

SẢN XUẤT NƯỚC ÉP CÀ CHUA (*Solanum lycopersicum*) LÊN MEN CÓ ĐỘ CỒN THẤP SỬ DỤNG *Saccharomyces cerevisiae*

Lê Quốc Việt, Đoàn Quốc Thái, Lưu Minh Châu,

Nguyễn Ngọc Thanh, Huỳnh Xuân Phong*

Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: hxphong@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 16/8/2023; Ngày chấp nhận đăng: 23/10/2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định các điều kiện thích hợp để thu nhận nước ép cà chua lên men với độ cồn thấp (khoảng 3,0 - 4,5% v/v ethanol) sử dụng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818 thông qua các thử nghiệm điều kiện lên men. Nước ép cà chua được pha loãng với nước theo các tỷ lệ 1:0, 1:1 và 1:2 (v/v). Các yếu tố có tác động trực tiếp đến quá trình lên men nước ép cà chua cũng được nghiên cứu bao gồm hàm lượng chất khô hòa tan (18, 20, 22 °Brix), pH (4,0; 4,5; 5,0), tỷ lệ giống (0,03; 0,04; 0,05% w/v) và thời gian lên men (1, 2, 3, 4 ngày). Kết quả cho thấy sản phẩm đạt giá trị phù hợp với mục tiêu nghiên cứu nhất khi pha loãng nước ép với nước theo tỷ lệ 1:1 (v/v), điều chỉnh hàm lượng chất tan đạt 22 °Brix, pH 4,5, bổ sung tỷ lệ giống nấm men 0,04% (w/v) và lên men trong 2 ngày. Khi thử nghiệm lên men ở quy mô 1 lít thì sản phẩm có hàm lượng ethanol đạt 4,01% v/v, độ Brix 11,07 và khả năng kháng oxy hóa đạt 22,49%.

Từ khóa: Cà chua, đồ uống độ cồn thấp, nước ép lên men, *Saccharomyces cerevisiae*, *Solanum lycopersicum*.

1. MỞ ĐẦU

Ngày nay, theo sự phát triển của các ngành công nghiệp mũi nhọn khác thì ngành công nghiệp thực phẩm - đồ uống cũng không ngừng tiến bộ và đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế Việt Nam. Theo xu thế đó, các sản phẩm nước giải khát đang trở thành xu hướng phổ biến và thu hút sự quan tâm của người tiêu dùng. Các nhà sản xuất và nhà nghiên cứu trong ngành đồ uống không ngừng đổi mới và sáng tạo để tạo ra những loại nước giải khát đa dạng, ngon miệng và cung cấp giá trị dinh dưỡng cao, từ các loại nước trái cây tự nhiên, nước ép lên men đến các loại thức uống có chức năng đáp ứng nhu cầu sức khỏe và phong cách sống đa dạng của người tiêu dùng. Trong đó, nổi bật hơn hết là các loại nước ép trái cây lên men, đây là loại đồ uống lên men không qua chưng cất bởi một số chủng nấm men tạo ra ethanol. Sản phẩm này có hàm lượng cồn thấp giúp kích thích tiêu hóa, giảm nguy cơ tim mạch, tăng cường sức khỏe và tinh thần cho người sử dụng mà không gây say như sản phẩm rượu vang [1].

Cà chua là một loại rau quả phổ biến và bổ dưỡng, có nhiều lợi ích cho sức khỏe. Theo các nghiên cứu khoa học, trái cà chua chứa nhiều chất dinh dưỡng như vitamin C, A, K, kali, folate và chất chống oxy hóa như lycopene và β -carotene [2]. Những chất dinh dưỡng này giúp tăng cường hệ miễn dịch, bảo vệ da, ngăn ngừa ung thư, hạ huyết áp và cải thiện sức khỏe tim mạch hay nó cũng có ích cho việc giảm cân, vì hàm lượng nước cao và ít calo [3]. Tuy nhiên, quả cà chua rất khó bảo quản và dễ hư hỏng do vỏ mỏng, nhạy cảm với ánh sáng và cả nhiệt độ, hơn nữa do chứa nhiều nước bên trong nên tạo điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn và nấm mốc phát triển khi bị thương tổn. Chính vì vậy mà cà chua còn được chế biến để kéo dài thời hạn sử dụng. Các dạng cà chua chế biến phổ biến hiện nay bao gồm nước ép, bột cà chua, nước sốt cà chua [4]. Tuy nhiên, do tập quán và thói quen sử dụng thức ăn tươi của người Việt Nam nên các sản phẩm chế biến từ cà chua chưa được phổ biến rộng rãi.

