

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LÊN MEN BẰNG NẤM MEN CỐ ĐỊNH TRÊN GIÁ THỂ ALGINATE TRONG QUY TRÌNH SẤY BỘT QUẢ THẦN KỲ (*Synsepalum dulcificum*)

Dương Thị Phượng Liên^{1*}, Nguyễn Thị Thu Thủy¹

¹ Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: dtplien@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Quả thần kỳ với thành phần miraculin làm thay đổi cảm giác về vị sau khi nếm thử quả. Nghiên cứu nhằm khảo sát khả năng chế biến bột quả thần kỳ giữ được đặc tính đặc biệt trên và có thể sử dụng tiện lợi bằng cách bổ sung vào thực phẩm khác. Trong quả thần kỳ có chứa một lượng đường gây cản trở quá trình tạo bột khi sấy, nên cần được loại bớt một phần trước khi sấy. Lên men là phương pháp đơn giản, tiết kiệm, có thể đáp ứng yêu cầu loại bớt một phần đường và vẫn duy trì được hoạt tính của miraculin. Quá trình lên men dịch quả sử dụng nấm men cố định trên giá thể alginate với tỷ lệ hạt men 0,5; 1,0; 1,5% (so với dịch quả lên men), trong các khoảng thời gian 30, 60, 90 phút, ở nhiệt độ môi trường. Dịch quả sau lên men được sấy thăng hoa thành bột quả. Hiệu suất thu hồi, hiệu suất loại đường, khả năng tạo bột và quan trọng nhất là hoạt tính miraculin thông qua sự thay đổi ngưỡng cảm nhận đối với các vị cơ bản khi sử dụng bột quả thần kỳ được xác định. Bột quả từ quy trình xử lý lên men hiệu quả nhất được sử dụng kết hợp với sản phẩm nước cam ép nguyên chất với các tỷ lệ: 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1% và đánh giá sự cải thiện khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm. Kết quả cho thấy, sử dụng 1,5% hạt men cố định và lên men dịch quả trong 30 phút cho sản phẩm bột quả thần kỳ có chất lượng cao, hoạt tính miraculin được duy trì thông qua kết quả làm giảm ngưỡng cảm đối với vị ngọt, tăng ngưỡng cảm với vị chua và đắng; hầu như không ảnh hưởng đến ngưỡng cảm với vị mặn. Bổ sung 0,5 - 0,75% bột quả thần kỳ cải thiện đáng kể khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm nước cam ép nguyên chất lên đến 90%.

Từ khóa: Bột quả, lên men, nấm men cố định, ngưỡng cảm, quả thần kỳ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quả thần kỳ (*Synsepalum dulcificum*) thuộc họ Sapotaceae, có nguồn gốc từ Tây Phi. Quả nhỏ có kích thước tương tự như quả ô liu bao gồm: Vỏ quả, thịt quả, vỏ hạt và hạt, rất dễ hư hỏng [1; 2]. Quả có chứa một loại glycoprotein gọi là “miraculin” có đặc tính điều chỉnh vị độc đáo, có thể biến vị chua, đắng thành ngọt, do đó được đặt tên là quả thần kỳ (miracle fruit). Cây thần kỳ xuất hiện ở Việt Nam khoảng năm 2004 và sau đó được trồng nhiều tại các địa phương trong cả nước. Loại quả diệu kỳ này có nhiều triển vọng sử dụng như chất tạo ngọt ít năng lượng cho bệnh nhân đái tháo đường, người ăn kiêng và tạo cảm giác ngon miệng, vị ngọt ngào cho bệnh nhân phải dùng thuốc nhiều hoặc điều trị hóa chất dẫn đến mất khả năng cảm nhận vị [3]. Lợi thế của quả thần kỳ

so với các chất tạo ngọt khác là ngoài việc tạo cảm giác ngọt còn có khả năng làm giảm bớt vị chua và đắng không mong muốn trong một số thực phẩm. Tuy nhiên, cho đến nay trong nước không có nhiều nghiên cứu về loại quả này.

Miraculin là một homodimer bao gồm 191 axit amin, nitơ, carbohydrate, đường (glucosamine, mannose, fructose, xylose, galactose), có khối lượng phân tử từ 24.000 - 45.000 Da [4]. Miraculin bản thân không có vị, nhưng có hoạt tính kích hoạt các thụ thể vị ngọt của con người và chuyển đổi nhận thức về vị chua của thực phẩm thành vị ngọt tương đương với sucrose [5]. Miraculin không bền với nhiệt, dễ bị biến tính và không còn hoạt tính kích hoạt thụ thể vị giác khi đun nóng [6], do đó không thể sử dụng trực tiếp dịch quả thần kỳ trong các sản phẩm thực phẩm có qua xử lý nhiệt,

mà phải chế biến thành dạng sản phẩm riêng, sau đó bổ sung vào thực phẩm khác khi sử dụng. Đã có những nghiên cứu ở các nước trên thế giới về trích và tinh sạch miraculin từ quả thần kỳ, nhưng do qua nhiều bước xử lý nên đã làm suy giảm hoạt tính của miraculin [7, 8]. Bên cạnh đó, để tinh sạch miraculin duy trì hoạt tính tốt, quy trình đòi hỏi sử dụng các kỹ thuật hiện đại cùng với trang thiết bị đắt tiền [9]. Việc chế biến bột quả thần kỳ không qua tinh sạch, không đòi hỏi trang thiết bị phức tạp, giá thành hạ mà vẫn giữ được đặc tính của miraculin sẽ là một nghiên cứu hữu ích và hiệu quả.

