

TẠP CHÍ

Nông nghiệp & Môi trường

SCIENCE JOURNAL OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT
TẠP CHÍ KHOA HỌC CỦA BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

15
2025

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Editorial Committee

1. CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

PHÙNG ĐỨC TIẾN

2. PHÓ CHỦ TỊCH KIÊM TỔNG THƯ KÝ HỘI ĐỒNG:

NGUYỄN THỊ THANH THỦY

3. CÁC ỦY VIÊN:

NGUYỄN HỮU NINH

Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường

TRẦN ĐÌNH LUÂN

Cục Thủy sản

VÕ ĐẠI HẢI

Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TRẦN ĐÌNH HÒA

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

PHẠM VĂN TOÀN

Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

PHẠM ANH TUẤN

*Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ
sau thu hoạch*

TRẦN CÔNG THẮNG

*Viện Chính sách và
Chiến lược phát triển nông nghiệp nông thôn*

PHẠM DOÃN LÂN

Viện Chăn nuôi

TRỊNH MINH THỤY

Trường Đại học Thủy lợi

PHẠM VĂN ĐIỀN

Trường Đại học Lâm nghiệp

PHẠM VĂN CƯỜNG

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

LÊ ANH TUẤN

Đại học Bách Khoa Hà Nội

TRẦN ĐĂNG HÒA

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

NGUYỄN THANH PHƯƠNG

Trường Đại học Cần Thơ

BÙI HUY HIỀN

Hội Khoa học Đất Việt Nam

NGÔ XUÂN BÌNH

*Ban Chủ nhiệm Chương trình công nghệ
sinh học, Bộ Khoa học và Công nghệ*

LÊ MẠNH HÙNG

*Hội Khoa học và Kỹ thuật Thủy lợi
thành phố Hồ Chí Minh*

NGUYỄN VĂN CẨM

Hội Thú y Việt Nam

BÙI CHÍ BỬU

*Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền
Nam, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*

TRẦN VĂN CHỨ

Trường Đại học Lâm nghiệp

PHẠM QUANG THU

*Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng,
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

NGUYỄN DUY HOAN

*Trường Đại học Nông Lâm,
Đại học Thái Nguyên*

NGUYỄN VĂN THANH

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

LÊ ĐỨC NGOAN

Hiệp hội thức ăn chăn nuôi Việt Nam

ĐỖ KIM CHUNG

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

THU THẬP, ĐÁNH GIÁ VÀ XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ ỨNG DỤNG NGUỒN GEN LÚA MẸ TRÊN ĐẤT LÚA HAI VỤ Ở TỈNH BÌNH THUẬN

Đào Minh Sơn^{1,*}, Vũ Văn Quý¹, Trần Anh Vũ¹

Võ Minh Thư¹, Nguyễn Thị Thanh Huyền¹

¹ Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam

*Email: sodaominh@gmail.com

TÓM TẮT

Lúa Mẹ thuộc nhóm lúa rẫy cổ truyền, được đồng bào dân tộc tại các xã miền núi tỉnh Bình Thuận rất trân quý nên việc giữ gìn, gieo trồng là nghĩa vụ thiêng liêng của các già làng, trưởng tộc hoặc trưởng gia đình lớn. Kết quả khảo sát nguồn gen lúa Mẹ ở xã Phan Lâm và Phan Sơn cho thấy, có 4 giống lúa Mẹ là: Mẹ Bông, Mẹ Vàng, Mẹ Trắng và Mẹ Đen; giống Mẹ Bông được người K'Ho gieo trồng phổ biến, còn người Raglai thì chủ yếu trồng giống Mẹ Vàng. Nguồn gen lúa Mẹ được canh tác theo tập quán trên đất vườn, ruộng cao với diện tích chỉ còn khoảng 2,5 - 3,0 ha và năng suất rất thấp (0,5 - 0,8 tấn/ha), chất lượng suy giảm và đứng trước nguy cơ bị tuyệt chủng do không cạnh tranh được với nguồn gen lúa cải tiến. Hạt lúa Mẹ sau thu hoạch được giữ một phần để làm giống cho vụ sau, phần còn lại chủ yếu sử dụng vào các dịp lễ, Tết, thờ cúng tổ tiên và thần linh. Gạo lúa Mẹ có tính đặc trưng và rất khác biệt, kích thước hạt lớn (35 - 36 g/1.000 hạt), màu trắng đục, cơm nở dài, mềm, xốp và thơm mùi quế. Kết quả đánh giá giá trị ứng dụng của nguồn gen lúa Mẹ trên chân ruộng cao, 2 vụ lúa/năm cho thấy, gieo trồng lúa Mẹ từ cuối tháng 8 đến đầu tháng 9, sau vụ lúa hè thu là phù hợp nhất và có thể cho năng suất hơn 4 tấn/ha mà vẫn giữ ổn định phẩm chất. Canh tác lúa Mẹ trên đất 2 vụ lúa sẽ làm tăng hiệu quả sản xuất và có tác động trực quan nhất vào việc thay đổi tập quán gieo trồng của người dân, là giải pháp cần thiết để đạt được sự hài hòa về lợi ích canh tác và duy trì bền vững nguồn gen lúa Mẹ phục vụ nhu cầu văn hóa tâm linh của đồng bào các dân tộc thiểu số tại các xã miền núi ở tỉnh Bình Thuận.

Từ khóa: Giá trị ứng dụng, lúa Mẹ, nguồn gen, thời điểm gieo sạ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa Mẹ (*Oryza sativa* 'Lúa Mẹ') là giống lúa rẫy cổ truyền, được đồng bào dân tộc Raglai, K'Ho... sinh sống tại các xã miền núi tỉnh Bình Thuận rất trân quý và việc gieo trồng là nghĩa vụ thiêng liêng của già làng, trưởng tộc hoặc trưởng gia đình lớn. Vụ sản xuất lúa Mẹ bắt từ tháng 5 - 6 và thu hoạch vào tháng 10 - 11 hàng năm. Lúa Mẹ vẫn được gieo trồng, chăm sóc, thu hoạch theo tập quán và tín ngưỡng thờ cúng (chột lỗ, tía hạt, thu hoạch bằng tay, thờ cúng trong vụ sản xuất). Hạt lúa Mẹ thu được chỉ dùng làm giống và sử dụng vào các dịp lễ, Tết, thờ cúng tổ tiên và thần linh. Lúa Mẹ là giống cảm quang nên mỗi năm chỉ canh

tác được một vụ. Do thiếu sự chọn lọc và làm thuần giống trong quá trình canh tác nên nguồn gen lúa Mẹ đã bị thoái hóa, trên ruộng lúa Mẹ tồn tại nhiều kiểu hình cây và hạt khác nhau, dẫn đến năng suất và chất lượng đều sụt giảm nghiêm trọng.

Thời điểm thực hiện khảo sát (4/2023) chỉ còn hơn 40 hộ gia đình người dân tộc thiểu số (Raglai, K'Ho...) tại xã Phan Lâm và Phan Sơn có gieo trồng lúa Mẹ. Đất rừng trong khu vực được quản lý chặt chẽ nên không còn tồn tại hình thức "chặt, đốt, tía" như tập quán canh tác nương rẫy truyền thống. Lúa Mẹ chủ yếu được gieo trong đất vườn hoặc đất ruộng cao không tích nước với diện tích

canh tác phổ biến tại mỗi hộ gia đình chỉ vài chục đến vài trăm mét vuông nên sản lượng không đáng kể, vì vậy cũng chưa có thị trường gạo lúa Mẹ. Có thể nói, sự giao thoa tri thức kinh tế về sản xuất cây trồng trong thời gian qua tác động rõ đến khả năng duy trì và bảo tồn nguồn gen lúa Mẹ trong cộng đồng. Hầu hết các hộ gia đình trẻ không còn trồng lúa Mẹ mà trồng lúa "thần nông" ngăn ngừa để đạt hiệu quả kinh tế tốt hơn. Do vậy, việc "*Thu thập, đánh giá và xác định giá trị ứng dụng nguồn gen lúa Mẹ trên đất lúa 2 vụ ở tỉnh Bình Thuận*" là giải pháp cần thiết, nhằm đạt được sự hài hòa về lợi ích canh tác và duy trì bền vững nguồn gen lúa Mẹ phục vụ nhu cầu văn hóa tâm linh của đồng bào các dân tộc thiểu số tại các xã miền núi ở tỉnh Bình Thuận.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khảo sát thông tin lúa Mẹ

Hoạt động khảo sát thông tin được thực hiện trong tháng 4/2023 tại xã Phan Lâm và Phan Sơn, tỉnh Bình Thuận. Phương pháp phỏng vấn bán cấu trúc (SSI: Semi-Structure Interview) được dùng để phỏng vấn đối tượng đại diện am hiểu chủ đề thông tin cần thu thập. Phiếu câu hỏi được chuẩn bị sẵn theo nhóm vấn đề. Thực hiện phỏng vấn theo hình thức đối thoại và gợi mở tùy thuộc vào ngữ cảnh mà không tuân thủ trình tự câu hỏi. Theo đó, 10 mẫu phỏng vấn đã được thực hiện tại hai xã (2 Chủ tịch Hội nông dân, 2 cán bộ nông nghiệp, 2 già làng và 4 nông dân trồng lúa Mẹ). Thông tin khảo sát tập trung vào 3 nhóm vấn đề gồm: Hiện trạng canh tác lúa Mẹ (số lượng hộ tham gia, diện tích, năng suất, kỹ thuật canh tác), nguồn gen lúa Mẹ (giống, đặc tính nông sinh học, chất lượng...) và việc lưu giữ, sử dụng sản lượng hạt lúa Mẹ thu được.

2.2. Thu thập và đánh giá chất lượng hạt giống nguồn gen lúa Mẹ

Từ kết quả khảo sát, hoạt động thu thập nguồn gen lúa Mẹ được tiến hành tại các địa chỉ nông hộ đã xác định trong tháng 4/2023. Thu thập 10 mẫu giống lúa Mẹ tồn trữ trong dân, tương ứng tại 10 hộ gia đình, mỗi mẫu giống thu 1 kg. Mẫu được làm nhỏ theo phương pháp giảm cơ học trong phòng thí nghiệm. Đầu tiên, trải đều mẫu

hạt thành khối hình vuông trên mặt bằng, rồi dùng thước chia mẫu thành hai phần riêng biệt, sau đó mỗi phần được chia làm hai nửa và cuối cùng mỗi phần nhỏ được chia theo đường chéo tạo thành 8 phần bằng nhau. Gộp chung 4 ô không liền nhau tạo thành một mẫu có khối lượng bằng một nửa so với lượng mẫu ban đầu. Đánh giá chất lượng hạt giống theo TCVN 12181:2018 [1], cách thực hiện như sau:

- Độ sạch của mẫu hạt giống: Tách các dạng hạt cỏ, hạt lạ có thể phân biệt và các tạp chất; cân phần còn lại và quy về tỉ lệ phần trăm theo khối lượng.

- Độ lẫn tạp hạt cỏ: Tách và đếm số lượng hạt cỏ trong mẫu (500 g) và quy về đơn vị tính là số lượng hạt cỏ có trong 1 kg mẫu.

- Dạng hạt lạ có thể phân biệt: Tách và đếm số lượng dạng hạt lạ có thể phân biệt trong mẫu (500 g); cân và quy về tỉ lệ phần trăm theo khối lượng.

- Độ nảy mầm hạt: Hạt được đặt trên bề mặt của một lớp giấy đã thấm đủ nước, 100 hạt/lần, lặp lại 3 lần; sau đó để vào đĩa petri có nắp đậy và cho vào tủ nảy mầm ở nhiệt độ 25°C, ghi nhận tỉ lệ nảy mầm thời điểm 7 ngày sau khi cho vào tủ nảy mầm.

- Tỉ lệ hạt lép: Tách hạt lép ra khỏi mẫu giống (500 g) và tính tỉ lệ phần trăm theo khối lượng.

Chất lượng gạo của các mẫu hạt giống thu thập được phân tích, đánh giá theo IRRI (2013) [2], TCVN 7983:2015 [3], TCVN 5716-2:2017 [4], TCVN 8369:2010 [5], TCVN 8373:2010 [6].

