

LÊN MEN LACTIC TẠO ĐỒ UỐNG GIÀU PROBIOTIC TỪ THANH LONG RUỘT TRẮNG (*Hylocereus undatus*)

Nguyễn Thị Quỳnh Mai*, Đào Thị Mỹ Linh, Đỗ Thị Hoàng Tuyền,
Nguyễn Thị Thúy Hằng, Nguyễn Phạm Kim Tuyền

Khoa CNSH, Trường Đại học Công nghiệp thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh, 140 Lê Trọng Tấn, P. Sơn Kỳ,
Q. Tân Phú, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Nguyễn Thị Quỳnh Mai <ng.quynhmai82@gmail.com>
(Ngày nhận bài: 06-09-2019; Ngày chấp nhận đăng: 04-02-2020)

Tóm tắt. Thanh long (*Hylocereus undatus*) là loại trái cây chứa hàm lượng dinh dưỡng phong phú, giàu vitamin, khoáng và chất xơ. Đây là nguồn cơ chất rất phù hợp cho vi khuẩn lactic sinh trưởng. Hiện tại ở Việt Nam, thanh long chủ yếu được sử dụng trực tiếp ở dạng quả tươi hoặc lên men tạo rượu. Trong nghiên cứu này, lần đầu tiên dịch quả thanh long trắng được lên men lactic bằng vi khuẩn *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 nhằm tạo đồ uống lên men giàu lợi khuẩn, hướng đến đa dạng hóa các sản phẩm từ nguyên liệu thanh long ruột trắng. Các thông số lên men được khảo sát bao gồm nồng độ chất khô, pH, tỉ lệ giống cấy và thời gian lên men. Đồng thời, sức sống của lợi khuẩn theo thời gian bảo quản và khả năng sống sót trong điều kiện khắc nghiệt ở hệ tiêu hóa cũng được theo dõi. Kết quả cho thấy, ở các điều kiện lên men bao gồm nồng độ chất khô 16 °Bx, pH 6,0, tỉ lệ giống cấy 4% (v/v) tương ứng mật độ ban đầu là $4,8 \times 10^7$ CFU/mL, thời gian lên men phù hợp nhất là 72 giờ. Sản phẩm có mật độ lợi khuẩn đạt 10,4 log tương ứng với $2,5 \times 10^{10}$ CFU/mL). Lợi khuẩn trong dịch lên men có khả năng sống sót 94,39% sau 2 giờ ở dịch dạ dày nhân tạo (SGJ, pH 2,0) và 77,19% sau 4 giờ ở dịch ruột nhân tạo (SIF). Sau thời gian bảo quản 21 ngày ở 4 °C, mật độ lợi khuẩn giảm còn 9,91 log.

Từ khóa: lên men lactic, lợi khuẩn, *Lactobacillus acidophilus*, thanh long trắng

Fermentation of dragon fruit juice by using probiotic lactic acid bacteria

Nguyen Thi Quynh Mai*, Dao Thi My Linh, Do Thi Hoang Tuyen,
Nguyen Thi Thuy Hang, Nguyen Pham Kim Tuyen

Department of Biotechnology, Ho Chi Minh City University of Food Industry, 140 Le Trong Tan St., Son Ky Ward,
Tan Phu Dist., Ho Chi Minh City, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Thi Quynh Mai <ng.quynhmai82@gmail.com>
(Received: 06 September 2019; Accepted: 04 February 2020)

Abstract. Dragon fruit (*Hylocereus undatus*), a tropical fruit, is rich in valuable nutrients such as vitamins, minerals, and fiber. Therefore, this fruit can be considered as a suitable source for the growth of lactic acid bacteria. In Vietnam, dragon fruit is directly consumed or used for the production of alcoholic fermented beverages. In this study, the juice was fermented by using *Lactobacillus acidophilus* to fabricate beverages rich in probiotics to diversify the products. The optimal culture conditions are as follows: pH 6.0, initial cell density of lactic acid bacteria 4.8×10^7 (CFU/mL), dry matter concentration 16 °Bx, and

fermentation time 72 h. The product consists of 10 log (or 2.5×10^{10} CFU/mL) of *L. acidophilus*. The survival of probiotics in fermented dragon fruit juice remains at 94.39% after 2 h in the simulated gastric fluid medium and 77.19% after 4 h in the simulated intestinal fluid medium. After 21 days of storage at 4 °C, the viable count of probiotics decreased to 9.91 log.