Các sản phẩm lên men từ cà chua tại Việt Nam vẫn còn khá ít, một trong số đó là nghiên cứu sản xuất nước ép cà chua lên men bởi vi khuẩn lactic của Phong và cộng sự [5]. Vì vậy, với mục đích đa dạng hóa các sản phẩm từ cà chua và tạo ra sản phẩm nước ép lên men có độ cồn thấp (hàm lượng ethanol trong khoảng 3,0-4,5%) nên nghiên cứu này đã được thực hiện.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

Cà chua được mua tại cửa hàng Bách Hóa Xanh (Nguyễn Văn Linh, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ) được trồng ở tỉnh Lâm Đồng. Tiêu chuẩn phân loại cà chua thương mại (USDA, 1991): chín đỏ (tương đương chín hoàn toàn), vẫn còn tươi, không bị dập nát.

Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818 (Angel Yeast Co., Ltd.) được sử dụng trong nghiên cứu. Nấm men được kích hoạt trước khi lên men theo tỷ lệ nấm men, đường và nước (w/w/v) là 1:2:10.

Hóa chất: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH; Tokyo Chemical Industry, Nhật Bản), ethanol (Merck, Đức), tri-butyl phosphate (TBP; Sigma-Aldrich, Đức), H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ (Xilong Scientific, Trung Quốc), DNS (acid 3,5-dinitrosalicylic, AK Scientific Mỹ), đường sucrose (Biên Hòa, Việt Nam).

2.2. Phương pháp

2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng và tỷ lệ giống nấm men đến quá trình lên men nước ép cà chua

Cà chua được tách bỏ hạt, ép lấy dịch quả và pha loãng theo tỷ lệ 1:0, 1:1 và 1:2 (v/v). Đường sucrose được bổ sung đạt 20°Brix và điều chỉnh pH 4,5 bằng acid citric và Na_2CO_3 . Hỗn hợp nước ép được thanh trùng với $NaHSO_3$ (140 mg/L) trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng (28 - 32°C). Chuẩn bị sẵn 100 mL dịch ép đã thanh trùng trong các bình thủy tinh và bổ sung chủng nấm men đã được hoạt hóa vào hỗn hợp với tỷ lệ 0,03; 0,04 và 0,05% (w/v). Lên men kỵ khí ở nhiệt độ phòng (28 - 32°C) trong 2 ngày. Các chỉ tiêu sau lên men được đánh giá bao gồm pH, độ Brix, hàm lượng ethanol và đường khử.

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của giá trị pH và hàm lượng chất tan đến quá trình lên men nước ép cà chua

Cà chua được ép để lấy dịch quả nguyên chất và pha loãng theo tỷ lệ được chọn ở thí nghiệm 2.2.1. Tiếp theo, đường sucrose được bổ sung để đạt 18, 20, 22°Brix và điều chỉnh pH về các giá trị 4,0, 4,5 và 5,0. Sau đó, hỗn hợp nước ép được thanh trùng với $NaHSO_3$ (140 mg/L) trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng (28 - 32°C). Chuẩn bị 100 mL dịch ép đã thanh trùng trong các bình thủy tinh và bổ sung chủng nấm men đã được hoạt hóa vào hỗn hợp với tỷ lệ đã được chọn từ thí nghiệm 2.2.1. Lên men kỵ khí ở nhiệt độ phòng (28 - 32°C) trong 2 ngày. Các chỉ tiêu bao gồm pH, độ Brix, hàm lượng ethanol, hàm lượng đường khử cũng được xác định.

2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian lên men đến quá trình lên men nước ép cà chua

Sau khi xác định tỷ lệ pha loãng, tỷ lệ nấm men bổ sung, pH và hàm lượng chất hòa thích hợp cho quá trình lên men nước ép cà chua, tiến hành khảo sát thời gian lên men thích hợp nhằm tạo ra sản phẩm đạt hàm lượng ethanol nằm trong khoảng 3,0 - 4,5% (v/v). Cà chua được ép để lấy dịch và điều chỉnh theo các thông số đã được chọn. Nấm men được bổ sung và lên men kỵ khí ở nhiệt độ phòng trong 4 ngày. Các giá trị sau lên men như pH, độ Brix, hàm lượng ethanol, đường khử được theo dõi mỗi ngày.

