



DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.064

NGHIÊN CỨU TẠO BỘT LÊN MEN LACTIC TỪ THANH LONG RUỘT TRẮNG (*Hylocerecus undatus*)

Nguyễn Thị Quỳnh Mai^{1*}, Đào Thị Mỹ Linh¹, Dương Thị Diễm My², Lê Hoàng Yến Vy² và Liêu Mỹ Đông³

¹Khoa Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh

²Sinh viên Khoa Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh

³Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Quỳnh Mai (email: maintq@cntp.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 13/11/2018

Ngày nhận bài sửa: 14/02/2019

Ngày duyệt đăng: 12/04/2019

Title:

A study on producing lactic-fermented powder from white dragon fruits

Từ khóa:

Lactobacillus acidophilus, lên men lactic, lợi khuẩn, sấy phun, thanh long ruột trắng

Keywords:

Lactobacillus acidophilus, lactic acid fermentation, probiotic, spray-drying, white dragon fruit powder

ABSTRACT

This study was conducted to determine the suitable condition for the spray-drying process of fermented dragon fruit powder (FDFP). White dragon fruit juice after fermentation by lactic acid bacteria (*Lactobacillus acidophilus*) were dried by spray-drying equipment. The concentration of maltodextrin (10 ÷ 25%, w/v) and the inlet temperature (115 ÷ 145°C) were investigated to get a good product. The acquired FDFP was analyzed some physicochemical and microbiological criteria in order to evaluate the quality. Results showed that at maltodextrin ratio of 20% (w/v) and input temperature of 125°C, the quality of FDFP were higher than other condition. Physicochemical and microbiological analysis of the product identified that the characteristic of probiotic density were 8.85 log (CFU/g), humidity were 3.31%, protein content were 1.29%, carbohydrate were 90.9%, total aerobic bacteria were 6.8×10^3 CFU/g, and no spore of mold and yeast was found. Finally, FDFP was diluted with sterilized water at various ratio to make an instant drink. At a ratio of 1: 2 (w/v), the sensory evaluation value of this drink is highest. Probiotics were able to survive 94.18% after 2 hours in artificial gastric juice and 78.96% after 4 hours in artificial intestinal fluid.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định điều kiện sấy phun thích hợp tạo bột thanh long lên men lactic giàu lợi khuẩn *Lactobacillus acidophilus*. Hai yếu tố được lựa chọn khảo sát trong quá trình sấy phun dịch thanh long đã lên men lactic là nồng độ maltodextrin (10÷25% (w/v)) và nhiệt độ đầu vào (115÷145°C). Sản phẩm bột được đánh giá một số chỉ tiêu hóa lý, vi sinh. Kết quả thu được cho thấy, nhiệt độ đầu vào 125°C và nồng độ maltodextrin bổ sung 20% (w/v) là phù hợp để tạo bột thanh long lên men lactic có mật độ lợi khuẩn 8,85 log (CFU/g); độ ẩm 3,31%; hàm lượng protein 1,29%; carbohydrate 90,9%; tổng số vi khuẩn hiếu khí $6,8 \times 10^3$ CFU/g và không phát hiện bào tử nấm mốc, nấm men. Bột thanh long lên men được hoàn nguyên ở tỉ lệ 1:2 (w/v) tạo dạng thức uống liền với giá trị cảm quan tốt. Lợi khuẩn trong bột thanh long lên men có khả năng sống sót 94,18% sau 2 giờ ở dịch dạ dày nhân tạo và 78,96% sau 4 giờ ở dịch ruột nhân tạo.

Trích dẫn: Nguyễn Thị Quỳnh Mai, Đào Thị Mỹ Linh, Dương Thị Diễm My, Lê Hoàng Yến Vy và Liêu Mỹ Đông, 2019. Nghiên cứu tạo bột lên men lactic từ thanh long ruột trắng (*Hylocerecus undatus*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Công nghệ Sinh học)(2): 218-225.

1 GIỚI THIỆU

Probiotic (lợi khuẩn) được định nghĩa là các vi sinh vật có lợi cho vật chủ khi được đưa vào cơ thể với lượng phù hợp (FAO/WHO, 2001). Các lợi ích chính của việc hấp thu probiotic bao gồm giảm hiện tượng dị ứng lactose, giảm cholesterol, kích thích hệ miễn dịch, tăng hấp thu khoáng chất, giảm táo bón, chống lại các vi khuẩn bệnh ... (Saad *et al.*, 2013). Do vậy, probiotic (đặc biệt là nhóm vi khuẩn lactic) đã được lựa chọn, bổ sung vào nhiều loại thực phẩm để tăng thêm giá trị sức khỏe bên cạnh giá trị dinh dưỡng sẵn có của thực phẩm. Trong đó, sữa là nguyên liệu truyền thống được sử dụng phổ biến làm chất mang probiotic. Nhiều năm gần đây, rất nhiều nghiên cứu đã chứng minh nước trái cây cũng là chất mang phù hợp cho probiotic vì giàu vitamin, khoáng, chất xơ, chất chống oxy hóa (Fonteles *et al.*, 2012; Dipiyoti *et al.*, 2015; Kaur *et al.*, 2016). Nước trái cây giàu vitamin, khoáng, chất xơ, chất chống oxy hóa, đường trong trái cây phù hợp cho sự sinh trưởng của lợi khuẩn. Đây cũng là đồ uống hương vị tươi ngon, được nhiều độ tuổi khác nhau ưa thích. Trong báo cáo của Ding and Shah (2008) cho biết sự tiêu hóa nước trái cây trong dạ dày nhanh hơn so với các sản phẩm sữa nên lợi khuẩn tiếp xúc pH thấp ở dạ dày với thời gian ngắn hơn và sống sót tốt hơn ở điều kiện cực đoan này.

