

Ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ tới quá trình lên men nước quả Thanh long ruột đỏ Lập Thạch, Vĩnh Phúc

Effect of Fermentation Factors on Red Dragon Juice
from Lap Thach, Vinh Phuc Province

Nguyễn Thị Hạnh*, Nguyễn Thị Thanh Xoan, Vũ Thu Trang,
Nguyễn Văn Hưng, Nguyễn Tiến Cường

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

*Email: hanh.nguyenthi@hust.edu.vn

Tóm tắt

Thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) hiện nay là cây trồng chủ lực của tỉnh Vĩnh Phúc với diện tích lớn nhất miền Bắc. Sản phẩm nước quả lên men nói chung đang được thị trường ưa chuộng nhờ giữ được đặc tính và hương vị của quả tươi. Việc phát triển sản phẩm nước quả lên men từ thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc là nhu cầu cần thiết để nâng cao giá trị của mặt hàng nông sản này. Mục đích của nghiên cứu nhằm khảo sát ảnh hưởng của một số thông số công nghệ như hàm lượng nấm men bổ sung, pH dịch quả và hàm lượng chất khô hòa tan (CKHT) của dịch quả ban đầu đến quá trình lên men nước quả thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra thông số của quá trình lên men là nồng độ chất khô hòa tan ban đầu 15°Bx, lượng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* bổ sung là 0,4 g/kg dịch quả và pH 4,5 cho sản phẩm có chất lượng dinh dưỡng và cảm quan tốt.

Từ khóa: Thanh long ruột đỏ, nước quả lên men, *Saccharomyces cerevisiae*, Lập Thạch.

Abstract

Red dragon (*Hylocereus polyrhizus*) fruit is the main agricultural fruit in Vinh Phuc province, the largest cultivation area of this fruit in northern Vietnam. Currently, fermented juices are getting attention in the market thanks to the remaining of natural properties and flavor of fresh fruits. Thus, the development of fermented juice products from Vinh Phuc red dragon is required for diversification and added valuation of this fruit. The purpose of this study is to investigate the effect of several factors to Vinh Phuc red dragon juice fermentation: density of inoculated culture, pH and the total soluble solid content of the original juice. The results showed that the product got the most favorable in nutrition and sensory qualities when the fermentation process was conducted at the total soluble solid content of 15°Bx, the *Saccharomyces cerevisiae* content of 0.4 g/kg of juice, and the pH of 4.5.

Keywords: red dragon, fermented juice, *Saccharomyces cerevisiae*, Lap Thach.

1. Tổng quan

Thanh long (*Hylocereus spp.*) có nguồn gốc từ Trung và Nam Mỹ, đặc biệt thích hợp với những vùng có khí hậu nhiệt đới khô nên có khả năng chịu nóng và chịu hạn tốt. Thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) hiện rất được thị trường quan tâm bởi những đặc tính nổi bật về màu sắc, thành phần dinh dưỡng và những hoạt tính sinh học mà nó mang lại [1]. Ở Việt Nam, thanh long ruột đỏ được trồng chủ yếu ở khu vực phía Nam như Bình Thuận, Ninh Thuận, phía Bắc có một vài tỉnh nhưng sản lượng chưa cao. Gần đây, loại trái cây này đang được trồng mở rộng tại huyện Lập Thạch, tỉnh Vĩnh Phúc với tổng diện tích lên đến 166 ha (2018). Thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc có giá trị dinh dưỡng cao với hàm lượng chất khô hòa tan 12,6°Bx, đường tổng 9,60 g/100g, đường khử 8,12 g/100 g, protein

1,12 g/100 g, vitamin C 5,1 mg/100g, pH 4,72 và betacyanin tổng số 32,70 mg/100 g [2]. Để nâng cao giá trị kinh tế của quả thanh long Lập Thạch, việc phát triển và đa dạng các sản phẩm từ quả thanh long là điều vô cùng cần thiết.

