Nghiên cứu quy trình chế biến nước ép lên men từ trái thanh long ruột đỏ *(Hylocereus polyrhizus)*

Research processing process of fermented juice from red dragon fruit *(Hylocereus polyrhizus)*

Phạm Thành Lễ [1,*]

[1] *Trường Đại học Tiền Giang, 119 Ấp Bắc, Phường 5, Mỹ Tho, Tiền Giang, Việt Nam*

Thông tin chung

Ngày nhận bài:
16/06/2020
Ngày nhận kết quả phản biện:
05/07/2020
Ngày chấp nhận đăng:
13/07/2020

Từ khóa:
Lên men, nấm men Saccharomyces cerevisiae, nước ép thanh long, thanh long ruột đỏ

Keywords:
Fermentation, Saccharomyces cerevisiae yeast cells, dragon fruit juice, red dragon fruit

Tóm tắt

Ảnh hưởng của nhiệt độ lên men (10 - 250C), mật số nấm men Saccharomyces cereviseae (5 - 25 triệu CFU/ml), độ pH (3,8 - 4,7) và hàm lượng chất khô hòa tan (16 - 24 oBrix) của dịch lên men ban đầu đến chất lượng nước thanh long lên men được khảo sát. Kết quả nghiên cứu cho thấy nước thanh long lên men đạt chất lượng cao (hàm lượng ethanol 5,01 %V, nồng độ chất khô còn lại là 14,8 ºBrix và pH 4,05 sau 8 ngày lên men) khi dịch lên men được điều chỉnh ban đầu với mật số nấm men 20 triệu CFU/ml, pH 4,2 và hàm lượng chất khô hoà tan 22 oBrix, nhiệt độ lên men 150C

Abstract

This research investigates the effects of fermented temperature (10 - 25ºC), Saccharomyces cereviseae yeast cell numbers (5 - 25 x 109 CFU/ml), pH values (3.8 - 4.7) and soluble solids content (16 - 24 oBrix) of the initial fermented solution on the quality of the surveyed fermented red dragon fruit juice. The research results showed that the fermented red dragon fruit juice achieves the high quality (ethanol content of 5,01 %V, remaining soluble solid content of 14.8 ºBrix and pH of 4.05 after 8 days of fermentation) when the fermented solution is initially adjusted with the yeast cell number of 20x109 CFU/ml, pH of 4.2, soluble solids content of 22 ºBrix, and fermented temperature of 15ºC.

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là một trong những nước có diện tích và sản lượng thanh long lớn nhất Châu Á và cũng là nước xuất khẩu thanh long hàng đầu trên thế giới. Thanh long được xếp vào nhóm 12 cây ăn quả quan trọng của Việt Nam và là 1 trong 9 cây trồng chủ lực có lợi thế cạnh tranh trên trường quốc tế. Thanh long cũng được trồng rộng rãi ở nhiều tỉnh thành trong toàn quốc và tập trung chủ yếu tại tỉnh Bình Thuận, Long An và Tiền Giang. Với diện tích trồng khoảng 53.000 ha, trong đó Bình Thuận là tỉnh có diện tích thanh long lớn nhất khoảng 27.000 ha (Cục trồng trọt, 2019).

Diện tích thanh long ở Tiền Giang khoảng 4.494 ha, dự kiến năm 2020 mở rộng diện tích lên đến 6.500 - 7.000 ha, năng xuất 21 tấn/ha, sản lượng hàng năm đạt hơn 94.009 tấn/năm. Trong đó, vùng chuyên canh thanh long tập trung chủ yếu ở huyện Chợ Gạo tại các xã: Quơn Long, Đăng Hưng Phước, Tân Bình Thạnh, Mỹ

[*] tác giả liên hệ, email: *phamthanhle@tgu.edu.vn*, 091 867 6234

Tịnh An, Thanh Bình, Tân Thuận Bình, Long Bình Điền, Lương Hòa Lạc,… Ngoài ra, thanh long còn được trồng ở một số xã thuộc huyện Tân Phước như: Tân Lập 1, Tân Lập 2, Thạnh Tân,… Tại Tiền Giang thanh long được cấp Giấy chứng nhận sản xuất an toàn theo tiêu chuẩn VietGAP va GlobalGAP. Bên cạnh đó, Cục Sở hữu trí tuệ đã cấp văn bằng bảo hộ Nhãn hiệu tập thể số 75670 cho sản phẩm Thanh long Chợ Gạo (Cổng thông tin điện tử tỉnh Tiền Giang, 2019).