Trong quả thần kỳ có chứa 2,4 g/100 g đường tổng số [3], lượng đường này có thể gây khó khăn trong quá trình sấy để tạo thành bột, do đó cần phải loại bớt lượng đường trước khi sấy. Phương pháp loại đường hiệu quả và đơn giản là sử dụng nấm men khô cố định trên giá thể alginate vì các tế bào cố định có thể được loại ra khỏi dịch quả trước khi sấy [10]. Các phương pháp cố định tế bào vi sinh vật bao gồm: Bẫy vật lý trong mạng xốp, bao bọc, hấp phụ hoặc dính kèm vào một chất mang và hình thành liên kết ngang. Cố định bằng cách bẫy tế bào là phương pháp thông dụng nhất vì dễ thực hiện, giảm rò rỉ tế bào và có khả năng chứa lượng tế bào vi sinh vật cao trong giá thể [11]. Alginate được sử dụng phổ biến trong phương pháp bẫy tế bào vì quy trình đơn giản, mật độ tế bào cao trong gel [12] và giá thể không độc hại [13]. Trường hợp cần hạn chế tối đa nấm men chứa trong dịch sau lên men như dịch quả, quá trình lên men cần sử dụng hạt men cố định trên giá thể alginate, vì màng gel Ca-alginate có tính bán thấm cho phép các chất dinh dưỡng đi vào và ra khỏi màng, quá trình lên men được thực hiện nhờ nấm men được giữ cố định bên trong gel mà rất ít bị rò rỉ ra ngoài [14]. Thí nghiệm của Kongruang và Wonganu (2009) [15] cho thấy, độ ổn định số lượng tế bào nấm men khi tái sử dụng lại của *Saccharomyces carlbergensis* cố định trên giá thể alginate là cao hơn 99%, với đường kính tạo hạt 1,25 mm. Đường kính ống tạo hạt càng nhỏ, độ ổn định tế bào nấm men trong giá thể càng cao. Nghiên cứu này nhằm ứng dụng quá trình lên men bằng nấm men cố định trong giá thể alginate để

loại đường, hỗ trợ quá trình sấy thăng hoa bột quả thần kỳ duy trì tốt đặc tính kích hoạt các thụ thể vị giác “thần kỳ” vốn có của quả. Đồng thời, nghiên cứu cũng khảo sát khả năng sử dụng bột thần kỳ vào sản phẩm nước cam ép.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Trái thần kỳ mua tại các vườn trồng cây kiểng ở tỉnh Vĩnh Long, trái chín đỏ, căng tròn, nguyên vẹn, không sâu, bệnh. Alginate được cung cấp từ Công ty Cổ phần Hóa chất Á Châu và chế phẩm nấm men khô Saf Instant đỏ (Pháp), có thành phần chính là nấm men *Saccharomyces cerevisiae* với mật số được xác định khoảng 10^{10} cfu/g. Nước cam ép nhãn hiệu Berri (Úc) được ghi chú là sản phẩm nước cam ép tinh chất tự nhiên, không thêm đường và không sử dụng chất bảo quản, thích hợp sử dụng cho nghiên cứu.

2.2. Chuẩn bị mẫu và tiến hành thí nghiệm

Chuẩn bị nấm men cố định trên giá thể alginate: Bột alginate được hòa tan vào nước thành dung dịch 1%. Kết hợp nấm men khô (1%) tạo thành hỗn hợp nấm men khô trong giá thể alginate. Bơm hỗn hợp bằng ống tiêm đường kính 1 mm vào dung dịch CaCl_2 1%, giữ trong 10 phút để tạo hạt gel Ca-alginate, lọc lấy các hạt gel và rửa qua bằng nước cất để thu nhận các hạt nấm men cố định trên giá thể alginate dùng lên men khử đường trong dịch quả thần kỳ.

Trái thần kỳ sau khi vận chuyển về phòng thí nghiệm được rửa sạch, tách bỏ hạt để lấy thịt quả. Mỗi mẫu sử dụng 100 g thịt quả được ép tách dịch quả (bằng máy ép trái cây). Phần xác quả được thêm nước (lượng nước sử dụng theo tỷ lệ 1: 1 so với thịt quả), nghiền và trích thêm phần chất khô, dịch trích được bổ sung chung vào dịch quả. Dịch quả được thanh trùng bằng NaHSO_3 (114 mg/l) trong 30 phút, sau đó được lên men bằng nấm men cố định. Quá trình lên men được khảo sát theo thí nghiệm được bố trí với 2 nhân tố là tỷ lệ hạt men cố định (0,5; 1,0; 1,5%) và thời gian lên men là 30, 60, 90 phút, được thực hiện ở nhiệt độ môi trường và nấm men cố định được loại ra sau khi lên men đủ thời gian như bố trí. Dịch quả sau lên men được lạnh đông ở -40°C trong 1 ngày và sấy đông khô

(sử dụng máy sấy đông khô Virtis, Mỹ) để thu bột quả. Bột quả được bảo quản trong túi zip phức hợp tráng nhôm ở 4°C dùng cho phân tích và kiểm tra hoạt tính kích thích vị giác.

Bột quả thần kỳ được chế biến theo thông số thích hợp nhất từ thí nghiệm trên được bổ sung vào nước cam ép với năm mức tỷ lệ: 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1%. Các mẫu nước cam ép được đánh giá thông qua phương pháp hỏi ý kiến 100 người đại diện người tiêu dùng về khả năng chấp nhận sản phẩm.

2.3. Phương pháp phân tích

- Xác định độ ẩm bột quả thần kỳ sau sấy theo TCVN 9934:2013 [16].

- Xác định hàm lượng đường tổng trong dịch quả trước và sau lên men theo TCVN 4594:1988 [17].

- Hiệu suất loại đường (%) được tính thông qua: Lượng đường giảm sau lên men/lượng đường trong dịch lên men ban đầu x 100%.

- Hiệu suất thu hồi (%) bột quả thần kỳ được tính thông qua: Khối lượng bột quả thu được (quy về độ ẩm 5%)/khối lượng thịt quả x 100%.

- Khả năng tạo bột và đặc tính cảm quan của bột: Quan sát thông qua hình ảnh và ghi nhận định tính hoạt tính kích thích vị giác. Để ghi nhận định tính hoạt tính kích thích vị giác của miraculin, 15 người trong độ tuổi 18 - 50 có sức khỏe tốt, không cần qua huấn luyện được chọn để thực hiện. Các thành viên được thử nếm 1 lát chanh để cảm nhận vị chua và thanh vị. Khoảng 30 phút sau nếm thử dung dịch bột quả thần kỳ (0,8 g/10 mL), sau đó nếm tiếp 1 lát chanh nữa và cảm nhận vị chua, nếu cảm nhận vị chua giảm hơn so với lần nếm trước thì ghi chú dấu (+) vào bảng kết quả đánh giá. Dựa vào hàm phân phối nhị phân với mức ý nghĩa 5%, nếu số lượng dấu (+) nhận được từ 12 trở lên, kết luận mẫu còn hoạt tính miraculin.

- Ghi nhận khả năng hòa tan của bột: Hòa 1 g bột vào 20 mL nước, khuấy trong 5 phút, để yên quan sát, ghi nhận kết quả.