Theo báo cáo của Pereira and Rodrigues (2018) có hai cách để tạo nước trái cây probiotic là bổ sung trực tiếp hoặc lên men bằng các chủng lợi khuẩn. Trong đó, việc lên men có một số lợi thế hơn như: giúp lượng đường trong sản phẩm thấp do có sự tăng trưởng của vi khuẩn, tỉ lệ sống cao hơn do đã thích nghi môi trường. Lên men lactic là phương pháp lâu đời nhất được sử dụng trong chế biến, bảo quản thực phẩm. Trong quá trình lên men vi khuẩn lactic sẽ sản sinh bacteriocin, polysaccharide ngoại bào (EPS), hợp chất thơm, enzyme, vitamin B, polyol năng lượng thấp (manitol, sorbitol). Những chất này giúp làm gia tăng sự an toàn, chất lượng dinh dưỡng, tính cảm quan và hoạt tính chống oxy hóa của thực phẩm (Beena *et al.*, 2012). Hiện nay, nhiều dòng sản phẩm nước trái cây lên men đã xuất hiện trên thị trường thế giới như GoodBelly của NextFood (USA), Proviva của Skane Dairy (Thụy Điển), Biola của Valio Gefilus (Phần Lan) (Perricone *et al.*, 2015) nhưng ở Việt Nam còn hạn chế. Các sản phẩm ở dạng dịch thường có tình trạng giảm lượng lợi khuẩn trong thời gian bảo quản. Do vậy, nhiều nghiên cứu đã thực hiện sấy phun các dịch trái cây probiotic như một phương án khắc phục điều này đồng thời đây cũng là một cách vi gói bảo vệ vi khuẩn trong quá trình sấy ở nhiệt độ cao (Phisut, 2012; Paim *et al.*, 2016;; Tontul and Topuz 2017).

Ở Việt Nam, thanh long ruột trắng hiện được trồng ở 30 tỉnh thành, tập trung tại ba tỉnh Bình Thuận, Tiền Giang và Long An, chiếm 93,6% diện tích và chiếm 95,5% sản lượng cả nước. Tình hình sản xuất thanh long ở Việt Nam phát triển mạnh, từ năm 2000 - 2013 diện tích tăng 4,5 lần và sản lượng tăng 13 lần. Diện tích thanh long trên cả nước năm 2013 là 28,700 ha, sản lượng đạt 520 ngàn tấn (Đoàn Minh Vương và *ctv*, 2015). Như vậy có thể nhận thấy tiềm năng nguyên liệu thanh long trong nước luôn dồi dào. Đây là loại trái cây nhiệt đới, chứa hàm lượng dinh dưỡng phong phú, giàu vitamin, khoáng chất, chất xơ, đặc biệt có chứa các hoạt chất chống oxy hóa (Nurliyana *et al.*, 2010). Thanh long chủ yếu lưu bán trên thị trường ở dạng trái tươi, do vậy thời gian bảo quản không dài. Hiện nay, một số cơ sở sản xuất nhỏ lẻ đã nghiên cứu chế biến thanh long ở dạng rượu vang, mứt dẻo, thanh long sấy. Việc tạo ra sản phẩm thanh long lên men giàu probiotic sẽ góp phần làm đa dạng hóa các sản phẩm của địa phương.

Xuất phát từ các vấn đề nêu trên, đề tài được thực hiện lên men lactic dịch thanh long và xác định một vài thông số sấy phun phù hợp nhằm tạo bột với hiệu suất cao, đảm bảo yêu cầu số lượng lợi khuẩn, đồng thời xác định một số tính chất của sản phẩm bột thanh long lên men lactic.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

Giống vi sinh vật: *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) nhận từ Bộ môn Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh. Giống được giữ trong glycerol 10% ở nhiệt độ -18°C và trên môi trường MRS-agar (Himedia, Ấn Độ) ở 4°C.

Quả thanh long ruột trắng (*Hylocereus undatus*) được thu mua tại xã Phú Ngãi Trị, huyện Châu Thành, tỉnh Long An. Chọn quả có cùng độ chín, trọng lượng trung bình 0,3 – 0,4 kg, không dập nát, hư hỏng.

Đường tinh luyện RE có hàm lượng saccharose > 99,8% do công ty Đường Biên Hòa sản xuất.