2.3. Khảo sát giá trị ứng dụng của nguồn gen lúa Mẹ

2.3.1. Thí nghiệm đánh giá tác động của biện pháp gieo sạ trong hệ canh tác 2 vụ lúa/năm

- Thí nghiệm diện rộng không lặp lại, ô 400 m²/giống, bố trí tuần tự 4 giống lúa Mẹ được canh tác ở vùng nghiên cứu, gồm: Mẹ Bông (MB), Mẹ Vàng (MV), Mẹ Trắng (MT) và Mẹ Đen (MD).

- Thời gian, địa điểm: Thực hiện trong vụ mùa năm 2024 (8 - 11/2024) tại xã Phan Lâm, tỉnh Bình Thuận.

- Kỹ thuật canh tác:

Gieo sạ: Áp dụng biện pháp sạ mầm như lúa ngắn ngày, lượng giống 60 kg/ha.

Bón phân: Liều lượng phân bón (1 ha): 60 N + 40 P₂O₅ + 30 K₂O. Kỹ thuật bón phân: (i) bón lót: 100% P₂O₅; (ii) bón thúc lần 1, 10 - 12 ngày sau sạ (NSS): 30% N; (iii) bón thúc lần 2, 24 - 26 NSS: 40% N + 50% K₂O; (iv) bón nuôi đồng, khi lúa có tim đèn: 30% N + 50% K₂O.

Quản lý cỏ dại và sâu, bệnh: Sử dụng thuốc diệt cỏ tiền nảy mầm, thuốc trừ ốc bươu vàng, sâu đục thân và bọ xít hôi.

- Chỉ tiêu đánh giá:

Chỉ tiêu về đặc điểm hình thái, sinh trưởng, độ thuần, tính chống chịu sâu, bệnh đồng ruộng: Theo TCVN 13382-1:2021 [7], TCVN 13381-1:2023 [8] và IRRI (2013) [2].

Thành phần năng suất: Thu mẫu bằng khung 0,25 m², 10 mẫu/ô thí nghiệm, đo đếm các chỉ tiêu về số bông/m², số hạt chắc/bông và khối lượng 1.000 hạt (KL1.000 hạt).

Năng suất thực tế: (i) thu mẫu bằng khung 5 m², 10 mẫu/ô thí nghiệm, kiểm định sai khác bằng T-test; (ii) thu cả ô thí nghiệm, quạt sạch, cân khối lượng thực tế, đo độ ẩm, tính năng suất quy về ẩm độ chuẩn (14%).

Phẩm chất gạo: Phân tích, đánh giá theo IRRI (2013) [2], TCVN 7983:2015 [3], TCVN 5716-2:2017 [4], TCVN 8369:2010 [5], TCVN 8373:2010 [6].

- Kỹ thuật phân tích số liệu: Phần mềm Excel được sử dụng trong các phép tính thống kê mô tả số và phân tích tổng hợp. Phần mềm SAS ver 9.1 được sử dụng trong phân tích so sánh theo trắc nghiệm T-test ($P < 0,05$).

2.3.2. Thí nghiệm xác định thời điểm gieo trồng lúa Mẹ phù hợp hệ canh tác 2 vụ lúa/năm

- Thí nghiệm diện rộng không lặp lại, ô 400 m²/giống, bố trí tuần tự 5 thời điểm gieo hạt, mỗi thời điểm gieo cách nhau 20 ngày, cụ thể như sau:

Công thức	Ngày gieo hạt	Công thức	Ngày gieo hạt
T1	18/7/2024	T4	16/9/2024
T2	7/8/2024	T5	6/10/2024
T3	27/8/2024	-	-

- Thời gian, địa điểm: Thực hiện trong vụ mùa năm 2024 (7 - 12/2024) tại xã Phan Lâm, tỉnh Bình Thuận

- Giống lúa Mẹ: Sử dụng giống Mẹ Vàng được chọn thuần.

- Kỹ thuật canh tác và các chỉ tiêu theo dõi, đánh giá tương tự như thí nghiệm ở mục 2.3.1.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát thông tin và thu thập vật liệu giống lúa Mẹ

3.1.1. Hiện trạng canh tác và sử dụng lúa Mẹ

Người Raglai và K'Ho cho rằng, lúa Mẹ là “gốc”, là biểu tượng cho người mẹ thiên nhiên nuôi sống cộng đồng và rất linh thiêng, nên trong quá

trình canh tác tuyệt đối không được tác động vật lý làm chết cây, không được dùng vật sắc nhọn cắt thân lúa, kể cả lúc thu hoạch. Ít nhất phải có 3 đợt “cúng lúa Mẹ” trong vụ gieo trồng là: Lúc gieo hạt, khi thu hoạch và dịp “Tết đầu lúa”. Có những hộ gia đình cúng rẫy lúa Mẹ mỗi tháng một lần. Tại xã Phan Lâm và Phan Sơn, lúa Mẹ được trồng trong vườn hoặc nơi ruộng cao không tích nước. Diện tích trồng lúa Mẹ tại mỗi hộ gia đình phổ biến từ 200 - 500 m², ít trường hợp gieo trồng đến 1.000 m² trở lên. Thời điểm khảo sát (4/2023), có hơn 40 hộ gia đình còn trồng lúa Mẹ, với tổng diện tích khoảng 2,5 - 3,0 ha.

Lúa Mẹ vẫn còn được gieo trồng theo tập quán và chỉ để sử dụng, không đem bán. Vụ sản xuất từ

đầu mùa mưa (tháng 5 - 6) hàng năm, hạt được gieo thẳng vào chỗ đất được “chọt lỗ” rồi lấp lại, sau đó để tự nhiên cho đến ngày thu hoạch bằng cách tuốt bông lúa cho vào gùi. Do thiếu chăm sóc và bổ sung dinh dưỡng nên sản lượng lúa Mẹ thu được không đáng kể, năng suất chỉ trong khoảng 0,5 - 0,8 tấn/ha. Hạt lúa Mẹ thu hoạch được giữ lại một phần làm giống cho vụ sau, phần còn lại sử dụng vào các dịp lễ, Tết hoặc thờ cúng tổ tiên và thần linh theo tín ngưỡng của người Raglai và K’Ho sinh sống tại xã điểm nghiên cứu.

3.1.2. Đặc tính nông, sinh học nguồn gen lúa Mẹ

Có 4 giống lúa Mẹ được gieo trồng là: Mẹ Bông (Mẹ K’Ho), Mẹ Trắng, Mẹ Đen và Mẹ Vàng (Mẹ Êđê), trong đó giống Mẹ Bông được người K’Ho gieo trồng phổ biến, còn người Raglai thì gieo trồng chủ yếu giống lúa Mẹ Vàng.

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, các giống: Mẹ Bông (MB), Mẹ Trắng (MT), Mẹ Đen (MĐ) có kiểu hình và đặc tính sinh trưởng tương tự nhau, chiều cao trong khoảng 145 - 155 cm, thời gian

sinh trưởng (TGST) từ 140 - 150 ngày, thuộc nhóm mùa sớm, dạng hạt thon bầu, kích thước hạt rất lớn (35 - 36 g/1.000 hạt) so với các giống lúa ngắn ngày phổ biến. Sự khác nhau của 3 giống lúa Mẹ trên được phân biệt ở màu sắc hạt: Vỏ trấu giống MB có sọc tím với vệt nâu đỏ, vỏ trấu giống MT một màu vàng trắng và vỏ trấu giống MĐ có màu sọc tím đen toàn hạt; hạt gạo của giống MB và MT có màu trắng đục như lúa nếp, trong khi hạt gạo giống MĐ có màu đỏ nhạt. Trên ruộng lúa Mẹ của người đồng bào K’Ho, giống MT và MĐ thường lẫn tạp trong quần thể giống MB, nên có thể là một dạng phân ly của lúa MB theo quan sát hình thái cây và thực tế đồng ruộng. Giống Mẹ Vàng (MV) khác biệt hẳn so với 3 giống lúa Mẹ nêu trên, thể hiện ở đặc tính sinh trưởng (cao 150 - 160 cm, thời gian sinh trưởng từ 145 - 155 ngày) và màu sắc hạt lúa (vỏ trấu có màu vàng nghệ kết hợp với vệt tối mờ). Tuy vậy, hạt gạo lúa MV cũng có màu trắng đục như gạo nếp và không phân biệt được với hạt gạo của giống lúa MB và MT.

Bảng 1. Kết quả khảo sát về đặc tính sinh trưởng, hình thái nguồn gen lúa Mẹ tại xã Phan Lâm và Phan Sơn, tỉnh Bình Thuận

TT	Tên	Chiều cao cây (cm)*	Đổ ngã*	TGST* (ngày)	Dạng hạt	Màu vỏ trấu	Màu hạt gạo
1	Mẹ Bông (MB)	145 - 155	Không	140 - 150	Thon bầu	Sọc tím, vệt nâu đỏ	Trắng đục
2	Mẹ Trắng (MT)	145 - 155	Không	140 - 150	Thon bầu	Vàng nhạt, trắng	Trắng đục
3	Mẹ Đen (MĐ)	145 - 155	Không	140 - 150	Thon bầu	Sọc tím đen toàn hạt	Đỏ
4	Mẹ Vàng (MV)	150 - 160	Rất ít	145 - 155	Thon bầu	Vàng nghệ, vệt tối mờ	Trắng đục

*Ghi chú: *: Số ước lượng theo thông tin khảo sát; TGST: Thời gian sinh trưởng.*

3.2. Chất lượng nguồn gen và phẩm chất lúa Mẹ

3.2.1. Chất lượng hạt giống lúa Mẹ tồn trữ

Thu thập 10 mẫu giống lúa Mẹ được tồn trữ trong dân, trong đó gồm 4 mẫu giống lúa Mẹ Bông (MB), 01 mẫu Mẹ Trắng (MT), 01 mẫu Mẹ Đen (MĐ) và 4 mẫu Mẹ Vàng (MV).

Kết quả phân tích và đánh giá chất lượng mẫu hạt giống lúa Mẹ thu thập so với yêu cầu cấp giống xác nhận theo TCVN 12181:2018 [1] như sau: Độ sạch từ 93,02 - 97,24% so với yêu cầu $\geq 99\%$; hạt khác dạng từ 2,43 - 6,85% so với yêu cầu $\leq 0,5\%$; độ ẩm 14,3 - 16,2% so với yêu cầu $\leq 13,5\%$; độ nảy mầm từ 70,8 - 97,0 so với yêu cầu $\geq 80\%$; hạt cỏ 0% so với

yêu cầu ≤ 15 hạt/kg. Như vậy, 100% số mẫu chưa đạt 3 chỉ tiêu chất lượng hạt giống cấp xác nhận là độ sạch, hạt khác dạng và độ ẩm. Chỉ tiêu “độ nảy mầm” có 90% số mẫu đạt yêu cầu và chỉ tiêu “hạt cỏ” có 100% số mẫu đạt yêu cầu cấp giống xác nhận. Dễ nhận thấy, tập quán thu hoạch bằng cách tuốt từng bông lúa cho vào gùi nên mẫu lúa Mẹ thu thập không có hạt cỏ. Về nguyên tắc, việc tồn trữ hạt giống ở hộ gia đình trong thời gian dài tạo cơ hội cho hạt hút ẩm, từ đó làm giảm sức sống hạt. Tuy vậy, kết quả đánh giá độ nảy mầm cho thấy, đa phần mẫu hạt giống lúa Mẹ có tỷ lệ nảy mầm cao hơn yêu cầu, mặc dù 100% số mẫu có độ ẩm hạt cao vượt ngưỡng quy định, thể hiện hạt lúa Mẹ có sức sống rất mạnh mẽ.

Bảng 2. Chất lượng hạt giống lúa Mẹ thu thập tại xã Phan Lâm và Phan Sơn, tỉnh Bình Thuận

TT	Hộ thu thập	Giống /ki hiệu	Độ sạch (%)	Độ ẩm (%)	Hạt khác dạng (%)	Hạt lép (%)	KL 1.000 hạt (g)	Tỉ lệ nảy mầm (%)
1	K.Thị Diêm	MB1	95,08	15,1	4,76	6,06	36,0	88,5
2	K.Thị Bil	MB2	96,77	15,3	3,07	5,55	35,7	89,3
3	K.Dênh	MB3	95,27	15,5	4,42	5,47	36,0	85,0
4	K.Viên	MB4	96,07	14,7	3,02	5,15	35,5	96,1
5	Trần Thị Bal	MT	95,28	14,3	4,53	5,24	35,7	96,3
6	Trần K'Biên	MĐ	93,02	16,2	6,85	6,42	34,6	70,8
7	Mang Văn	MV1	96,23	14,6	3,44	5,43	37,0	95,1
8	Mang Khan	MV2	97,07	14,8	2,51	4,16	36,8	96,0
9	Mang Thuấn	MV3	97,24	14,6	2,43	4,46	36,3	96,7
10	Mang Khánh	MV4	96,21	14,5	3,54	5,52	36,6	97,0

Ghi chú: MB: Mẹ Bông; MT: Mẹ Trắng; MĐ: Mẹ Đen; MV: Mẹ Vàng.

