

Tối ưu hóa quá trình lên men hành tím sử dụng chủng vi khuẩn *Lactobacillus plantarum* nhằm làm chế phẩm sinh học cho gia cầm

Phan Vũ Hải¹, Hoàng Thị Anh Phương², Phạm Hoàng Sơn Hưng¹, Trần Thị Na¹, Ngô Hữu Lai³,
Nguyễn Đình Thuỳ Khương¹, Trần Ngọc Liêm¹ và Nguyễn Xuân Hòa¹

¹ Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế;

² Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Tây Nguyên; ³ Chi cục Thú y Vùng 4

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tối ưu hóa quá trình lên men axit lactic sử dụng chủng *Lactobacillus plantarum* để hướng tới sản xuất chế phẩm sinh học từ hành tím (*Allium cepa* L.) nhằm cải thiện sức khỏe gia cầm và giảm phụ thuộc vào kháng sinh. Hành tím chứa nhiều hợp chất hoạt tính sinh học như phenolic, flavonoid (quercetin), và hợp chất lưu huỳnh, mang lại đặc tính kháng khuẩn và chống oxy hóa. Quá trình lên men được thực hiện với các thông số tối ưu: nhiệt độ (18°C và 29°C), nồng độ muối (0%, 2%, 4%), và các chủng vi khuẩn khởi đầu được phân lập từ cơ quan tiêu hóa của gà bản địa (*L. plantarum* 1582 và *L. plantarum* JDM₁). Các yếu tố này được đánh giá dựa trên pH, độ axit chuẩn độ và mật độ vi khuẩn axit lactic (LAB). Điều kiện 29°C và 2% muối đạt kết quả tốt nhất với mật độ LAB 8,5–9 log CFU/mL, pH giảm sâu dưới 3,5 và độ axit cao, tạo ra sản phẩm ổn định và hiệu quả trong việc ức chế vi khuẩn gây bệnh. Nghiên cứu khẳng định tiềm năng của việc kết hợp hành tím và LAB để tạo chế phẩm sinh học từ hành tím lên men sử dụng cho gia cầm.

Từ khóa: lên men, hành tím, *Lactobacillus plantarum*, nhiệt độ, muối, gia cầm

Đặt vấn đề

Lên men lactic là một trong những phương pháp bảo quản thực phẩm lâu đời nhất và phổ biến nhất trên thế giới. Trong đó, vi khuẩn *Lactobacillus* thực hiện lên men lactic bằng cách chuyển glucose thành axit lactic qua glycolysis, sử dụng enzyme lactate dehydrogenase để tái tạo NAD⁺, từ đó sản xuất ATP và hỗ trợ sự phát triển trong môi trường không có oxy (Madigan và cs., 2018). Quá trình này không chỉ đơn thuần là kéo dài thời gian sử dụng của thực phẩm mà còn tạo ra những sản phẩm có hương vị độc đáo, giàu giá trị dinh dưỡng và an toàn cho sức khỏe. Trong bối cảnh ngành chăn nuôi

gia cầm đang đối mặt với những thách thức về an toàn thực phẩm và sức khỏe vật nuôi, việc tìm kiếm các giải pháp thay thế kháng sinh bền vững ngày càng trở nên cấp thiết. Các chế phẩm sinh học từ rau củ lên men, đặc biệt là hành tím, đang thu hút sự quan tâm lớn nhờ tiềm năng ức chế vi khuẩn gây bệnh và cải thiện sức khỏe đường ruột cho gia cầm.

Hành tím (*Allium cepa* L.), một loại nông sản rất phổ biến tại nhiều tỉnh thuộc miền Trung Việt Nam, là nguồn giàu các hợp chất có hoạt tính sinh học có lợi đối với sức khỏe, trong đó có chứa các hợp chất phenolic, đặc biệt