Keywords: dragon fruit, lactic fermented juice, *Lactobacillus acidophilus*, probiotics

1 Mở đầu

Probiotic là những vi sinh vật sống hữu dụng được đưa trực tiếp vào trong thực phẩm. Chúng có khả năng tồn tại và phát triển trong đường tiêu hóa. Chúng không gây hại cho cơ thể vật chủ, trái lại còn cung cấp một số lợi ích đáng kể như sinh tổng hợp các chất kháng khuẩn bao gồm bacteriocin, acid hữu cơ, hydrogen peroxide, v.v. [1]. Các sản phẩm sữa lên men là môi trường tốt cho các chủng vi khuẩn lactic có chức năng probiotic phát triển. Tuy nhiên, việc tiêu thụ các sản phẩm này bị hạn chế ở một số lượng lớn những người không dung nạp đường sữa hoặc đang trong chế độ ăn kiêng hạn chế cholesterol. Sự gia tăng số lượng người ăn chay là một yếu tố khác giới hạn tiêu thụ sản phẩm sữa. Do đó, các sản phẩm probiotic từ trái cây và rau quả đã được nghiên cứu rộng rãi [2].

Nước ép trái cây chứa nguồn dinh dưỡng phong phú (chất chống oxy hóa, khoáng chất và vitamin) và đường tự nhiên trong trái cây góp phần vào sự tăng trưởng của probiotic. Các loại nước ép trái cây cũng có hương vị tươi mát nên được tất cả các nhóm tuổi ưa chuộng. Một lợi thế khác của cơ chất nước ép so với sữa là sự tiêu hóa các loại nước ép trong dạ dày nhanh hơn, do đó vi sinh vật bị lưu trong môi trường acid của dạ dày ít thời gian hơn, giảm tác động đến sức sống lợi khuẩn. Trong nhiều nghiên cứu, nước ép trái cây từ dưa, dưa đỏ, táo, cam, nho đen, chuối, quả việt quất, v.v. được sử dụng làm cơ chất cho probiotic [2]. Có hai cách để chuyển nước ép trái cây thành thực phẩm probiotic là bổ sung lợi khuẩn vào nước

ép trái cây hoặc lên men nước trái cây với lợi khuẩn. Sự lên men nước trái cây bằng lợi khuẩn thể hiện một số lợi thế so với việc bổ sung vì trong nước ép với lượng đường thấp, vi sinh vật thích nghi tốt hơn và có thể có tỷ lệ sống cao hơn. Một lợi thế khác của quá trình lên men là sản xuất các chất chuyển hóa giúp gia tăng chất lượng sản phẩm, chẳng hạn như bacteriocin (giúp chống tạp nhiễm vi sinh vật suốt thời gian bảo quản) [2]. Hiện nay, nhiều loại nước trái cây probiotic và đồ uống liên quan đã được thương mại hóa như Proviva (Thụy Điển), Biola (Phần Lan), Goodbely (Mỹ), v.v., nhưng chủ yếu là dạng nước trái cây bổ sung probiotic [3].

Ở Việt Nam, thanh long hiện được trồng ở 30 tỉnh thành. Riêng ba tỉnh Bình Thuận, Tiền Giang và Long An chiếm 93,6% diện tích và chiếm 95,5% sản lượng cả nước. Sản xuất thanh long ở Việt Nam phát triển mạnh; từ năm 2000 đến 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 và sản lượng đạt 520 ngàn tấn [4]. Như vậy, có thể nhận thấy tiềm năng nguyên liệu thanh long trong nước luôn dồi dào. Tuy nhiên, thanh long chủ yếu lưu được bán trên thị trường ở dạng trái tươi, do vậy thời gian bảo quản không dài. Hiện nay, một số cơ sở sản xuất đã nghiên cứu chế biến thanh long ở dạng rượu vang, mứt dẻo và thanh long sấy. Do vậy, việc tạo ra nước thanh long lên men giàu probiotic sẽ góp phần làm đa dạng hóa các sản phẩm của địa phương.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Đối tượng

Quả thanh long ruột trắng được thu mua tại xã Phú Ngãi Trị, huyện Châu Thành, tỉnh Long An. Chọn quả có cùng độ chín, khối lượng trung bình 0,3-0,4 kg, không dập nát, hư hỏng. *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 do Bộ môn Công nghệ sinh học, Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh cung cấp. Giống được giữ giống trong glycerol 10% ở -18 °C trên môi trường MRS-agar (Himedia, Ấn Độ) ở 4 °C.