Maltodextrin DE 10 (Himedia- Ấn Độ) dạng bột màu trắng.

Môi trường dịch dạ dày nhân tạo (SGJ-Simulated Gastric Juice): NaCl 9 g/L, pepsin 3 g/L, pH=2.

Môi trường dịch ruột nhân tạo (SIF-Simulated Intestinal Fluid): NaCl 9 g/L, muối mật 3 g/L, pH=6,5.

2.2 Phương pháp thí nghiệm

2.2.1 Chuẩn bị giống cho lên men

Lactobacillus acidophilus (*L. acidophilus*) được nhân giống cấp 2 trong môi trường MRS-broth ở 37°C trong 24 giờ, ly tâm 4000 v/ph trong 20 phút ở 4°C, rửa sinh khối 2 lần bằng nước muối sinh lý và hoàn lại thể tích ban đầu. Dịch giống thu được đạt mật độ 10^9 CFU/mL.

2.2.2 Lên men lactic dịch thanh long

Quả thanh long được rửa sạch, tách vỏ lấy thịt quả, ép thu dịch.

Chuẩn hóa dịch lên men ban đầu theo các thông số đã khảo sát trước đó bao gồm: tỷ lệ pha loãng dịch quả và nước 2:1 (v/v), nồng độ chất khô 16 °Bx, pH 6,0. Khử trùng Pasteur dịch trong 80 °C trong 10 phút. Sau đó làm nguội nhanh đến nhiệt độ 30 °C, cấy giống với tỉ lệ 4% (v/v) tương ứng với mật số ban đầu là $7,2 \times 10^7$ CFU/mL, thực hiện lên men ở 37 °C trong 72 giờ. Dịch sau lên men có mật số *L. acidophilus* là 10,4 log (CFU/mL); pH 3,83; nồng độ chất khô 14,73 °Bx.

2.2.3 Khảo sát điều kiện sấy phun tạo bột thanh long lên men lactic

Dịch thanh long sau lên men được sấy bằng máy sấy phun EYELA SD1000, với các thông số cố định gồm tốc độ nhập liệu 250 mL.h⁻¹; áp suất 1,8 atm; nhiệt độ đầu ra là 65-70 °C. Hai thông số lần lượt được khảo sát là tỷ lệ maltodextrin 10%, 15%, 20%, 25% (w/v) và nhiệt độ sấy đầu vào 115, 125, 135, 145 °C. Các nghiệm thức được đánh giá qua hiệu suất thu hồi bột, độ ẩm, mật số *L. acidophilus* (CFU/g).

2.2.4 Hoàn nguyên bột thanh long lên men

Bột thanh long được pha loãng với nước ấm vô trùng 40 – 45 °C, ở các tỉ lệ 1:1, 1:2, 1:3 (w/v). Các mẫu đã hoàn nguyên được đánh giá cảm quan thị hiếu (CQTH) về vị, mật số *L. acidophilus* (CFU/mL)

2.2.5 Kiểm tra khả năng chịu các điều kiện khắc nghiệt ở hệ tiêu hóa

Thực hiện theo Kalita *et al.*, (2018) và có một số điều chỉnh: Chuẩn bị các môi trường dịch dạ dày và dịch mật nhân tạo, thanh trùng ở nhiệt độ 90 °C trong 5 phút. Bổ sung riêng biệt bột thanh long vào từng môi trường theo tỷ lệ 1:10 (w/v), trộn đều bằng vortex. Với môi trường SGJ, tiến hành xác định mật số lợi khuẩn (CFU/mL) sau mỗi 30 phút ủ trong tổng thời gian theo dõi là 2 giờ. Với môi trường SIF, tiến hành xác định mật số lợi khuẩn (CFU/mL) sau mỗi 60 phút ủ trong tổng thời gian theo dõi là 4 giờ.

2.2.6 Phương pháp phân tích

Xác định mật số tế bào: Phương pháp trải đĩa trên môi trường MRS agar (Angelov *et al.*, 2006).

Xác định độ ẩm: Sử dụng cân sấy ẩm Ohaus MB45. Đặt một lượng mẫu (≤ 1 g) lên cân, cài đặt chế độ khối lượng sấy LO, nhiệt độ sấy 105 °C, chế độ hiển thị kết quả % MOIST/W. Chờ quá trình sấy mẫu kết thúc, đọc kết quả trên màn hình.

Xác định hàm lượng chất khô hoà tan: Sử dụng chiết quang kế.

Xác định hiệu suất thu hồi: Hiệu suất thu hồi sản phẩm được tính bằng tỷ lệ lượng bột thu được sau mỗi thí nghiệm sấy phun so với lượng chất rắn ban đầu trong dịch trước sấy phun (Tontul and Topuz, 2017).