là flavonoid và một số hợp chất hữu cơ lưu huỳnh có đặc tính sinh học kháng khuẩn và chống oxy hóa (Wilson và Demmig-Adams, 2007). Bên cạnh đó, quercetin là một flavonoid có mặt trong cây họ hành (*Alliaceae*) mặc dù quercetin không trực tiếp hoạt động như một tiền sinh học, nhưng nó có thể ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật đường ruột và hỗ trợ quá trình lên men của các prebiotic khác như inulin và FOS (Kumar và cs., 2022). Tuy nhiên, dịch chiết từ củ hành tím cũng có thể gây mất cân bằng lợi khuẩn trong ruột (Myers và cs., 2009). Để giảm những hạn chế và phát huy tối đa ưu thế về đặc tính sinh học kháng khuẩn và kháng oxy hóa của dịch hành tím, việc lên men hành tím với lợi khuẩn là cần thiết. Một số nghiên cứu cho thấy lên men thảo dược với men vi sinh có thể cải thiện hoạt tính và năng suất chiết xuất của các thành phần chức năng của chúng nâng cao giá trị sử dụng cho vật nuôi (Wang và cs., 2018; Sunu và cs., 2019). Nghiên cứu gần đây của chúng tôi (Hoàng Thị Anh Phương và cs., 2024) đã phân lập và tuyển chọn được 5 chủng lợi khuẩn *Lactobacillus* tiềm năng được phân lập từ cơ quan tiêu hóa của gà thả vườn bản địa nhằm hướng tới tạo chế phẩm hành tím lên men lactic sử dụng như probiotics trong chăn nuôi gà.

Mục tiêu nghiên cứu này nhằm tối ưu hóa quy trình lên men axit lactic của hành tím để tạo ra chế phẩm sinh học tiềm năng bổ sung trong khẩu phần thức ăn cho gia cầm.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu

Chiết xuất hành tím: Hành tím (*Allium cepa* L. var. *aggregatum* - NCBI Genbank ID: NC_057575.1, 4-5 tháng) được trồng theo tiêu chuẩn Vietgap TCVN 11892-1:2017 tại Điền Môn, Phong Điền, Thừa Thiên Huế. Quy trình chiết xuất hành tím dựa theo Yadav và cs. (2015) với một với một số điều chỉnh. Tôm tắt quy trình: hành tím rửa sạch ngâm trong dung dịch NaCl 5%/ 120 phút và được khử trùng bằng đèn

UV (30 mW/cm²), sau đó 100 gram hành được nghiền nát để thu dịch chiết, sau đó lọc qua vải màn (2 lớp) và ly tâm ở 5000 vòng/phút trong 15 phút để loại bỏ phần không hoà tan.

Hành tím lên men: Quy trình tạo chế phẩm sinh học được sửa đổi từ Mangisah và cs. (2021) trong đó, nguyên liệu được trộn với sữa gầy và nước theo tỷ lệ 5:2:3, duy trì pH 4,0 - 4,5 và tiến hành lên men trong bình kỵ khí với tốc độ khuấy 30 vòng/phút. Tất cả quá trình lên men đều được thực hiện để nghiên cứu các thông số khác nhau như nhiệt độ, hàm lượng muối và việc sử dụng hệ vi sinh vật, hai giống khởi động thuần - *L. plantarum* 1582 và *L. plantarum* JDM1 với Genbank ID tương ứng là MT597487.1, AL935263.2, CP001617.1 (Hoàng Thị Anh Phương và cs., 2024) được cung cấp bởi Bộ môn Thú y, Khoa Chăn nuôi Thú y, Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Chúng khởi đầu thương mại: Sử dụng các chủng trong chế phẩm khởi đầu thương mại (Nhà sản xuất: Cut Edge Cultures, Mỹ) gồm các chủng *Leuconostoc mesenteroides* và *Lactobacillus plantarum*, được sử dụng để so sánh hiệu quả lên men với chủng khởi đầu thuần khiết.

Các chủng vi khuẩn được nuôi cấy chuyển tiếp ba lần trong môi trường thạch ManRogosa và Sharpe (MRS) điều kiện yếm khí ở 37°C trong 24 giờ. Ở lần nuôi cấy cuối cùng, chủng lợi khuẩn được ủ trong điều kiện yếm khí ở 37°C trong 12 giờ; chuẩn độ canh khuẩn tương ứng với nồng độ 10⁸ CFU/mL (0,5 McFarland), dùng phương pháp pha loãng để xác định nồng độ pha loãng đạt mật độ vi khuẩn 10⁸ CFU/mL để sử dụng làm giống cho quá trình lên men củ hành tím.

Thông số kiểm soát:

Nhiệt độ: Hai mức nhiệt độ 18°C và 29°C được lựa chọn để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình lên men và hoạt tính của chế phẩm sinh học.

Hàm lượng muối: Ba nồng độ muối 0%, 2% và 4% được thử nghiệm để xác định nồng độ muối tối ưu cho quá trình lên men, vừa đảm bảo ức chế vi sinh vật không mong muốn, vừa tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của LAB.

Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian nghiên cứu từ: Từ tháng 6/2024 đến tháng 11/2024.

Địa điểm nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện tại Khoa Chăn nuôi thú y, trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, Thừa Thiên Huế.

Chỉ tiêu và phương pháp nghiên cứu

pH: Độ pH của dịch lên men được đo bằng máy đo pH (Hanna Instruments 2002-02) được trang bị điện cực thủy tinh. Máy đo pH được hiệu chuẩn vào những ngày lấy mẫu bằng dung dịch đệm tiêu chuẩn (Hanna Instruments) ở pH 4,01 và 7,01. Các giá trị pH được lấy hai lần và giá trị trung bình cũng như độ lệch chuẩn được tính toán.

Độ axit chuẩn độ: Độ axit có thể chuẩn độ được đo bằng dung dịch NaOH 1M và máy đo pH (TitroLine easy của Cetotec). Máy đo pH được hiệu chuẩn tương tự như khi đo pH. Các giá trị độ axit được lấy hai lần và giá trị trung bình cũng như độ lệch chuẩn được tính toán.

Định lượng tổng số vi khuẩn axit lactic (LAB) khả thi: Môi trường nuôi cấy MRS được sử dụng để định lượng LAB. Môi trường này được hấp khử trùng ở 121°C trong 15 phút trước khi sử dụng. Các chủng được đếm số sau quá trình nuôi cấy trên đĩa thạch, trong đó 1 mL mẫu của mỗi độ pha loãng được đặt vào đĩa Petri vô trùng, sau đó thêm 9 mL môi trường MRS vào và trộn đều. Mỗi nồng độ cấy 3 đĩa. Các đĩa được nuôi ủ ấm ở $30 \pm 1^\circ\text{C}$ trong thời gian 48 - 72 giờ. Đếm khuẩn lạc được thực hiện trên các đĩa có số khuẩn lạc nằm trong khoảng 30 - 300. Số lượng LAB được tính toán và biểu diễn dưới dạng đơn vị hình thành khuẩn lạc (CFU) trên mỗi mL mẫu.

Phân tích thống kê

Tất cả các thí nghiệm được thực hiện 03 lần độc lập và dữ liệu được biểu thị dưới dạng trung bình (Mean) $\pm$ độ lệch chuẩn (SD). Đơn vị khuẩn lạc CFU được biểu thị dưới dạng log CFU/g. Số liệu được quản lý bằng phần mềm Excel 2020, và phân tích thống kê bằng phần mềm IBM. SPSS (Phiên bản 22) với oneway ANOVA, hậu kiểm bằng phép thử Tukey và được coi là có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$.