2.2.4. Sản xuất thử nghiệm nước ép cà chua lên men ở quy mô 1 lít

Nước ép cà chua được pha loãng với nước và điều chỉnh pH và Brix theo các giá trị đã được chọn, cho 1 lít nước ép đã được thanh trùng vào bình tam giác 2 lít. Nấm men được hoạt hóa và bổ sung với tỷ lệ được chọn. Quá trình lên men được tiến hành ở nhiệt độ phòng với thời gian đã được xác định. Sau khi kết thúc quá trình lên men, tiến hành phân tích các chỉ tiêu và đánh giá cảm quan sản phẩm theo Tiêu chuẩn Việt Nam 3215-79 về sản phẩm thực phẩm (phân tích cảm quan và phương pháp cho điểm).

2.2.5. Phương pháp phân tích chỉ tiêu và xử lý số liệu

- Xác định pH bằng máy đo pH Horiba (pH1100, Nhật Bản) và °Brix được xác định bằng khúc xạ kế Atago (Master-2 α , Nhật Bản).

- Hàm lượng ethanol được xác định bằng phương pháp phản ứng hóa học với TBP và kali chromate [6].

- Hàm lượng đường khử được phân tích bằng phương pháp DNS [7].

- Khả năng kháng oxy hóa được xác định thông qua khả năng trung hòa gốc tự do DPPH [8].

- Phương pháp đánh giá cảm quan sản phẩm nước ép lên men độ cồn thấp dựa theo tiêu chuẩn Việt Nam 3215-79 về sản phẩm thực phẩm (phân tích cảm quan và phương pháp cho điểm) [9]. Phương pháp cho điểm cảm quan được xây dựng dựa vào các chỉ tiêu gồm: mùi, vị, độ trong và màu sắc. Hội đồng cảm quan gồm 9 thành viên tham gia đánh giá cho điểm, tiêu chuẩn này sử dụng hệ 20 điểm xây dựng trên một thang thống nhất có 6 bậc (0 đến 5) và cho điểm 5 là cao nhất cho một tiêu chuẩn.

- Kết quả được xử lý và vẽ biểu đồ bằng phần mềm Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, Hoa Kỳ). Số liệu được xử lý và phân tích thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV (Statpoint Technologies Inc., Hoa Kỳ). So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng thuật toán Tukey ($p < 0,05$).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng và tỷ lệ nấm men bổ sung đến quá trình lên men nước ép cà chua

Tỷ lệ pha loãng có hướng lớn đến hàm lượng chất dinh dưỡng trong trái cây và sự hiện diện của các chất này có thể tác động trực tiếp đến hương vị và màu sắc của sản phẩm. Bên cạnh đó, nồng độ nấm men được bổ sung cũng có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình lên men. Nếu số lượng tế bào nấm men được bổ sung thích hợp thì quá trình lên men diễn ra tốt, hiệu suất thu hồi cao và chất lượng sản phẩm tốt hơn [10]. Trong thí nghiệm này, ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng (1:0; 1:1; 1:2) và tỷ lệ giống nấm men (0,03; 0,04; 0,05%) đã được khảo sát với 2 ngày lên men, kết quả được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng và tỷ lệ giống nấm men đến chất lượng của nước ép cà chua lên men