Xác định các chỉ tiêu protein, carbohydrate, tổng vi khuẩn hiếu khí, tổng số bào tử nấm mốc, nấm men: Mẫu được gửi đến Công Ty TNHH DV KHCN Khuê Nam để phân tích. Hàm lượng protein được xác định theo AOAC 991.20; hàm lượng lipide được xác định theo Ref. AOAC 948.22; hàm lượng carbohydrate được xác định theo TCVN 4594 : 1988; tổng vi khuẩn hiếu khí được xác định theo ISO 4833-1:2013; tổng số bào tử nấm mốc, nấm men được xác định theo ISO 21527-2:2008.

Xác định hình dạng, kích thước hạt của bột thanh long lên men bằng cách chụp SEM: mẫu được gửi đến Phòng thí nghiệm Công nghệ nano, Trung tâm Nghiên cứu triển khai Khu Công nghệ cao.

Phương pháp đánh giá cảm quan: phương pháp cảm quan thị hiếu (Hà Duyên Tư, 2006).

Phương pháp thống kê xử lý số liệu: tất cả các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, lặp lại 3 lần. Đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu thí nghiệm được thực hiện bằng phương pháp thống kê Anova và kiểm định LSD với độ tin cậy 95%. Các số liệu thu nhận được xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphic Centurion XVI.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của nồng độ maltodextrin đến quá trình sấy phun

Maltodextrin được biết đến như một chất trợ sấy rất phổ biến được lựa chọn bổ sung vào dịch thanh long lên men trước khi sấy nhằm làm tăng nồng độ chất khô và tăng nhiệt độ hóa gương (glass transition temperature - T_g) của dịch đầu vào, giúp quá trình sấy diễn ra dễ dàng và đạt hiệu suất thu hồi bột cao hơn (Tontul and Topuz, 2017).

Kết quả Bảng 1 cho thấy, hiệu suất thu hồi bột ở các nghiệm thức đều trên 50%. Hiệu suất thu hồi tăng

dần khi tăng tỷ lệ bổ sung maltodextrin từ 10% đến 20% và đạt giá trị cao nhất tại nồng độ 20% (57,73%). Xu hướng này cũng được ghi nhận trong các nghiên cứu tạo bột trái cây của nhiều tác giả khác (Vardin and Yasar, 2012; Cynthia *et al.*, 2014; Largo *et al.*, 2015;). Nguyên nhân là do lượng chất khô thấp làm độ nhớt trong dịch thấp, sau khi phun sương, các hạt va chạm nhanh và mạnh hơn vào

thành thiết bị dẫn đến hiện tượng dính vào thành thiết bị nhiều hơn (Tontul and Topuz, 2017). Tiếp tục tăng maltodextrin lên 25% thì hiệu suất thu hồi bột giảm nhẹ chỉ còn 53,73%. Điều này có thể giải thích do khi hàm lượng chất khô quá cao độ nhớt của dịch sấy cao cũng gây khó khăn cho quá trình sấy (Tonon *et al.*, 2008).

Bảng 1: Ảnh hưởng của nồng độ maltodextrin đến quá trình sấy phun

Nồng độ maltodextrin (w/v)	Mật độ vi sinh log(CFU/g)	Độ ẩm (%)	Hiệu suất thu hồi (%)
10%	8,13 ± 0,04 ^a	3,37 ± 0,09 ^c	50,10 ± 0,01 ^a
15%	8,17 ± 0,04 ^a	3,28 ± 0,07 ^c	52,90 ± 0,01 ^b
20%	8,68 ± 0,05 ^c	2,60 ± 0,08 ^b	57,73 ± 0,01 ^c
25%	8,38 ± 0,08 ^b	2,08 ± 0,04 ^a	53,73 ± 0,01 ^b

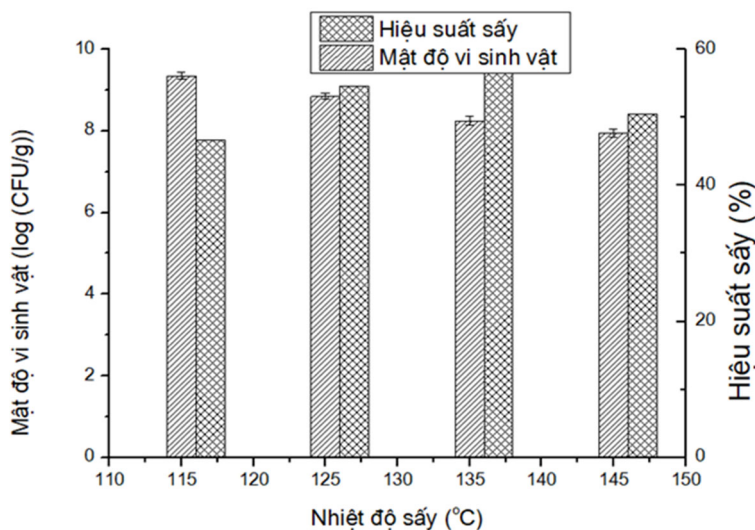
*Các số trung bình trong cùng một cột với các mẫu tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%, trong đó: a < b < c