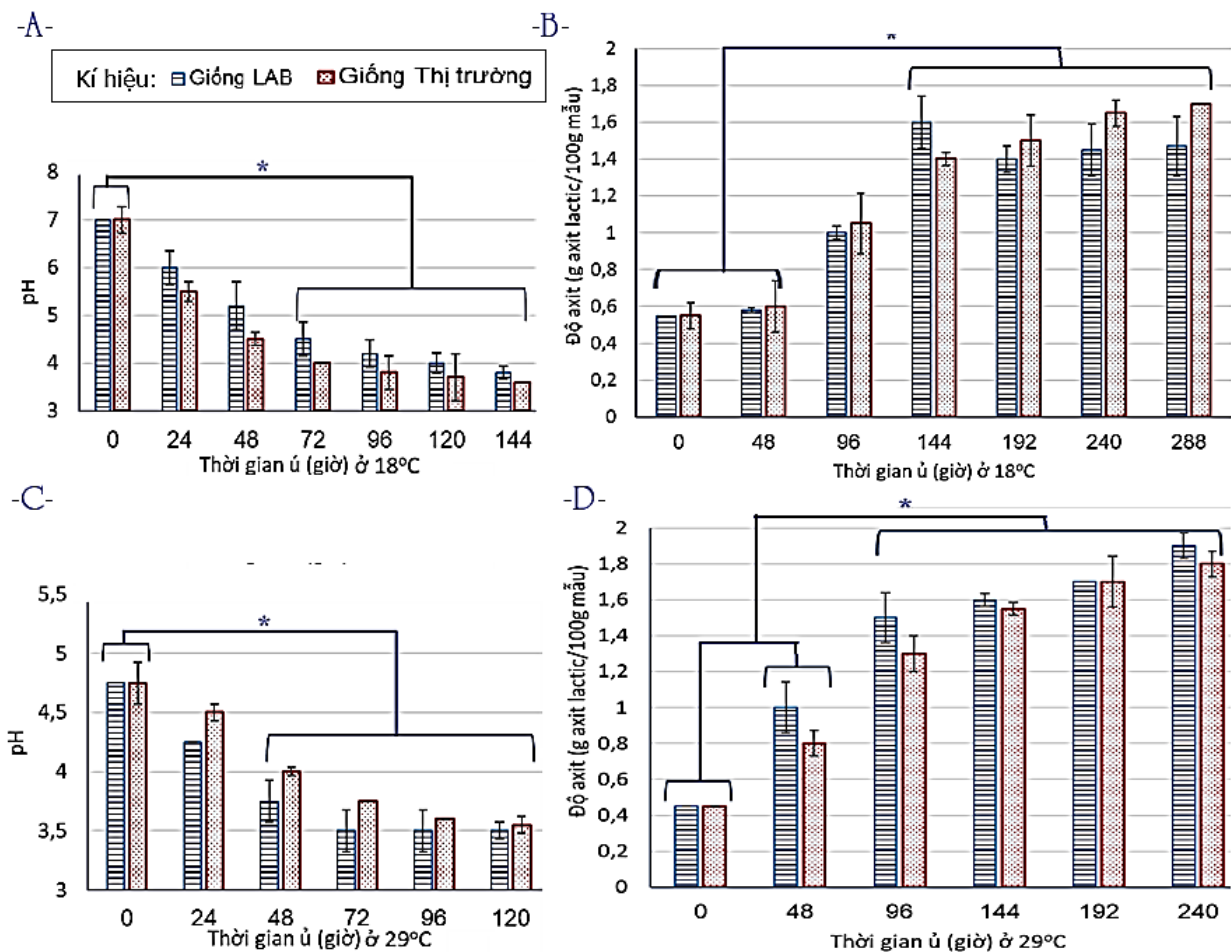
Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến pH và độ axit

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của hai mức nhiệt độ lên men, 18°C và 29°C, đến quá trình lên men lactic của hành tím. Các thí nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng cả hệ vi sinh vật tự nhiên của hành tím và giống khởi động hỗn hợp. Kết quả phân tích pH và độ axit chuẩn độ (Hình 1) cho thấy các quá trình lên men lặp lại cho ra kết quả tương đồng, không có sự khác biệt thống kê đáng kể giữa các lần lặp ($p > 0,05$).

Ở 18°C, cả hai giá trị pH và độ axit chuẩn độ có sự tương đồng cao giữa các lần thử nghiệm. Cụ thể, quá trình lên men được thực hiện hai lần với hệ vi sinh vật tiêu và hai lần với giống khởi động hỗn hợp, cho thấy sự khác biệt không đáng kể giữa các lần thử nghiệm ($p > 0,05$). Sự tương đồng này cũng được quan sát trong một thử nghiệm trước đó thực hiện ở 22°C với giống khởi động thuần khiết. Do đó, không cần thiết phải lặp lại các thử nghiệm trong cùng điều kiện để đánh giá các biến số tối đa.

Quá trình lên men với giống khởi động ban đầu cho thấy giá trị pH thấp hơn và mức độ axit cao hơn. Điều này có thể giải thích bởi giống khởi động ban đầu chứa nồng độ LAB cao hơn so với hệ vi sinh vật tiêu. Các nghiên cứu trước đây cho thấy rằng các giống khởi động làm tăng nồng độ LAB và ức chế sự phát triển của các vi sinh vật không mong muốn (Halász và cs., 1999; Leroy và De Vuyst, 2004).



Hình 1. Độ pH (A, C) và độ axit chuẩn độ (B, D) là kết quả của quá trình lên men ở 18°C và 29°C * biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)



Hình 2. Mẫu hành tím lên men ở các thời gian ủ khác nhau

Như vậy, dữ liệu về pH và độ axit ở 18°C cho thấy có hai pha khác nhau, với sự thay đổi tốc độ khác nhau giữa các giai đoạn. Sự thay đổi này có thể do sự kế thừa tự nhiên của LAB trong quá trình lên men, tuy nhiên không đủ bằng chứng để kết luận (Xiong và cs., 2012; Di Cagno và cs., 2013).