Nước quả lên men là sản phẩm của quá trình lên men dịch quả ở nhiệt độ thấp trong thời gian dài. Tác nhân lên men sử dụng là nấm men. Tùy theo yêu cầu mà có thể bổ sung thêm CO₂ vào sản phẩm, độ cồn của sản phẩm thấp, thường từ 0,5-1,5% thể tích, axit tổng số khoảng 0,6-2% thể tích nên hương vị khác với các sản phẩm đồ uống có cồn khác. Sau quá trình lên men sản phẩm không qua chưng cất mà chỉ ly tâm để tách bã cũng như nấm men và các thành phần gây đục dịch quả. So với các loại nước trái cây thông thường thì nước trái cây lên men có thể bảo quản thời gian dài, có tác dụng giải khát mà vẫn giữ được hương vị đặc trưng của quả [3].

Nghiên cứu tiến hành khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố như hàm lượng nấm men, pH dịch quả và hàm lượng CKHT ban đầu đến quá trình lên men

nhằm xây dựng một số thông số kỹ thuật, tiến hành sản xuất thử nghiệm nước quả lên men từ thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc bằng chế phẩm RV002.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Nguyên liệu

Thanh long ruột đỏ được thu hái ở huyện Lập Thạch, Vĩnh Phúc vào 9/2018. Quả được vận chuyển về phòng thí nghiệm ngay sau khi thu hái, bảo quản ở 4 °C [4]; Dịch quả được chuẩn bị dựa trên qui trình của Herbach và cs [5]. Dịch quả thu nhận sau ly tâm được phân tích chỉ tiêu chất lượng cơ bản, thanh trùng ở 80 - 85 °C trong 9 phút và tiến hành lên men. Chủng nấm men sử dụng là *Saccharomyces cerevisiae* (RV002, ICFood., Trung Quốc), mật độ 2.10^{10} tế bào/g.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng CKHT tổng số (⁰Bx) bằng khúc xạ kế Atago Model PAL- α (Code 3840); Xác định pH bằng máy đo pH FP20; Xác định hàm lượng axit hữu cơ tổng số theo phương pháp chuẩn độ bằng NaOH 0,1 N. Trong đó, xác định độ axit chuẩn độ được trong quả thanh long biểu thị theo axit malic (g/100g sản phẩm); Xác định cường độ màu của dịch quả bằng máy đo quang phổ hấp thụ PD-303S; Xác định nồng độ cồn theo phương pháp hóa học; Đánh giá chất lượng cảm quan bằng phương pháp cho điểm chất lượng.

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Quá trình lên men dịch quả chia làm 2 giai đoạn: Lên men sơ bộ được tiến hành ở điều kiện 30 °C trong 4 giờ. Nấm men được hoạt hóa 15 phút trước khi bổ sung vào dịch. Sau đó, dịch quả được tiến hành lên men ở nhiệt độ 10 °C trong 7- 10 ngày. Sau khi kết thúc quá trình lên men, tiến hành ly tâm dịch quả, đóng chai và bảo quản sản phẩm ở 4 °C.

2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của lượng nấm men bổ sung

Dịch quả được điều chỉnh về 15⁰Bx bằng dung dịch siro đường saccarose 65⁰Bx và điều chỉnh pH về 4,5 bằng axit malic thực phẩm, hàm lượng đường khử là 7,65 g/100 g, tiến hành bổ sung nấm men với các nồng độ: 0,3; 0,4; 0,5 và 0,6 g/kg dịch quả. Theo dõi các chỉ tiêu: hàm lượng CKHT, pH và cường độ hấp thụ màu của dịch quả ở bước sóng 538 nm, 24 giờ một lần, trong suốt thời gian lên men.

2.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của pH dịch quả

Dịch quả được điều chỉnh về 15⁰Bx và lượng nấm men bổ sung là 0,4 g/kg dịch quả. Khảo sát ở 2 giá trị pH là 4,5 và 5. Theo dõi các chỉ tiêu hàm lượng CKHT, pH và cường độ hấp thụ màu của dịch quả ở bước sóng 538 nm, 24 giờ một lần trong suốt thời gian lên men.