3.2.2. Chất lượng gạo của các mẫu giống lúa Mẹ thu thập

Phẩm chất của 10 mẫu lúa Mẹ thu thập như sau: (i) Chiều dài hạt từ 6,2 - 6,4 mm, xếp nhóm trung bình; trong đó chiều dài các mẫu MV trội hơn các mẫu còn lại. Các mẫu lúa Mẹ có chiều rộng hạt gạo lớn (3,3 mm) và tỷ lệ dài/rộng (1,88 - 1,94) thấp so với các giống lúa phổ biến. (ii) Tỷ lệ gạo lứt và gạo trắng của các mẫu lúa Mẹ khá cao và ít biến động, từ 79,3 - 81,4% và từ 64,9 - 68,6%, nhưng tỷ lệ gạo nguyên chênh lệch rõ giữa các mẫu, có đến 7/10 mẫu < 50% gạo nguyên, các mẫu còn lại từ 51,9 - 52,6% gạo nguyên. (iii) 9/10 mẫu có tỷ lệ hạt gạo khác màu cao, từ 4,38 - 6,18%, màu khác chủ yếu là màu trắng trong; riêng mẫu MĐ (gạo đỏ) có tỷ lệ hạt khác màu đến 24,15%, màu khác là màu trắng đục và trắng trong. (iv) 9/10 mẫu có hàm lượng amylose trung bình thấp (21,5 - 22,7%) và độ bền gel điểm 3 (61,2 - 64,8 mm); riêng mẫu MĐ tiệm cận nhóm amylose cao (24,5%) và độ bền gel điểm 5 (58,7 mm). (v) Chất lượng cơm: 9/10 mẫu lúa Mẹ thu thập có chất lượng cơm đặc trưng và tương tự nhau, cơm mềm và to xốp, thơm “mùi quế” đặc trưng, hạt cơm nở dài với tỉ lệ

com/gạo đạt 1,78 - 1,88; mẫu gạo MĐ khô cơm hơn so với các mẫu lúa Mẹ khác.

Tóm lại, kết quả phân tích mẫu hạt giống lúa nguồn gen lúa Mẹ cho thấy, mặc dù việc thu hoạch theo tập quán là tuốt lúa bằng tay cho vào gùi, nhưng do chưa đủ hiểu biết về kỹ thuật sản xuất và bảo quản hạt giống lúa nên 100% mẫu hạt giống thu thập đều chưa đạt yêu cầu của cấp giống xác nhận. Đặc biệt, chỉ tiêu “hạt khác dạng”, liên quan trực tiếp đến sự thoái hóa giống, thể hiện tỷ lệ cao trong tất cả các mẫu phân tích. Về phẩm chất gạo lúa Mẹ, loại trừ mẫu khác biệt có chất lượng thấp là giống MĐ, các mẫu lúa Mẹ khác có sự tương đồng về dạng hạt, màu sắc, chỉ tiêu hóa tính và mùi vị cơm. Tính đặc trưng rất riêng của các mẫu lúa Mẹ này được thể hiện qua màu hạt gạo (trắng sữa), chiều rộng hạt gạo rất lớn (3,3 mm), mùi thơm quế, độ nở hạt theo chiều dài và độ to xốp của cơm. Sự riêng biệt về phẩm chất gạo của lúa Mẹ là lợi thế để khai thác thương mại sản phẩm, từ đó đóng góp cho hoạt động duy trì và phát triển nguồn gen loại cây trồng đặc biệt trong văn hóa tâm linh của đồng bào các dân tộc thiểu số ở các xã miền núi tỉnh Bình Thuận.

Bảng 3. Đặc điểm lý tính hạt gạo nguồn gen lúa Mẹ thu thập tại xã Phan Lâm và Phan Sơn, tỉnh Bình Thuận

TT	Ký hiệu mẫu	Dài hạt (mm)	Rộng hạt (mm)	Dài /rộng	Gạo lứt (%)	Gạo trắng (%)	Gạo nguyên (%)	Gạo lứt khác màu (%)
1	MB1	6,3	3,3	1,91	79,8	64,9	41,7	5,04
2	MB2	6,3	3,3	1,91	81,3	68,6	52,3	5,45
3	MB3	6,3	3,3	1,91	79,3	66,7	43,8	4,38
4	MB4	6,3	3,3	1,91	79,4	65,5	51,9	6,18
5	MT	6,3	3,3	1,91	80,4	66,7	47,1	6,14
6	MĐ	6,2	3,3	1,88	80,5	65,4	43,6	24,15
7	MV1	6,4	3,3	1,94	80,2	67,7	44,3	4,46

8	MV2	6,4	3,3	1,94	79,7	65,9	45,7	5,53
9	MV3	6,4	3,3	1,94	81,4	66,7	52,6	4,92
10	MV4	6,4	3,3	1,94	80,0	68,2	46,7	5,56

Bảng 4. Đặc điểm hóa tính và phẩm chất cơm nguồn gen lúa Mẹ thu thập tại xã Phan Lâm và Phan Sơn, tỉnh Bình Thuận

TT	Ký hiệu mẫu	Amylose (%)	Độ bền gel (mm)	Chiều dài cơm (mm)	Độ dài cơm/gạo	Độ ngon (điểm)	Mùi thơm (điểm)
1	MB1	22,5	61,2	11,8	1,87	3,3	3,1
2	MB2	22,7	64,0	11,6	1,84	3,5	3,3
3	MB3	22,6	63,5	11,2	1,78	3,5	3,3
4	MB4	22,4	64,0	11,6	1,84	3,3	2,7
5	MT	22,9	62,0	11,7	1,86	3,5	2,8
6	MĐ	24,5	58,7	11,0	1,77	2,5	3,0
7	MV1	21,5	64,8	11,8	1,84	3,7	3,5
8	MV2	21,9	64,0	11,2	1,78	3,7	3,0
9	MV3	22,7	63,2	11,8	1,87	3,8	3,0
10	MV4	22,0	63,7	12,0	1,88	3,8	3,3

3.3. Đánh giá giá trị ứng dụng của nguồn gen lúa Mẹ

3.3.1. Thử nghiệm biện pháp gieo sạ trên lúa hai vụ/năm

Thí nghiệm lô rộng vật liệu nguồn gen lúa Mẹ được chọn lọc và không chọn lọc làm đối chứng so sánh, áp dụng kỹ thuật sạ mầm trên ruộng lúa nước trong vụ mùa năm 2024, kết quả ghi nhận như sau: Gieo sạ vào tuần thứ ba của tháng bảy dương lịch (18/7), các giống lúa Mẹ có TGST rút ngắn khá nhiều so với số liệu khảo sát

theo tập quán canh tác của người dân. Theo đó, giống MV có TGST 125 ngày, giống MB, MT, MĐ có TGST chỉ từ 120 - 122 ngày. Tương tự, chiều cao cây nguồn gen lúa Mẹ thí nghiệm theo kỹ thuật gieo sạ trên đất lúa nước thấp hơn đáng kể so với số liệu khảo sát, trong khoảng 130,1 - 132,7 cm đối với các giống MB, MT, MĐ; giống MV cao hơn, chiều cao từ 134,3 - 136,8 cm. Trong thí nghiệm này, các giống lúa Mẹ có 132,1 - 146,7 bông/m²; 89,1 - 106,7 hạt chắc/bông và đạt năng suất lý thuyết (NSLT) từ 3,90 - 5,70 tấn/ha; trong đó nguồn gen được chọn lọc đạt NSLT cao hơn

hần nguồn gen chưa chọn lọc. Đối với năng suất thực tế (NS), nguồn gen chọn lọc giống MB và MV cho năng suất từ 4,02 - 4,14 tấn/ha, cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nguồn gen không chọn lọc và tăng giá trị thực 30,5 - 36,2%. Số liệu ở bảng 5 cũng cho thấy, 4 giống lúa Mẹ khảo sát trong cùng điều kiện ít chênh lệch về năng suất, trường hợp sử dụng nguồn gen không chọn lọc biến động cao nhất về năng suất chỉ là 1,95% (3,02 - 3,08 tấn/ha) và sử dụng nguồn gen chọn lọc năng suất biến động cao nhất là 3,38% (4,00 - 4,14 tấn/ha).

Về khả năng chống chịu sâu, bệnh thực tế, trong vụ thí nghiệm chưa ghi nhận các yếu tố gây

hại ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất lúa Mẹ như rầy nâu, đạo ôn và bạc lá, vì vậy chưa sử dụng đến đến hóa chất phòng trừ các đối tượng hại này. Riêng đối tượng hại là sâu đục thân, nguồn gen lúa Mẹ khá mẫn cảm, nhiễm nặng so với nhóm giống lúa cải tiến gần ngày trong cùng khu vực nên phải can thiệp bằng hóa chất. Lúa Mẹ có đường kính thân lớn và hệ thống lá phát triển mạnh là cơ hội thu hút bướm sâu đục thân tập trung gây hại. Do vậy, việc canh tác lúa Mẹ, nhất là ở những khu vực thường xuyên có sâu đục thân, cần xây dựng giải pháp phòng trừ tích cực từ đầu vụ.

Bảng 5. Đặc tính nông, sinh học và năng suất nguồn gen lúa Mẹ trong vụ mùa năm 2024 tại xã Phan Lâm, tỉnh Bình Thuận

TT	Giống	TGST (ngày)	Cao cây (cm)	Bông /m ²	Hạt chắc /bông	KL1.000 hạt (g)	NSLT (tấn/ha)	NS (tấn/ha)	% so ĐC
1	MV-ND	125	136,8	136,6	94,4	36,0	4,64	3,04	0,0
2	MV-CL	125	134,3	146,7	106,7	36,4	5,70	4,14*	36,2
3	MB-ND	120	132,5	138,3	89,1	35,3	4,35	3,08	0,0
4	MB-CL	120	131,7	144,6	101,7	35,5	5,22	4,02*	30,5
5	MT-CL	122	130,1	142,3	97,9	35,6	4,96	4,00	-
6	MĐ-ND	122	132,7	132,1	88,5	33,4	3,90	3,02	-

*Ghi chú: ns: Không khác biệt; *: Khác biệt ở mức độ tương ứng 5% theo kiểm định t-test; ND: Nông dân, đối chứng không chọn lọc (ĐC); CL: Chọn lọc; cặp so sánh: MV-ND với MV-CL; MB-ND với MB-CL; NSLT: Năng suất lý thuyết; NS: Năng suất thực tế.*

3.3.2. Xác định thời điểm gieo trồng lúa Mẹ phù hợp

Ảnh hưởng của thời điểm gieo sạ đến đặc tính sinh trưởng lúa Mẹ

Bảng 6 cho thấy, tất cả các công thức thí nghiệm về thời điểm gieo sạ đều trở bông trong tháng 10 - 11 và thời gian từ lúc gieo đến lúc lúa trở bông theo hướng giảm dần từ 5 ngày (T4 với T5) đến 15 ngày (T1 với T2). Điều này chứng tỏ, lúa MV có phản ứng với thời gian chiếu sáng trong

ngày và được xếp vào nhóm “cây ngắn ngày” theo học thuyết quang chu kỳ, nghĩa là cây chỉ trở bông khi thời gian chiếu sáng trong ngày ≤ 12 giờ. Theo Đỗ Khắc Thịnh (2004) [9], cây lúa ≤ 40 ngày tuổi thì không phản ứng với quang chu kỳ. Số liệu ghi nhận thời gian trở của lúa MV từ 48 - 87 ngày, cho thấy, giống lúa bản địa và điều kiện môi trường ở nước ta cũng chưa thể hiện sai khác so với kết quả nghiên cứu ở vùng ôn đới (Nhật Bản). TGST của lúa MV ở các thời điểm gieo sạ khác nhau trong vụ mùa năm 2024 rất biến động, từ 82 -

124 ngày. Gieo càng sớm thì TGST của giống càng dài và ngược lại, ví dụ gieo ngày 18/7 thì TGST của giống là 124 ngày, trong khi gieo ngày 6/10 thì TGST của giống chỉ còn 82 ngày. Tương tự, chiều cao (cm) của lúa MV ở các công thức khảo sát cũng thay đổi rõ, từ 121,2 - 145,7 cm và theo xu hướng giảm dần chiều cao ở các công thức gieo

sau. Mặc dù lúa Mẹ có đường kính thân lớn và cứng so với đa số các giống lúa cổ truyền khác, nhưng với sự thay đổi chiều cao giữa các thời điểm gieo sạ nên khả năng chống đổ ngã cũng khác nhau, theo đó 2 công thức gieo trước (T1, T2) cao cây và dễ đổ ngã hơn các công thức gieo sau (T3, T4, T5).