Mật số vi khuẩn trong bột cũng tăng khi tăng dần lượng maltodextrin, đạt cao nhất ở 20% tương ứng với mật số 8,68 log(CFU/g), nhưng lại giảm xuống 8,38 ± 0,079 log(CFU/g) khi tăng maltodextrin lên 25%. Kết quả này tương ứng với sự thay đổi hiệu suất thu hồi bột trong các nghiệm thức. Xét về chỉ tiêu độ ẩm, tất cả các nghiệm thức đều đạt độ ẩm thấp (<5%) và độ ẩm càng thấp khi nồng độ maltodextrin bổ sung càng cao. Nhiều nghiên cứu về nước trái cây cũng cho kết quả tương tự (Gallo *et al.*, 2011; Ferrari *et al.*, 2012; Bhusari *et al.*, 2014). Kết hợp các tiêu chí về hiệu suất thu hồi bột, mật độ vi sinh và độ ẩm của bột thanh long, hàm lượng maltodextrin 20% được chọn bổ sung vào dịch sấy phun cho thí nghiệm khảo sát tiếp theo.

3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ đầu vào đến quá trình sấy phun

Nhiệt độ đầu vào có ảnh hưởng lớn đến mật độ vi sinh và hiệu suất thu hồi bột thanh long lên men.

Hiệu suất thu hồi bột và độ ẩm tăng dần (từ 46,77% đến 58,10%) khi tăng tương ứng nhiệt độ đầu vào từ 115 °C đến 135 °C, sau đó giảm xuống nhanh (50,43%) khi tăng nhiệt độ đầu vào lên 145 °C (Hình 1). Ngược lại, cùng với sự tăng nhiệt độ sấy đầu vào, độ ẩm bột giảm dần, thấp nhất ở 135 °C (3,06%) nhưng độ ẩm lại tăng nhẹ ở nhiệt độ sấy 145 °C. Điều này có thể giải thích là do khi nhiệt độ càng cao thì hơi nước bốc hơi nhanh làm cho độ ẩm các hạt giảm xuống, sản phẩm ít bị dính vào thành thiết bị. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng quá cao thì các bề mặt hạt sẽ nóng hơn khiến cho các hạt bị nóng chảy, sản phẩm sẽ bị dính nhiều trên thành thiết bị, làm giảm hiệu suất thu hồi bột và tăng độ ẩm sản phẩm (Telang and Thorat, 2010).



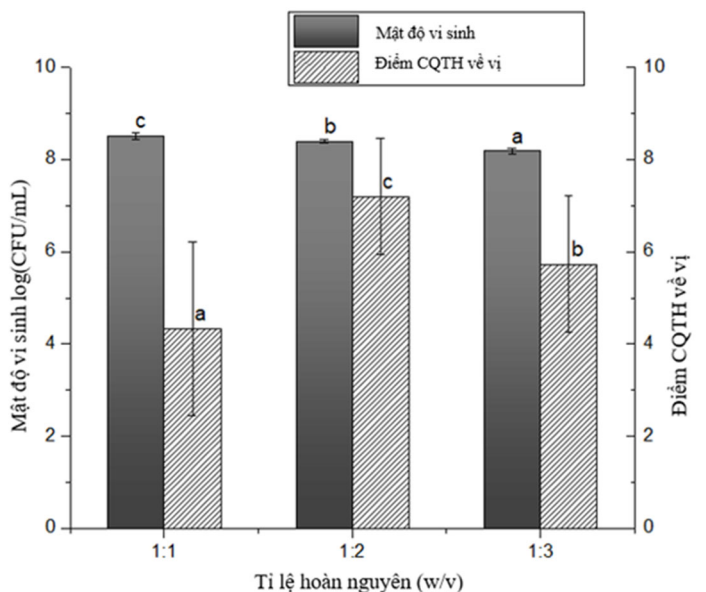
Hình 1: Biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đầu vào đến hiệu suất sấy và mật số vi khuẩn trong bột thanh long lên men lactic

Mật số vi sinh giảm theo sự gia tăng nhiệt độ sấy do ở nhiệt độ càng cao sẽ làm cho các enzyme, protein, ... của vi sinh vật nhanh bị biến tính khi tiếp xúc trực tiếp với dòng không khí nóng. Ở nhiệt độ sấy từ 115 °C mật số vi sinh vật trong bột là 9,35 log(CFU/g), tăng nhiệt độ sấy lên 125 °C, 135 °C mật số vi khuẩn tăng giảm 1 log, tiếp tục tăng nhiệt độ đến 145 °C thì mật số vi khuẩn chỉ còn 7,94 log(CFU/g).

Dựa trên hiệu suất sấy và mật số vi sinh vật cho thấy, nhiệt độ sấy đầu vào trong khoảng 125 °C – 135 °C là phù hợp cho việc tạo bột đảm bảo lượng lợi khuẩn cao trên 10⁸ CFU/g.

3.3 Hoàn nguyên bột thanh long

Với định hướng sử dụng bột thanh long lên men lactic như dạng bột hoà tan uống liền giàu mật độ probiotic và được người tiêu dùng ưa thích, tỷ lệ hoàn nguyên bột đã được khảo sát ở các tỷ lệ pha loãng khác nhau.