2.2.5. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng CKHT tổng số

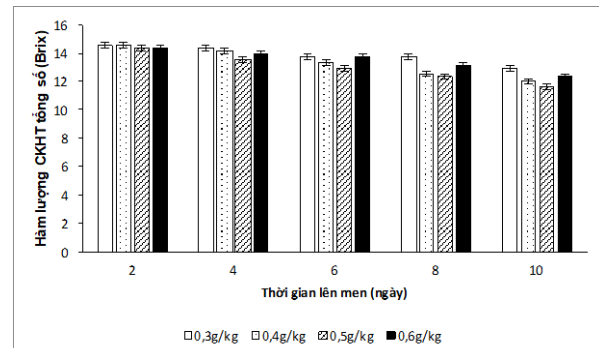
Dịch quả được điều chỉnh về pH 4,5 và lượng nấm men bổ sung là 0,4 g/kg dịch quả. Khảo sát quá trình lên men dịch quả với giá trị nồng độ CKHT lần lượt là: 14, 15, 16⁰Bx. Theo dõi các chỉ tiêu hàm lượng CKHT, axit tổng số, pH, 24 giờ một lần trong suốt thời gian lên men.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới quá trình lên men

3.1.1. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới hàm lượng CKHT của dịch lên men

Quá trình lên men nước quả bằng *Saccharomyces cerevisiae* thường được sử dụng để tránh hư hỏng hoặc tạo thành các tính chất cảm quan không mong muốn và đảm bảo hương vị tự nhiên, tính đồng nhất của sản phẩm cuối cùng. Nồng độ nấm men sử dụng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lên men. Nếu số lượng tế bào nấm men bổ sung thích hợp thì quá trình lên men diễn ra tốt và hiệu suất thu hồi cao, chất lượng sản phẩm tốt hơn. Nếu số lượng nấm men quá ít thì tốc độ lên men chậm. Sinh khối tế bào nấm men quá nhiều thì môi trường dịch lên men không đủ để nấm men phát triển, tế bào nấm men chết dần, sản phẩm có mùi vị lạ, tồn thất một lượng nấm men đáng kể [5].



Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới hàm lượng chất khô hòa tan

Kết quả ở Hình 1 cho thấy, sau ngày đầu, nồng độ CKHT thay đổi rất ít, các mẫu đều cho giá trị nồng độ CKHT từ 14,4 - 14,6⁰Bx. Nhiệt độ 30 °C trong quá trình lên men sơ bộ là nhiệt độ thích hợp cho *S. cerevisiae* phát triển và tăng sinh khối [6].

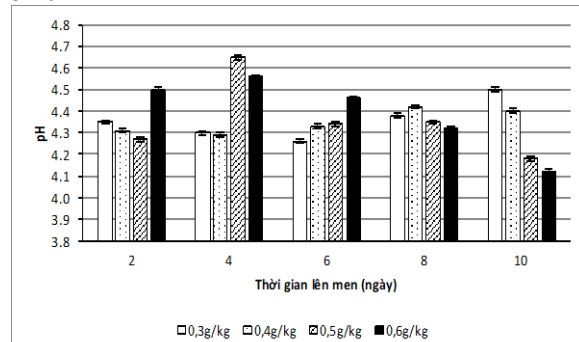
Qua đồ thị có thể thấy mẫu bổ sung 0,3 g/kg dịch có sự giảm nồng độ CKHT chậm hơn các mẫu còn lại. Tới ngày thứ 10, khi nồng độ CKHT ở các mẫu chỉ còn khoảng 12⁰Bx thì mẫu bổ sung 0,3 g/kg cho sản phẩm có nồng độ CKHT cao hơn là 12,6⁰Bx.

Nồng độ nấm men ban đầu càng tăng thì quá trình lên men diễn ra càng nhanh, hàm lượng CKHT giảm càng mạnh, tuy nhiên khi tăng đến 0,6 g/kg tốc

độ lên men chậm lại so với mẫu bổ sung 0,4 và 0,5 g/kg. Kết quả này đồng nhất với nghiên cứu của H. P. H. Trang (2018) khi nghiên cứu sản xuất thử nghiệm nước giải khát chanh dây lên men. Ở lượng nấm men bổ sung cao hơn sản phẩm tạo ra không trong, màu không đẹp và độ cồn lớn [7].