2.2 Vật liệu

Hóa chất chính sử dụng bao gồm acid citric (Trung Quốc), NaHCO₃ (Trung Quốc), NaCl (Trung Quốc), pepsin (Sigma – Aldrich, Mỹ) và muối mật (Sigma – Aldrich, Mỹ). Đường tinh luyện RE có hàm lượng saccharose >99,8% mua từ công ty Đường Biên Hòa. Các môi trường được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: môi trường MRS Broth, MRS agar (Himedia, Ấn Độ); môi trường dịch dạ dày nhân tạo (SGJ – Simulated Gastric Juice: NaCl 9 g·L⁻¹, pepsin 3 g·L⁻¹, pH 2); môi trường dịch ruột nhân tạo (SIF – Simulated Intestinal Fluid: NaCl 9 g·L⁻¹, muối mật 3 g·L⁻¹, pH 6,5).

2.3 Phương pháp

Chuẩn bị giống cho lên men

Lactobacillus acidophilus được nhân giống cấp 2 trong môi trường MRS – broth ở 37 °C trong 22 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 được pha loãng theo dãy thập phân và cấy trải trên môi trường MRS agar. Mật độ vi khuẩn được xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc trên môi trường MRS agar. Dịch giống có mật độ 10⁹ CFU/mL.

Khảo sát quá trình lên men lactic

Quả thanh long được rửa sạch, tách vỏ lấy thịt quả và ép thu dịch. Để tiết kiệm dịch quả và không làm mất nhiều tính chất ban đầu, dịch quả

được pha loãng với nước ở tỉ lệ 2:1 (v/v); chỉnh pH về các giá trị khảo sát bằng dung dịch natri bicarbonat 5% hoặc acid citric 10%; chuẩn hóa nồng độ chất khô. Thanh trùng Pasteur dịch quả ở 80 °C trong 10 phút; làm nguội về 30 °C và cấy giống lên men.

Các yếu tố ảnh hưởng lên quá trình lên men bao gồm:

- pH ban đầu: 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; thông số cố định là nồng độ chất khô 12 °Bx; tỉ lệ giống cấy 2% (v/v); thời gian lên men tại 48 giờ.
- Nồng độ chất khô: 12, 14, 16, 18 °Bx; thông số cố định gồm pH chỉnh theo kết quả thí nghiệm trước; tỉ lệ giống cấy 2% (v/v); thời gian lên men tại 48 giờ.
- Tỉ lệ cấy giống: 2, 4, 6% (v/v); thông số cố định gồm pH và nồng độ chất khô chỉnh theo kết quả của thí nghiệm trước; thời gian lên men 48 giờ.
- Kết hợp các thông số được chọn ở các thí nghiệm trước, thời gian lên men: 24, 48, 72, 96 giờ.

Các nghiệm thức được theo dõi và đánh giá thông qua mật độ vi khuẩn sau lên men (CFU/mL), nồng độ chất tan, pH và điểm cảm quan thị hiếu về vị.

Khảo sát sức sống của lợi khuẩn trong sản phẩm lên men ở điều kiện khắc nghiệt của hệ tiêu hóa

Sức sống của lợi khuẩn trong điều kiện khắc nghiệt được thực hiện theo Kalita và cs. và có một số điều chỉnh [5]: Chuẩn bị các môi trường dịch dạ dày và dịch mật nhân tạo, thanh trùng ở 90 °C trong 5 phút. Hút dịch thanh long lên men vào từng môi trường theo tỷ lệ 1:10 (v/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 độ lợi khuẩn sau mỗi 60 phút ủ trong tổng thời gian theo dõi là 4 giờ.

Khảo sát sức sống lợi khuẩn theo thời gian bảo quản sản phẩm lên men

Sức sống của lợi khuẩn trong sản phẩm lên men theo thời gian bảo quản được theo dõi thông qua các chỉ tiêu: pH, acid lactic và mật độ tế bào sau mỗi 21 ngày bảo quản.