Bảng 6. Đặc tính sinh trưởng của lúa Mẹ Vàng ở các thời điểm gieo sạ khác nhau trong vụ mùa năm 2024 tại xã Phan Lâm, tỉnh Bình Thuận

TT	Công thức	Ngày gieo	Ngày trổ 5%	Số ngày từ gieo đến trổ	TGST (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Đổ ngã (điểm)
1	T1	18/7/2024	14/10	87	124	145,7	3
2	T2	7/8/2024	18/10	72	112	141,3	3
3	T3	27/8/2024	28/10	62	102	132,4	1
4	T4	16/9/2024	7/11	53	89	127,8	1
5	T5	6/10/2024	24/11	48	82	121,2	1

Đa số giống lúa cổ truyền ở Nam bộ có thời gian trổ thường trong khoảng giữa tháng 11 đến cuối tháng 12 và TGST của chúng phụ thuộc vào thời điểm gieo trồng. Nếu gieo trồng theo tập quán (tháng 5 - 6) thì TGST của giống sẽ kéo dài, ngược lại gieo muộn thì sinh trưởng của lúa bị ức chế, lúa trổ không đồng đều [10]. Vì vậy, xác định thời điểm gieo trồng thích hợp để rút ngắn thời gian chăm sóc lúa, kết hợp việc tăng vụ và cải thiện năng suất là giải pháp tích cực trong việc duy trì và phát triển nhóm giống lúa đặc sản cổ truyền. Lúa Mẹ có phản ứng với thời gian chiếu sáng trong ngày, thường trổ bông trước 15/10 theo tập quán canh tác của người đồng bào dân tộc thiểu số. Số liệu ở bảng 6 cho thấy, các công thức gieo trong tháng 7 - 8 lúa vẫn trổ trong tháng 10 nên TGST rút ngắn đáng kể (1 - 2 tháng) so với tập quán canh tác. Các công thức gieo vào giữa tháng 9 (T4) đến đầu tháng 10 (T5) thì lúa trổ trong tháng 11 và TGST của lúa Mẹ chỉ còn 82 - 89 ngày. Hai công thức gieo muộn (T4 và T5) tạo ra lợi thế nông học khá rõ (ngắn ngày, thấp cây, chống đổ ngã tốt), nhưng do quá trình tích lũy chất để chuyển sang

trạng thái phát triển chưa đầy đủ nên lúa trổ bông và chín không đồng đều, điều này là nguyên nhân làm giảm năng suất và chất lượng.

Ảnh hưởng của thời điểm gieo sạ đến năng suất lúa Mẹ

Bảng 7 cho thấy: Biến động số bông/m² giữa các thời điểm gieo sạ từ 156,7 - 178,6 bông và hạt chắc/bông từ 64,5 - 90,3 hạt. Xu hướng biến động số bông/m² và số hạt chắc/bông là ngược chiều nhau theo thời điểm gieo sạ, gieo sớm thì có ít bông nhưng số hạt/bông nhiều hơn gieo trễ. Thời điểm gieo sạ ảnh hưởng đến lúa Mẹ (Bảng 6) giải thích cho trường hợp gieo trễ (T4, T5): Hoạt động sinh trưởng để tích lũy chất của cây chưa đầy đủ đã phải trổ bông dưới tác động của thời gian chiếu sáng, vì vậy kích thước bông lúa nhỏ và ít hạt hơn so với các công thức gieo trong tháng 7 - 8. Ngược lại, do có kiểu hình cao lớn và sức sinh trưởng mạnh, nên khi được gieo sạ ở thời điểm thích hợp (T1, T2), lúa Mẹ có đủ điều kiện để phát triển thân, lá, làm tăng độ che phủ trong quần thể ruộng lúa, từ đó làm giảm chỉ tiêu số bông/m² so với các công thức gieo muộn. Biến

động KL1.000 hạt từ 35,0 - 36,5 g/1.000 hạt và chưa thể hiện rõ chênh lệch giữa các công thức từ T1 - T4; công thức gieo trễ nhất (6/10) có khối lượng hạt thấp hơn so với các công thức gieo trước. Năng suất lý thuyết (NSLT) ít biến động giữa các công thức từ T1 - T3; 2 công thức gieo sau (T4, T5) có NSLT thấp hơn khá rõ so với các công thức gieo trước. NSLT được cấu thành từ các chỉ tiêu về số bông/m², số hạt chắc/bông và KL1.000 hạt và là thông số thể hiện khả năng cho kết quả thực về sản lượng của ruộng lúa. Với ý nghĩa đó, lúa Mẹ có thể đạt năng suất rất cao, hơn 5 tấn/ha, nếu áp dụng biện pháp canh tác phù hợp. Năng suất thực tế (NS) cũng có biến

động tương tự chỉ tiêu NSLT, phân bố từ 2,83 - 4,36 tấn/ha. Trong đó, 3 công thức gieo trước (T1, T2, T3) đạt năng suất khá cao, từ 4,17 - 4,36 tấn/ha và không khác biệt nhau theo giá trị thống kê; năng suất của 2 công thức gieo sau (T4, T5) giảm rõ rệt, chỉ đạt 2,83 - 3,15 tấn/ha và khác biệt theo giá trị thống kê so với công thức gieo sạ lần đầu (T1). Tóm lại, đối với chỉ tiêu năng suất, gieo lúa Mẹ trong tháng 7 - 8 là phù hợp, hoặc có thể kéo dài thời điểm gieo đến đầu tháng 9 cho kịp thời điểm thu hoạch vụ lúa hè thu. Năng suất lúa Mẹ giảm mạnh trong trường hợp gieo trễ, từ giữa tháng 9 đến tháng 10, sẽ không đạt mục tiêu canh tác mong muốn.

Bảng 7. Ảnh hưởng của thời điểm gieo sạ đến năng suất lúa Mẹ Vàng trong vụ mùa năm 2024 tại xã Phan Lâm, tỉnh Bình Thuận

TT	Công thức	Bông/m ²	Hạt chắc /bông	KL 1.000 hạt (g)	NSLT (tấn/ha)	NS (tấn/ha)
1	T1	156,7	90,3	36,4	5,15	4,17 ^{ĐC}
2	T2	167,7	87,9	36,5	5,38	4,36 ^{ns}
3	T3	169,3	78,9	36,1	4,82	4,25 ^{ns}
4	T4	172,4	73,5	35,8	4,54	3,15 *
5	T5	178,6	64,5	35,0	4,03	2,83*

Ghi chú: Không khác biệt (ns) và khác biệt 5% () theo kiểm định t-test so với đối chứng (ĐC).*

NSLT: Năng suất lý thuyết; NS: Năng suất thực tế.

Ảnh hưởng của thời điểm gieo sạ đến phẩm chất lúa Mẹ

Kích thước hạt và tỷ lệ gạo chưa thể hiện rõ sự thay đổi giữa các thời điểm gieo sạ. Tuy vậy, tỷ lệ gạo nguyên có chênh lệch giữa nhóm 3 công thức gieo trong tháng 7 - 8 và nhóm 2 công thức gieo muộn trong tháng 9 - 10. Theo đó, các công thức gieo sau (T4, T5) có tỷ lệ gạo nguyên thấp, chỉ đạt 44,2 - 47,1%, trong khi 3 công thức gieo trước đều đạt tỷ lệ gạo nguyên cao (53,0 - 55,3%). Chỉ tiêu về hàm lượng amylose và độ bền gel có xu hướng biến động trái chiều nhau nhưng chưa thật rõ giữa các thời điểm gieo khác nhau. Theo đó, các công thức gieo trễ (16/9 và 6/10), hàm lượng amylose giảm nhẹ so với các công thức

gieo trước. Mặc dù số liệu về amylose chỉ ở mức “xu hướng”, nhưng có thể lý giải là do giai đoạn sinh trưởng và phát triển diễn ra đồng thời nên trong quá trình hoàn thiện cơ quan sinh sản cây lúa chưa đủ thời gian để tích lũy đủ chất. Giống lúa Mẹ có chiều dài gel ≥ 60 mm, xếp điểm 3 về độ mềm, là đặc tính di truyền của giống và kết quả phân tích trong thí nghiệm chưa thể hiện tác động ảnh hưởng của thời điểm gieo sạ. Đánh giá cảm quan về mùi thơm của cơm cho thấy, 3 công thức gieo trước giữ được mùi thơm đặc trưng của giống so với sự suy giảm mùi thơm của 2 công thức gieo trong tháng 9 và 10. Điểm về độ ngon của cơm cũng chưa ghi nhận rõ sự khác biệt giữa các công thức thí nghiệm.

Bảng 8. Ảnh hưởng của thời điểm gieo sạ đến phẩm chất lúa Mẹ Vàng trong vụ mùa năm 2024 tại xã Phan Lâm, tỉnh Bình Thuận

TT	Công thức	Chiều dài hạt (mm)	Gạo trắng (%)	Gạo nguyên (%)	Amylose (%)	Độ bền gel (mm)	Độ ngon (điểm)	Mùi thơm (điểm)
1	T1	6,6	67,8	54,4	21,9	63	4,0	3,1
2	T2	6,6	67,1	55,3	22,3	62	4,0	3,2
3	T3	6,6	66,8	53,0	22,0	63	4,0	3,2
4	T4	6,5	66,0	47,1	21,4	61	3,8	2,5
5	T5	6,5	65,4	44,2	20,8	61	3,8	2,3

4. KẾT LUẬN

Nguồn gen lúa Mẹ ở vùng đồng bào dân tộc thiểu số xã Phan Lâm và Phan Sơn, tỉnh Bình Thuận gồm các giống: Mẹ Bông, Mẹ Vàng, Mẹ Trắng và Mẹ Đen; giống Mẹ Bông được người K'Ho gieo trồng phổ biến, còn người Raglai chủ yếu trồng lúa Mẹ Vàng. Đến nay, nguồn gen lúa Mẹ vẫn được gieo trồng theo tập quán với diện tích còn rất ít (2,5 - 3,0 ha) và năng suất thấp (0,5 - 0,8 tấn/ha). Hạt lúa Mẹ thu được chỉ dùng để làm giống cho vụ sau và sử dụng vào các dịp lễ, Tết, thờ cúng tổ tiên và thần linh. Gạo lúa Mẹ có tính đặc trưng và tính khác biệt rất rõ, kích thước hạt lớn, màu trắng đục như gạo nếp, cơm nở dài, mềm, xốp và thơm mùi núi rừng (quế).

Gieo sạ lúa Mẹ từ giữa cuối tháng 8 đến đầu tháng 9 (sau vụ hè thu) là phù hợp nhất cho hệ canh tác hai vụ lúa/năm, TGST và chiều cao cây giảm rõ rệt, năng suất đạt ≥ 4 tấn/ha mà vẫn giữ ổn định phẩm chất. Thời điểm gieo sạ từ giữa tháng 9 đến đầu tháng 10 lúa Mẹ vẫn phát triển và cho thu hoạch nhưng cây sinh trưởng không đồng đều, năng suất và phẩm chất bị suy giảm. Lúa Mẹ chống chịu các loại bệnh hại chính (đạo ôn, bạc lá) tốt, nhưng mẫn cảm với sâu đục thân, vì vậy cần có giải pháp phòng trừ tích cực từ đầu vụ, nhất là ở những khu vực thường xuyên xuất hiện đối tượng hại này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12181:2018. Quy trình sản xuất hạt giống cây trồng tự thụ phấn.