Ở 29°C, quá trình lên men đạt độ pH thấp hơn (3,40) và mức độ axit cao hơn (1,8 - 2%) trong thời gian ngắn hơn so với 18°C. Sự khác biệt này là bình thường do vi khuẩn phát triển tốt hơn ở nhiệt độ tối ưu. So với 18°C, ở 29°C, độ pH và độ axit đều cao hơn cho cả hai loại quá trình lên men. Nhiệt độ cao thúc đẩy quá

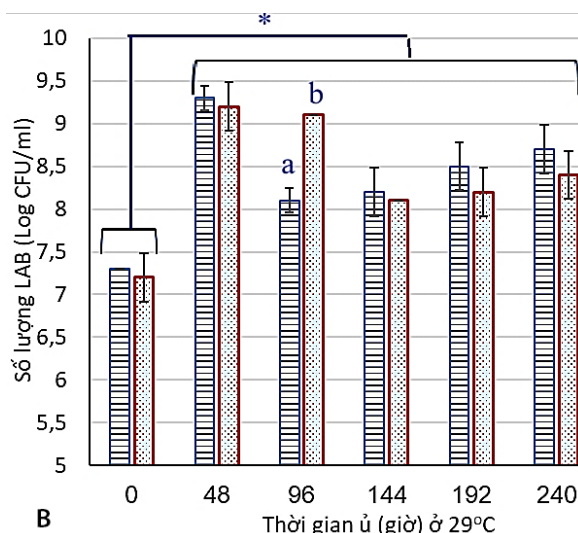
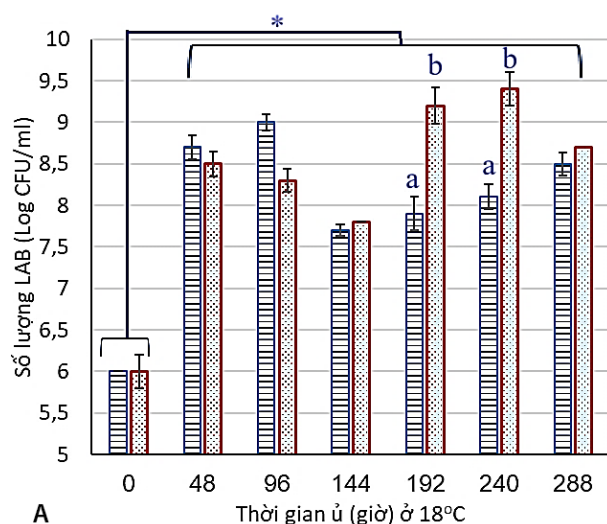
trình trao đổi chất của LAB, dẫn đến việc sản xuất nhiều chất chuyển hóa hơn và tăng độ axit (Halász và cs., 1999; Alberto và cs., 2013).

Ngoài ra, quá trình lên men với hệ vi sinh vật đạt giá trị axit cao hơn so với giống khởi động, có thể do sự phát triển tự nhiên và đa dạng của LAB trong giai đoạn cuối của quá trình lên men. Dữ liệu pH và độ axit cho thấy hai giai đoạn khác nhau, một giai đoạn đến gần 48 giờ và một giai đoạn sau đó, tương tự như ở 18°C. Sự diễn thế tự nhiên của LAB trong các loại lên men có thể giải thích sự khác biệt này.

Ảnh hưởng của nhiệt độ nuôi cấy đến sinh khối LAB

Ở 18°C (Hình 3A), có thể quan sát sự tương đồng giữa các giá trị của tổng LAB khả thi đã được quan sát trước đây đối với kết quả pH và độ axit ở cùng nhiệt độ ($p > 0,05$). Quá trình lên men được cấy với giống ban đầu cho thấy giá trị cao hơn của tổng LAB khả thi, điều này có thể biện minh cho giá trị pH thấp hơn và giá trị axit cao hơn đã đạt được. Cũng có thể quan sát thấy LAB có hai giai đoạn tăng trưởng, giai đoạn đầu cho đến gần 70 giờ lên men và giai đoạn thứ hai sau giá trị này. Những khoảng thời gian này giống với khoảng thời gian đã được mô tả khi thảo luận về dữ liệu độ pH và độ axit