Các phương pháp phân tích

Mật độ vi khuẩn được xác định bằng phương pháp trải đĩa trên môi trường MRS–agar với các bước chính gồm [6]: dịch mẫu được pha loãng thành một dãy theo các tỉ lệ từ 10^{-1} đến 10^{-9} . Chọn tỉ lệ 10^{-8} và 10^{-9} cấy trải trên môi trường MRS–agar. Ủ các đĩa ở $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ trong 48 giờ. Tính kết quả theo công thức [7]:

$$A = \frac{N}{n_1 \times v \times f_1 + \dots + n_i \times v \times f_i}$$

trong đó, A là mật độ vi khuẩn (CFU/mL); N là tổng số khuẩn lạc; n là số đĩa cấy tương ứng ở từng nồng độ pha loãng; v là thể tích cấy; f là tỉ lệ pha loãng.

pH của dịch lên men được đo bằng máy đo pH inoLab® pH 7110, Đức. Nồng độ chất khô hòa tan được xác định bằng chiết quang kế ATAGO Master 53M, Nhật. Hàm lượng acid lactic được xác định theo TCVN 4589-1988. Đánh giá cảm quan bằng phương pháp cảm quan thị hiếu [8].

2.4 Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên và 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 các điều kiện lên men

Dịch quả ban đầu có hàm lượng acid lactic $0,29 \pm 0,01$ g/100 mL, pH $4,44 \pm 0,15$ và nồng độ chất tan $10,5 \pm 0,17$ °Bx. Do vậy, để đảm bảo điều kiện tăng trưởng và lên men của *L. acidophilus* ATCC 4356, dịch quả cần được điều chỉnh về pH phù hợp. Nồng độ chất tan là yếu tố thể hiện hàm lượng đường và các chất hòa tan khác có trong môi trường lên men. Hàm lượng đường trong môi trường sẽ tạo sự chênh lệch áp suất thẩm thấu giữa tế bào vi khuẩn làm cho các chất dinh dưỡng dễ dàng thẩm vào tế bào qua màng. Tuy nhiên, theo thời gian lên men lactic, độ chua sẽ tăng và ảnh hưởng đến tính cảm quan của sản phẩm nên đường saccharose được bổ sung vào dịch quả và khảo sát cùng với tỉ lệ giống cấy và thời gian lên men. Các kết quả khảo sát được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến các thông số sau lên men

Nghiệm thức	Nồng độ chất tan sau lên men (°Bx)	pH sau lên men	Mật độ tế bào sau lên men (log)	Điểm cảm quan thị hiếu về vị
pH _{5,0}	$10,83 \pm 0,12^{ab}$	$4,26 \pm 0,04^a$	$10,14 \pm 0,10^b$	$5,12 \pm 0,15^a$
pH _{5,5}	$10,97 \pm 0,06^b$	$4,48 \pm 0,03^b$	$10,08 \pm 0,03^b$	$5,93 \pm 0,73^b$
pH_{6,0}	$10,80 \pm 0,10^a$	$4,27 \pm 0,03^a$	$10,16 \pm 0,17^b$	$7,13 \pm 0,63^c$
pH _{6,5}	$11,17 \pm 0,06^c$	$5,07 \pm 0,15^c$	$9,61 \pm 0,28^a$	$6,03 \pm 0,51^b$
Bx ₁₂	$11,33 \pm 0,15^a$	$4,05 \pm 0,13^b$	$9,22 \pm 0,25^a$	$5,8 \pm 1,04^b$
Bx ₁₄	$13,07 \pm 0,06^b$	$4,10 \pm 0,05^{bc}$	$9,63 \pm 0,22^b$	$6,2 \pm 0,83^c$
Bx₁₆	$14,97 \pm 0,06^c$	$3,91 \pm 0,01^a$	$10,22 \pm 0,04^c$	$7,2 \pm 1,12^d$