Nghiệm thức	Nhân tố		Chỉ tiêu phân tích sau lên men			
	Tỷ lệ pha loãng	Tỷ lệ giống (% v/v)	pH	Brix	Hàm lượng ethanol (% v/v)	Hàm lượng đường khử (g/100 mL)
1	1:0	0,03	4,21 ^a	7,06 ^f	4,93±0,06 ^a	2,02±0,1 ^f
2	1:0	0,04	4,21 ^a	6,73 ^g	5,08±0,03 ^a	1,55±0,15 ^g
3	1:0	0,05	4,21 ^a	6,16 ^h	5,15±0,05 ^a	1,24±0,09 ^g
4	1:1	0,03	3,82 ^c	10,5 ^c	2,71±0,02 ^c	5,57±0,04 ^c
5	1:1	0,04	3,84 ^{bc}	10,23 ^d	3,50±0,11 ^b	5,01±0,14 ^d
6	1:1	0,05	3,85 ^b	9,76 ^e	3,51±0,1 ^b	4,37±0,04 ^e
7	1:2	0,03	3,67 ^d	12,96 ^a	1,91±0,07 ^e	9,08±0,16 ^a
8	1:2	0,04	3,69 ^d	12,66 ^b	2,4±0,09 ^d	8,61±0,24 ^b
9	1:2	0,05	3,69 ^d	12,73 ^{ab}	2,46±0,09 ^d	8,37±0,03 ^b

Ghi chú: Số liệu trong bảng là trung bình của 3 lần lặp lại, trong cùng một cột các số mang chữ số mũ khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Kết quả cho thấy rằng hàm lượng ethanol sinh ra giảm dần theo tỷ lệ pha loãng và tăng dần theo tỷ lệ nấm men bổ sung. Nguyên nhân là thành phần dinh dưỡng như đạm, khoáng, vitamin, các chất kích thích sinh trưởng cho tế bào nấm men trong dịch lên men giảm dần khi tỷ lệ pha loãng càng cao nên nấm men hoạt động yếu [11]. Hàm lượng ethanol sinh ra cao nhất ở nghiệm thức 1, 2 và 3 lần lượt là 4,93%, 5,08% và 5,15% v/v, khác biệt có nghĩa về mặt thống kê so với các nghiệm thức còn lại ở mức độ tin cậy 5%. Ngược lại, ở nghiệm thức 7, hàm lượng ethanol sinh ra lại thấp nhất (1,91% v/v). Theo đó, độ Brix và hàm lượng đường khử trong sản phẩm của nghiệm thức này cũng đạt giá trị cao nhất với giá trị lần lượt là 12,96 và 9,08 g/100 mL. Trong quá trình lên men, pH của các nghiệm thức dao động từ 4,21 - 3,67. Hàm lượng chất tan sau lên men cũng phù hợp với kết quả hàm lượng đường khử và dao động trong khoảng từ 6,16 - 12,96 °Brix. Từ kết quả ở Bảng 1 có thể thấy nghiệm thức 5 và 6 có hàm lượng ethanol tương ứng là 3,50 và 3,51 v/v, ở mức phù hợp với mục tiêu của đề tài là sản xuất nước uống có độ cồn nằm trong khoảng từ 3,0 - 4,5%. Tuy nhiên, giữa 2 nghiệm thức này lại khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. Do đó, nhằm tiết kiệm nguyên vật liệu trong quá trình sản xuất thì nghiệm thức số 5 (tỷ lệ pha loãng 1:1 và tỷ lệ nấm men bổ sung 0,04%) được lựa chọn để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

Kết quả ở thí nghiệm này có sự tương đồng với kết quả của Bùi Ngọc Bảo Trân và cộng sự (2022) trong quá trình nghiên cứu lên men nước ép bưởi Năm Roi; các tác giả đã lựa chọn tỷ lệ pha loãng 1:1 giúp tạo ra sản phẩm cider bưởi có vị hài hòa và dễ uống hơn mà vẫn đảm bảo được sản phẩm có nồng độ

ethanol phù hợp [12]. Bên cạnh đó, nghiên cứu của Bùi Văn Tú và Nguyễn Ngọc Tú (2021) cho thấy tỷ lệ giữa quả sim và nước là 1:1,5 sẽ tạo ra sản phẩm có độ cồn cũng như chất lượng sản phẩm tốt nhất [13].