Với đặc điểm khí hậu, thổ nhưỡng thuận lợi, Chợ Gạo - Tiền Giang được xem là địa phương có nhiều lợi thế lớn trong việc phát triển cây thanh long. Thanh long là cây ăn trái tham gia xuất khẩu chủ lực của tỉnh bên cạnh xoài cát Hòa Lộc, nhãn và vú sữa lò rèn. Tuy nhiên, việc sản xuất và tiêu thụ thanh long ở Tiền Giang vẫn còn nhiều khó khăn, thách thức như chủ yếu chỉ xuất khẩu trái tươi và phụ thuộc rất lớn vào thị trường Trung Quốc, chưa có nhiều sản phẩm chế biến từ loại quả này nên thiếu tính ổn định và bền vững. Bên cạnh đó, trái thanh long có thời gian tồn trữ ngắn cũng như khả năng cần tiêu thụ số lượng trái không đạt chuẩn xuất khẩu là một vấn đề rất quan tâm.

Nước trái cây lên men là một loại thức uống có độ cồn thấp từ 4 - 6% và được xem là thức uống bổ dưỡng (Cagno, R. D. *et al.*, 2016), đang được người tiêu dùng nhiều nước trên thế giới ưa chuộng nhưng vẫn còn mới mẽ đối với thị trường Việt Nam. Do đó, một trong những giải pháp được đặt ra là sử dụng trái thanh long ruột đỏ để làm nước trái cây lên men vừa tận dụng được nguồn nguyên liệu thanh long ruột đỏ dồi dào vừa góp phần đa dạng hóa sản phẩm và tạo ra một sản phẩm có lợi cho sức khỏe.

2. NỘI DUNG NHIÊN CỨU

2.1. Nghiên vật liệu

Nguyên liệu chính: Quả thanh long ruột đỏ chín có màu đỏ đều, đạt độ chín toàn phần, khối lượng quả trung bình từ 300 - 500 g/quả được thu mua ở xã Đăng Hưng Phước, huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền Giang. Quả thanh long tươi sau khi vận chuyển đến phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ thực phẩm - Trường Đại học Tiền Giang được rửa sạch, tách vỏ, cắt và nghiền nhỏ. Hỗn hợp được thủy phân bằng chế phẩm enzyme pectinase (Pectinex Ultra SP-L, Thụy Sĩ) ở nồng độ 0,01% (v/v) sau thời gian 30 phút (Nguyễn Thị Thanh Quế, 2017). Dịch quả sau thủy phân được lọc và khử trùng bằng $NaHSO_3$ ở nồng độ 140 mg/l trong vòng 30 phút (Nguyễn Văn Thành và ctv., 2013). Khối lượng nguyên liệu dịch thanh long ruột đỏ/mẫu thí nghiệm là 1 lít. Thí nghiệm bố trí ngẫu nhiên với 1 nhân tố thay đổi, các nhân tố còn lại cố định trong suốt quá trình thí nghiệm. Kết quả tối ưu của thí nghiệm trước dùng làm cơ sở cho thí nghiệm sau.

Giống nấm nem: Dòng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* được sử dụng có nguồn gốc từ phòng thí nghiệm Vi sinh thực phẩm thuộc Bộ môn Công nghệ thực phẩm - Sau thu hoạch - Trường Đại học Tiền Giang. Giống được giữ trên môi trường thạch Sabouraud trong các ống thạch nghiêng, bảo quản ở 4 - 10^0C. Định kỳ cấy chuyền 2 tháng/1 lần. Trước khi sử dụng nấm men cho quá trình lên men, nấm men được nhân giống trên môi trường dinh dưỡng (khoai tây 20%, glucose 2%, $(NH_4)_2SO_4$ 0,2% và KH_2PO_4 0,2% và nước vừa đủ 100%). Dung dịch được phân phối vào bình tam giác đậy bằng nút gòn, khử trùng ở 121^{0}C trong 15 phút, cấy men giống ủ ở 30^{0}C trên máy lắc 140 vòng/phút (Lương Đức Phẩm, 2006).

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ lên men đến chất lượng sản phẩm

Dịch quả sau khi điều chỉnh độ Brix 20% bằng đường glucose với pH tự nhiên là 4,7; lượng giống cấy bổ sung ban đầu là 15 triệu CFU/ml dịch lên men, nhiệt độ lên men thay đổi từ 10 - 25^0C. Tiến hành khảo sát khả năng sinh tổng hợp ethanol theo thời gian đến khi độ cồn trong dịch lên men đạt khoảng 5 %V thì kết thúc lên men.

Chỉ tiêu theo dõi: Khảo sát sự thay đổi mật số nấm men, nồng độ cồn, đánh giá cảm quan dịch lên men.

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của tỷ lệ giống cấy ban đầu bổ sung vào dịch lên men đến chất lượng sản phẩm

Dịch quả sau khi điều chỉnh độ Brix 20% bằng đường glucose, pH tự nhiên của dịch ép là 4,7; nhiệt độ lên men của thí nghiệm 1, bổ sung tỷ lệ giống cấy vào dịch lên men thay đổi từ 5 - 25 triệu CFU/ml dịch lên men. Tiến hành khảo sát khả năng sinh tổng hợp ethanol theo thời gian đến khi độ cồn trong dịch lên men đạt khoảng 5 %V trong dịch lên men thì kết thúc lên men.