2. IRRI (2013). Standard evaluation system for Rice (SES). Int. Rice Research Institute, Manila, Philippines.

3. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7983:2015. Gạo - Xác định tỉ lệ thu hồi tiềm năng từ thóc và gạo lật.

4. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5716-2:2017. Gạo - Xác định hàm lượng amylose - Phần 2: Phương pháp thông dụng.

5. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8369:2010. Gạo trắng - Xác định độ bền gel.

6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8373:2010. Gạo trắng - Đánh giá chất lượng cảm quan cơm bằng phương pháp cho điểm.

7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13382-1:2021. Giống cây trồng nông nghiệp – Khảo nghiệm tính khác biệt, tính đồng nhất và tính ổn định - Phần 1: Giống lúa.

8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13381-1:2023. Giống cây nông nghiệp – Khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng - Phần 1: Giống lúa.

9. Đỗ Khắc Thịnh (2004). Nghiên cứu ảnh hưởng của một số biện pháp kỹ thuật canh tác và yếu tố môi trường đối với năng suất, phẩm chất lúa thơm ở đồng bằng sông Cửu Long. Luận án Tiến sỹ Nông nghiệp, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam.

10. Đào Minh Sô, Lê Thị Hồng Loan, Trần Anh Vũ (2015). Kết quả lưu giữ và đánh giá nguồn gen lúa mùa Nam bộ giai đoạn 2010 - 2015. Báo cáo khoa học, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam.

**COLLECTION, EVALUATION AND DETERMINATION OF THE APPLICATION VALUE OF
GENETIC RESOURCES OF ME VARIETY RICE ON LAND WITH TWO RICE CROPS A YEAR
IN BINH THUAN PROVINCE**

Dào Minh So¹, Vu Van Quy¹, Tran Anh Vu¹

Vo Minh Thu¹, Nguyen Thi Thanh Huyen¹

¹ Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam

Abstract

Me variety rice is one of the traditional upland rice varieties which is cultivated by ethnic minority communities at mountainous communes in Binh Thuan province. Because it has been cherished, its conservation and cultivation also are the noble mission of village elder, tribal chief or the head of large families. The survey of genetic resources of Me variety rice at Phan Lam commune and Phan Son commune showed that there were four lines of Me varieties of rice were planted. They are Me Bong, Me Trang, Me Vang and Me Den. Me Bong variety has been widely cultivated by the K'Ho and Me Vang variety has been mostly cultivated by the Raglai. The genetic resources of Me varieties rice are traditionally cropped on garden land or high paddy fields. The total area was estimated at 2.5 - 3.0 ha and the yield is very low too (0.5 – 0.8 ton/ha). Because of this circumstance, the quality of genetic resources of Me rice variety has been critically degraded and will be in the lost soon. After the harvest, the grain is retained for the next season. The remaining part is mostly used in special occasions such as holiday, worshipping ancestors, making a sacrifice to their gods. Me rice variety has distinct features and characteristics, large grain size (35 - 36 grams/1000 grains), opaque white color like sticky rice; the cooked rice is long, soft, spongy and has the aroma of cinnamon. The results of the value application of Me variety rice of genetic resource on the two season rice system considered that: after the Summer - Autumn season, from end of August to begin of September has been the most suitable for cropping Me rice variety. If we sow it at that time the yield will get 4 ton/ha and maintain the quantity of cooked rice. When Me variety rice is planted on the two season rice system, the productive effectiveness will be enhanced, their habit of cropping also will be changed correctly! This is the most important method to get the harmonious utility and to conserve the genetic resources Me rice variety sustainably for serving the ethnic minority communities' cultural spirituality demand.

Keywords: *Application value, genetic resource, Me rice variety, sowing time.*

Ngày nhận bài: 19/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 23/5/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/6/2025

Ngày duyệt đăng: 15/7/2025

NGHIÊN CỨU ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG CHUYỂN ĐỔI VÀ SẢN XUẤT CHÈ HỮU CƠ TẠI VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Trần Xuân Hoàng^{1,*}, Nguyễn Ngọc Bình¹, Lưu Ngọc Quyến¹, Phạm Thị Như Trang¹,
Nguyễn Thị Kiều Ngọc¹, Trần Quang Việt¹, Nguyễn Văn Toàn², Phạm Ngọc Khánh¹

¹Viện Khoa học Kỹ thuật Nông lâm nghiệp miền núi phía Bắc

²Hội Lâm vườn Việt Nam

*Email: hoangxuantrannomafsi@gmail.com

TÓM TẮT

Kết quả điều tra, đánh giá hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại vùng miền núi phía Bắc (MNPB) cho thấy: Diện tích chè của 5 tỉnh điều tra là 70.392 ha, chiếm 70,39% toàn vùng MNPB và 57,23% so với diện tích chè cả nước (123.000 ha). Hiện trạng sản xuất chè hữu cơ hiện nay ở vùng thấp đất nghèo dinh dưỡng, hàm lượng mùn dưới 2%; vùng cao đất giàu dinh dưỡng hàm lượng mùn trên 3%; độ pH = 4,10 - 5,2; khí hậu phù hợp cho sản xuất chè hữu cơ; chất lượng sản phẩm chè hữu cơ đạt 16,9 - 17,7 điểm. Thời gian chuyển đổi sản xuất chè hữu cơ ở vùng thấp từ 12 - 48 tháng, tùy thuộc vào điều kiện canh tác chè từng nơi. Quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ đã áp dụng một số biện pháp kỹ thuật như: Vùng đệm, quản lý đất, quản lý nước, phân bón, cây che bóng (cây trồng xen), vật liệu tủ gốc, bảo vệ thực vật...

Từ khóa: Chè, chuyển đổi, hiện trạng, sản xuất chè hữu cơ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhiều doanh nghiệp sản xuất chè và hộ nông dân trồng chè đã thực hiện chỉ đạo của Chính phủ, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn trước đây về sản xuất nông nghiệp hữu cơ; mặt khác họ cũng nhận thức rằng, người tiêu dùng ngày càng khắt khe trong lựa chọn sản phẩm an toàn, có nguồn gốc xuất xứ rõ ràng với quy trình sản xuất thân thiện với môi trường như: Làm sạch đất; cây che bóng, cây trồng xen và vật liệu phủ đất/gốc; các nguồn phân bón hữu cơ; chế phẩm sinh học cải thiện đất và bảo vệ thực vật phù hợp cho canh tác hữu cơ. Do đó, họ có nhu cầu chuyển đổi quá trình canh tác chè trên nương chè có sẵn sang canh tác chè theo hướng hữu cơ để từ đó tạo ra sản phẩm chè hữu cơ. Đây được cho là một trong những giải pháp nhằm bảo vệ sức khỏe người sản xuất, tiêu dùng, môi trường sản xuất; nâng cao thu nhập và hướng tới một nền nông nghiệp sạch, phát triển bền vững.

Do đó, để tạo ra sản phẩm chè hữu cơ chất lượng tốt, có giá trị hàng hóa cao phục vụ nội tiêu và xuất khẩu, đáp ứng thị trường EU, Mỹ, Nhật Bản, Đài Loan, cần phải xây dựng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại MNPB, góp phần nâng cao thu nhập cho người trồng chè và hướng tới một nền nông nghiệp sạch, phát triển bền vững.

Trong sản xuất chè hiện nay, nhiều diện tích chè của các doanh nghiệp hay hợp tác xã đã thực hiện sản xuất chè hữu cơ tại vùng MNPB. Tuy nhiên, những diện tích chè này chưa có đánh giá hoặc phân tích những yếu tố (điều kiện khí hậu sinh thái, quản lý đất, quản lý dinh dưỡng) hoặc không có lịch sử ghi chép diện tích chè đó trước khi chuyển đổi nương chè sang sản xuất chè hữu cơ. Bên cạnh đó, việc xác định thời gian chuyển đổi nương chè là bao nhiêu năm, các biện pháp kỹ thuật tác động trong thời gian chuyển đổi nương chè như thế nào để có thể rút ngắn được thời gian chuyển đổi và quy trình sản xuất chè hữu cơ áp

dụng các biện pháp gì để sản phẩm tạo ra đạt tiêu chuẩn hữu cơ hiện nay, lựa chọn nương chè để sản xuất chè hữu cơ có khoảng cách an toàn xa các khu công nghiệp, bệnh viện, nhà máy công nghiệp, chuồng trại chăn nuôi gia súc; đường giao thông lớn... chưa được xác định cụ thể.

Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm điều tra, đánh giá, phân tích hiện trạng tiềm năng chuyển đổi nương chè và sản xuất chè hữu cơ, từ đó đưa ra các biện pháp kỹ thuật áp dụng trong quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại vùng MNPB.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung điều tra

- Điều tra đánh giá hiện trạng điều kiện sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB.

- Điều tra đánh giá hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB.

- Điều tra đánh giá hiện trạng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB.

2.2. Phạm vi điều tra

Lựa chọn một số tỉnh để điều tra gồm: Phú Thọ, Thái Nguyên, Hà Giang, Sơn La, Lào Cai.

2.3. Đối tượng điều tra

Cơ quan quản lý chuyên môn hoặc chính quyền địa phương; các doanh nghiệp/hợp tác xã và các hộ nông dân trồng chè tại các địa điểm điều tra.

2.4. Phương pháp điều tra

- Phương pháp điều tra của các nội dung

+ Điều tra đánh giá hiện trạng điều kiện sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB (1): Điều tra thực tế về hiện trạng đất, đặc điểm về đất (loại đất, tính chất đất), nước (nguồn nước và chất lượng nước tưới), điều kiện khí hậu, chất lượng chè chế biến... tại vùng chè đang sản xuất hữu cơ được chứng nhận và sản xuất thông thường tại một số tỉnh vùng miền núi phía Bắc (Phú Thọ, Thái Nguyên, Hà Giang, Sơn La, Lào Cai...)

+ Điều tra đánh giá hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB (2): Điều tra đánh giá thực tế hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB: Phú Thọ, Thái Nguyên, Hà Giang, Sơn La, Lào Cai... về giống, thời gian chuyển đổi, các yếu tố liên quan đến vấn đề chuyển đổi, sản phẩm được chứng nhận, tiêu chuẩn trong sản xuất và sản phẩm, thị trường, hiệu quả.

+ Điều tra đánh giá hiện trạng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB (3): Điều tra, đánh giá tình hình thực tế và hiện trạng các quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ được áp dụng tại một số tỉnh vùng MNPB; các yếu tố về đất đai, nguồn nước, vật tư... phù hợp cho mỗi địa phương. Các kỹ thuật được áp dụng tại các mô hình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ;

Phương pháp điều tra của các nội dung 1, 2 và 3 đều áp dụng phương pháp đánh giá nhanh nông thôn (RRA) và đánh giá nông thôn có người dân tham gia (PRA). Phỏng vấn trực tiếp linh hoạt với người dân thông qua câu hỏi của phiếu điều tra, kiểm tra tính thực tiễn thông qua quan sát trực tiếp.

- Phương pháp thu thập thông tin

+ Thu thập thông tin thứ cấp

+ Thu thập thông tin sơ cấp: 1) Phương pháp điều tra: Điều tra 5 tỉnh có mô hình sản xuất chè hữu cơ, trong đó: Điều tra doanh nghiệp, hợp tác xã (HTX), nông hộ sản xuất chè hữu cơ, mỗi tỉnh 25 phiếu (tổng số 125 phiếu). 2) Tập trung điều tra thu thập thông tin cụ thể chi tiết tại 2 tỉnh được bố trí thí nghiệm và mô hình sản xuất chè hữu cơ gồm: Phú Thọ, Sơn La. 3) Nội dung của phiếu điều tra được thể hiện bằng những câu hỏi cụ thể, phỏng vấn trực tiếp.

- Phương pháp xử lý thông tin: Các số liệu điều tra của các nội dung được phân loại, tổng hợp, rà soát và phân tích các nguồn số liệu, tài liệu thu thập được bằng phần mềm Excel 2019.