3.2. Ảnh hưởng của pH và hàm lượng chất tan đến quá trình lên men nước ép cà chua

Đường là cơ chất của quá trình lên men nên có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất lên men. Nấm men có khả năng lên men đường thành rượu, nên độ rượu cao hay thấp sẽ phụ thuộc vào hàm lượng đường được sử dụng trong dịch lên men [14]. Mặt khác, pH cũng là giá trị quan trọng trong quá trình lên men, ảnh hưởng đến tốc độ và hiệu suất của quá trình. Mức pH phù hợp giúp tạo điều kiện thuận lợi cho nấm men hoạt động và phát triển. Nếu pH quá cao hoặc quá thấp, nấm men có thể không thích nghi được, dẫn đến quá trình lên men không hoàn thiện hoặc không diễn ra [14]. Do đó, khi kết thúc thí nghiệm 1 và đã chọn được tỷ lệ pha loãng và tỷ lệ nấm men thích hợp thì thí nghiệm 2 đã được tiến hành để khảo sát nồng độ đường bổ sung (18, 20 và 22 °Brix) và giá trị pH (4,0, 4,5 và 5,0). Kết quả của thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của giá trị pH và hàm lượng chất tan đến chất lượng của nước ép cà chua lên men

Thí nghiệm thứ	Nhân tố		Chỉ tiêu phân tích sau lên men			
	Brix	pH	Brix	pH	Hàm lượng ethanol (% v/v)	Hàm lượng đường khử (g/100 mL)
1	18	4,0	8,66 ^f	3,55 ^d	1,98±0,06 ^e	3,31±0,11 ^g
2	18	4,5	7,50 ^g	3,82 ^c	3,36±0,05 ^b	2,03±0,17 ^h
3	18	5,0	7,20 ^g	4,24 ^a	2,66±0,27 ^{cd}	1,95±0,11 ^h
4	20	4,0	11,96 ^c	3,51 ^e	2,12±0,13 ^e	8,4±0,38 ^c
5	20	4,5	10,06 ^d	3,82 ^c	3,5±0,03 ^b	5,19±0,29 ^e
6	20	5,0	9,30 ^e	4,26 ^a	2,96±0,08 ^c	4,37±0,31 ^f
7	22	4,0	14,16 ^a	3,48 ^f	2,3±0,18 ^{de}	10,71±0,27 ^a
8	22	4,5	12,40 ^b	3,85 ^c	4,29±0,06 ^a	9,26±0,15 ^b
9	22	5,0	11,90 ^c	4,17 ^b	4,01±0,05 ^a	7,24±0,02 ^d

Ghi chú: Số liệu trong bảng là trung bình của 3 lần lặp lại, trong cùng một cột các số mang chữ số mũ khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% ($p < 0,05$).

Kết quả cho thấy sau 2 ngày lên men thì hàm lượng chất tan, pH và hàm lượng đường khử sinh ra có sự chênh lệch, lần lượt trong khoảng 7,2 - 14,16°Brix, 3,48 - 4,26 và 1,95 - 10,71 g/100 mL tương ứng với từng giá trị pH và hàm lượng chất tan khác nhau. Kết quả thống kê cho thấy, hàm lượng ethanol có xu hướng tăng dần khi tăng hàm lượng chất tan. Tuy nhiên, theo giá trị pH thì hàm lượng ethanol tăng dần khi ở mức pH 4,0 - 4,5, còn ở mức pH 5,0 sẽ có dấu hiệu giảm. Ở thí nghiệm 8 (pH 4,5 và 22°Brix) và thí nghiệm 9 (pH 5,0 và 22°Brix) hàm lượng ethanol đạt giá trị cao nhất lần lượt là 4,29% và 4,01% v/v đồng thời nằm trong khoảng ethanol mà nghiên cứu đang hướng đến. Không giống như lên men rượu vang, hàm lượng ethanol sinh ra không quá cao nên hàm lượng đường còn sót lại sau lên men sẽ tạo ra vị ngọt hài hòa với vị nồng của cồn trong sản phẩm. Tuy nhiên, giữa thí nghiệm 8 và thí nghiệm 9 lại có hàm lượng ethanol khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. Bên cạnh đó, do pH ban đầu của dịch quả là 4,6 nên để tiết kiệm lượng hóa chất dùng để chỉnh pH thì thí nghiệm 8 được lựa chọn để khảo sát thí nghiệm tiếp theo.

Kết quả này có sự khác biệt với kết quả của Nguyễn Đức Hanh và cộng sự, trong quá trình nghiên cứu lên men nước táo mèo có độ cồn thấp, hàm lượng chất rắn hòa tan đạt 20°Brix cho hàm lượng ethanol thấp nhất, nhưng khi bổ sung đường ở mức 18 °Brix và pH 3,4 đã tạo ra sản phẩm có hàm lượng ethanol và hương vị hài hòa nhất [15]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu của Huỳnh Thị Ngọc Mi và Đoàn Thị Kiều Tiên (2021), điều kiện lên men ban đầu thích hợp cho cider thanh long ruột trắng là 22°Brix và pH 4,6 cho ra thành phẩm được đánh giá cảm quan tốt [16].

