internal indicator. *Analyst*, 49(581): 366-371.
- Lê Xuân Phương, 2001. Vi sinh vật công nghiệp. Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội, 385 trang.
- Lương Đức Phẩm, 1998. Công nghệ vi sinh vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội, 358 trang.
- Nguyễn Đình Thương và Nguyễn Thanh Hằng, 2007. Công nghệ sản xuất và kiểm tra cồn Ethylic. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 281 trang.
- Nguyễn Công Hà, Lê Nguyễn Đoàn Duy và Bùi Thị Quỳnh Hoa, 2014. Giáo trình công nghệ sản xuất rượu, bia và nước giải khát. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. Cần Thơ, 180 trang.
- Nguyễn Thế Dũng, 2006. Khảo sát công nghệ lên men từ một số dịch trái cây vùng nhiệt đới. Luận văn cao học. Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh. Thành phố Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Thị Thu Sang, 2010. Nghiên cứu thử nghiệm lên men rượu từ xơ mít chín. *Tạp chí khoa học ứng dụng*, 12: 28-29.
- Nguyễn Thị Thanh Hồng, 2013. Phân lập và tuyển chọn nấm men tự nhiên lên men rượu vang chôm chôm Java (*Nephelium lappaceum*). Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
- Nguyễn Thị Phương Kiều, 2011. Phân lập và tuyển chọn nấm men tự nhiên dùng sản xuất rượu vang cao. Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
- Nguyễn Thị Hiền, 2011. Phân lập và tuyển chọn nấm men tự nhiên lên men rượu vang nhãn. Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
- Nguyễn Trọng Thảo, 2012. Phân lập và tuyển chọn nấm men tự nhiên ứng dụng trong sản xuất rượu vang táo tây. Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
- Nguyễn Văn Thành, Nguyễn Minh Thủy, Trần Thị Quế, Nguyễn Thị Mỹ Tuyền, Nguyễn Phú Cường và Huỳnh Trần Toàn, 2013. Lên men rượu vang khóm (*Ananas comosus*) cầu đúc (Hậu Giang) bằng nấm men phân lập và thuần chủng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 27: 56-63.
- Pretorius, I.S., 2000. Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast*, 16(8): 675-729.
- Singh, M., Panesar, P.S. and Marwaha, S.S., 1998. Studies on the suitability of kinnow fruits for the production of wine. *Journal of Food Science and technology*, 35(5): 455-457.
- Singh, R.S. and Kaur, P., 2009. Evaluation of litchi juice concentrate for the production of wine. *NISCAIR Online Periodicals Repository NPR*, 8(4): 386-391.
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4589:1988 (ST SEV 3010 - 81, ST SEV 3012 - 81) về đồ hộp - Phương pháp xác định hàm lượng acid tổng số và acid bay hơi. Truy cập ngày 31/7/2018. Địa chỉ: <https://vanbanphapluat.co/tieu-chuan-viet-nam-tcvn-4589-1988-do-hop-phuong-phap-xac-dinh-ham-luong>.
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8275-1:2010 (ISO 21527-1:2008) về Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng nấm men và nấm mốc. Phần 1- Kỹ thuật đếm khuẩn lạc trong các sản phẩm có hoạt độ nước lớn hơn 0,95. Truy cập ngày 31/7/2018. Địa chỉ: <https://vanbanphapluat.co/tcvn-8275-1-2010-vi-sinh-vat-trong-thuc-pham-thuc-an-chan-nuoi>.
- Trần Thị Thanh, 2011. Công nghệ vi sinh. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội, 168 trang.
- Trần Thị Diệu, 2013. Phân lập và tuyển chọn nấm men tự nhiên lên men rượu vang mận An Phước. Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
- Phạm Thị Cẩm Hoa, Nguyễn Phan Khánh Hòa, Nguyễn Bảo Toàn và Nguyễn Thị Tố Nga, 2017. Khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố đến quá trình lên men rượu vang từ trái chùm ruột (*Phyllanthus acidus*). Kỷ yếu kỷ niệm 35 năm thành lập Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh (1982-2017). Thành phố Hồ Chí Minh.
- USDA, United States Department of Agriculture, 2006. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 19.