Chỉ tiêu theo dõi: Khảo sát sự thay đổi mật số nấm men, nồng độ cồn, đánh giá cảm quan dịch lên men.

Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của pH ban đầu bổ sung vào dịch lên men đến chất lượng sản phẩm

Dịch quả sau khi điều chỉnh độ Brix 20% bằng đường glucose, nhiệt độ lên men của thí nghiệm 1, tỷ lệ giống cấy của thí nghiệm 2, pH của dịch lên men thay đổi từ 3,8 - 4,7 được điều chỉnh bằng acid citric. Tiến hành khảo sát khả năng sinh tổng hợp ethanol theo thời gian đến khi độ cồn trong dịch lên men đạt khoảng 5 %V thì kết thúc lên men.

Chỉ tiêu theo dõi: Khảo sát sự thay đổi mật số nấm men, nồng độ cồn, đánh giá cảm quan dịch lên men.

Thí nghiệm 4: Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô ban đầu bổ sung vào dịch lên men đến chất lượng sản phẩm

Nhiệt độ lên men theo thí nghiệm 1, tỷ lệ giống cấy của thí nghiệm 2, pH của dịch lên theo thí nghiệm 3, điều chỉnh độ Brix dịch lên men bằng đường glucose thay đổi từ 16 - 24 ^{o}Brix. Tiến hành khảo sát khả năng sinh tổng hợp ethanol theo thời gian đến khi độ cồn trong dịch lên men đạt khoảng 5 %V thì kết thúc lên men.

Chỉ tiêu theo dõi: Khảo sát sự thay đổi mật số nấm men, nồng độ cồn, đánh giá cảm quan dịch lên men.

2.3. Phương pháp phân tích

- Xác định hàm lượng ethanol bằng phương pháp chưng cất (Nguyễn Đình Thưởng, Nguyễn Thanh Hằng, 2007).

- Hàm lượng đường (%) theo phương pháp Lane-Eynone (Lane and Eynon, 1923).

- Xác định mật số nấm men trực tiếp trên buồng đếm hồng cầu.

- Đánh giá cảm quan sản phẩm theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215-79 (Hà Duyên Tư, 1991).

Số liệu được xử lý thống kê (độ tương quan, so sánh giá trị trung bình giữa các nghiệm thức) bằng phần mềm thống kê STATGAPHICS.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích thành phần nguyên liệu

Quả thanh long ruột đỏ khi chín có hàm lượng đường tổng tương đối cao 10,43%, hàm lượng chất khô hòa tan 12,8% và ứng với pH 4,7. Trong quá trình khảo sát nguyên liệu nhận thấy dịch

quả thanh long có màu tím rất đẹp, hương vị tự nhiên, điều này cho thấy trái thanh long cũng là một loại nguyên liệu phù hợp chế biến nước trái cây lên men.

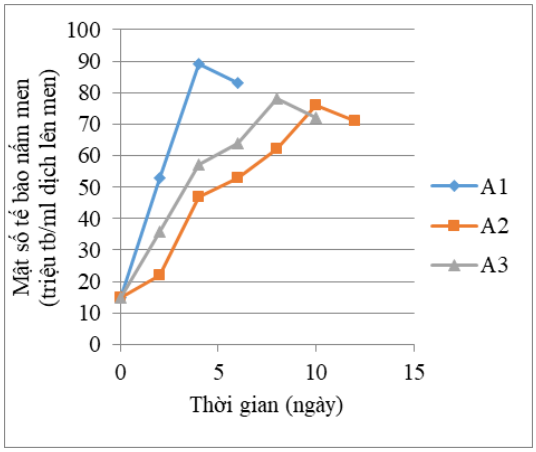
Bảng 1. *Thành phần hóa học của nguyên liệu thanh long ruột đỏ*

Thành phần	Hàm lượng
Độ ẩm (%)	80,95
Hàm lượng chất khô hòa tan (^{o}Brix)	12,8
pH	4,7
Đường khử (g/100 ml)	3,53
Đường tổng (g/100ml)	10,43

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên men đến chất lượng sản phẩm

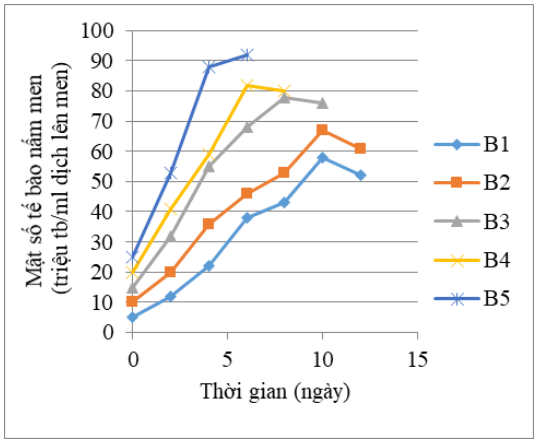
3.2.1. Sự thay đổi mật số tế bào nấm men/ml dịch lên men

Nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động trao đổi chất của nấm men vì hoạt lực của các phức hệ enzyme trong nấm men phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ lên men.