- Đánh giá hoạt tính miraculin thông qua khả năng kích thích vị giác là khả năng làm thay đổi ngưỡng cảm giác trên 4 vị cơ bản. Phương pháp

đánh giá ngưỡng cảm nhận biết được thực hiện theo phương pháp của Dương Thị Phượng Liên và cs (2014) [18]. Quy trình chuẩn bị mẫu và đánh giá như sau:

+ Tình nguyện viên tham gia kiểm tra ngưỡng cảm:

Số lượng tình nguyện viên tham gia kiểm tra ngưỡng cảm: 20 (10 nam và 10 nữ) là sinh viên Trường Đại học Cần Thơ.

Yêu cầu đối với tình nguyện viên: Trong ngày kiểm tra ngưỡng cảm phải có sức khỏe tốt, không bị tác động tâm lý hoặc bị stress. Trước khi tham gia kiểm tra ngưỡng cảm không được uống rượu, hút thuốc, hoặc sử dụng các loại thuốc ảnh hưởng đến khả năng cảm nhận vị và không được nhai kẹo cao su trước khi tham gia kiểm tra ngưỡng cảm 1 giờ.

+ Chuẩn bị mẫu thử từ bột quả thần kỳ:

Bột quả thần kỳ được chuẩn bị thành dạng dung dịch, tỷ lệ bột quả thần kỳ sử dụng cho mỗi mẫu thử tương ứng với 0; 0,4; 0,6; 0,8 g/10 mL.

+ Chuẩn bị các dung dịch dùng để xác định ngưỡng cảm cho 4 vị cơ bản: Ngọt, mặn, chua, đắng:

Dung dịch sucrose (thể hiện vị ngọt), chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 22 g/l (mỗi mẫu cách nhau 1 g/l sucrose).

Dung dịch NaCl (thể hiện vị mặn), chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 2,2 g/l (mỗi mẫu cách nhau 0,1 g/l NaCl).

Dung dịch axit citric (thể hiện vị chua), chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 1,1 g/l (mỗi mẫu cách nhau 0,1 g/l axit citric).

Dung dịch caffein (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd) thể hiện vị đắng. Chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 1,2 g/l (mỗi mẫu cách nhau 0,1 g/l caffein).

+ Phương pháp kiểm tra ngưỡng cảm:

Mỗi tình nguyện viên được đánh giá trước 10 mL dung dịch quả thần kỳ, 5 phút sau sẽ được yêu cầu thử và xác định vị của các mẫu thử theo thứ tự nồng độ chất tan tăng dần, bắt đầu từ mẫu có nồng độ chất tan bằng 0. Đến khi tình nguyện viên phân

biệt được chính xác vị của dung dịch thì quá trình kiểm tra kết thúc và nồng độ tại đó tình nguyện viên phân biệt ra vị cơ bản chính là ngưỡng cảm nhận biết của tình nguyện viên. Các tình nguyện viên chỉ được kiểm tra 1 vị cơ bản và chỉ được thử trước 1 nồng độ dịch quả thần kỳ trong mỗi buổi.

Kết quả đánh giá: Sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết trước và sau khi nếm dịch quả thần kỳ với các nồng độ bột quả: 0,4; 0,6; 0,8 g/10 ml.

- Điều tra thị hiếu người tiêu dùng về khả năng chấp nhận sản phẩm: 100 người tiêu dùng được thử lần lượt các mẫu sản phẩm nước cam ép và cho ý kiến có chấp nhận hay không chấp nhận cho từng mẫu sản phẩm.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và phép kiểm định LSD để xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giá trị trung bình của các nghiệm thức bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV.I. Tất cả các số liệu thu thập dựa trên kết quả 3 lần lặp lại, kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

Số liệu từ người tiêu dùng được mã hóa: 1: Chấp nhận và 0: Không chấp nhận. Bộ số liệu này được phân tích khả dĩ (phân tích hồi quy logistic) bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV.I. Phương trình hồi quy có dạng như phương trình (1) [19]:

$$\text{Khả năng chấp nhận} = \frac{e^{\eta}}{(1 + e^{\eta})}$$

$$\text{Với } \eta = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 \quad (1)$$

Trong đó: x là tỷ lệ bột thần kỳ trong nước cam ép (%).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ hạt men cố định và thời gian lên men đến hiệu suất loại đường

Trong quả thần kỳ chứa một lượng đường nên khó có thể tạo bột trong quá trình sấy dịch quả. Lượng đường trong dịch quả có thể được loại bỏ nhờ quá trình lên men bằng nấm men cố định trên giá thể alginate. Nghiên cứu này khảo sát quá trình lên men được tiến hành với tỷ lệ hạt men cố định tương ứng 0,5; 1,0; 1,5%. Với mỗi tỷ lệ hạt

men, tiến hành lên men trong thời gian 30, 60, 90 phút. Sự biến đổi hàm lượng đường sau quá trình lên men được thể hiện ở bảng 1. Sau khi lên men, dịch quả được sấy thành bột, các đặc tính của bột quả tạo thành được mô tả trong bảng 2 và 3.

Tỷ lệ hạt men cố định và thời gian lên men đều ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến hiệu suất loại đường trong quá trình lên men dịch quả ($p < 0,05$). Hiệu suất loại đường của các mẫu dịch quả lên men trong khoảng 10,0 - 57,2%. Khi sử dụng tỷ lệ hạt men cố định cao và thời gian lên men dài làm giảm đáng kể lượng đường trong dịch lên men (Bảng 1). *Saccharomyces cerevisiae* được coi là một loại nấm men sinh ethanol có thể dễ dàng lên men glucose, fructose, galactose, sucrose, maltose và maltotriose thành ethanol và carbon dioxide [20]. Do đó, làm lượng đường trong dịch quả giảm đáng kể theo sự gia tăng thời gian lên men và tỷ lệ nấm men sử dụng. Quá trình lên men loại đường trong dịch quả có liên quan đến khả năng tạo bột cũng như hiệu suất thu hồi bột quả thần kỳ (Bảng 2 và 3). Bảng 2 cho thấy, không thể tạo thành bột từ dịch quả thần kỳ (không qua quá trình lên men) vì hàm lượng đường cao nên nước trong dịch quả không thể tách ra đạt đến trạng thái bột mịn. Tất cả các mẫu bột hình thành từ dịch quả sau quá trình lên men đều có duy trì màu sắc tự nhiên của quả và đặc biệt là vẫn duy trì hoạt tính miraculin, tức vẫn còn hoạt tính kích hoạt thụ thể vị giác. Tuy nhiên, các mẫu sử dụng tỷ lệ hạt men cố định thấp (0,5%) và mẫu sử dụng tỷ lệ hạt men cố định 1% nhưng thời gian lên men ngắn (30 phút) đều tạo bột chưa đạt yêu cầu, bột vẫn còn ẩm ướt và không tạo được bột khô do hàm lượng đường trong dịch sau lên men vẫn còn cao, điều này cũng thể hiện qua kết quả độ ẩm trong các mẫu bột cũng khá cao, trên 8% (Bảng 3). Dịch quả lên men sử dụng hạt men cố định 1% lên men trong 60 phút tạo bột tương đối khô, tuy nhiên còn bị dính tay. Lên men dịch quả với tỷ lệ hạt men 1% trong 90 phút, hoặc tỷ lệ hạt men 1,5% với thời gian 30, 60, 90 phút đều tạo được bột khô, mịn và xốp, vì các nghiệm thức này hiệu suất loại đường khá cao (43,4 - 57,2%). Độ ẩm các mẫu bột này cũng giảm thấp đáng kể (khoảng 5%), bột có độ hòa tan tốt, tan nhanh.