2.5. Thời gian điều tra: Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 1 đến tháng 12/2022 (1 năm).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả điều tra hiện trạng sản xuất chè vùng MNPB

3.1.1. Kết quả điều tra về diện tích, năng suất và cơ cấu giống chè

Bảng 1. Hiện trạng về diện tích, năng suất và cơ cấu giống chè vùng MNPB

TT	Tên tỉnh	Diện tích (ha)	Năng suất BQ (tấn/ha)	Sản lượng tươi (tấn/năm)	Cơ cấu giống chè		
					Shan (%)	Trung du (%)	Giống mới (%)
1	Sơn La	5.686	8,5	48.630	46,8	0,0	53,2
2	Lào Cai	6.106	4,2	25.700	58,8	1,6	39,6
3	Hà Giang	20.000	3,9	78.000	90,0	8,0	2,0
4	Thái Nguyên	22.500	10,6	239.000	0,0	20,0	80,0
5	Phú Thọ	16.100	11,3	182.500	3,0	26,9	73,1
	Tổng/Trung bình	70.392	7,70	573.830	39,72	11,3	49,58
	Toàn vùng MNPB	100.000	7,47	770.000			
	Cả nước	123.000	8,13	1.000.000			

Ghi chú: BQ: Bình quân; số liệu điều tra năm 2020 [1].

- Về diện tích chè: Diện tích chè của 5 tỉnh điều tra là 70.392 ha, chiếm 70,39% toàn vùng MNPB và 57,23% so với diện tích chè cả nước (123.000 ha), trong đó tỉnh Thái Nguyên có diện tích chè lớn nhất (22.500 ha), tiếp đến là tỉnh Hà Giang (20.000 ha) và tỉnh Phú Thọ (16.100 ha).

- Về năng suất, sản lượng chè: Năng suất bình quân đạt 7,70 tấn/ha, thấp hơn bình quân cả nước là 0,43 tấn/ha; sản lượng đạt 573.830 tấn, chiếm 74,52% toàn vùng và bằng 57,38% sản lượng chè cả nước. Tỉnh có năng suất chè cao nhất là Phú Thọ (11,3 tấn/ha) và Thái Nguyên (10,6 tấn/ha); tỉnh có sản lượng chè lớn nhất là Thái Nguyên (239.000 tấn/năm) chiếm khoảng 31% sản lượng toàn vùng.

- Về cơ cấu giống chè: Hiện nay, ở vùng MNPB cơ cấu giống chè gồm: Giống chè Trung du, giống Shan (giống địa phương) và các giống chè mới được phát triển bằng giảm cành và tỷ lệ này là: Shan chiếm 39,72%, chè Trung du chiếm 11,3% và chè giống mới là 49,58%. Trong các giống chè mới, phổ biến nhất là LDP1, LDP2 và Kim Tuyên. Gần đây một số giống đã được công bố lưu hành và đang

phát triển khá mạnh trong sản xuất để chế biến chè xanh và chè Ô long chất lượng cao, như: PH8, VN15, LCT1, TRI 5.0, Hương Bắc Sơn...

3.1.2. Kết quả điều tra, đánh giá hiện trạng điều kiện sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

* Về hiện trạng đặc điểm đất, nước

- Về hiện trạng đặc điểm đất: Các vùng sản xuất chè hữu cơ ở các tỉnh Phú Thọ, Thái Nguyên, ở vùng thấp của tỉnh Sơn La, Lào Cai và Hà Giang, đất rất nghèo dinh dưỡng, hàm lượng mùn thấp dưới 2%. Còn 100% các vùng sản xuất chè hữu cơ ở vùng cao của tỉnh Sơn La, Lào Cai và Hà Giang, đất có hàm lượng mùn cao (> 3%), hệ vi sinh vật đất phong phú, không bị ô nhiễm bởi các kim loại nặng và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật (BVTV). Độ pH đất từ 4,10 - 5,2; 100% người trồng chè, các doanh nghiệp sản xuất chè hữu cơ đều chú trọng tác động các biện pháp kỹ thuật cải thiện tính chất của đất như hàng năm đều bón 20 - 30 tấn phân chuồng hoai mục/ha, 3 - 5 tấn phân hữu cơ vi sinh/ha, tủ gốc chè bằng các vật liệu hữu cơ 20 - 25 tấn/ha (tỉnh Phú Thọ, Thái Nguyên).

Bảng 2. Hiện trạng đặc điểm đất, nước tại các điểm điều tra

Điểm điều tra	Hàm lượng mùn (%)	Độ pH	Kim loại nặng trong đất	Dư lượng thuốc BVTV trong đất	Biện pháp kỹ thuật	Nước tưới
Tỉnh Sơn La	1,86 - 3,30	4,51	KPH	KPH	- Phân chuồng: 20 - 30 tấn/ha - Phân hữu cơ vi sinh 3 tấn/ha	Sử dụng nước mưa tự nhiên
Tỉnh Lào Cai	1,81 - 3,31	4,10	KPH	KPH		
Tỉnh Hà Giang	1,83 - 3,34	4,30	KPH	KPH		
Tỉnh Thái Nguyên	1,95	5,20	KPH	KPH	- Phân chuồng: 20 - 30 tấn/ha - Phân hữu cơ vi sinh 3 tấn/ha - Tủ gốc: 20 - 25 tấn/ha	Tưới phun mưa
Tỉnh Phú Thọ	1,85	4,41	KPH	KPH		

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2022; KPH: Không phát hiện.

- Về hiện trạng đặc điểm nước: Ở tỉnh Phú Thọ, Thái Nguyên có 100% các hộ trồng chè, doanh nghiệp sản xuất chè đều sử dụng nước để tưới cho chè trong điều kiện khô hạn, nắng nóng, đặc biệt là trong sản xuất chè vụ đông xuân và tưới nước cho chè sử dụng công nghệ tưới phun mưa. Nguồn nước tưới cho chè đều được lấy từ giếng khoan và đạt yêu cầu cho phép trong sản xuất chè hữu cơ. Các tỉnh Sơn La, Lào Cai và Hà Giang: 100% không sử dụng nước để tưới cho chè, chủ yếu sử dụng lượng mưa tự nhiên phân bố trong năm.

** Về điều kiện khí hậu*

Các tỉnh điều tra có điều kiện thời tiết về cơ bản thích hợp và đáp ứng được yêu cầu sinh trưởng, phát triển của cây chè; tuy nhiên tính chất khí hậu nhiệt đới gió mùa đã có ảnh hưởng sâu sắc tới mùa vụ, tập quán trồng, chăm sóc và chế biến chè. Thời gian thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của cây chè kéo dài từ đầu tháng 2 đến hết tháng 11, thời gian chè cho búp và thu hái khoảng 7 - 8 tháng (Các tỉnh Phú Thọ, Thái Nguyên, Sơn La, Lào Cai và Hà Giang ở vùng thấp), còn thời gian thu hái búp chè vùng cao như chè Shan ở các tỉnh Sơn La, Lào Cai và Hà Giang thu hái 4 - 6 lứa.

** Về chất lượng chè*

Bảng 3. Kết quả đánh giá chất lượng chè hữu cơ ở một số tỉnh vùng MNPB

TT	Địa điểm	Điểm các chỉ tiêu cảm quan sản phẩm chè xanh					Xếp loại
		Ngoại hình	Màu nước	Hương	Vị	Tổng điểm	
1	Tỉnh Phú Thọ	4,2	4,3	4,3	4,1	16,9	Khá
2	Tỉnh Thái Nguyên	4,4	4,4	4,5	4,4	17,7	Khá
3	Tỉnh Sơn La	4,3	4,4	4,3	4,3	17,3	Khá
4	Tỉnh Lào Cai	4,3	4,2	4,2	4,3	17,0	Khá
5	Tỉnh Hà Giang	4,2	4,4	4,3	4,3	17,2	Khá

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2022.

Khi điều tra đánh giá chất lượng sản phẩm chè ở các vùng sản xuất chè hữu cơ: Tỉnh Thái Nguyên

có điểm thử nếm cảm quan đạt giá trị cao nhất là 17,7 điểm; tiếp đến là tỉnh Sơn La, Hà Giang, Lào

Cai và thấp nhất là tỉnh Phú Thọ. Điều đó chứng tỏ, ngoài các yếu tố về điều kiện đất đai, giống, qui trình canh tác, trong đó qui trình công nghệ chế biến có vai trò quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm chè tại các tỉnh vùng MNPB.

3.2. Kết quả điều tra đánh giá hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

3.2.1. Về hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ

Bảng 4. Hiện trạng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

Điểm điều tra	Diện tích canh tác chứng nhận hữu cơ (ha)	Diện tích chuyển đổi hữu cơ (ha)	Giống chè	Thời gian chuyển đổi (tháng)
Tỉnh Sơn La	20	> 50 – 100	Kim Tuyên	> 12
Tỉnh Thái Nguyên	59,11	60 - 100	LDP1, Kim Tuyên, Trung du..	> 48
Tỉnh Hà Giang	> 6.000 ha chủ yếu là chè Shan vùng cao	> 500	Shan, LDP1 ...	-
Tỉnh Lào Cai	> 1.100 ha chủ yếu chè Shan vùng cao	> 500 – 600	Shan, Bát Tiên, LDP2	-
Tỉnh Phú Thọ	> 15	> 50 – 100	Kim Tuyên, VN15, LDP1...	> 36

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2022 [2 - 6].

- Về giống và diện tích chè: Các giống chè chủ yếu là chè Shan tuyết núi cao ở vùng cao, còn chè vùng thấp là các giống chè LDP1, Kim Tuyên, VN15, Trung du... Về diện tích giống chè được chứng nhận hữu cơ tại các điểm gồm các giống chè Shan tuyết núi cao được chứng nhận trên 7.100 ha, trong đó tỉnh Hà Giang trên 6.000 ha và tỉnh Lào Cai trên 1.100 ha. Còn các giống chè khác được chứng nhận hữu cơ gồm: Kim Tuyên trên 20 ha ở tỉnh Sơn La, tỉnh Phú Thọ được chứng nhận trên 15 ha gồm giống LDP1, Kim Tuyên... Ở tỉnh Thái Nguyên được chứng nhận 59,11 ha chè sản xuất hữu cơ gồm các giống: LDP1, Kim Tuyên, Trung du... Bên cạnh đó, diện tích chè chuyển đổi sang canh tác hữu cơ tại các điểm dao động từ 50 - 600 ha ở diện tích chè vùng thấp tập trung vào các diện tích chè thâm canh đang sản xuất chè an toàn theo tiêu chuẩn VietGAP chuyển đổi sang sản xuất chè an toàn theo hướng hữu cơ.

- Về thời gian chuyển đổi: Đối với diện tích chè vùng thấp, dao động từ 12 - 48 tháng. Có những diện tích chuyển đổi sang sản xuất chè hữu cơ trên 48 tháng như ở Khe Cốc (tỉnh Thái Nguyên).

- Các yếu tố liên quan đến chuyển đổi: Điều áp dụng một số các biện pháp kỹ thuật như về phân bón (chủ yếu sử dụng phân bón hữu cơ gồm: Phân chuồng hoai mục, phân hữu cơ vi sinh, ngoài ra còn sử dụng phân sinh học). Về cây che bóng/cây trồng xen: Các nương chè chuyển đổi ở một số điểm điều tra đã sử dụng cây che bóng là cây muồng lá nhọn như ở các tỉnh: Phú Thọ, Thái Nguyên. Về tủ gốc cho nương chè thì sử dụng tẻ guột, cỏ VA06 và một số vật liệu hữu cơ khác,... tập trung ở các tỉnh: Thái Nguyên, Phú Thọ, Sơn La.

Về phòng trừ sâu, bệnh: Sử dụng thuốc BVTV sinh học có nguồn gốc thảo mộc được cho phép trong danh mục thuốc BVTV của Bộ Nông nghiệp và PTNT trước đây.

3.2.2. Về sản phẩm chứng nhận

Sản phẩm được chứng nhận hữu cơ chủ yếu là 100% sản phẩm chè Shan tuyết núi cao ở các tỉnh Hà Giang, Lào Cai. Một số sản phẩm được chứng nhận sản phẩm hữu cơ là ở một số doanh nghiệp như Công ty Cổ phần Chè Chiềng Di, Công ty TNHH 1 TV Thế hệ mới Phú Thọ; còn các vùng chè đang giai đoạn chuyển đổi sang sản xuất hữu cơ

cơ thì sản phẩm được chứng nhận là sản phẩm chuyển đổi sang sản xuất hữu cơ.