3.1.2. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới sự thay đổi pH của dịch lên men

Trong 6 ngày đầu, mẫu bổ sung 0,3 và 0,4 g/kg nấm men có pH giảm rất nhanh sau đó tăng dần về mức 4,4 và 4,5. Ngược lại, 2 mẫu bổ sung 0,5 và 0,6 g/kg nấm men, pH bắt đầu giảm mạnh sau ngày thứ 8. Đến ngày thứ 10, pH của 2 mẫu chỉ còn 4,18 và 4,12. Điều này cho thấy, với mẫu có nồng độ nấm men thấp (0,3 và 0,4g/kg), quá trình lên men tạo axit diễn ra mạnh hơn ở giai đoạn đầu và quá trình lên men rượu chậm, với mẫu có nồng độ nấm men cao hơn (0,5 và 0,6 g/kg), quá trình lên men tạo axit bị ức chế, đến cuối giai đoạn lên men tăng trở, lượng axit tạo thành nhiều dẫn đến giá trị pH giảm mạnh từ ngày 8-10.



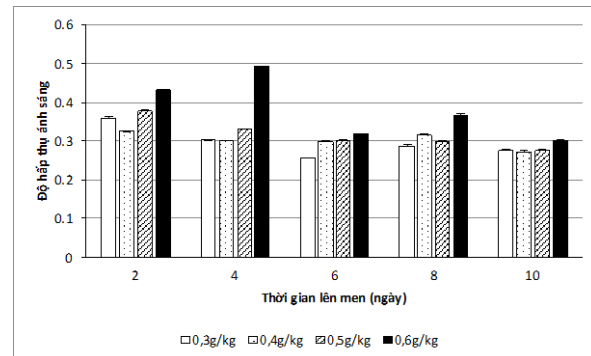
Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới sự thay đổi pH của dịch quả

Nghiên cứu của N.T. Duyen và cs. (2013) đã chỉ ra, ở nồng độ nấm men thấp, quá trình lên men rượu chậm, mật độ nấm men không đủ lớn để ức chế các tế bào vi sinh vật khác, do vậy làm ảnh hưởng tới chất lượng thành phẩm. Ở mật độ quá cao, môi trường sẽ không đủ dinh dưỡng cho nấm men phát triển gây ra chết nấm men, tạo cho sản phẩm mùi vị lạ [8].

3.1.3. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới cường độ màu của dịch lên men

Có thể thấy mẫu bổ sung 0,6 g/kg cho độ hấp thụ ánh sáng ở bước sóng 538 nm luôn cao hơn các mẫu còn lại. Đến ngày thứ 10, mẫu bổ sung 0,6 g/kg cho độ hấp thụ là 0,30 ở độ pha loãng 100, trong khi các mẫu còn lại dao động quanh mức 0,27 - 0,28. Sự chênh lệch này không quá lớn. Như vậy với sự thay đổi nồng độ nấm men, không nhận thấy sự khác biệt rõ rệt về cường độ màu của sản phẩm. Cường độ màu của sản phẩm được quyết định bởi chất màu betacyanin. Ở các điều kiện nhiệt độ và pH như trên đều không cho thấy sự thay đổi độ hấp thụ ánh sáng của chất màu này. Kết quả này đã được V.T. Trang và cs. (2020) chỉ ra khi nghiên cứu ảnh hưởng của một

số yếu tố công nghệ tới sự ổn định của betacyanin trong nước quả Thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc, ở pH 3 - 6 là pH cho sự ổn định màu sắc betacyanin tốt nhất [2].