Hình 2: Biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của tỷ lệ hoàn nguyên bột thanh long đến mật số vi khuẩn và điểm cảm quan thị hiếu về vị của các mẫu thử

Kết quả ở Hình 2 cho thấy, mật số vi sinh ở cả 3 tỷ lệ hoàn nguyên đều trên 8 log(CFU/mL), nằm trong giới hạn quy định về sản phẩm probiotic của WHO (>10⁶ CFU/mL) và của Hiệp hội sữa chua quốc gia (NYA) của Mỹ (>10⁸ CFU/mL). Trong đó, mẫu pha loãng bột ở tỷ lệ 1:1 (w/v) có mật số vi khuẩn cao nhất và giảm dần theo các tỷ lệ hoàn nguyên loãng hơn. Xét về điểm đánh giá CQTH về vị, tỷ lệ hoàn nguyên 1:1 lại có điểm thấp nhất (4,33 điểm) do chua gắt, tỷ lệ 1:2 có điểm đánh giá cao nhất (7,20 điểm) do sự hài hòa về vị. Do vậy, kết hợp cả hai yêu cầu về mật số lợi khuẩn và điểm CQTH về vị thì tỷ lệ 1:2 (w/v) được chọn để làm công thức hoàn nguyên bột thanh long.

3.4 Khả năng chịu các điều kiện khắc nghiệt ở dịch dạ dày nhân tạo và dịch ruột nhân tạo

Một sản phẩm probiotic ngoài yêu cầu đảm bảo mật độ lớn 10⁷ – 10⁹ CFU/mL trong thời gian bảo quản còn phải tồn tại được qua điều kiện khắc nghiệt trong dạ dày và sống được tại ruột non (Perricone *et al.*, 2015). Vì vậy, *L. acidophilus* trong bột thanh

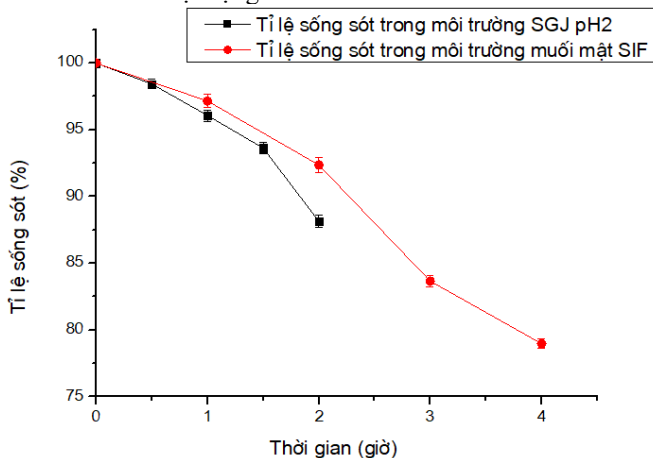
long được ủ riêng biệt trong từng môi trường riêng để đánh giá sự sống sót trong từng điều kiện cực đoan của hệ tiêu hóa. Kết quả thể hiện trong Hình 3.

Trong môi trường dịch dạ dày nhân tạo SGJ pH 2, sau 2 giờ thì mật độ vi sinh giảm từ 8,31 log(CFU/mL) xuống 7,32 log (CFU/mL) ứng với tỷ lệ sống sót 88,10%. Chứng tỏ, *L. acidophilus* có khả năng chịu pH rất tốt.

Trong môi trường dịch ruột nhân tạo SIF, mật độ vi sinh có sự biến động nhanh sau mỗi giờ ủ. Nguyên nhân giảm mật số có thể giải thích do muối mật có thể gây hại cho các vi sinh vật vì chúng ngăn cản nhiều cơ chế bên trong tế bào gây ra hiện tượng stress như quá trình sinh tổng hợp màng hay trong quá trình sửa chữa DNA (Prieto *et al.* (2004). Sau 4 giờ ủ trong môi trường SIF, mật số vi khuẩn giảm từ 8,16 log(CFU/mL) xuống 6,44 log(CFU/mL) ứng với tỷ lệ sống sót 78,96 %. Chứng tỏ, *L. acidophilus* có khả năng kháng muối mật tốt. Trong nghiên cứu của Prieto *et al.* (2004), vi khuẩn có nhiều cách để điều khiển và hoạt động chuyên biệt để loại bỏ những tác nhân gây stress tế bào, một số dòng vi

khuẩn có những enzyme làm biến đổi cấu trúc của muối mật. Các enzyme thủy phân muối mật (bile salt hydrolase: BSH) thông thường là những enzyme nội bào xúc tác quá trình thủy phân các liên kết amide giữa steroid và chuỗi bên amino acid. Hoạt động của

các enzyme này được tìm thấy trên các loài vi khuẩn có nguồn gốc từ hệ tiêu hóa động vật hữu nhũ như *Bifidobacterium*, *L. acidophilus*, *Lactobacillus gasseri* và một số loài *Lactobacillus plantarum*.