Hình 1. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi mật số tế bào nấm men khi lên men ở các nhiệt độ khác nhau*

Dựa vào Hình 1 nhận thấy, tổng số tế bào nấm men trong dịch lên men ở các mẫu đều tăng. Ở mẫu A_1 (nhiệt độ phòng) có mật số tế bào nấm men tăng nhanh nhất và đạt cực đại ở ngày thứ 4 với 89 triệu CFU/ml dịch lên men, trong khi đó mẫu A_2 (10^0C) và A_3 (15^0C) tăng chậm hơn và đạt cực đại ở ngày thứ 8 và thứ 10. Điều này được giải thích là do nấm men phát triển ở nhiệt độ tối ưu 25 - 28^0C, nên khi lên men ở nhiệt độ thấp thì quá trình lên men diễn ra chậm và thời gian lên men kéo dài hơn.



Hình 2. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi mật số tế bào nấm men khi lên men ở tỷ lệ giống cấy khác nhau*

3.2.2. Sự thay đổi của hàm lượng ethanol trong dịch lên men

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy: Hàm lượng ethanol ở các mẫu thí nghiệm đều tăng theo thời gian lên men, ở nhiệt độ lên men khác nhau thì tốc độ và hàm lượng ethanol sinh ra cũng khác nhau.

Bảng 2. *Sự thay đổi hàm lượng ethanol khi lên men ở các nhiệt độ khác nhau*

Nhiệt độ	Thời gian (ngày)					
	2	4	6	8	10	12
A_1 (nhiệt độ phòng)	1,95^a	3,24^b	5,11^c			

A_2 (10^0C)	0,92[a]	2,12[b]	3,34[c]	4,02[d]	4,24[e]	5,04[f]
A_3 (15^0C)	1,79[a]	3,29[b]	4,17[c]	4,77[d]	5,09[e]	

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái thường (a,b,c,d...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê (p<0,01).

3.2.3. Đánh giá cảm quan sản phẩm

Thông thường khi lên men ở nhiệt độ cao sẽ dẫn đến việc hình thành nhiều sản phẩm phụ làm tổn thất lượng cồn sinh ra và làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm. Quá trình lên men ở nhiệt độ thấp thường giúp cho việc tạo hương tốt hơn cho sản phẩm so với lên men ở nhiệt độ cao. Vì thế chúng tôi tiến hành đánh giá cảm quan nước thanh long ruột đỏ lên men ở các nhiệt độ khác nhau và thu được kết quả trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. *Kết quả đánh giá cảm quan sản phẩm khi lên men ở các nhiệt độ khác nhau*

Mẫu thí nghiệm	**Mùi**	**Vị**	**Màu sắc và độ trong**
A_1 (nhiệt độ phòng)	2,40[a]	2,33[a]	4,33[b]
A_2 (10^0C)	3,80[b]	4,13[b]	3,87[a]
A_3 (15^0C)	**4,13[c]**	**4,20[b]**	**4,20[b]**
F	**	**	*
CV (%)	12,46%	11,86%	10,20%

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái thường (a, b, c,…) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê.

Kết quả đánh giá cảm quan cho thấy, chất lượng cảm quan của nước thanh long ruột đỏ lên men bị ảnh hưởng rất lớn bởi nhiệt độ lên men.

- Ở mẫu A_1 có điểm đánh giá cảm quan về mùi và vị thấp nhất điều này là do lên men ở nhiệt độ phòng nên nấm men phát triển sinh khối lớn, ngoài việc sinh tổng hợp ethanol còn có nhiều sản phẩm phụ khác được hình thành như aldehyte, methanol,… làm sản phẩm có mùi nồng, vị đắng sốc làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm.

- Ở mẫu A_2, A_3 có điểm đánh giá cảm quan về mùi và vị cao hơn là do lên men ở nhiệt độ thấp thường giúp cho việc tạo hương vị tốt hơn cho sản phẩm. Tuy nhiên, mẫu A_3 có điểm cảm quan về mùi và độ trong cao hơn và khác biệt ý nghĩa ở mức 5% so với mẫu A_2.

Như vậy, qua kết quả nghiên cứu ở thí nghiệm này cho thấy nhiệt độ lên men ở 15^0C được xem là phù hợp nhất cho sản xuất sản phẩm nước thanh long ruột đỏ lên men.