3.2.3. Về tiêu chuẩn trong sản xuất và sản phẩm chè

Hiện nay, các vùng điều tra các sản phẩm chè được chứng nhận hữu cơ ở vùng cao như chè Shan tuyết núi cao được chứng nhận theo tiêu chuẩn hữu cơ của châu Âu như ở các tỉnh Hà Giang, Lào Cai. Các vùng chè điều tra khác, đặc biệt chè vùng thấp tại các tỉnh Hà Giang, Lào Cai, Phú Thọ, Thái Nguyên, Sơn La thì 100% các hộ nông dân, các doanh nghiệp, HTX đều áp dụng các tiêu chuẩn trong sản xuất và sản phẩm chè là tiêu chuẩn hữu cơ của Việt Nam [7] và một số ít áp dụng tiêu chuẩn châu Âu như ở tỉnh Thái Nguyên.

3.2.4. Về thị trường tiêu thụ chè hữu cơ

Các sản phẩm chè hữu cơ chủ yếu của các nông hộ sản xuất là tiêu thụ trong nước, chỉ một số doanh nghiệp, HTX sản phẩm chè hữu cơ được xuất khẩu sang các thị trường trên thế giới như: Nhật Bản, Đức,.....như Công ty Cổ phần Chè Chiềng Đi (tỉnh Sơn La), Công ty TNHH 1 TV Thế hệ mới Phú Thọ (tỉnh Phú Thọ), HTX chè Phìn Hồ (tỉnh Hà Giang), HTX chè Bản Liền (Bắc Hà, tỉnh Lào Cai)...

3.3. Kết quả điều tra đánh giá hiện trạng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

3.3.1. Vùng đệm, quản lý đất và nước

Bảng 5. Hiện trạng vùng đệm, quản lý đất và nước trong quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

Điểm điều tra	Vùng đệm			Quản lý đất	Quản lý nước
	Khoảng cách (m)		Phương thức sử dụng		
	Sản xuất hữu cơ và không sản xuất hữu cơ	Cách nhà dân, xưởng chế biến			
Tỉnh Sơn La	4	5 - 6	Đường đi, rãnh mương	Bón phân hữu cơ vi sinh..	Sử dụng nguồn nước không bị ô nhiễm, cách xa khu vực dân cư..
Tỉnh Thái Nguyên	5	5 - 7	Đường đi, rãnh mương	Bón phân ủ, phân hữu cơ vi sinh, cây che bóng, tủ gốc	
Tỉnh Hà Giang	4	8 - 10	Đường đi, rãnh mương	Bón phân hữu cơ vi sinh..	
Tỉnh Lào Cai	5	5 - 8	Đường đi, rãnh mương	Bón phân hữu cơ vi sinh..	
Tỉnh Phú Thọ	4	5 - 10	Cây muồng, cốt khí, cây chuối ngọc...	Bón phân ủ, phân hữu cơ vi sinh, cây che bóng, tủ gốc	

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2022 [2 - 6].

- **Vùng đệm:** Hiện trạng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB: Phú Thọ, Thái Nguyên, Sơn La, Lào Cai, Hà Giang cho thấy, 100% các nương chè đều có vùng đệm, giữa nương chè đều cách nhau từ 4 - 5 m so với nương chè không sản xuất theo hướng hữu cơ, cách nhà dân và xưởng chế biến từ 5 - 10 m. Vùng đệm đều được sử dụng bằng hàng rào cây

chắn gió như: Cây muồng, cốt khí, cây chuối ngọc... (tỉnh Phú Thọ), hoặc bằng rãnh mương, đường đi (tỉnh Sơn La, Thái Nguyên...).

- **Quản lý đất:** Các hộ nông dân, doanh nghiệp, HTX ở vùng chè đang áp dụng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ đều bón phân ủ, trồng cây che bóng và tủ gốc để tăng hàm lượng chất hữu cơ, đặc biệt là hàm lượng mùn như ở các tỉnh:

Phú Thọ, Thái Nguyên, Sơn La... Ngoài ra, cuối tháng 12 đến tháng 1 năm sau, trước khi bón phân hữu cơ (phân ủ, phân hữu cơ vi sinh...) đều tiến hành cày rạch giữa hai hàng chè để nâng cao tạo độ thông thoáng và giảm bớt đất đóng cứng cho tầng đất canh tác, góp phần nâng cao độ phì của đất, giúp cho cây chè hấp thụ các chất dinh dưỡng được hiệu quả hơn.

- *Quản lý nước*: Các hộ nông dân, doanh nghiệp, HTX ở các nương chè áp dụng quy trình chuyển đổi và sản xuất hữu cơ đều sử dụng nguồn nước không bị ô nhiễm, cách xa khu vực dân cư, nhà máy, xí nghiệp, khu công nghiệp và nguồn nước đều đáp ứng đầy đủ các yêu cầu theo quy định hiện hành [8, 9] trong sản xuất hữu cơ.

3.3.2. Phân bón

Bảng 6. Tình hình sử dụng phân bón ở các nương chè áp dụng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

TT	Địa điểm điều tra	Loại phân	Lượng phân bón	Số lần bón/năm (lần)	Thời gian bón
1	Tỉnh Phú Thọ	- Phân hữu cơ vi sinh	3 - 5 tấn/ha	1	Tháng 1 - T2
		- Phân gà	3 - 5 tấn/ha	1	Tháng 1
		- Phân ủ compost	20 - 30 tấn/ha	1	Tháng 1
		- Phân NPK (giai đoạn chuyển đổi)	700 - 800 kg/ha	2	Tháng 4, 7
2	Tỉnh Thái Nguyên	- Phân ủ compost	30 - 40 tấn/ha	1	Tháng 12 - 1
		- Phân sinh học Anisaf..	400 - 500 lít/ha	4 - 5	Tháng 2, 4, 6, 9
		- Phân hữu cơ vi sinh (IBM09, cao nguyên xanh 01)	500 - 600 kg/ha	4 - 5	Tháng 1, 3, 5, 7, 8
3	Tỉnh Sơn La	- Phân gà	5 tấn/ha	1	Tháng 2 - 3
		- Phân sinh học Eco grow	800 lít/ha	4 - 5	Mỗi lứa hái phun 1 lần
		Phân NPK (giai đoạn chuyển đổi)	1 tấn/ha	1	Tháng 2 - 3
4	Tỉnh Lào Cai	- Phân hữu cơ vi sinh (giai đoạn chuyển đổi)	300 - 400 kg/ha	1	Tháng 2 - 3
		- Phân ủ compost	-	-	-
5	Tỉnh Hà Giang	- Phân ủ compost	-	-	-
		- Phân hữu cơ vi sinh (giai đoạn chuyển đổi)	400 - 500 kg/ha	1	Tháng 2 - 3

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2022 [2 - 6].

Hiện nay tại các điểm điều tra thì các nương chè áp dụng quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ thường sử dụng một số loại phân bón như: Phân gà, phân chuồng hoai mục, phân ủ compost, phân hữu cơ vi sinh và phân sinh học. Ngoài ra, một số điểm trong quá trình chuyển đổi sang sản

xuất chè hữu cơ vẫn bón phân NPK với lượng 1 tấn/ha, bón 1 lần vào tháng 2 – 3 trong năm (Sơn La) và ở tỉnh Phú Thọ bón 700 – 800 kg/ha, bón 2 lần vào tháng 4, tháng 7 trong năm; các vùng chè Shan tuyết núi cao được chứng nhận hữu cơ 100% không bón phân hữu cơ (phân ủ, phân compost và

phân hữu cơ vi sinh...) như ở các tỉnh: Hà Giang, Lào Cai...

Các vùng sản xuất chè hữu cơ ở tỉnh Thái Nguyên, Sơn La... thường bón phân hữu cơ vi sinh với lượng 500 - 600 kg/ha với số lần bón từ 4 - 5 lần/năm (tỉnh Thái Nguyên), phân gà với lượng 5

tấn/ha bón 1 lần/năm (tỉnh Sơn La), ngoài ra còn sử dụng phân sinh học ở các tỉnh Thái Nguyên, Sơn La dùng 4 - 5 lần/năm.

3.3.3. Cây che bóng, vật liệu tủ gốc, quản lý cỏ dại

Bảng 7. Tình hình sử dụng cây che bóng, vật liệu tủ gốc, quản lý cỏ dại và thuốc BVTV áp dụng trong quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại một số tỉnh vùng MNPB

Địa điểm điều tra	Cây che bóng/cây trồng xen/cây tạo đệm	Vật liệu tủ gốc		Phòng trừ sâu, bệnh	Quản lý cỏ dại
		Loại	Lượng (tấn/ha)		
Tỉnh Sơn La	Không có hoặc rất ít, cây ăn quả, lưới đen	Cỏ, cành chè sau đốn..	> 20	Thuốc SH	Xới cỏ, máy cắt cỏ
Tỉnh Thái Nguyên	Lưới đen che bóng	Tế, guột, cành chè sau đốn...	> 25	Thuốc SH	Xới cỏ, máy cắt cỏ
Tỉnh Hà Giang	Cây muồng, cốt khí	Cành chè sau đốn, xác thực vật	> 20	Thuốc SH	Xới cỏ, máy cắt cỏ
Tỉnh Lào Cai	Không	Cành chè sau đốn	> 20	Thuốc SH	Xới cỏ, máy cắt cỏ
Tỉnh Phú Thọ	Cây muồng, cốt khí...	Tế guột, cỏ, cành chè sau đốn	> 20	Thuốc SH, máy hút sâu,..	Xới cỏ, máy cắt cỏ

Ghi chú: SH: Sinh học; số liệu điều tra năm 2022 [2 - 6].

- Cây che bóng/cây trồng xen/cây tạo đệm:

Các loại cây xanh được trồng để tạo độ che phủ và tạo chất hữu cơ cho đất, đồng thời loại bớt cỏ dại và cung cấp đạm cho đất đã được các hộ nông dân, doanh nghiệp và HTX sản xuất chè tại một số tỉnh vùng MNPB chú trọng. Cụ thể: Ở tỉnh Phú Thọ sử dụng cây muồng lá nhọn, hoặc cây muồng hoa vàng, các loại cây họ Đậu, ngoài ra ở các tỉnh Thái Nguyên, Sơn La còn dùng lưới đen để che phủ cho nương chè trước khi hái để nâng cao chất lượng nguyên liệu chè. Ở các tỉnh Sơn La, Lào Cai và Hà Giang, hầu hết các nương chè trong quá trình chuyển đổi hoặc sản xuất chè hữu cơ không sử dụng cây che bóng, hoặc rất ít và trồng xen cây ăn quả (cây cam, xoài, đào...) trong các nương chè như ở các tỉnh Sơn La, Hà Giang.

- *Vật liệu tủ gốc:* Các vùng chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại các tỉnh vùng MNPB đều sử dụng vật liệu tủ gốc cho nương chè và vật liệu được dùng là cỏ, cành chè sau khi đốn, xác thực vật, tế guột... với lượng từ 20 - 25 tấn/ha.

- *Quản lý cỏ dại:* Trong quá trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ, việc quản lý cỏ dại là yếu tố quan trọng để đạt năng suất cao, ngoài ra cỏ dại có tác dụng làm thức ăn và nơi trú ngụ của thiên địch hay côn trùng có ích và cỏ dại cũng có thể cung cấp một nguồn đạm đáng kể cho đất. Cỏ dại cũng có thể cạnh tranh dinh dưỡng và nước trong đất với cây chè, để hạn chế những hạn chế không mong muốn cần có biện pháp quản lý cỏ dại cho nương chè. Kết quả điều tra cho thấy: Các hộ nông dân, doanh nghiệp, HTX quản lý cỏ dại trên nương

chè đều sử dụng biện pháp cơ học như xới đất hoặc máy cắt cỏ để phòng trừ cỏ dại.

- **Bảo vệ thực vật:** Hầu hết các nương chè ở giai đoạn chuyển đổi và sản xuất hữu cơ ở vùng MNPB đều sử dụng thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sâu, bệnh hại, ngoài ra một số nơi còn sử dụng máy hút sâu trong phòng trừ sâu hại (rầy xanh, nhện, bọ cánh tơ,...) (Phú Thọ). Đặc biệt, các vùng chè Shan tuyết núi cao (tỉnh Hà Giang, Lào Cai, Sơn La) 100% không sử dụng thuốc BVTV trong phòng trừ sâu, bệnh hại.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

- Đã điều tra diện tích trồng chè của 5 tỉnh là 70.392 ha, chiếm 70,39% toàn vùng MNPB và 57,23% so với diện tích chè cả nước (123.000 ha). Cơ cấu giống chủ yếu là giống chè Trung du, giống Shan (giống địa phương) và các giống chè mới (PH8, LCT1, TRI5.0, Kim Tuyên...).