ở 18°C, điều này có thể gợi ý rằng những thay đổi về đặc tính của môi trường có mối liên hệ chặt chẽ với số lượng LAB tổng số. Tuy nhiên, không thể liên hệ trực tiếp thông tin đó với các diễn biến đặc trưng của vi sinh vật trong quá trình lên men axit lactic vì chúng không mang tính kết luận như đã nói về kết quả pH và độ axit. Ở 29°C, dữ liệu về tổng số LAB khả thi được trình bày trong Hình 3B cũng phù hợp với những gì xảy ra với các giá trị pH và độ axit vì số lượng LAB cao hơn trong quá trình lên men với giống khởi động. Ở giai đoạn cuối, số lượng LAB từ quá trình lên men với hệ vi sinh vật cao hơn số lượng LAB lên men bằng giống khởi động, điều này cũng có thể giải thích cho độ axit cao hơn ở giai đoạn lên men cuối cùng. Giống như điều đã xảy ra với quá trình lên men được thực hiện ở 18°C, dữ liệu từ tổng số LAB khả thi mô tả hai giai đoạn tăng trưởng khác nhau có tương quan với dữ liệu về độ pH và độ axit trong Hình 3. Thứ nhất, cho đến 48 giờ lên men, số lượng LAB khả thi tổng số tăng nhanh, điều này có liên quan chặt chẽ với việc giảm độ pH và tăng độ axit. Sau đó, độ pH và độ axit cũng thay đổi nhưng với tốc độ thấp hơn. Do đó, nhiệt độ cao hơn liên quan đến việc sử dụng giống khởi động có thể ảnh hưởng đến hoạt động của vi khuẩn.



Hình 3. Tổng số kết quả định lượng LAB khả thi của quá trình lên men ở 18°C (A) và ở 29°C (B). Giá trị tại cùng một thời gian ủ có chữ cái a, b khác nhau biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). *biểu thị các giá trị có sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Như đã thảo luận trước đó, quá trình lên men kết thúc sớm hơn vì LAB ở nhiệt độ thuận lợi để phát triển và các giống khởi động đã thúc đẩy quá trình lên men tự nhiên (Stamer và cs., 1971; Alberto và cs., 2013). So sánh tổng số LAB khả thi từ cả hai quá trình lên men ở các nhiệt độ khác nhau, có thể nhận thấy rằng số lượng LAB trong các quá trình lên men sử dụng chất khởi động hầu như luôn cao hơn so với các quá trình lên men sử dụng hệ vi sinh vật. Ở các giai đoạn lên men khác nhau, lúc đầu LAB luôn ở nồng độ 5 -7,5 CFU/mL, có khả năng đạt nồng độ tối đa gần 9 CFU/mL và ở giai đoạn lên men cuối cùng có nồng độ trong khoảng 8 - 8,5 CFU/mL. Điều quan trọng cần lưu ý là các vi sinh vật có thể phát triển trên MRS không chỉ là vi khuẩn lactic. Tuy nhiên, số lượng vi sinh vật không mong muốn đã không được tính đến vì điều kiện lên men lactic được cho là sẽ ức chế chúng (Stamer và cs., 1971; Vinderola, 2019).