Hiệu suất thu hồi các mẫu bột từ 9,68 - 11,31%. Tỷ lệ hạt men cố định sử dụng cao làm giảm rõ rệt hiệu suất thu hồi. Trong khoảng thời gian lên men từ 30 - 90 phút không ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất thu hồi. Trong dịch quả, với sự hiện diện của đường, cùng với các chất dinh dưỡng thiết yếu khác như: Axit amin, khoáng chất và vitamin, *Saccharomyces cerevisiae* sẽ tiến hành quá trình chuyển hóa lên men thành ethanol và carbon dioxide (là chất chuyển hóa lên men chính). Nấm men cũng sẽ tạo ra nhiều chất chuyển hóa thứ cấp bao gồm: Rượu bậc cao, este, carbonyl góp phần

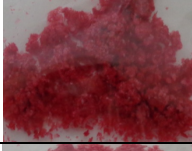
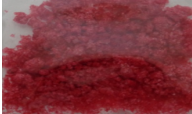
rất quan trọng trong việc quyết định hương vị và đặc điểm mùi thơm cuối cùng của sản phẩm lên men [20]. Vì vậy, mặc dù lượng đường giảm theo thời gian lên men, nhưng do nhiều sản phẩm đa dạng được sinh ra trong quá trình lên men, nên trong khoảng thời gian lên men khảo sát (30 - 90 phút), hiệu suất thu hồi bột giảm không đáng kể. Tỷ lệ hạt men sử dụng nhiều làm chất khô trong dịch lên men di chuyển và bẫy vào hạt cũng nhiều, dẫn đến hiệu suất thu hồi giảm có ý nghĩa thống kê khi tăng tỷ lệ hạt men sử dụng.

Bảng 1. Sự thay đổi hàm lượng đường sau quá trình lên men dịch quả thần kỳ

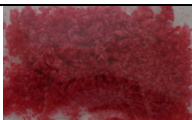
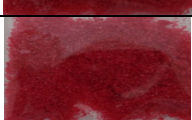
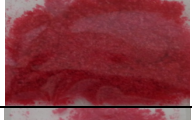
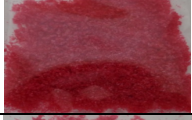
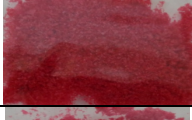
Thí nghiệm các mẫu lên men		Hàm lượng đường trước lên men (%)	Hàm lượng đường sau lên men (%)	Hiệu suất loại đường (%)
Tỷ lệ hạt men sử dụng (%)	Thời gian lên men (phút)			
0,5	30	1,41 ± 0,01	1,27 ± 0,02	10,0 ± 0,02 ^a
	60	1,42 ± 0,02	1,22 ± 0,04	14,0 ± 0,04 ^b
	90	1,42 ± 0,01	1,16 ± 0,04	18,1 ± 0,03 ^c
1,0	30	1,42 ± 0,01	0,94 ± 0,02	34,2 ± 0,03 ^d
	60	1,42 ± 0,01	0,87 ± 0,03	38,5 ± 0,03 ^e
	90	1,43 ± 0,02	0,81 ± 0,04	43,4 ± 0,04 ^f
1,5	30	1,42 ± 0,02	0,63 ± 0,03	55,3 ± 0,04 ^g
	60	1,42 ± 0,02	0,62 ± 0,04	56,6 ± 0,04 ^{gh}
	90	1,42 ± 0,01	0,61 ± 0,05	57,2 ± 0,05 ^h

Ghi chú: Thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái giống nhau kèm theo trong một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 2. Ảnh hưởng của quá trình lên men dịch quả đến đặc điểm cảm quan sản phẩm bột quả thần kỳ sau sấy

Mẫu lên men		Hình ảnh bột thành phẩm	Khả năng tạo bột	Trạng thái cảm quan
Tỷ lệ hạt men sử dụng (%)	Thời gian lên men (phút)			
Đối chứng (không lên men)			Không tạo thành bột	Tạo thành một khối dính chặt, dẻo, ướt
0,5	30		Bột không khô, bị vón cục	Màu đỏ đậm, còn mùi đặc trưng của quả, bột không đẹp do bị vón cục nhiều
	60		Bột không khô, bị vón cục	Màu đỏ đậm, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả bị vón cục

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

	90		Bột vẫn còn ẩm, còn bị vón cục ít	Màu đỏ đậm, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả còn bị kết dính, chưa khô hoàn toàn
1,0	30		Bột tương đối khô, hơi vón cục	Màu đỏ đặc trưng, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả hơi bị vón cục
	60		Bột tương đối khô	Giữ được màu đỏ đặc trưng, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả hơi bị kết dính
	90		Bột khô, hơi xốp	Màu bột đỏ, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả khô
1,5	30		Bột khô tốt, xốp và mịn	Giữ được màu đỏ và mùi quả đặc trưng, bột mịn, khô và tơi xốp.
	60		Bột khô, xốp và mịn	Giữ được màu đỏ, mùi đặc trưng của quả, bột quả khô và mịn
	90		Bột khô, xốp	Giữ được màu đỏ, mùi đặc trưng của quả, bột khô, bột kém mịn