Hình 3: Tỷ lệ sống sót của vi khuẩn trong môi trường SGJ pH 2 và SIF

Như vậy, qua các kết quả có thể thấy vi khuẩn *Lactobacillus acidophilus* trong sản phẩm bột thanh long lên men so khả năng tồn tại tốt trong các điều kiện khắc nghiệt riêng biệt ở hệ tiêu hóa. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả của một số nghiên cứu khác khi phản ánh rằng các chủng vi khuẩn probiotic gần như không bị ảnh hưởng bởi muối mật và pH thấp của dịch dạ dày (Boonkumklao *et al.*, 2006, Jensen *et al.*, 2012).

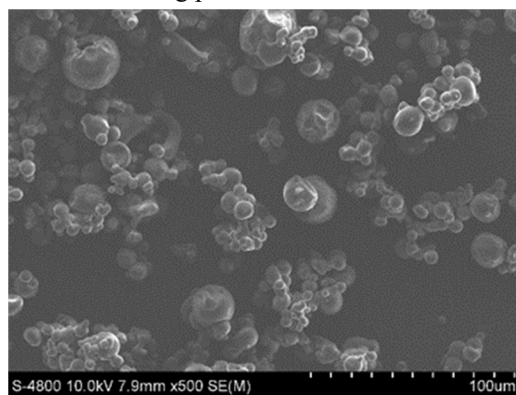
3.5 Đánh giá một số chỉ tiêu hóa lý, vi sinh của bột thanh long lên men lactic

Bột thanh long lên men được chụp bằng SEM và kết quả cho thấy hình thái của bột thanh long có dạng hình cầu, bề mặt lồi và có kích thước không đồng đều (30 ÷ 200 µm) (Hình 4). Hiện tượng lồi bề mặt được giải thích là do trong quá trình sấy, dưới tác động của nhiệt độ, hơi nước thoát ra gây ra những vết lồi trên bề mặt chế phẩm.

Kết quả kiểm tra hàm lượng dinh dưỡng và một số chỉ tiêu vi sinh có trong bột thanh long được trình bày trong Bảng 2.

Sản phẩm bột tạo thành được gửi mẫu đến Công

ty Khuê Nam để đánh giá chỉ tiêu vi sinh. Hiện chưa có TCVN quy định chất lượng cho sản phẩm dạng bột trái cây hoặc trái cây lên men nhưng so sánh về yêu cầu về một số chỉ tiêu vi sinh cơ bản ở sản phẩm dạng bột như sữa bột (TCVN 5538:2002) bột thanh long đạt tiêu chuẩn với mật độ tổng số vi khuẩn hiếu khí là $6,8 \times 10^2$ CFU/g và tổng số bào tử nấm men, nấm mốc là không phát hiện được.



Hình 4: Hình ảnh chụp SEM bột thanh long lên men lactic

Bảng 2: Chỉ tiêu hóa lý và vi sinh của sản phẩm bột thanh long probiotics được sấy phun từ thanh long ruột trắng

Chỉ tiêu	Kết quả	Phương pháp thử
Protein	1,29%	AOAC 991.20
Lipid	KPH (LOD=0,1)	Ref. AOAC 948.22
Carbohydrate	90,9%	TCVN 4594:1988
Tổng số vi khuẩn hiếu khí	$6,8 \times 10^2$ CFU/g	ISO 4833-1:2013
Tổng số bào tử nấm men, nấm mốc	Không phát hiện	ISO 21527-2:2008

4 KẾT LUẬN

Sấy phun dịch thanh long lên men lactic ở nhiệt độ đầu vào 125 °C với 20% maltodextrin tạo bột có mật số lợi khuẩn vẫn đạt trên 10⁸ CFU/g, đảm bảo tiêu chuẩn về số lượng lợi khuẩn của một sản phẩm probiotic, đồng thời, sản phẩm bột giàu carbohydrate. Như vậy, việc tạo sản phẩm bột trái cây lên men lactic là khả thi. Tuy nhiên, để hướng tới thương mại hóa sản phẩm cần tối ưu hóa thêm các điều kiện sấy phun, theo dõi bảo quản sản phẩm, nâng cao mức sống sót của lợi khuẩn qua quá trình sấy và đánh giá sự tồn tại của chúng trong điều kiện cực đoan liên tiếp ở hệ tiêu hóa.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ chi phí thực hiện nghiên cứu này; chân thành cảm ơn Khoa Công nghệ Sinh học, Trung tâm Việt Đức, Trung tâm Thí nghiệm thực hành giúp đỡ thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Angelov, A., Gotcheva, V., Kuncheva, R. and Hristozova, T., 2006. Development of a new oat-based probiotic drink. *Int J Food Microbiol.* 112(1): 75-80.

Beena Divya, J., Kulangara Varsha, K., Madhavan Nampoothiri, K., Ismail B. and Pandey A., 2012. Probiotic fermented foods for health benefits. *Engineering in Life Sciences.* 12(4): 377-390.