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ giống cấy ban đầu bổ sung vào dịch lên men đến chất lượng sản phẩm

Do tính chất và thành phần khác nhau nên mỗi loại dịch quả sẽ có một khoảng thích hợp riêng về mật số tế bào nấm men cần thiết để lên men nên cần phải bổ sung lượng nấm men ban đầu một cách hợp lý. Nếu số lượng tế bào nấm men bổ sung ít thì tốc độ của quá trình lên men chậm, tạo điều kiện thuận lợi cho các loài vi sinh vật có hại như nấm mốc, vi khuẩn lên men acetic, lactic phát triển. Ngược lại, nếu mật số nấm men quá cao sẽ xảy ra hiện tượng tăng sinh khối quá mạnh dẫn đến cạnh tranh dinh dưỡng do nồng độ cơ chất giảm nhanh trong thời gian quá ngắn, kết quả

là hoạt động sống và mật số tế bào nấm men bị ảnh hưởng nghiêm trọng.

Mục tiêu của thí nghiệm này là xác định tỷ lệ nấm men sử dụng thích hợp nhất cho quá trình lên men ở nhiệt độ 15^0C (thí nghiệm 1) nhằm tạo ra sản phẩm có chất lượng cảm quan tốt nhất mà còn rút ngắn thời gian lên men.

Sự thay đổi mật số tế bào nấm men/ml dịch lên men

Qua Hình 2 nhận thấy: Tổng số tế bào nấm men trong dịch lên men ở các thí nghiệm đều tăng lên rất nhanh thể hiện qua độ dốc của đồ thị. Khi tăng tỷ lệ giống cấy thì mật số tế bào nấm men trong dịch lên men đều tăng và đạt cực đại sau thời gian lên men khác nhau. Ở tỷ lệ giống cấy B_1 thì mật số tế bào nấm men đạt cực đại là 58 triệu CFU/ml trong dịch lên men (sau ngày lên men thứ 10) trong khi ở tỷ lệ giống cấy B_5 đạt cực đại là 92 triệu CFU/ml sau ngày lên men thứ 6.

Sau thời điểm đạt cực đại, mật số tế bào nấm men trong các mẫu thí nghiệm đều giảm cho đến khi quá trình lên men chính kết thúc. Điều này được giải thích là do lượng nấm men chết đi nhiều hơn so với lượng nấm men mới sinh ra. Hàm lượng ethanol sinh ra cùng với cơ chất trong môi trường lên men ngày càng cạn kiệt đã ức chế khả năng sinh trưởng của nấm men. Với mẫu B_3, B_4, B_5 do lượng tế bào bổ sung nhiều hơn so với 2 mẫu B_1, B_2 nên hoạt động sinh trưởng của nấm men diễn ra với cường độ cao dẫn đến mật số tế bào ở mẫu B_3, B_4 và B_5 đạt đỉnh nhanh và mau chóng giảm hơn so với các mẫu còn lại.

Sự thay đổi của hàm lượng ethanol trong dịch lên men

Từ kết quả của Bảng 4 cho thấy: Hàm lượng ethanol đều tăng qua các ngày và đạt 5 %V độ cồn ở các thời điểm lên men khác nhau. Mẫu B_5 có thời gian lên men ngắn nhất, kế tiếp là mẫu B_4, B_3, B_2 và B_1.

Ở mẫu B_1, B_2 khi tỷ lệ giống cấy bổ sung vào tương ứng là 5 và 10 triệu CFU/ml dịch lên men thì nồng độ cồn sinh ra thấp hơn so với các mẫu còn lại, thời gian lên men kéo dài. Điều này là do số lượng nấm men bổ sung ban đầu ít, sinh khối nấm men không đủ để thực hiện quá trình chuyển hóa đường thành rượu, cơ chất sót lại còn nhiều là cơ hội để các chủng vi sinh vật khác phát triển làm giảm chất lượng cảm quan nước thanh long lên men.

Bảng 4. *Sự thay đổi hàm lượng ethanol khi lên men ở tỷ lệ giống cấy khác nhau*

Tỷ lệ giống cấy	**Thời gian (ngày)**					
(triệu tb/ml dịch lên men)	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**
B_1 (5)	$0,88^a$	$1,44^b$	$2,49^c$	$3,16^d$	$3,71^e$	$3,92^e$
B_2 (10)	$1,10^a$	$2,49^b$	$3,57^c$	$4,12^d$	$4,26^d$	$5,04^e$
B_3 (15)	$1,76^a$	$3,29^b$	$4,17^c$	$4,72^d$	$5,09^e$	
B_4 (20)	$1,67^a$	$3,03^b$	$4,24^c$	$5,06^e$		
B_5 (25)	$2,74^a$	$3,17^b$	$5,14^c$			

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái thường (a,b,c,d...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê (p<0,01).

Ở mẫu B_3, B_4, B_5 khi tăng tỷ lệ giống cấy lên 15, 20, 25 triệu CFU/ml dịch lên men thì tốc độ lên men càng mạnh, lượng đường được chuyển hóa thành rượu càng nhiều, thời gian lên men rút ngắn lại, hạn chế hoạt động của các chủng vi sinh vật gây hại. Bên cạnh đó, nấm men còn sinh tổng hợp các sản phẩm phụ khác sẽ ảnh hưởng đến hương vị sản phẩm nước thanh long lên men.