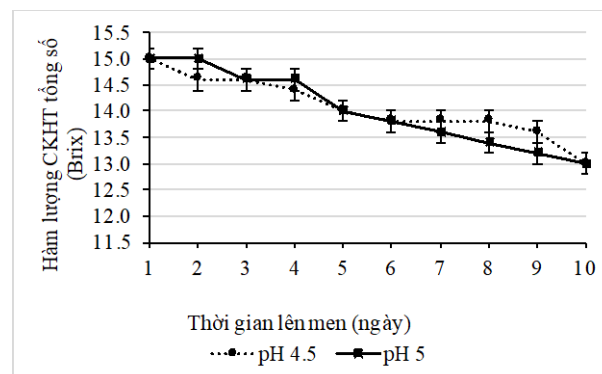


Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ nấm men tới cường độ màu của dịch lên men ở bước sóng 538 nm

Qua khảo sát ảnh hưởng của nồng độ nấm men tác động đến quá trình lên men cho thấy, nồng độ nấm men sử dụng phù hợp là 0,4 g/kg dịch quả.

3.2 Ảnh hưởng của pH dịch quả tới quá trình lên men

3.2.1. *Saccharomyces cerevisiae* phát triển nhanh chóng trong môi trường pH dịch quả từ 4 - 6 và bị ức chế ở pH dưới 2,8 [6]. Một nghiên cứu khác đã chỉ ra khi pH tăng dần từ 4 đến 4,6 thì hiệu quả của quá trình lên men tăng dần, lượng ethanol tạo ra tăng dần và đạt cực đại tại pH 4,6 (hiệu suất lên men đạt 88%), nếu tiếp tục tăng pH, hiệu suất lên men giảm dần [9]. Nghiên cứu gần đây nhất của Trang.V.T và cs. cũng đã cho thấy, với các sản phẩm chế biến từ thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc, pH 4 - 5 là khoảng tối ưu cho sự ổn định màu của dịch quả [2]. Trên cơ sở đó, chúng tôi tiến hành lên men dịch quả pH 4,5 và 5 và đánh giá sự thay đổi của một số yếu tố trong quá trình lên men.



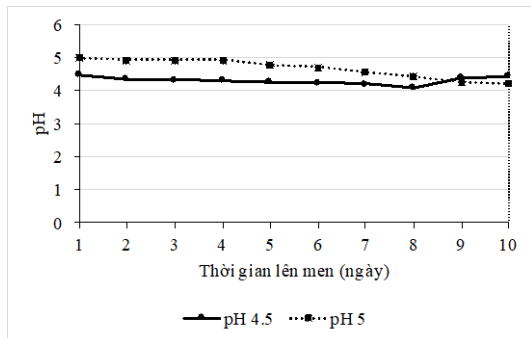
Hình 4. Ảnh hưởng của pH dịch quả tới hàm lượng CKHT của dịch lên men

Kết quả từ đồ thị Hình 4 cho thấy ảnh hưởng của pH dịch quả trước khi lên men đến sự thay đổi của nồng độ CKHT trong quá trình lên men là tương đối giống nhau. Nồng độ CKHT giảm dần theo thời gian

lên men, ở pH 4,5 và 5 cùng bắt đầu ở 15⁰Bx và sau 10 ngày thì tất cả các mẫu đo được có nồng độ CKHT là 13⁰Bx.

3.2.2. Sự biến đổi pH của dịch lên men trong quá trình lên men bằng chế phẩm RV002

Trong thời gian lên men, pH giảm dần tương đương với lượng axit trong dịch quả tăng lên. Từ đó có thể thấy ở các mẫu có pH 5, pH giảm mạnh hơn do hệ vi sinh vật có sẵn trong dịch quả tiêu thụ đường sinh axit làm giảm pH.



Hình 5. Sự thay đổi pH của dịch lên men

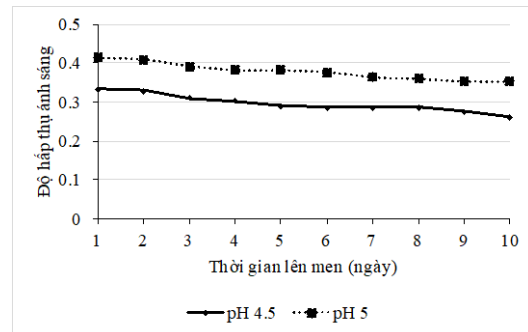
Hơn nữa, ở pH 5 là điều kiện thuận lợi cho nhiều vi sinh vật phát triển, đến khi pH giảm tới khoảng 4,2 mới có khả năng ức chế vi khuẩn. Khác với pH 5, pH 4,5 sau một thời gian lên men xuống thấp tới mức 4,1, pH thấp đến mức này có khả năng ức chế hầu hết vi khuẩn nên quá trình lên men tạo axit dừng lại.