3.3. Ảnh hưởng của thời gian đến quá trình lên men nước ép cà chua

Thời gian lên men là yếu tố có tính quyết định đến sự lên men. Thời gian của quá trình lên men sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như nhiệt độ, tỷ lệ giống, hàm lượng chất tan. Việc xác định thời điểm kết thúc quá trình lên men chính trước khi được lọc trong và đưa vào tồn trữ để ổn định hương vị là rất quan trọng. Thời gian lên men ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng nước uống lên men. Bởi vì thời gian lên men chưa đủ thì sản phẩm nước uống tạo thành chưa đạt được tính chất đặc trưng về mùi,

vị và độ cồn. Thời gian lên men dài thì làm độ cồn cao khiến sản phẩm mang vị nồng hắc đặc trưng của ethanol và không phải là mục tiêu hướng đến của nghiên cứu. Do đó, để chọn được khoảng thời gian thích hợp cho quá trình lên men nước ép cà chua, thí nghiệm này được tiến hành để khảo sát với các mốc thời gian là 1, 2, 3 và 4 ngày lên men và kết quả được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của thời gian lên men đến chất lượng của nước ép cà chua lên men

Thời gian (ngày)	Chỉ tiêu phân tích sau lên men			
	pH	Brix	Hàm lượng ethanol (% v/v)	Hàm lượng đường khử (g/100 mL)
1	3,97 ^a	18,20 ^a	0,72±0,06 ^d	14,34±0,14 ^a
2	3,85 ^b	12,63 ^b	4,37±0,07 ^c	9,43±0,13 ^b
3	3,81 ^c	8,93 ^c	7,66±0,14 ^b	3,52±0,14 ^c
4	3,80 ^c	7,30 ^d	8,90±0,06 ^a	1,93±0,14 ^d

Ghi chú: Số liệu trong bảng là trung bình của 3 lần lặp lại, trong cùng 1 cột các số mang chữ số mũ khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% ($p < 0,05$).

Qua số liệu ở Bảng 3, có thể thấy rằng, theo thời gian lên men thì giá trị pH và hàm lượng chất tan có xu hướng giảm dần dao động lần lượt trong khoảng 3,97 - 3,80 và 18,20 - 7,30°Brix. Ngược lại, ở các mốc thời gian được khảo sát là ngày 1, 2, 3 và 4 thì hàm lượng ethanol có khuynh hướng tăng dần lần lượt là 0,72; 4,37; 7,66 và 8,90% v/v. Hàm lượng ethanol đạt giá trị thấp nhất ở ngày 1 là 0,72% v/v, khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với ngày 4 đạt giá trị cao nhất là 8,9% v/v. Điều này chứng tỏ rằng ở môi trường dinh dưỡng, tế bào nấm men trong quá trình sinh trưởng đã thích nghi với cơ chất, hàm lượng ethanol tăng theo thời gian, tế bào nấm men phát triển nhanh và sử dụng các chất dinh dưỡng để sinh ra ethanol [17]. Bên cạnh đó, hàm lượng đường khử có xu hướng giảm và có giá trị thấp nhất ở ngày 4 là 1,93 g/100 mL cũng đã chỉ ra rằng nấm men đã sử dụng đường có trong môi trường để hình thành ethanol. Mặc dù hàm lượng ethanol có giá trị cao nhất ở ngày 4 là 8,90% v/v nhưng do hàm lượng ethanol sinh ra cao hơn so với mục tiêu của đề tài là 3,0 - 4,5%. Vì vậy, khoảng thời gian thích hợp nhất cho quá trình lên men nước ép cà chua là ngày 2 với hàm lượng ethanol là 4,37% v/v.