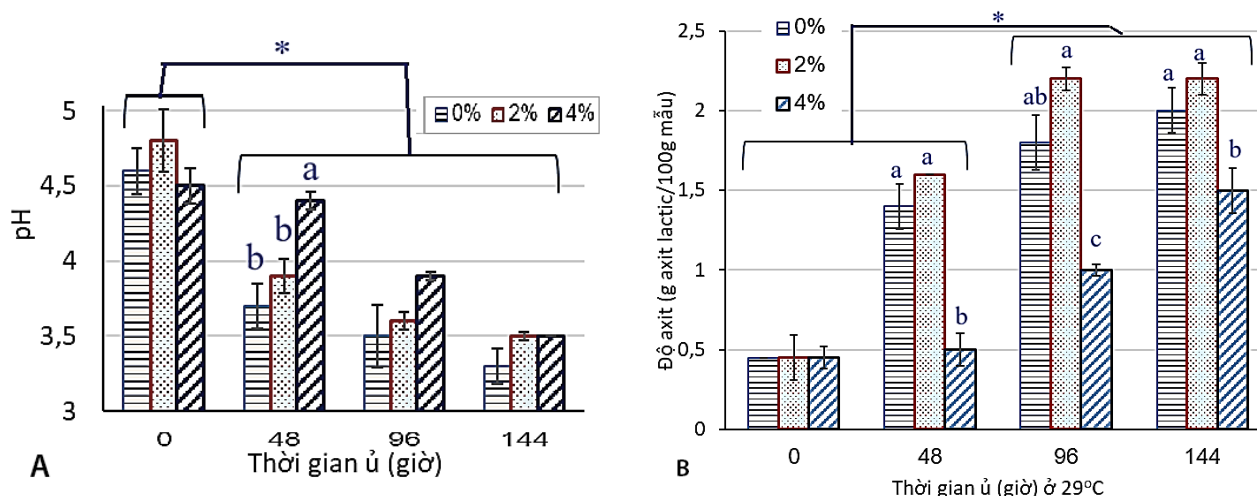
Ảnh hưởng của nồng độ muối

Hàm lượng muối được nghiên cứu ở 29°C để tìm hiểu ảnh hưởng của nó trong quá trình lên men axit lactic bằng hệ vi sinh vật tiêu. Tỷ lệ 0%, 2%, và 4% muối được nghiên cứu và kết

quả pH và độ axit chuẩn độ được trình bày trên Hình 4A. Nhìn chung, việc tăng hàm lượng muối đã làm chậm quá trình lên men. Cả hai giá trị pH và độ axit có thể chuẩn độ đều cho thấy quá trình lên men bị trì hoãn nhiều hơn khi áp dụng tỷ lệ phần trăm muối là 4%. Hơn nữa, quá trình lên men không có muối có thể bắt đầu nhanh hơn khi thấy độ pH ban đầu giảm và độ axit tăng lên, tuy nhiên, việc nhiễm các vi sinh vật khác, như nấm men và nấm mốc, có thể xảy ra khi sản xuất các loại sản phẩm khác (Vinderola, 2019).

Tổng số vi khuẩn axit lactic khả thi phù hợp với dữ liệu về độ pH và độ axit vì LAB từ quá trình lên men với 4% muối chỉ bắt đầu phát triển sau 24 giờ kể từ khi bắt đầu lên men. Ngược lại, LAB từ quá trình lên men với 0% muối bắt đầu phát triển ngay lập tức. Tổng số kết quả LAB khả thi được trình bày trong Hình 4B.

Trong những thí nghiệm này, muối chỉ được sử dụng để làm giảm khả năng phát triển của vi khuẩn không mong muốn. Vì sản phẩm cuối cùng là bột hành tím nên kết cấu không quan trọng như đối với các quá trình lên men thực vật khác nên muối tinh chế mịn đã được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình này.



Hình 4. Kết quả nghiên cứu hàm lượng muối pH (A) và độ axit chuẩn độ (B). Giá trị có chữ cái a,b khác nhau biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết luận

Nghiên cứu đã tối ưu hóa thành công quá trình lên men axit lactic của hành tím bằng các chủng *L. plantarum*, xác định các thông số tối ưu là nhiệt độ 29°C và nồng độ muối 2%. Kết quả cho thấy chế phẩm đạt mật độ vi khuẩn axit lactic cao (8,5-9 log CFU/mL), pH giảm sâu (<3,5), và độ axit tăng cao, đảm bảo sự ổn định và hiệu quả của sản phẩm. Nghiên cứu này hỗ trợ việc sản xuất/cải thiện chế phẩm hành tím lên men lactic nhằm giảm kháng sinh trong chăn nuôi dựa trên tiềm năng cung cấp hợp chất kháng khuẩn và chống oxy hóa, cải thiện sức khỏe đường ruột và năng suất gia cầm.

Lời cảm ơn

Chúng tôi cảm ơn bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Lời cảm ơn

Để tiến hành nghiên cứu này nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Việt Nam thông qua đề tài Cấp Bộ mã số: B2023-DHH-24.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

Hoàng Thị Anh Phương, Phan Vũ Hải, Lê Thị Kiều Giang, Lê Minh Đức, Nguyễn Đình Thuỳ Khương và Nguyễn Xuân Hoà. 2024. Phân lập và tuyển chọn các chủng lợi khuẩn *Lactobacillus* tiềm năng kháng một số vi khuẩn Gram âm gây tiêu chảy trên gà. Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn, số: 133, tr. 117-134.

Tiếng nước ngoài

Alberto, M., Perera, M. and Arena, M., 2013. Lactic Acid Fermentation of Peppers. Food and Nutrition Sciences, 4, pp. 47-52. Doi:10.4236/fns.2013.411A007

Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M. and Gobbetti, M. 2013. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. Food Microbiol, 33, pp. 1-10. Doi:10.1016/j.fm.2012.09.003

Halász, A., Baráth, Á. and Holzapfel, W.H., 1999. The influence of starter culture selection on sauerkraut fermentation. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, 208, pp. 434-438.