3.2.3. Ảnh hưởng của pH dịch quả tới độ hấp thụ ánh sáng của dịch lên men

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy pH 5 cho độ hấp thụ ánh sáng ở bước sóng 538 nm cao hơn so với pH 4,5.

Trong quá trình lên men, pH giảm kéo theo độ hấp thụ cũng giảm theo. Sau 10 ngày lên men, độ hấp thụ giảm dần. Sự thay đổi này do ảnh hưởng của pH tới độ bền của betacyanin. Kết quả phù hợp với nghiên cứu của Wong (2015) [10] về ảnh hưởng của một số yếu tố tới độ bền của betacyanin chiết xuất từ thanh long ruột đỏ. Đồng thời, nghiên cứu của Woo (2011) [11] cũng đã chỉ ra độ bền của betacyanin phụ thuộc vào pH môi trường, sau khi khảo sát ở dải pH từ 3,5 - 7 cho thấy betacyanin bền nhất ở pH 5 và hàm lượng giảm dần khi pH giảm hoặc tăng, không có sự khác biệt về hàm lượng betacyanin ở pH 3,4 và 6. Tuy nhiên do mục đích bảo quản và ngăn ngừa hoạt động của vi sinh vật nên các sản phẩm nước quả thanh long thường được điều chỉnh xuống pH ≤ 5 và chấp nhận sự giảm nhẹ ở hàm lượng betacyanin. Như vậy, pH 4,5 phù hợp hơn cho quá trình lên men cả về cảm quan lẫn khả năng chống lại hoạt động của vi sinh vật gây hư hỏng sản phẩm. Kết quả này đã được nhiều nghiên cứu chỉ ra, giá trị pH được điều chỉnh

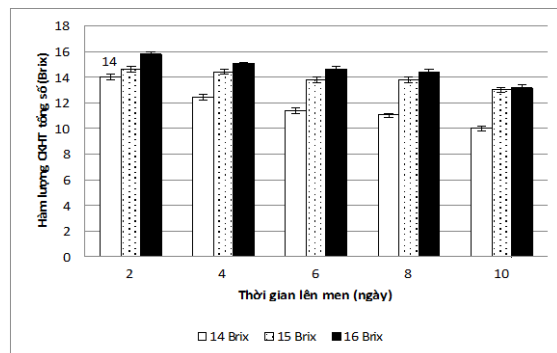
thích hợp cho lượng ethanol tạo ra nhanh nhất và nhiều nhất, nấm men hoạt động mạnh đồng thời các loại vi khuẩn lactic, acetic,.. bị ức chế, lượng axit tổng tạo ra thấp, vị sản phẩm hài hòa [7,8].



Hình 6. Ảnh hưởng của pH dịch quả tới độ hấp thụ ánh sáng của dịch lên men ở bước sóng 538 nm

3.3 Ảnh hưởng của nồng độ CKHT của dịch quả ban đầu tới quá trình lên men

3.3.1. Sự thay đổi hàm lượng CKHT của dịch lên men



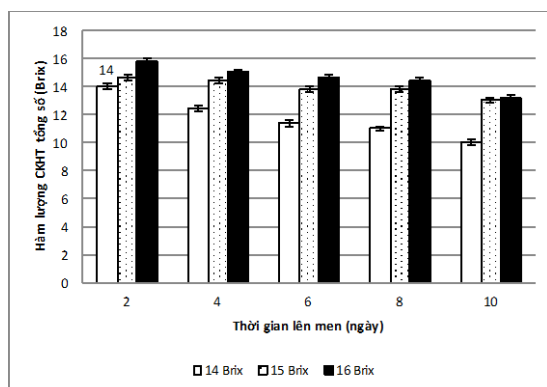
Hình 7. Sự thay đổi hàm lượng CKHT của dịch lên men