3.4. Sản xuất thử nghiệm nước ép cà chua lên men ở quy mô 1 lít

Sản xuất thử nghiệm nước ép cà chua lên men ở quy mô 1 L được thực hiện dựa trên các điều kiện được xác định từ những thí nghiệm trước đó với các thông số như tỷ lệ pha loãng 1:1 (v/v), 22°Brix, pH 4,5, tỷ lệ giống nấm men 0,04% w/v và lên men trong 2 ngày. Kết quả phân tích sản phẩm ở quy mô 1 L cho thấy các chỉ tiêu theo dõi có sự khác biệt không đáng kể với thí nghiệm trước. Trong đó, hàm lượng ethanol đạt 4,01% v/v, giá trị pH và hàm lượng chất tan ở mức lần lượt là 3,89 và 11,07°Brix. Sự khác biệt này có thể do khi quy mô lên men tăng, các vi sinh vật lên men sẽ gặp sự cản trở trong việc tiếp cận chất dinh dưỡng. Các tế bào nấm men có thể bị ảnh hưởng bởi mật độ cao, tương tác vật lý và không gian hạn chế trong quá trình lên men, dẫn đến giảm hiệu suất lên men [18]. Bên cạnh đó, khả năng kháng oxy hóa của sản phẩm sau lên men cũng được đánh giá với tỷ lệ trung hòa gốc tự do DPPH là 22,49%.



Hình 1. Sản phẩm nước ép cà chua lên men

Ngoài ra, sản phẩm được sản xuất từ quy mô 1 L với các điều kiện thử nghiệm sau khi lên men 2 ngày được lọc (Hình 1) và đánh giá cảm quan bởi 9 thành viên theo phương pháp đánh giá cảm quan TCVN 3217-79. Kết quả cho thấy độ trong và màu sắc của sản phẩm đạt 88% (4,4/5 điểm), mùi đạt

92% (4,6/5 điểm) và vị đạt 94% (4,7/5 điểm). Nhìn chung, tổng thể sản phẩm dễ uống và có sự hài hòa về mùi vị.

4. KẾT LUẬN

Cà chua là một loại rau quả phổ biến, có quanh năm với số lượng lớn trong mùa. Nghiên cứu nhằm nâng cao giá trị của cà chua thông qua quá trình lên men, từ đó, tạo ra một loại thức uống có độ cồn thấp tốt cho sức khỏe và phù hợp với hầu hết người tiêu dùng. Kết quả từ nghiên cứu này đã xác định các điều kiện thích hợp cho quá trình lên men nước cà chua như sau: nước ép cà chua được pha loãng với nước theo tỷ lệ 1:1 (v/v), hàm lượng chất khô hòa tan đạt 22°Brix, pH 4,5, tỷ lệ nấm men bổ sung 0,04% (w/v) và lên men trong 2 ngày. Sản phẩm sẽ được tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện về các điều kiện bảo quản cũng như xác định các thông số về chất lượng, tính chất cảm quan và hoạt tính sinh học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Brányik, T., Silva, D. P., Baszczyński, M., Lehnert, R., & e Silva, J. B. A. - A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production. *Journal of Food Engineering* **108** (4) (2012) 493-506. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.09.020>
2. Paolo, D., Bianchi, G., Morelli, C. F., Speranza, G., Campanelli, G., Kidmose, U., & Scalzo, R. L. - Impact of drying techniques, seasonal variation and organic growing on flavor compounds profiles in two Italian tomato varieties. *Food Chemistry* **298** (2019) 125062. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125062>
3. Burton-Freeman, B., & Reimers, K. - Tomato consumption and health: Emerging benefits. *American Journal of Lifestyle Medicine* **5** (2) (2011) 182-191. <https://doi.org/10.1177/1559827610387488>
4. Motamedzadegan, A., & Tabarestani, H. S. - Tomato processing, quality, and nutrition. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing* (2011) 739-757. <https://doi.org/10.1002/9780470958346.ch37>
5. Phong H. X., Dung N. T. P., Thanh N. N. & Ly N. T. P. - Nghiên cứu sản xuất nước cà chua lên men sử dụng chủng vi khuẩn *Lactobacillus acidophilus* 01A. *Tạp chí Khoa học Đại học An Giang* **14** (2) (2017) 24-33.
6. Sriariyanun M., Mutrakulcharoen P., Tapaamorndech S., Cheenkachorn K. and Rattanaporn K. - A rapid spectrophotometric method for quantitative determination of ethanol in fermentation products. *Oriental Journal of Chemistry* **35** (2) (2019) 744-750. <https://doi.org/10.13005/ojc/350234>
7. Miller, G. L. - Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* **31** (3) (1959) 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
8. Ye, M., Ren, L., Wu, Y., Wang, Y., & Liu, Y. - Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. *LWT-Food Science and Technology* **51** (1) (2013) 314-318. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.09.027>
9. Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 3215:1979. Sản phẩm thực phẩm - Phân tích cảm quan. Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước ban hành (1979).
10. Phạm L. Đ. - Nấm men công nghiệp. NXB Khoa học Kỹ thuật (2006) 334.
11. Paul, G. P., Satav, P. D., Pethe, A. S., & More, S. M. - Effect of must dilution on fermentation of banana fruit pulp into white wine. *International Journal of Food Science and Nutrition* **3**(2) (2018) 207-208.
12. Trần B. N. B, Giang T. T., Châu L. M., Thanh N. N., Long T. B., Trúc T. T., Mười N. V. & Phong H. X. - Nghiên cứu các điều kiện lên men cider từ bưởi năm roi (*Citrus grandis* L.). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên* **227**(14) (2022) 151-159. <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6245>