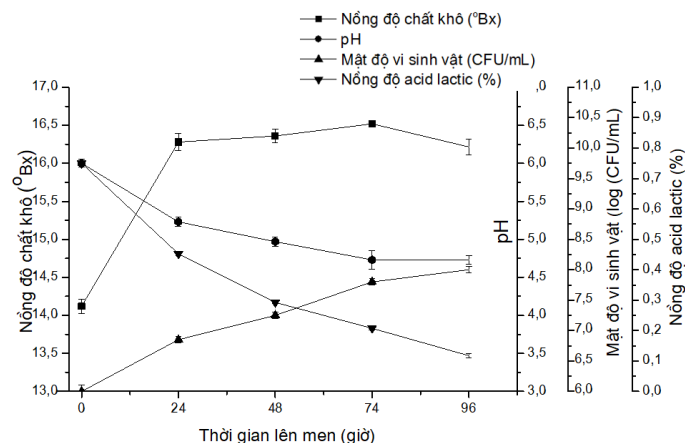
Nghiệm thức	Nồng độ chất tan sau lên men (°Bx)	pH sau lên men	Mật độ tế bào sau lên men (log)	Điểm cảm quan thị hiếu về vị
Bx ₁₈	17,37 ± 0,23 ^d	4,23 ± 0,02 ^c	9,94 ± 0,11 ^{bc}	5,43 ± 0,68 ^a
G ₂	15,07 ± 0,06 ^b	4,00 ± 0,10 ^b	9,97 ± 0,07 ^a	6,5 ± 1,17 ^a
G₄	14,77 ± 0,06^a	3,83 ± 0,02^a	10,42 ± 0,06^b	7,3 ± 1,24^c
G ₆	15,00 ± 0,00 ^b	3,90 ± 0,01 ^{ab}	10,21 ± 0,19 ^{ab}	7,0 ± 1,02 ^b

Bx₁₂ đến Bx₁₈ là các nghiệm thức với nồng độ chất khô từ 12 đến 18 °Bx. G₂ đến G₆ là các nghiệm thức với tỉ lệ giống cấy 2, 4, 6%. Các ký tự (a, b, c, d) khác nhau biểu diễn mức độ sai khác có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%.

Có thể thấy rằng, các nghiệm thức pH 6,0, nồng độ chất tan ban đầu 16 °Bx và tỉ lệ cấy giống 4% (tương ứng mật độ tế bào gieo cấy ban đầu là $4,8 \times 10^7$ CFU/mL) đều cho giá trị mật độ lợi khuẩn sau lên men cao nhất, tương ứng với đó là sự giảm nhanh nồng độ chất khô và pH sau lên men tại mỗi nghiệm thức. Ngoài ra, kết quả đánh giá về vị ở 3 nghiệm thức này cũng cao nhất. Do vậy, đây là các thông số lên men phù hợp được lựa chọn để thực hiện theo dõi thời gian lên men.

Hình 1 cho thấy mật độ tế bào tăng rất nhanh trong khoảng từ 24 đến 72 giờ (từ 10,10 đến 10,4 log); nồng độ chất khô giảm từ 16 xuống còn 14,73 °Bx; pH giảm đến 3,83. Sau đó, nếu kéo dài thời gian lên men thì thấy rằng mật độ tế bào và pH bắt đầu suy giảm. Trong thời gian từ 24 đến 72 giờ thì vi khuẩn đang ở pha log nên số lượng tăng sinh rất nhanh; quá trình trao đổi chất diễn ra rất mạnh mẽ kéo theo nồng độ chất khô và pH cũng giảm nhanh. Sau một thời gian nuôi cấy, chất dự trữ

trong môi trường cạn dần, một số sản phẩm của sự trao đổi có tính độc tích tụ lại và pH của môi trường thay đổi. Sự chuyển hóa năng lượng chậm lại; những cá thể bắt đầu gây trở ngại cho nhau; tốc độ sinh sản giảm dần; tế bào chết bắt đầu xuất hiện. Các tế bào mới hình thành bằng với số lượng tế bào chết đi và quần thể vi sinh vật tiến vào pha cân bằng nên khi thời gian lên men lớn hơn 72 giờ, mật độ vi sinh vật không tăng mà giảm đi; đặc biệt, ở 96 giờ, quần thể vi sinh vật đã tiến tới pha suy vong; mật độ vi sinh giảm đi do pH thấp ức chế vi khuẩn. Mật độ tế bào cao nhất tại 72 giờ (10,40 log tương ứng với $2,5 \times 10^{10}$ CFU/mL) và có sự khác biệt có ý nghĩa so với các thời điểm còn lại. Vì vậy, thời điểm dừng quá trình lên men là 72 giờ. Theo Mousavi và cs., khi lên men nước lựu bằng *L. acidophilus* DSMZ 20079 và *L. plantarum* DSMZ 20174, thời gian lên men tối ưu là 72 giờ với mật độ vi khuẩn $3,9 \times 10^8$ CFU/mL [9]. Trong nghiên cứu này mật độ *L. acidophilus* ATTC 4356 cao hơn, có thể do sự khác biệt trong nguyên liệu lên men.