Bảng 3. Ảnh hưởng của quá trình lên men dịch quả đến hiệu suất thu hồi và kết quả ghi nhận khả năng hòa tan cùng với hoạt tính kích thích vị giác của bột quả thần kỳ

Thí nghiệm thức các mẫu lên men		Độ ẩm bột (%)	Hiệu suất thu hồi (%)	Ghi nhận khả năng hòa tan	Cảm nhận hoạt tính kích hoạt thụ thể vị giác
Tỉ lệ hạt men sử dụng (%)	Thời gian lên men (phút)				
0,5	30	9,67 ± 0,38	11,31 ± 0,13 ^a	-	Còn hoạt tính
	60	8,93 ± 0,32	11,22 ± 0,12 ^a	-	Còn hoạt tính
	90	8,20 ± 0,36	11,11 ± 0,18 ^a	+	Còn hoạt tính
1,0	30	8,03 ± 0,35	10,50 ± 0,16 ^b	+	Còn hoạt tính
	60	5,70 ± 0,26	10,41 ± 0,14 ^b	++	Còn hoạt tính
	90	4,90 ± 0,36	10,22 ± 0,27 ^{bc}	++	Còn hoạt tính
1,5	30	4,83 ± 0,25	9,95 ± 0,25 ^{cd}	++	Còn hoạt tính
	60	4,87 ± 0,31	9,81 ± 0,29 ^d	++	Còn hoạt tính
	90	5,10 ± 0,36	9,68 ± 0,30 ^d	++	Còn hoạt tính

Ghi chú: Thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái giống nhau kèm theo trong một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. (-): Còn nhiều hạt không hòa tan; (+): Còn một ít hạt mịn chưa tan hoàn toàn; (++) : Hòa tan hoàn toàn (sau khi hòa tan bột vào nước và khuấy trong 5 phút).

Cùng với sự tiêu thụ đường, do enzyme protease trong nấm men hoạt động trong quá trình lên men có thể ảnh hưởng đến hoạt tính miraculin vì có bản chất là protein [21]. Do đó, cần kiểm tra hoạt tính miraculin thông qua sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết của các cảm quan viên trên các vị cơ bản. Kết quả ngưỡng cảm nhận biết trên 4 vị cơ bản của 20 cảm quan viên khi có và không có sử dụng các mẫu bột quả thần kỳ được thể hiện ở bảng 4. Kết quả ở bảng 4 cho thấy, ngưỡng cảm nhận biết đối với vị ngọt có khuynh hướng giảm khi có thử dung dịch bột thần kỳ so với khi không thử (đối chứng). Ngưỡng cảm đối với vị chua và đắng tăng rõ rệt khi thử bột quả thần kỳ, trong khi ngưỡng cảm đối với vị mặn không thay đổi hoặc chỉ thay đổi khi nếm dung dịch có bột quả thần kỳ với tỷ lệ cao (0,8 g/10 mL). Miraculin có tiềm năng sử dụng để thay thế chất tạo ngọt hoặc làm chất điều chỉnh vị để thay đổi vị chua và/hoặc đắng của thực phẩm thành vị ngọt [22]. Khi nhai quả thần kỳ, các nụ vị giác được phủ miraculin, miraculin tương tác với thụ thể vị ngọt và kích hoạt thụ thể vị giác, biểu mô của thụ thể vị ngọt thay đổi cấu hình trong môi trường có tính axit, dẫn đến hoạt hóa thụ thể. Các sợi truyền tín hiệu vị giác từ các thụ thể T1R2/T1R3 chỉ chuyên phản ứng với vị ngọt, lúc này cũng phản ứng với axit sau khi dùng miraculin và cũng truyền tín hiệu vị chua. Khi tín hiệu thần kinh vị ngọt đến vỏ não, vị chua sẽ biến mất [1]. Trong trường hợp thực phẩm có vị đắng, tín hiệu vị đắng cũng bị che trong môi trường axit trong miệng và của dịch quả thần kỳ [23]. Miraculin không làm thay đổi cảm nhận về vị mặn trong dung dịch hoặc thức ăn, tuy nhiên sự cảm nhận vị mặn bị giảm trong dung dịch có axit. Mặc dù kết quả ảnh hưởng của miraculin trên vị mặn chưa rõ rệt, nhưng đã xác nhận miraculin làm giảm cảm nhận vị mặn trong môi trường axit bên trong miệng [1].

Bảng 4 cho thấy, với cùng tỷ lệ hạt men cố định sử dụng, khi kéo dài thời gian lên men (90 phút), cần phải bổ sung tỷ lệ bột thần kỳ cao mới có sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết trên vị ngọt

và đắng. Điều này có nghĩa, kéo dài thời gian lên men hoạt tính miraculin bị giảm. Kết quả này có thể do enzyme protease trong nấm men hoạt động [21] làm suy giảm thành phần miraculin (bản chất là protein). Tuy nhiên, đối với vị chua thì sự thay đổi ngưỡng cảm không theo quy luật này, tức là kéo dài thời gian lên men, với tỷ lệ bột sử dụng thấp nhất theo bố trí thí nghiệm, ngưỡng cảm vẫn khác biệt so với khi không thử bột quả thần kỳ. Mặc dù kéo dài thời gian lên men làm suy giảm hoạt tính miraculin, tuy nhiên quá trình lên men làm giảm hàm lượng đường trong dịch quả và có thể hình thành các axit hữu cơ [24], nên bột quả thần kỳ trở nên chua hơn dẫn đến hiện tượng thích nghi khi cảm nhận vị chua [25], do đó ngưỡng cảm nhận biết vẫn tăng có ý nghĩa so với không sử dụng bột quả thần kỳ. Sử dụng tỷ lệ hạt men cao (1,5%), thời gian lên men kéo dài (90 phút), đồng thời tỷ lệ bột quả trong dung dịch thử cao (0,8 g/10 mL), ngưỡng cảm nhận biết vị mặn tăng khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức còn lại (Bảng 4). Tỷ lệ hạt men cao và thời gian lên men dài làm axit hình thành trong dịch lên men cũng nhiều hơn, kết hợp với tỷ lệ bột quả cao nên miraculin phát huy tác dụng đối với sự cảm nhận vị mặn trong môi trường axit như đã giải thích ở trên. Một kết quả tương tự đã nhận được khi khảo sát ảnh hưởng của dịch quả thần kỳ đến sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết của các vị cơ bản [18]. Khi tăng tỷ lệ hạt men cố định, sự thay đổi ngưỡng cảm trên các vị cơ bản cũng cho kết quả hoàn toàn tương tự cho trường hợp kéo dài thời gian lên men. Do đó, bột quả thần kỳ chế biến từ quá trình lên men loại đường dịch quả sử dụng tỷ lệ hạt men cao và thời gian lên men kéo dài (tỷ lệ hạt men 1,5%, lên men sau 90 phút) hoạt tính miraculin càng giảm.