3.3.1. Đánh giá cảm quan sản phẩm

Qua kết quả đánh giá cảm quan sản phẩm ở Bảng 5 cho thấy:

Ở mẫu B_1, B_2, B_5 có điểm đánh giá cảm quan về mùi, vị thấp hơn so với mẫu B_3, B_4 và khác biệt ý nghĩa ở mức 5%. Điều này cho thấy lượng nấm men bổ sung quá thấp hay quá cao đều ảnh hưởng đến mùi, vị cũng như chất lượng của sản phẩm. Khi sử dụng lượng nấm men vừa phải sẽ cho chất lượng sản phẩm tốt nhất. Mẫu B_5 có lượng tế bào nấm men bổ sung nhiều nhất nên quá trình lên men nhanh, kết thúc sớm và sản phẩm có độ trong tốt nhất nhưng mùi vị lại kém.

Ở mẫu B_3, B_4 không có sự khác biệt về chỉ tiêu cảm quan mùi và vị. Tuy nhiên, mẫu B_4 có điểm điểm đánh giá cảm quan về màu sắc và độ trong cao hơn và khác biệt ý nghĩa ở mức 5% so với mẫu B_3, đồng thời rút ngắn thời gian lên men xuống còn 8 ngày. Vì vậy, chúng tôi chọn tỷ lệ nấm men bổ sung là 20 triệu CFU/ml dịch lên men được xem là thích hợp nhất cho quá trình lên men chính cho sản phẩm thanh long ruột đỏ lên men.

Bảng 5. *Kết quả đánh giá cảm quan sản phẩm trong quá trình lên men chính ở tỷ lệ giống cấy khác nhau*

Mẫu thí nghiệm	Mùi	Vị	Màu sắc và độ trong
B_1 (5 triệu tb/ml)	$3,40^b$	$3,53^b$	$3,47^a$
B_2 (10 triệu tb/ml)	$3,60^b$	$3,80^b$	$3,87^b$
B_3 (15 triệu tb/ml)	$4,13^c$	$4,20^c$	$4,20^c$
B_4 (20 triệu tb/ml)	**$4,20^c$**	**$4,13^c$**	**$4,53^d$**
B_5 (25 triệu tb/ml)	$3,07^a$	$3,20^a$	$4,73^d$
F	**	**	**
CV (%)	11,38%	11,27%	10,95%

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái thường (a,b,c,d,...) khác nhau thì thể hiện sự khácnhau có ý nghĩa thống kê.

3.4. Ảnh hưởng của pH ban đầu bổ sung vào dịch lên men đến chất lượng sản phẩm

pH có ảnh hưởng lớn đối với sự sinh trưởng và phát triển của nấm men, pH tối thích cho sự phát triển của nấm men thường khoảng 4 - 5. Tuy nhiên, trong quá trình lên men sản xuất nước trái cây lên men thường điều chỉnh pH dịch lên men xuống thấp hơn khoảng 3,5 - 4,5 để hạn chế sự lên men của các vi khuẩn tạp ảnh hưởng đến vị của sản phẩm.

3.4.1. Sự thay đổi mật số tế bào nấm men/ml dịch lên men

Dựa vào Hình 3 chúng tôi nhận thấy: Mật số tế bào nấm men ở các mẫu đều tăng. Ở mẫu C_1 (pH tự nhiên) có mật số tế bào nấm men cao nhất, kế tiếp là mẫu C_4, C_3. Các mẫu C_1, C_4, C_3 có mật số tế bào đạt cực đại ở ngày thứ 6. Tuy nhiên, mẫu C_2 tương ứng với pH dịch lên men ban đầu là 3,8 có mật số nấm men trong dịch lên men là thấp nhất và đạt cực đại ở ngày lên men thứ 10, điều này được giải thích là do pH thấp đã ức chế sự sinh trưởng của nấm men.

Bảng 6. *Sự thay đổi hàm lượng ethanol khi lên men ở các pH khác nhau*

	Thời gian (ngày)					
pH	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**
C_1 (tự nhiên)	$1,67^a$	$3,03^b$	$4,24^c$	$5,06^d$		
C_2 (3,8)	$1,64^a$	$3,10^b$	$4,19^c$	$4,65^d$	$4,89^e$	$5,04^f$
C_3 (4,2)	$1,88^a$	$3,59^b$	$4,27^c$	$5,12^d$		
C_4 (4,6)	$1,53^a$	$3,13^b$	$4,21^c$	$5,02^d$		

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái thường (a,b,c,d...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê (p<0,01)

Bảng 6 cho thấy, hàm lượng ethanol sinh ra tăng lên qua các ngày lên men ở các pH khác nhau. Mẫu C_3 có tốc độ sinh tổng hợp ethanol là cao nhất, tiếp theo là mẫu C_1, C_4 và C_2.