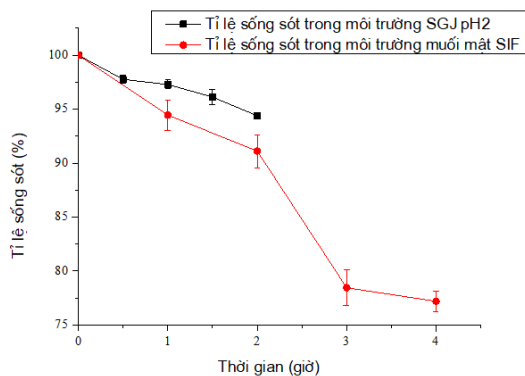


Hình 1. Biến động của các yếu tố sau quá trình lên men theo thời gian

3.2 Đánh giá sức sống của lợi khuẩn trong sản phẩm ở các điều kiện khắc nghiệt của hệ tiêu hóa

Một sản phẩm probiotic, ngoài đặc điểm phải đảm bảo yêu cầu về mật độ, còn phải chịu được pH dạ dày và muối mật [10]. Vì vậy, *L. acidophilus* ATCC 4356 trong nước thanh long lên men được ủ riêng biệt trong từng môi trường để đánh giá sự sống sót trong từng điều kiện cực đoan của hệ tiêu hóa.

Trong môi trường dịch dạ dày nhân tạo SGJ pH 2, sau 2 giờ thì mật độ vi sinh giảm từ 10,35 log xuống 9,77 log ứng với tỉ lệ sống sót 94,39%. Điều này chứng tỏ *L. acidophilus* ATCC 4356 có khả năng chịu pH rất tốt (Hình 2). Trong môi trường dịch ruột nhân tạo SIF, mật độ vi sinh vật giảm nhanh sau mỗi giờ ủ. Có thể muối mật đã gây hại cho các vi sinh vật bằng cách 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 [11]. Sau 4 giờ ủ trong môi trường SIF, mật số vi khuẩn giảm từ 10,35 log xuống 7,99 log ứng với tỉ lệ sống sót 77,19%. Điều này chứng tỏ *L. acidophilus* ATCC 4356 có khả năng kháng muối mật tốt. Các chi vi khuẩn có nguồn gốc từ hệ tiêu hóa động vật hữu nhũ như *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* và *Enterococcus* chứa enzyme thủy phân muối mật (bile salthydrolase: BSH) (là những enzyme nội bào xúc tác quá trình thủy phân các liên kết amide giữa steroid và chuỗi bên amino acid) giúp chúng biến đổi muối mật [11].



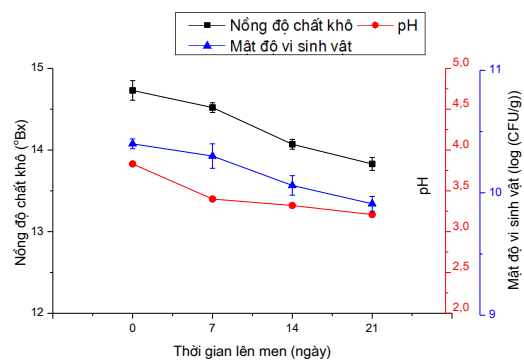
Hình 2. Tỉ lệ sống sót của vi khuẩn trong môi trường SGJ pH 2 và SIF

Thí nghiệm kiểm chứng này cho thấy *L. acidophilus* ATCC 4356 vẫn giữ được khả năng sống sót trong điều kiện của hệ tiêu hóa.

3.3 Đánh giá sức sống của lợi khuẩn theo điều kiện bảo quản sản phẩm

Thách thức lớn đối với các dạng sản phẩm probiotic là việc duy trì khả năng tồn tại của lợi khuẩn trong sản phẩm. Theo khuyến nghị của Hiệp hội sữa quốc tế (IDF), MBV (Minimum of bio value) phải là $\geq 10^7$ CFU/g hoặc CFU/mL cho đến hạn bảo quản sản phẩm [12]. Đây là chỉ số đại diện cho số lượng tế bào probiotic tối thiểu trong sản phẩm tại thời điểm tiêu dùng. Điều này là cần thiết cho các tác động có lợi của chúng khi được hấp thụ qua đường tiêu hóa.