Kết hợp với kết quả ghi nhận từ những đặc tính của bột quả thần kỳ, để tạo được bột khô, hòa tan tốt và duy trì hoạt tính miraculin cao, có thể chọn chế độ lên men dịch quả với 1,5% hạt men cố định so với dịch quả trong thời gian 30 phút.

Bảng 4. Ngưỡng cảm nhận biết đối với 4 vị cơ bản khi sử dụng bột quả thần kỳ chế biến từ dịch quả lên men

Mẫu bột quả thần kỳ			Vị ngọt (g/l)	Vị chua (g/l)	Vị đắng (g/l)	Vị mặn (g/l)
Đối chứng (không có bột quả thần kỳ)			14,30 ± 1,63 ^a	0,40 ± 0,06 ^f	0,40 ± 0,10 ^e	1,62 ± 0,11 ^{bc}
Tỷ lệ hạt men cố định (%)	Thời gian lên men (phút)	Tỷ lệ sử dụng (g/10 ml)				
0,5	30	0,4	13,40 ± 1,79 ^{bc}	0,53 ± 0,10 ^{de}	0,45 ± 0,11 ^{de}	1,63 ± 0,22 ^{bc}
		0,6	12,45 ± 1,82 ^{de}	0,60 ± 0,11 ^{bc}	0,57 ± 0,15 ^{ab}	1,62 ± 0,21 ^{bc}
		0,8	12,30 ± 1,38 ^e	0,60 ± 0,09 ^{ab}	0,63 ± 0,13 ^a	1,62 ± 0,18 ^{bc}
	60	0,4	13,90 ± 2,05 ^{ab}	0,50 ± 0,10 ^e	0,45 ± 0,11 ^{de}	1,63 ± 0,20 ^{bc}
		0,6	13,00 ± 1,78 ^{cd}	0,56 ± 0,12 ^{cd}	0,54 ± 0,14 ^{bc}	1,61 ± 0,18 ^c
		0,8	12,55 ± 1,36 ^{de}	0,62 ± 0,11 ^{ab}	0,63 ± 0,12 ^a	1,63 ± 0,20 ^{bc}
	90	0,4	14,15 ± 1,90 ^a	0,54 ± 0,11 ^{de}	0,39 ± 0,11 ^e	1,68 ± 0,22 ^{abc}
		0,6	13,40 ± 1,98 ^{bc}	0,60 ± 0,12 ^{bc}	0,53 ± 0,12 ^{bc}	1,69 ± 0,22 ^{ab}
		0,8	12,45 ± 1,70 ^{de}	0,66 ± 0,09 ^a	0,57 ± 0,13 ^{ab}	1,69 ± 0,17 ^{ab}
1,0	30	0,4	13,45 ± 1,79 ^{bc}	0,52 ± 0,10 ^{de}	0,45 ± 0,12 ^{de}	1,63 ± 0,23 ^{bc}
		0,6	12,50 ± 1,82 ^{de}	0,57 ± 0,13 ^{cd}	0,56 ± 0,14 ^b	1,63 ± 0,24 ^{bc}
		0,8	12,35 ± 1,46 ^e	0,65 ± 0,11 ^{ab}	0,63 ± 0,13 ^a	1,62 ± 0,14 ^{bc}
	60	0,4	13,80 ± 1,96 ^{ab}	0,49 ± 0,10 ^e	0,44 ± 0,12 ^{de}	1,63 ± 0,18 ^{bc}
		0,6	13,00 ± 1,89 ^{cd}	0,54 ± 0,13 ^{de}	0,48 ± 0,12 ^{cd}	1,61 ± 0,17 ^c
		0,8	12,40 ± 1,43 ^{de}	0,62 ± 0,11 ^{ab}	0,57 ± 0,13 ^{ab}	1,62 ± 0,16 ^{bc}
	90	0,4	14,15 ± 1,93 ^a	0,56 ± 0,09 ^{cd}	0,43 ± 0,11 ^{de}	1,67 ± 0,20 ^{abc}
		0,6	13,40 ± 1,79 ^{bc}	0,61 ± 0,12 ^{bc}	0,42 ± 0,10 ^{de}	1,68 ± 0,21 ^{abc}
		0,8	12,55 ± 1,39 ^{de}	0,66 ± 0,09 ^a	0,48 ± 0,08 ^{cd}	1,69 ± 0,14 ^{ab}
1,5	30	0,4	13,45 ± 1,61 ^{bc}	0,58 ± 0,08 ^{cd}	0,43 ± 0,12 ^{de}	1,64 ± 0,19 ^{bc}
		0,6	12,75 ± 1,86 ^{de}	0,60 ± 0,07 ^{bc}	0,54 ± 0,15 ^{bc}	1,65 ± 0,20 ^{abc}
		0,8	12,35 ± 1,46 ^e	0,62 ± 0,10 ^{ab}	0,63 ± 0,12 ^a	1,64 ± 0,14 ^{bc}
	60	0,4	14,15 ± 1,73 ^a	0,50 ± 0,08 ^e	0,42 ± 0,13 ^{de}	1,67 ± 0,19 ^{abc}
		0,6	13,00 ± 1,84 ^{cd}	0,52 ± 0,14 ^{de}	0,44 ± 0,11 ^{de}	1,68 ± 0,20 ^{abc}
		0,8	12,50 ± 1,47 ^{de}	0,60 ± 0,09 ^{bc}	0,53 ± 0,11 ^{bc}	1,67 ± 0,13 ^{abc}
	90	0,4	14,25 ± 1,71 ^a	0,53 ± 0,09 ^{de}	0,39 ± 0,11 ^e	1,68 ± 0,20 ^{abc}
		0,6	13,50 ± 1,64 ^{bc}	0,56 ± 0,10 ^{cd}	0,40 ± 0,10 ^e	1,69 ± 0,22 ^{ab}
		0,8	12,75 ± 1,48 ^{de}	0,61 ± 0,09 ^{bc}	0,42 ± 0,11 ^{de}	1,72 ± 0,14 ^a