Nồng độ đường càng cao thì lượng rượu tạo ra càng lớn. Nồng độ thích hợp cho lên men là 15 - 18%, ở nồng độ cao hơn (trên 25%) quá trình lên men giảm do áp suất thẩm thấu tăng cao, khó tạo ra sự khuếch tán đường và dinh dưỡng vào trong tế bào. Ở nồng độ thấp sẽ gia tăng sinh khối thay vì tạo rượu [6].

Quá trình lên men ở mẫu điều chỉnh hàm lượng CKHT lên 14⁰Bx diễn ra nhanh nhất, đến ngày thứ 10, nồng độ chất khô hòa tan chỉ còn 10⁰Bx, trong khi mẫu phối chế lên 15 và 16⁰Bx cho thấy quá trình lên men chậm hơn, đến cuối quá trình lên men, nồng độ CKHT còn khá cao là 13⁰Bx.

Nghiên cứu của Dhakane và cs. (2016) chỉ ra ở nồng độ đường là 16,9% thì tổn thất đường do tăng sinh khối là 6%, còn ở nồng độ đường là 9,84% thì tổn thất đường do tăng sinh khối là 8,6% [12]. Điều này cho thấy ở nồng độ CKHT cao hơn hiệu quả của quá trình lên men sẽ thấp đi đáng kể.

3.3.2. Ảnh hưởng của nồng độ CKHT của dịch quả tới hàm lượng axit tổng số



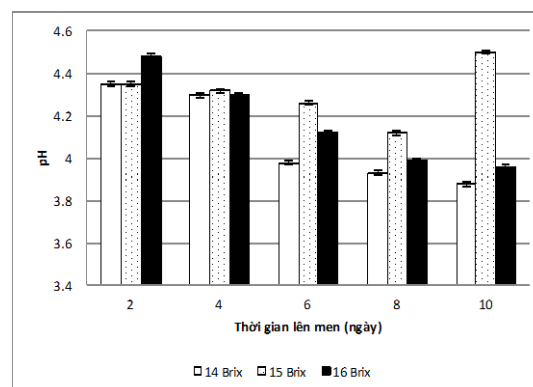
Hình 8. Ảnh hưởng của nồng độ CKHT của dịch quả tới hàm lượng axit tổng số

Đồ thị Hình 8 thấy được sự thay đổi lượng axit tổng số. Cả 3 mẫu đều cho thấy lượng axit tăng lên từng ngày trừ mẫu hiệu chỉnh lên 15⁰Bx có xu hướng giảm trong 2 ngày cuối của giai đoạn lên men. Lượng axit tăng bởi ngoài quá trình lên men rượu còn lên men lactic, lên men acetic,...do các vi sinh vật có sẵn trong dịch quả hoặc nhiễm vào từ môi trường, chúng tạo ra các sản phẩm là axit lactic và axit acetic [3]. Mẫu 16⁰Bx cho lượng axit hữu cơ tổng số cao, đến ngày thứ 10 đạt 5,36 g/l. Điều này ảnh hưởng đến mùi vị không tốt cho sản phẩm.

Sự thay đổi về pH có xu hướng tương tự trong sự thay đổi về hàm lượng axit hữu cơ tổng số. Ở mẫu 14⁰Bx, pH giảm dần theo thời gian, giảm nhanh từ ngày 4 đến ngày 6, đến ngày thứ 10, pH chỉ còn 3,88. Đồng thời khi cảm quan sản phẩm có vị chua và nồng, vị ngọt rất ít nên chất lượng sản phẩm không tốt. Mẫu 15⁰Bx cho thấy sự tăng pH bất thường ở ngày thứ 10, trước đó thì pH giảm dần theo thời gian. Đến ngày thứ 10, pH của mẫu này dao động ở mức 4,5, vị chua ngọt hài hòa, mùi rượu vừa phải, cảm quan tốt hơn. Mẫu 16⁰Bx cho thấy sự giảm đều đặn của pH trong suốt thời gian lên men tàng trữ ở nhiệt độ thấp, đến ngày thứ 10, pH chỉ còn 3,96, vị rất chua. Dhakane và cs. (2016) khi tiến hành tối ưu hóa các điều kiện lên men nước quả ôi cũng đưa ra kết quả, hàm lượng CKHT cố định ở 15⁰Bx, pH ban đầu là 4.5 cho sản phẩm có chất lượng hài hòa nhất [12]. Như vậy, nồng độ CKHT của dịch quả ban đầu thích hợp nhất là 15⁰Bx.