Ở mẫu C_1, C_3, C_4 đều đạt độ cồn 5 %V ở ngày lên men thứ 8; riêng mẫu C_2 có thời gian dài hơn là 12 ngày. Điều này chứng tỏ giá trị pH của môi trường ảnh hưởng nhiều đến sự sinh trưởng và sinh tổng hợp của nấm men, ở pH tối thích nấm men sẽ sinh trưởng, phát triển tốt và đạt độ cồn trong thời gian ngắn.

3.4.2. Đánh giá cảm quan sản phẩm

Qua kết quả cảm quan Bảng 7 chúng tôi nhận thấy: Mẫu C_2 có điểm đánh giá cảm quan thấp nhất. Trong khi đó, mẫu C_3 có điểm đánh giá cảm quan về mùi và vị cao nhất và khác biệt ý nghĩa ở mức 5% so với các mẫu C_1, C_3, C_4. Mẫu C_3 có mùi vị hòa hợp, êm dịu, đặc trưng cho sản phẩm nước thanh long lên men. Điều này chứng tỏ pH là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sản phẩm. Vì vậy, chúng tôi chọn mẫu thí nghiệm này tương ứng pH ban đầu của dịch lên men là 4,2 để tiến hành cho các thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 7. *Kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm khi lên men ở các pH khác nhau*

Mẫu thí nghiệm	**Mùi**	**Vị**	**Màu sắc và độ trong**
C_1 (tự nhiên)	$4,20^b$	$4,13^b$	$4,53^b$
C_2 (3,8)	$3,80^a$	$3,73^a$	$3,93^a$
C_3 (4,2)	**$4,53^c$**	**$4,53^c$**	**$4,27^b$**
C_4 (4,6)	$4,13^b$	$4,20^b$	$4,47^b$
F	**	**	**
CV (%)	12,81%	10,58%	10,46%

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái thường (a,b,c,d,...) khác nhau thì thể hiện sự khácnhau có ý nghĩa thống kê.

3.5. Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô ban đầu bổ sung vào dịch lên men đến chất lượng sản phẩm

Hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu trong dịch lên men có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lên men. Nếu hàm lượng chất khô hòa tan quá cao sẽ kìm hãm quá trình lên men do tạo ra áp suất thẩm thấu đối với nấm men. Ngược lại, nếu hàm lượng chất khô hòa tan quá thấp thì độ rượu tạo ra sẽ không cao vì thiếu chất dinh dưỡng và sản phẩm có vị không hài hòa. Vì vậy, ở thí nghiệm này chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất khô hòa tan đến quá trình lên men và chất lượng cảm quan của sản phẩm.

3.5.1. Sự thay đổi mật số tế bào nấm men/ml dịch lên men

Dựa vào Hình 4, chúng tôi nhận thấy: Mật số tế bào nấm men trong dịch lên men ở các mẫu thí nghiệm đều tăng theo thời gian lên men. Mẫu D_1 có mật số tế bào nấm men tăng nhanh nhất, kế tiếp là mẫu D_2, D_3, D_4 và cuối cùng là mẫu D_5.

Tuy nhiên, do mẫu D_5 (24 ^{o}Brix) có hàm lượng chất khô ban đầu cao nhất, dẫn đến áp suất thẩm thấu trong dịch lên men tạo ra cao hơn so với các mẫu còn lại nên gây ức chế sự phát triển của nấm men và tạo điều kiện cho các vi sinh vật có hại phát triển. Ngược lại mẫu D_1 (16 ^{o}Brix) có hàm lượng chất khô thấp nhất nên ít bị ảnh hưởng và sinh khối nấm men sinh ra nhiều hơn. Tuy nhiên, do mật số tế bào tăng nhanh chúng sẽ sử dụng một lượng lớn chất khô để sinh trưởng và làm cho sản phẩm có vị không hài hòa.

3.5.2. Sự thay đổi của hàm lượng ethanol trong dịch lên men

Kết quả Bảng 8 cho thấy, hàm lượng ethanol tạo ra tăng dần theo thời gian lên men. Tuy nhiên, mẫu thí nghiệm D_1 có hàm lượng ethanol sinh ra là cao và nhanh nhất trong quá trình lên men, kế tiếp là các mẫu thí nghiệm D_3, D_2, D_4 và cuối cùng là mẫu thí nghiệm D_5.

Mẫu D_1, D_2 có thời gian đạt độ cồn 5 %V ngắn nhất là 6 ngày; tiếp theo là mẫu D_3, D_4 với 8 ngày; cuối cùng là mẫu D_5 với 12 ngày. Nguyên nhân là do hàm lượng chất khô cao ức chế quá trình sinh tổng hợp ethanol của nấm men.