Ghi chú: Thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái giống nhau kèm theo trong mỗi cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

3.2. Khả năng sử dụng bột quả thần kỳ chế biến bằng phương pháp lên men loại đường dịch quả trong sản phẩm nước cam ép

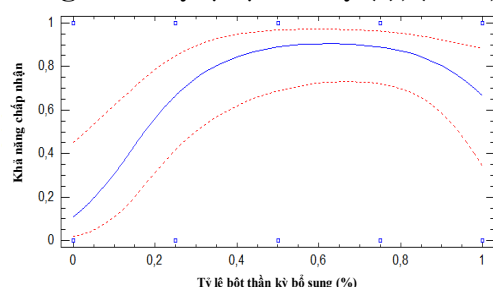
Mẫu sản phẩm bột thần kỳ tối ưu được chọn theo phương pháp lên men loại đường dịch quả là sử dụng hạt men cố định 1,5% và lên men trong 30 phút. Bột quả được bổ sung vào cam ép với các mức tỷ lệ 0 (đối chứng); 0,25; 0,5; 0,75; 1% so với thể tích nước cam ép. Kết quả phân tích khả năng

theo mô hình hồi quy logistic của người tiêu dùng đối với sản phẩm nước cam ép được thể hiện ở đồ thị hình 1. Đồ thị hình 1 minh họa phương trình biểu diễn khả năng chấp nhận sản phẩm phụ thuộc vào tỷ lệ bột quả thần kỳ theo phương trình (1) như sau:

$$\text{Khả năng chấp nhận} = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X})}$$

Với $\eta = -2,09867 + 14,1097x - 11,3204x^2$

Trong đó: x là tỷ lệ bột thần kỳ (%), ($R^2 = 0,79$).



Hình 1. Khả năng chấp nhận sản phẩm nước cam ép theo tỷ lệ bột quả thần kỳ

Ghi chú: Khả năng chấp nhận trung bình của sản phẩm; —: Khoảng tin cậy 95%.

Kết quả cho thấy, bổ sung bột quả thần kỳ vào nước cam ép với tỷ lệ 0,5 - 0,75% giúp sản phẩm đạt khả năng chấp nhận cao nhất (khoảng 90%), hơn hẳn đối với nước cam ép không bổ sung bột quả thần kỳ (khoảng 10%), do nước cam ép sử dụng trong nghiên cứu là tinh chất không bổ sung đường và phụ gia nên vị chua nhiều làm giảm khả năng chấp nhận của người tiêu dùng. Bột quả thần kỳ bổ sung vào nước cam ép với tác dụng kích thích vị giác của miraculin đã làm gia tăng vị ngọt, giảm vị chua và đắng nhưng vẫn giữ được mùi hương cam nguyên thủy của sản phẩm nên dễ dàng được chấp nhận và có thể đạt mức chấp nhận rất cao (90%). Khi tăng tỷ lệ bột quả thần kỳ lên 1%, khả năng chấp nhận sản phẩm nước cam ép giảm xuống đáng kể. Theo Diyapaththugama và cs (2024) [1], sự thay đổi về vị giác do quả thần kỳ có thể làm tăng hoặc ức chế sở thích đối với thực phẩm kết hợp tùy thuộc vào liều lượng miraculin, loại thực phẩm, giới tính và sự khác biệt về độ nhạy cảm với vị giác và mùi vị của mỗi cá nhân. Dương Thị Phương Liên và cs (2014) [18] đã công bố kết quả tương tự khi sử dụng dịch quả thần kỳ bổ sung vào nước cam ép. Andrade và cs (2019) [26] quan sát thấy quả thần kỳ làm tăng sở thích uống nước chanh không đường. Như vậy, bột quả thần kỳ sau quá trình xử lý lên men dịch quả và sấy đông khô, hoạt tính kích thích vị giác của miraculin vẫn được duy trì. Khi được bổ sung vào nước cam ép với tỷ lệ 0,5 - 0,75% bột quả thần kỳ đã

mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc cải thiện khả năng chấp nhận đối với sản phẩm.

4. KẾT LUẬN

Phương pháp lên men loại đường trong dịch quả hỗ trợ hiệu quả cho quá trình sấy bột quả thần kỳ. Hạt men cố định trên giá thể alginate sử dụng cho quá trình lên men có thể được loại hoàn toàn sau quá trình lên men nên không ảnh hưởng đến thành phần bột quả thành phẩm. Quá trình lên men và sấy thăng hoa không làm mất đi hoạt tính miraculin trong quả thần kỳ, bột quả vẫn còn tác dụng làm thay đổi ngưỡng cảm nhận biết đối với bốn vị cơ bản: Khi sử dụng bột quả thần kỳ ngưỡng cảm đối với vị ngọt giảm, ngưỡng cảm đối với vị chua và đắng tăng, trong khi sự thay đổi ngưỡng cảm đối với vị mặn gần như không đáng kể so với không sử dụng bột quả. Bên cạnh đó, bột quả thần kỳ ảnh hưởng đáng kể đến khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm nước cam ép nguyên chất. Khả năng chấp nhận của nước cam ép bổ sung bột thần kỳ 0,5 - 0,75% cải thiện đáng kể khả năng chấp nhận sản phẩm, đạt khoảng 90%. Kết quả nghiên cứu mở ra triển vọng chế biến và ứng dụng bột quả thần kỳ cải thiện cảm giác vị cho những người kiêng ăn ngọt hoặc những người bị mất vị giác do phải sử dụng thuốc hoặc hóa chất kéo dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Diyapaththugama, S., Mulaw, G. F., Ajaz, M., Colson Shilton, N., Singh, I. & Jani, R. (2024). Miracle Fruit, a Potential Taste-modifier to Improve Food Preferences: A Review. *Current Nutrition Reports*, 13(4): 867 - 883.
2. Misaka, T. (2013). Molecular mechanisms of the action of miraculin, a taste-modifying protein. *Seminars in cell & developmental biology*, 24(3): 222 - 225.
3. Trần Danh Thế, Vũ Văn Độ & Ngô Kế Sương (2010). Bước đầu trồng thử nghiệm và tách chiết hoạt chất miraculin trong trái cây thần kỳ (*Synsepalum dulcificum danieli*). *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 13(T1-2010): 54 - 61.
4. Kant, R. (2005). Sweet proteins—potential replacement for artificial low calorie sweeteners. *Nutrition journal*, 4: 1 - 6.
5. Doddawad, V. G., Shivananda, S., Vidya, C., Madhu, B. & Gurupadayya, B. (2022). Insight on

synsepalum dulcificum: a bioactive compound on taste modification and its biological properties. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 12(3): 93 - 98.