Nước thanh long lên men được bảo quản ở 4 °C và theo dõi sự thay đổi mật độ trong 21 ngày. Sau 14 ngày bảo quản, mật độ *L. acidophilus* ATCC 4356 giảm chậm (từ 10,35 xuống 10,06 log), nhưng sau 21 ngày bảo quản, mật độ giảm gần 10 lần so với ban đầu (còn 9,91 log) (Hình 3). Nhiệt độ thấp thường không gây chết vi sinh vật ngay mà nó tác động lên khả năng năng chuyển hóa hợp chất, ức chế hoạt động của hệ enzyme và trì hoãn khả năng trao đổi chất của chúng. Tuy nhiên, nhiệt độ 4 °C không ức chế hoàn toàn các tế bào vi khuẩn; vẫn còn một số vi khuẩn tiếp tục sử dụng cơ chất của môi trường tạo ra acid lactic, làm pH giảm từ 3,83 xuống 3,21 sau 21 ngày bảo quản. Ở mốc thời gian này, nước lên men vẫn đảm bảo tốt chỉ số MBV theo yêu cầu.



Hình 3. Sự thay đổi các thông số trong nước thanh long lên men theo thời gian bảo quản

4 Kết luận

Như vậy, dịch ép của quả thanh long trắng sau khi pha loãng 2 lần với nước chuẩn hóa về các điều kiện nồng độ chất khô 16 °Bx và pH 6,0 là phù hợp cho sự lên men của vi khuẩn *L. acidophilus* ATCC 4356. Lợi khuẩn trong sản phẩm lên men duy trì sức sống tốt (trên 70%) trong điều kiện pH thấp ở dạ dày và muối mật ở hệ tiêu hóa. Có thể xem các kết quả trong nghiên cứu này là tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn về tối ưu hóa quá trình lên men tạo sản phẩm phù hợp với thị hiếu của người sử dụng, hướng tới sự đa dạng hóa sản phẩm nước trái cây mang tính tác động có lợi cho sức khỏe.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu này do Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 93/HĐ-DCT

Tài liệu tham khảo

1. Septembre-Malaterre A, Remize F, Poucheret P. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*. 2018 02;104:86-99.
2. Fernandes Pereira AL, Rodrigues S. Turning Fruit Juice Into Probiotic Beverages. In: Rajauria G, Tiwari BK, editors. *Fruit Juices*. London: Academic Press; 2018. p. 279-87.
3. Patel A. Probiotic fruit and vegetable juices- recent advances and future perspective. *International Food Research Journal*. 2017;24:1850-1857.
4. Minh VĐ, Thanh LVT, Vũ KH, Thanh TN. Phân tích chuỗi giá trị thanh long tại huyện Chợ Gạo tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2015;36:10-22.
5. Kalita D, Saikia S, Gautam G, Mukhopadhyay R, Mahanta CL. Characteristics of synbiotic spray dried powder of litchi juice with *Lactobacillus plantarum* and different carrier materials. *LWT*. 2018;87:351-360.
6. Angelov A, Gotcheva V, Kuncheva R, Hristozova T. Development of a new oat-based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology*. 2006; 112(1):75-80.
7. Thuốc TL. Phương pháp phân tích vi sinh vật trong nước, thực phẩm và mỹ phẩm. Hà Nội: Nxb Giáo Dục; 2005.
8. Tư HD. Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm. Hà Nội: Nxb Khoa học và Kỹ thuật; 2006.
9. Mousavi ZE, Mousavi SM, Razavi SH, Hadinejad M, Emam-Djomeh Z, Mirzapour M. Effect of Fermentation of Pomegranate Juice by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* on the Antioxidant Activity and Metabolism of Sugars, Organic Acids and Phenolic Compounds. *Food Biotechnology*. 2013;27(1):1-13.
10. Ding WK, Shah N. Survival of Free and Microencapsulated Probiotic Bacteria in Orange and Apple Juices. *Int Food Res J*. 2008;15:219-232.
11. Kumar R, Grover S, Batish VK. Bile Salt Hydrolase (Bsh) Activity Screening of *Lactobacilli*: In Vitro Selection of Indigenous *Lactobacillus* Strains with Potential Bile Salt Hydrolysing and Cholesterol-Lowering Ability. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2012;4(3):162-172.
12. Mortazavian AM, Sohrabvandi S. Probiotics and food probiotic products; based on dairy probiotic products. Tehran: Eta Publication. 2006.