13. Tú B. V. & Tú N. N. - Sử dụng *Saccharomyces cerevisiae* RV002 để lên men rượu vang từ quả sim (*Rhodomyrtus tomentosa*). Tạp chí Nghiên cứu khoa học - Đại học Sao Đỏ **1**(72) (2021) 107-114.
14. Lin, Y., Zhang, W., Li, C., Sakakibara, K., Tanaka, S., & Kong, H. - Factors affecting ethanol fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* BY4742. Biomass and Bioenergy **47** (2012) 395-401. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.09.019>
15. Hanh N. Đ., Hằng H. T. L., Mai H. T. T., Lợi N. V. - Nghiên cứu sử dụng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* trong chế biến nước quả táo mèo (*Docynia indica*) lên men có độ cồn thấp. Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam **8**(69) (2016) 89-93.
16. Mi H. T. N. & Tiên Đ. T. K. - Khảo sát quy trình lên men nước thanh long ruột trắng (*Selenicereus undatus*) sử dụng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* RV100. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên **226** (14) (2021) 137-145. <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4795>
17. Wang, C., Mas, A., & Esteve-Zarzoso, B. - The interaction between *Saccharomyces cerevisiae* and non-*Saccharomyces* yeast during alcoholic fermentation is species and strain specific. Frontiers in Microbiology **7** (2016) 502. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00502>
18. Crater, J. S., & Lievens, J. C. - Scale-up of industrial microbial processes. FEMS Microbiology Letters **365**(13) (2018) 138. <https://doi.org/10.1093/femsle/fny138>

ABSTRACT

PRODUCTION OF LOW ALCOHOLIC BEVERAGE FROM TOMATO JUICE (*Solanum lycopersicum*) USING *Saccharomyces cerevisiae*

Le Quoc Viet, Doan Quoc Thai, Luu Minh Chau, Nguyen Ngoc Thanh, Huynh Xuan Phong*

Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

*Email: hxphong@ctu.edu.vn

The study was conducted with the aim of building a process to produce low alcohol beverage from tomato juice (ethanol content of 3.0 - 4.5% v/v) using the yeast *Saccharomyces cerevisiae* BV818. Tomato juice was diluted with water at ratios of 1:0, 1:1, and 1:2 (v/v). The factors that have a direct impact on the fermentation of tomato juice were also studied, including total soluble solids (18, 20 and 22°Brix), pH (4.0, 4.5, 5.0), yeast concentrations (0.03, 0.04, 0.05% w/v) and fermentation time (1, 2, 3, 4 days). The results showed that the product reached the most suitable value for the research objective when diluting the tomato juice with water at a ratio of 1:1 (v/v), adjusting the total soluble solids to 22°Brix and pH to 4.5, adding yeast at a ratio of 0.04% (w/v) and then fermenting the mixture for 2 days. When testing fermentation at a scale of 1 liter, the product had an ethanol content of 4.01% (v/v), Brix of 11.07 and antioxidant activity of 22.49%.

Keywords: Fermented juice, low alcohol beverage, *Saccharomyces cerevisiae*, *Solanum lycopersicum*, tomato.