6. Agboola, D., Fawibe, O., Ogunyale, O. & Ajiboye, A. (2014). Botanical and protein sweeteners. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, 5(4): 169 -187.

7. Kurihara, K. & Beidler, L. M. (1968). Taste-modifying protein from miracle fruit. *Science*, 161(3847): 1241 - 1243.

8. Theerasilp, S. & Kurihara, Y. (1988). Complete purification and characterization of the taste-modifying protein, miraculin, from miracle fruit. *Journal of Biological Chemistry*, 263(23): 11536 -11539.

9. He, Z., Tan, J. S., Abbasiliasi, S., Lai, O. M., Tam, Y. J., Halim, M. & Ariff, A. B. (2015). Primary recovery of miraculin from miracle fruit, *Synsepalum dulcificum* by AOT reverse micellar system. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2): 1243 -1250.

10. Klein, J. & Kressdorf, B. (1989). Polymers for the immobilization of whole cells and their application in biotechnology. *Die Angewandte Makromolekulare Chemie*, 166(1): 293 - 309.

11. Cardona, C. A. & Sánchez, Ó. J. (2007). Fuel ethanol production: process design trends and integration opportunities. *Bioresource Technology*, 98(12): 2415 - 2457.

12. Dömény, Z., Smogrovicová, D., Gemeiner, P., Sturdík, E., Pátková, J. & Malovíková, A. (1998). Continuous secondary fermentation using immobilised yeast. *Biotechnology letters*, 20: 1041 - 1045.

13. Göksungur, Y. & Zorlu, N. (2001). Production of ethanol from beet molasses by Ca-alginate immobilized yeast cells in a packed-bed bioreactor. *Turkish Journal of Biology*, 25(3): 265 - 275.

14. Lee, K. H., Choi, I. S., Kim, Y.-G., Yang, D.-J. & Bae, H.-J. (2011). Enhanced production of bioethanol and ultrastructural characteristics of reused *Saccharomyces cerevisiae* immobilized

calcium alginate beads. *Bioresource Technology*, 102(17): 8191 - 8198.

15. Kongruang, S. & Wanganu, B. (2009). Entrapment by Ca-alginate immobilized yeast cells for dried longan wine production, In Current research topics in applied microbiology and microbial biotechnology. World Scientific.

16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9934:2013 (ISO 1666:1996). Tinh bột - Xác định độ ẩm - Phương pháp dùng tủ sấy.

17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4594:1988. Đồ hộp - Phương pháp xác định đường tổng số, đường khử và tinh bột.

18. Dương Thị Phượng Liên, Nguyễn Thị Thu Thủy & Phan Thị Bích Trâm (2014). Ảnh hưởng của dịch quả thần kỳ đến sự thay đổi ngưỡng cảm phân biệt các vị cơ bản và chất lượng cảm quan của nước cam ép. *Tạp chí Khoa học Đại học, Cần Thơ* (33): 97 - 103.

19. Nguyễn Văn Tuấn, 2007. *Phân tích số liệu và biểu đồ bằng R*. Nxb Khoa học & Kỹ thuật., 118 trang.

20. Walker, G. M. & Stewart, G. G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, 2(4): 1 - 12.

21. Querol, A. & Fleet, G. H., (Sabine Schreck, H.), 2006. Yeasts in food and beverages, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

22. Shikha, G., Ragya, K., Kirat, K. B. & Namrata, S. (2019). Taste modification using miracle berry (*Synsepalum dulcificum*): A dynamic approach for novel foods. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 6(2): 149 - 154.

23. Harvey, R. (1974). Method for modifying sour and bitter taste. Office, U. S. P. *Google Patents*.

24. Vion, C., Yeramian, N., Hranilovic, A., Masneuf-Pomarède, I. & Marullo, P. (2024). Influence of yeasts on wine acidity: new insights into *Saccharomyces cerevisiae*. *OENO one*, 58(4): 1 - 17.

25. Ngô Thị Hồng Thư (1989). Kiểm nghiệm thực phẩm bằng phương pháp cảm quan. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*.

26. Andrade, A. C., Martins, M. B., Rodrigues, J. F., Coelho, S. B., Pinheiro, A. C. M. & Bastos, S. C. (2019). Effect of different quantities of miracle fruit on sour and bitter beverages. *LWT*, 99: 89 - 97.

**STUDYING ON THE FERMENTATION USING IMMOBILIZED YEAST IN ALGINATE GEL
IN THE DRYING PROCESS OF MIRACLE FRUIT POWDER (*Synsepalum dulcificum*)**

Duong Thi Phuong Lien¹, Nguyen Thi Thu Thuy¹

¹*Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University*

Summary

Miracle fruit with a miraculin component can modify the taste perception of food. The research investigated the possibility of processing miracle fruit powder that retains the above interesting properties and is convenient when added to other foods. Removing sugars by fermentation to support the drying process of fruit powder is a simple, economical method and still maintains the activity of miraculin. The fruit juice fermentation used immobilized yeast on alginate gel with the yeast particle ratio of 0.5, 1.0 and 1.5% to ferment fruit juice for 30, 60 and 90 minutes at environmental temperature. The fermented fruit juice was freeze-dried into fruit powder. The recovery efficiency, sugar decreasing efficiency, powdering ability, and miraculin activity through the change in the recognition threshold for basic tastes when using miracle fruit powder were determined. The fruit powder with the suitable parameters of the fermentation was mixed with pure orange juice product at the ratios of 0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1%. The consumer acceptability of the product was evaluated. The results showed that using 1.5% of immobilized yeast to ferment the fruit juice for 30 minutes produced a high-quality miracle fruit powder product, high miraculin activity maintained through the results of a decrease in the sweet taste threshold, an increase in the sour and bitter taste threshold and almost no effect on the salty taste threshold. The addition of 0.5 – 0.75% of miracle fruit powder significantly improved consumer acceptability of pure orange juice products by up to 90%.

Keywords: *Fruit powder, fermentation, immobilized yeast, threshold, miracle fruit.*

Ngày nhận bài: 25/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 01/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 7/4/2025

Ngày duyệt đăng: 14/4/2025