Nghiên cứu cũng đã tiến hành đánh giá một số chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm nước quả thanh long lên men. Kết quả cho thấy, sản phẩm có màu sắc và hương vị tự nhiên, nồng độ CKHT là 12⁰Bx, pH 4,1 hàm lượng axit tổng số là 0,3% và nồng độ cồn là 1,5% thể tích.

3.3.3. Ảnh hưởng của nồng độ CKHT của dịch quả tới độ pH



Hình 9. Ảnh hưởng của nồng độ CKHT tới độ pH

4. Kết luận

Việc phát triển sản phẩm nước quả lên men từ thanh long ruột đỏ Vĩnh Phúc có lợi ích to lớn. Qua khảo sát các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình lên men cho thấy, quá trình lên men nên tiến hành ở nồng độ CKHT ban đầu là 15⁰Bx, bổ sung nấm men ở nồng độ 0,4g/kg và ở pH đến 4,5 cho sản phẩm có chất lượng dinh dưỡng và cảm quan tốt.

Tài liệu tham khảo

- [1] O.P.S. Rebecca, A.N. Boyce, et al, Pigment identification and antioxidant properties of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), Afr. J. Biotechnol 9 (2010) 1450-1454.
- [2] V.T. Trang, N.T.T. Nguyen, et al., Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ tới sự ổn định của betacyanin trong nước quả Thanh long ruột đỏ (Vĩnh Phúc), Tạp chí khoa học và công nghệ 140 (2020).
- [3] L. Liguori, et al., Production of Low-Alcohol Beverages: Current Status and Perspectives, Handbook of Food Bioengineering, Academic Press, (2018) 347-382.
- [4] Y.M. Wong and L.F. Siow, Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models, J. Food Sci. Technol. 52(5) (2015) 3086-3092.
- [5] K.M. Herbach, et al., Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice, Eur. F. Res. Technol. 224 (2007) 649-658.
- [6] R. Salari and R. Salari, Investigation of the Best *Saccharomyces cerevisiae* Growth Condition, Electron Physician. 9 (1) (2017) 3592-3597.
- [7] H.P.H. Trang, Thử nghiệm nước chanh dây độ cồn thấp bổ sung Probiotic từ vi khuẩn *Lactobacillus plantarum* LY-78, Tạp chí Khoa học công nghệ và Thực phẩm 16 (1) (2018) 56-66.
- [8] N.T. Duyen, L.T. Hai, et al., Application Of Natural Fermentation To Ferment Mulberry Juice Into

- Alcoholic Beverage, *Int. J. Sci. Technol. Res.* 2 (11) (2013) 339-346.
- [9] A.H. Khoja, E. Ali, et al., Comparative study of bioethanol production from sugarcane molasses by using *Zymomonas mobilis* and *Saccharomyces cerevisiae*, *Afr. J. Biotechnol.* 14 (31) (2015) 2455-2462.
- [10] Y.M. Wong and L.F. Siow, Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models, *J Food Sci Technol.* 52 (5) (2015) 3086-3092.
- [11] K. Woo, F. Ngou, et al., Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), *Am J Food Technol.* 6 (2011) 140-148.
- [12] A.S. Dhakane, V.S. Patil, et al., Process Optimization of Low Alcoholic Beverage from Guava, *Int. J. Food Ferment. Technol.* 6 (2016) 467-474.