Ở mẫu D_1, D_2 có hàm lượng chất khô thấp, lượng ethanol tạo ra nhiều do nấm men sinh tổng hợp và sản phẩm sẽ có vị không hài hòa do nấm men đã sử dụng một lượng lớn đường.

Bảng 8. *Sự thay đổi hàm lượng ethanol khi lên men ở hàm lượng chất khô khác nhau*

Hàm lượng chất khô (^{o}Brix)	**Thời gian (ngày)**					
	2	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**
D_1 (16)	1,78^a	3,36^b	5,52^c			
D_2 (18)	2,08^a	3,64^b	5,06^c			
D_3 (20)	1,88^a	3,59^b	4,22^c	5,12^d		
D_4 (22)	2,22^a	3,13^b	4,14^c	5,01^d		
D_5 (24)	1,54^a	2,74^b	3,67^c	4,77^d	4,94^d	5,04^d

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái thường (a,b,c,d...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p<0,01$)

3.5.3. Đánh giá cảm quan sản phẩm

Khi hàm lượng chất khô ban đầu của dịch lên men càng thấp thì sản phẩm có mùi nồng và vị không hài hòa, ít đặc trưng cho sản phẩm. Điều đó đã chứng minh mẫu D_1, D_2 có điểm đánh giá cảm quan thấp hơn so với các mẫu còn lại.

Ở mẫu D_3, D_4 có điểm đánh giá cảm quan cao và khác biệt ý nghĩa ở mức 5% so với các mẫu còn lại. Tuy nhiên, mẫu D_4 có điểm đánh giá cảm quan về vị cao hơn và khác biệt ý nghĩa ở mức 5% so với mẫu D_3. Vì vậy, chúng tôi chọn mẫu D_4 tương ứng với hàm lượng chất khô ban đầu của dịch lên men là 22 ^{o}Brix; khi đó sản phẩm mùi vị hài hòa, đặc trưng của sản phẩm nước thanh long lên men.

Bảng 9. *Kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm khi lên men ở hàm lượng chất khô khác nhau*

Hàm lượng chất khô (^{o}Brix)	**Mùi**	**Vị**	**Màu sắc và độ trong**
D_1 (16)	$3,33^a$	$3,07^a$	$4,67^c$
D_2 (18)	$3,73^b$	$3,60^b$	$4,60^c$
D_3 (20)	$4,53^d$	$4,47^d$	$4,20^b$
D_4 (22)	**$4,60^d$**	**$4,80^e$**	**$4,13^b$**
D_5 (24)	$4,07^c$	$4,13^c$	$3,80^a$
F	**	**	**
CV (%)	10,98%	10,49%	10,25%

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái thường (a,b,c,d...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê.

4. KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu đã bước đầu xây dựng được quy trình công nghệ sản xuất nước thanh long lên men từ quả thanh long ruột đỏ. Đây là loại thức uống tốt cho sức khỏe, có giá trị cảm quan cao. Góp phần đa dạng hóa các sản phẩm chế biến và nâng cao giá trị thương phẩm cho quả thanh long. Qua kết quả thực nghiệm đã xác định nhiệt độ lên men tốt nhất ở 15^{o}C, mật số nấm men bổ sung ban đầu là 20 triệu CFU/ml dịch quả, pH ban đầu của dịch lên men là 4,2 và hàm lượng chất khô của dịch lên men ban đầu là 22 ^{o}Bx, sản phẩm có hàm lượng cồn khoảng 5%V. Quá trình lên men kết thúc sau 8 ngày lên men.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bùi Ái (2009). Công nghệ lên men ứng dụng trong công nghệ thực phẩm, NXB Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.

[2]. Cagno, R. D. et al. (2016). Fermented Foods: Fermented Vegetables and Other Products. Encyclopedia of food and health: 668 - 674.

[3]. Hà Duyên Tư (1991). Kỹ thuật phân tích cảm quan, NXB Khoa học và Kỹ thuật.

[4]. Lane, J. H. and L. Eynon, (1923). Volumetric determination of reducing sugars by means of Fehling's solution, with methylene blue as internal indicator, IS1 XXV: 143 - 149.

[5]. Lương Đức Phẩm (2006). Nấm men công nghiệp, NXB Khoa học và Kỹ thuật.

[6]. Nguyễn Đình Thưởng và Nguyễn Thanh Hằng (2007). Công nghệ sản xuất và kiểm tra cồn Ethylic, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 240.

[7]. Nguyễn Văn Thành, Nguyễn Minh Thủy, Trần Thị Quế và ctv. (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 Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học, 27: 56 - 63.

[8]. Phan Thị Thanh Quế (2017). Ảnh hưởng của điều kiện chế biến và bảo quản đến sự ổn định màu betacyin trong nước ép dịch quả thanh long ruột đỏ, Tạp chí Khoa học Đại Học Cần Thơ.

[9]. http://tiengiang.gov.vn/, 2019