Bhusari, S. N., Muzaffar, K. and Kumar, P., 2014. Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. *Powder Technology.* 266: 354-364.

Boonkumkiao, P., Kongthong, P. and Assavanig A., 2006. Acid and bile tolerance of *Lactobacillus thermotolerans*, a Novel Species Isolated from Chicken Feces. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 40: 13-17.

Cynthia, S. J., Bosco, J. D. and Bhol S., 2014. Physical and structural properties of spray dried tamarind (*Tamarindus indica L.*) Pulp Extract Powder with Encapsulating Hydrocolloids. *International Journal of Food Properties.* 18(8): 1793-1800.

Ding, W. K., and Shah N. P., 2008. Survival of free and microencapsulated probiotic bacteria in orange and apple juices. *International Food Research Journal.* 15(2): 219-232.

Dipjyoti, C., Sourangshu, C. and Mohanasrinivasan, V., 2015. Fermentation of *Psidium guajava* Juice by Using Probiotic Lactic acid Bacteria *Lactobacillus Plantarum*. *Journal of Nutrition & Food Sciences.* 5(5): 1. Đoàn Minh Vương, Võ Thị Thanh Lộc, Huỳnh Vũ Kiệt và Nguyễn Thanh Tiến, 2015. Phân tích chuỗi giá trị thanh

long tại huyện Chợ Gạo tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ.* 36: 10-22.

FAO/WHO, 2001, Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Cordoba, Argentina, 10-2001.

Ferrari, C. C., Germer, S. P. M., Alvim, I. D., Vissotto, F. Z. and de Aguirre, J. M., 2012. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. *International Journal of Food Science & Technology.* 47(6): 1237-1245.

Fonteles, T. V., Costa, M. G. M., de Jesus, A. L. T., Fontes, C. P. M. L., Fernandes, F. A. N. and Rodrigues, S., 2012. Stability and Quality Parameters of Probiotic Cantaloupe Melon Juice Produced with Sonicated Juice. *Food and Bioprocess Technology.* 6(10): 2860-2869.

Gallo, L., Llabot, J. M., Allemandi, D., Bucalá, V. and Piña, J., 2011. Influence of spray-drying operating conditions on *Rhamnus purshiana* (Cáscara sagrada) extract powder physical properties. *Powder Technology.* 208(1): 205-214.

Hà Duyên Tư, 2006. Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội. Jensen, H., Grimmer, S., Naterstad, K. and Axelsson, L., 2012. In vitro testing of commercial and potential probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology.* 153(1): 216-222.

Kaur, S., Kaur, H.P. and Grover, J., 2016. Fermentation of tomato juice by probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry.* 5(2): 212-219.

Largo Ávila, E., Cortés Rodríguez, M., Velásquez, C. and José, H., 2015. Influence of Maltodextrin and Spray Drying Process Conditions on Sugarcane Juice Powder Quality. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* 68(1): 7509-7520.

Nurliyana, R., Syed Zahir, I., Mustapha Suleiman, K., Aisyah, M.R. and Kamarul Rahim, K., 2010. Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study. *International Food Research Journal.* 17: 367-375.

Paim, D.R., Costa, S.D., Walter, E. H. and Tonon, R. V., 2016. Microencapsulation of probiotic jussara (*Euterpe edulis M.*) juice by spray drying. *LWT.* 74: 21-25.

Pereira, A.L.F. and Rodrigues S., 2018. Turning fruit juice into probiotic beverages. In: Tiwari, B.K. (Eds). *Fruit Juices: Extraction, Composition, Quality and Analysis.* Copyright © Elsevier B.V. pp. 279-287.

Perricone, M., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia M. and Corbo, M., 2015. Challenges for the

- Production of Probiotic Fruit Juices. *Beverages*. 1(2): 95-103.
- Phisut, N., 2012. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product. *International Food Research Journal*. 19(4): 1297-1306.
- Prieto, A. I., Ramos-Morales, F., and Casadesús, J., 2004. Bile-induced DNA damage in *Salmonella enterica*. *Genetics*. 168 (4): 1787-94.
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J. M. and Bressollier, P., 2013. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT - Food Science and Technology*. 50(1): 1-16.
- Telang, A. M. and Thorat, B. N., 2010. Optimization of process parameters for spray drying of fermented soy milk. *Drying Technology*. 28(12): 1445-1456.
- Tonon, R. V., Brabet, C. and Hubinger, M. D., 2008. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*. 88(3): 411-418.
- Tontul, I. and Topuz, A., 2017. Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties. *Trends in Food Science & Technology*. 63: 91-102.
- Vardin, H. and Yasar, M., 2012. Optimisation of pomegranate (*Punica Granatum* L.) juice spray-drying as affected by temperature and maltodextrin content. *International Journal of Food Science & Technology*. 47(1): 167-176
- Đoàn Minh Vương, Võ Thị Thanh Lộc, Huỳnh Vũ Kiệt và Nguyễn Thanh Tiến, 2015. Phân tích chuỗi giá trị thanh long tại huyện Chợ Gạo tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 36: 10-22.