Kumar, M., Barbhai, M.D., Hasan, M., Punia, S., Dhupal, S., Radha, Rais, N., Chandran, D., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Tomar, M., Satankar, V., Senapathy, M., Anitha, T., Dey, A., Sayed, A.A.S., Gadallah, F.M., Amarowicz, R. and Mekhemar, M. 2022. Onion (*Allium cepa* L.) peels: A review on bioactive compounds and biomedical activities. Biomedicine & Pharmacotherapy, 146, pp. 1-15. Doi:10.1016/j.biopha.2021.112498

Leroy, F. and De Vuyst, L. 2004. Functional lactic acid bacteria starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science & Technology, 15, pp. 67-78.

Madigan, M.T., Martinko, J.M., Bender, K.S., Buckley, D.H. and Stahl, D.A. 2018. Brock Biology of Microorganisms (15th ed.). Pearson.

Mangisah, I., Yunianto, V.D., Sumarsih, S. and Sugiharto, S. 2021. Supplementation of garlic powder and *Lactobacillus casei* to improve nutrient digestibility, physiological conditions, and performance of broiler during starter phase, 46, pp. 11-20.

Myers, S.R., Hawrelak, J. and Cattley, T., 2009. Essential oils in the treatment of intestinal dysbiosis: a preliminary in vitro study. Alternative Medicine Review, 14, pp. 380-384.

Stamer, J.R., Stoyla, B.O. and Dunckel, B.A., 1971. Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. Journal of Milk and Food Technology, 34, pp. 521-525.

Sunu, P., Sunarti, D., Mahfudz, L.D. and Yunianto, V.D. 2019. Prebiotic activity of garlic (*Allium sativum*) extract on *Lactobacillus acidophilus*. Veterinary world, 12, pp. 2046-2051.

Vinderola, G., Ouwehand, A., Salminen, S. and von Wright, A. 2019. Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects (5th ed.). CRC Press.

Wang, L., Zhang, H., Rehman, M.U., Mehmood, K., Jiang, X., Iqbal, M., Tong, X., Gao, X. and Li, J. 2018. Antibacterial activity of *Lactobacillus plantarum* isolated from Tibetan yaks. Microbial pathogenesis, 115, pp. 293-298. Doi:10.1016/j.micpath.2017.12.077

Wilson, E.A. and Demmig-Adams, B. 2007. Antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties of garlic and onions. Nutrition & Food Science 37, pp. 178-183. Doi:10.1108/00346650710749071

Xiong, T., Guan, Q., Song, S., Hao, M. and Xie, M., 2012. Dynamic change of lactic acid bacteria flora during Chinese sauerkraut fermentation. Food Control, 26, pp. 178-181. Doi:10.1016/j.foodcont.2012.01.027

Yadav, S., Trivedi, N.A. and Bhatt, J.D.J.A., 2015. Antimicrobial activity of fresh garlic juice: An in vitro study., 36, pp. 203-207. Doi:10.4103/0974-8520.175548

ABSTRACT**Optimization of Purple Onion Fermentation Using *Lactobacillus plantarum* as a Probiotic Feed Supplement for Poultry**

This study aims to optimize the fermentation process of purple onion to develop a probiotic-rich feed supplement for poultry. Fermentation was conducted under varying conditions, including temperature, salt concentration, and the use of lactic acid bacteria derived from indigenous microbial communities, mixed starter cultures, and commercial starters. Results indicated that a temperature of 29°C was optimal for fermentation, promoting faster pH reduction and acid production compared to 18°C. Lower salt concentrations (2%) accelerated the fermentation process, while both mixed and commercial starter cultures facilitated a more rapid decrease in pH to 3.5 within a shorter timeframe. These findings provide valuable insights for improving the production of fermented onion-based probiotics, contributing to reduced antibiotic use in poultry farming.

Keywords: *fermentation, purple onion, Lactobacillus plantarum, temperature, salt concentration, poultry*

Ngày nhận bài: 12/12/2024

Ngày phản biện đánh giá: 22/12/2024

Ngày chấp nhận đăng: 24/02/2025

Người phản biện: TS. Đặng Thị Thanh Sơn