- Diện tích chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ tại các tỉnh còn thấp như: Tỉnh Phú Thọ, Sơn La, Thái Nguyên. Diện tích chè hữu cơ được chứng nhận chủ yếu là chè Shan tuyết ở các tỉnh vùng núi cao như tỉnh Hà Giang trên 6.000 ha và tỉnh Lào Cai trên 1.100 ha.

- Đã điều tra, đánh giá được quy trình chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ và một số biện pháp kỹ thuật hiện đang áp dụng trong chuyển đổi và sản xuất chè hữu cơ như: Phân bón hữu cơ, cây che bóng, vật liệu tủ gốc, kỹ thuật thu hái...

4.2. Đề nghị

- Định hướng xây dựng, phân vùng nguyên liệu sản xuất chè hữu cơ phù hợp với từng địa phương vùng MNPB.

- Cần có cơ chế chính sách, khuyến khích đầu tư, phát triển sản xuất chè hữu cơ, liên kết sản xuất gắn tổ chức sản xuất chè hữu cơ với tổ chức tiêu thụ sản phẩm chè.

- Đào tạo tập huấn nâng cao trình độ cho các cơ sở sản xuất và người nông dân về sản xuất, chế biến chè hữu cơ;

- Khuyến khích các tổ chức chứng nhận quốc tế tham gia chứng nhận sản xuất chè trên địa bàn vùng MNPB.

- Tăng cường tuyên truyền, xúc tiến thương mại, kiểm tra giám sát sản xuất, chế biến chè, có giải pháp quản lý, tổ chức và chỉ đạo sản xuất chè hữu cơ kịp thời.

LỜI CẢM ƠN

Đây là nội dung thực hiện của Đề tài: “Nghiên cứu xây dựng quy trình kỹ thuật sản xuất chè hữu cơ tại vùng miền núi phía Bắc”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Toàn (2023). *Báo cáo đánh giá hiện trạng và xác định vùng trồng chè xanh chất lượng cao ở 8 tỉnh vùng trung du và miền núi phía Bắc*. Kết quả nghiên cứu của Đề tài: “Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ và tổ chức sản xuất theo chuỗi giá trị nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế sản xuất chè xanh tại vùng Trung du và miền núi phía Bắc”, mã số ĐTĐL.CN-23/20.

2. Trung tâm Khuyến nông tỉnh Phú Thọ (2022). *Giải pháp phát triển sản xuất và liên kết tiêu thụ sản phẩm chè an toàn theo hướng hữu cơ tại Phú Thọ*. Diễn đàn Khuyến nông @ nông nghiệp, chuyên đề số 13: “Phát triển chè hữu cơ gắn với liên kết chế biến tiêu thụ sản phẩm các tỉnh miền núi phía Bắc”.

3. Trung tâm Khuyến nông tỉnh Thái Nguyên (2022). *Kết quả và bài học kinh nghiệm trong phát triển sản xuất chè hữu cơ tại tỉnh Thái Nguyên*. Diễn đàn Khuyến nông @ nông nghiệp, chuyên đề số 13: “Phát triển chè hữu cơ gắn với liên kết chế biến tiêu thụ sản phẩm các tỉnh miền núi phía Bắc”.

4. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hà Giang (2022). *Thực trạng, giải pháp bảo tồn và phát triển cây chè Shan tuyết theo hướng hữu cơ trên địa bàn tỉnh Hà Giang*. Diễn đàn Khuyến nông @ nông nghiệp, chuyên đề số 13: “Phát triển chè hữu cơ gắn với liên kết chế biến tiêu thụ sản phẩm các tỉnh miền núi phía Bắc”.

5. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Sơn La (2020). *Hiện trạng sản xuất chè, kết quả chuyển đổi cơ cấu giống chè, hiệu quả sản xuất chế biến chè và các giải pháp nâng cao chất lượng chè tỉnh Sơn La*. Tài liệu hội nghị thúc đẩy phát triển sản xuất chè bền vững, Bộ Nông nghiệp và PTNT.

6. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Lào Cai (2020). *Thực trạng sản xuất chè bền vững trên địa bàn tỉnh Lào Cai*. Tài liệu hội nghị thúc đẩy phát triển sản xuất chè bền vững, Bộ Nông nghiệp và PTNT.

7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11041-6:2018: Nông nghiệp hữu cơ - Phần 6: Chè hữu cơ.

8. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08-MT: 2015/BTNMT về chất lượng nước mặt.

9. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 09-MT: 2015/BTNMT về chất lượng nước dưới đất.

RESULTS OF INVESTIGATION AND ASSESSMENT ON THE CURRENT STATUS OF CONVERSION AND ORGANIC TEA PRODUCTION IN THE NORTHERN MOUNTAINOUS REGIONS

**Tran Xuan Hoang¹, Nguyen Ngoc Binh¹, Luu Ngoc Quyen¹, Pham Thi Nhu Trang¹,
Nguyen Thi Kieu Ngoc¹, Tran Quang Viet¹, Nguyen Van Toan², Pham Ngoc Khanh¹**

¹ *Northern Mountainous Agriculture and Forestry Science Institute*

² *Vietnam Gardening Association*

Abstract

Results of investigation and assessment on the current status of conversion and organic tea production in the Northern Mountainous Regions showed that: The tea cultivation area of the five surveyed provinces is 70,392 hectares, accounting for 70.39% of the total area in the Northern Mountainous Region and 57.23% of the country's total tea-growing area (123,000 hectares). The current status of organic tea production varies by region: In lowland areas, the soil is nutrient-poor, with humus content below 2%. In highland areas, the soil is nutrient-rich, with humus content above 3%. Soil pH ranges from 4.10 to 5.2. The climate is suitable for organic tea production. The quality of organic tea products is rated between 16.9 and 17.7 points. The conversion period for organic tea production in lowland areas ranges from 12 to 48 months, depending on local tea cultivation conditions. The conversion and organic tea production process incorporates several technical measures, including buffer zones, soil management, water management, fertilization, shade trees (intercropping), mulching materials and plant protection.

Keywords: *Tea, organic tea production, current status, conversion.*

Ngày nhận bài: 19/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 23/5/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/6/2025

Ngày duyệt đăng: 15/7/2025

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LIỀU LƯỢNG PHÂN LÂN VÀ VÔI ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CỦA CÂY LÚA NƯỚC TRÊN ĐẤT NHIỄM PHÈN TẠI XÃ CAM PHƯỚC ĐÔNG, THÀNH PHỐ CAM RANH, TỈNH KHÁNH HOÀ

Nguyễn Văn Sơn^{1,*}, Trần Thị Thảo¹, Trịnh Thị Vân Anh¹

¹Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển nông nghiệp Nha Hồ

*Email: nguyenvson79@gmail.com

TÓM TẮT

Đất phèn gây ảnh hưởng bất lợi đến tính chất hóa học đất và giảm năng suất lúa. Do đó, trong sản xuất lúa nước trên đất nhiễm phèn cần có các biện pháp cải thiện nhằm thay đổi hoá tính của đất giúp nâng cao năng suất lúa. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến sinh trưởng và năng suất cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà (nay là phường Ba Ngòi, tỉnh Khánh Hòa). Thí nghiệm được bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 8 công thức (CT), 3 lần lặp lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các liều lượng phân lân và vôi khác nhau được thử nghiệm cho sản xuất lúa nước (giống lúa Đài Thom 8) trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà (nay là phường Ba Ngòi, tỉnh Khánh Hòa) không ảnh hưởng đến thời gian sinh trưởng, chiều cao cây, số bông hữu hiệu/m² và khối lượng 1.000 hạt. Tuy nhiên, ảnh hưởng lớn đến khả năng phát triển của rễ cây lúa, tăng chiều dài rễ (tăng từ 2,1 - 4,9 cm so đối chứng (đ/c) 1 và từ 1,3 - 4,1 cm so với đ/c 2) giúp cây hút dinh dưỡng tốt hơn, năng suất thu được cao hơn so với các CT (đ/c). CT (nền (110 kg N + 80 kg K₂O + 1,5 tấn hữu cơ vi sinh (HCVS)/ha) + 110 kg P₂O₅/ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) đạt năng suất cao nhất 9,2 tấn/ha, tổng lợi nhuận (29.790.000 đồng) đều tăng so với CT (đ/c) 1 (18.840.000 đồng) và CT (đ/c) 2 (18.055.000 đồng) > 50% và tỷ suất lãi đạt 56%.

Từ khóa: Đất phèn, lúa, phân lân, vôi, năng suất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cam Phước Đông là một xã nông nghiệp thuộc thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà (nay là phường Ba Ngòi, tỉnh Khánh Hòa) với diện tích đất sản xuất nông nghiệp khoảng 1.465 ha (chiếm 20,7% tổng diện tích đất tự nhiên). Vị trí địa lý, phía Tây tiếp giáp với huyện miền núi Khánh Sơn và các dãy núi của tỉnh Ninh Thuận nhưng phía Đông vẫn chịu ảnh hưởng của thủy triều và nước biển dâng nên phần lớn diện tích đất sản xuất nông nghiệp tại xã Cam Phước Đông là đất nhiễm phèn, một phần diện tích đất phèn bị nhiễm mặn. Kết quả khảo sát tình hình sản xuất nông nghiệp tại xã Cam Phước Đông và trên diện tích đất bị nhiễm phèn cho thấy, lúa nước vẫn là cây trồng quan

trọng trong vấn đề an ninh lương thực tại chỗ, là cây trồng quen thuộc đối với người đồng bào dân tộc thiểu số, mang lại hiệu quả trên vùng đất trũng thường xuyên bị ngập nước. Tuy nhiên, các trở ngại của đất phèn như: pH đất thấp, hàm lượng độc chất Fe, Al cao, thiếu dưỡng chất P, Ca, N [1], nhôm hòa tan trong đất cao gây giảm độ dài rễ, giảm sự hấp thu các chất dinh dưỡng nhất là Ca và Mg, ức chế sự phát triển của cây lúa [2, 3]. Nhiều nghiên cứu cho thấy, năng suất lúa trồng trên đất phèn có thể đạt đến 4,5 tấn/ha khi đất được cung cấp thêm vôi với liều lượng là 2 tấn/ha/năm [4 - 6].

Trong tiến trình khai thác, cải tạo và sử dụng đất phèn ven biển thì việc nghiên cứu, lựa chọn cơ cấu cây trồng với các biện pháp kỹ thuật canh tác

phù hợp, có hiệu quả kinh tế cao và đảm bảo tính bền vững trong sản xuất là vấn đề hết sức cần thiết. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu trước đây, thí nghiệm được thực hiện nhằm cung cấp số liệu ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến sinh trưởng và năng suất của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà (nay là phường Ba Ngòi, tỉnh Khánh Hòa).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Giống lúa Đài Thơm 8: Chiều cao cây: 98 - 102 cm, thời gian sinh trưởng: 90 - 95 ngày, chống chịu tốt rầy nâu và đạo ôn, chịu phèn mặn khá, khối lượng 1.000 hạt: 23 - 24 g, năng suất từ 7 - 9 tấn/ha.

- Phân lân: Sử dụng lân Văn Điển: $P_2O_5 = 15 - 17\%$, $CaO = 28 - 34\%$, $MgO = 15 - 18\%$, $SiO_2 = 24 - 30\%$ và các chất vi lượng như: B, Mn, Zn, Cu, Co...

- Vôi bột: Từ ốc biển và đá vôi, chế phẩm vi sinh vật (VSV) phân giải xenlulose.

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ đông xuân năm 2023 - 2024 tại thôn Suối Môn, xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà (nay là phường Ba Ngòi, tỉnh Khánh Hòa). Mẫu đất trong thí nghiệm được thu theo độ sâu là 0 - 20 cm. Đặc tính đất bố trí thí nghiệm được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Một số đặc tính đất trồng lúa nước nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Kết quả	Đánh giá
pH (H_2O)	kg	5,26	Chua vừa [7]
CEC	Cmol+/kg	11,62	Thấp [7]
Chất hữu cơ	(OM, %)	1,92	Rất thấp [8]
N dễ tiêu	mgN/100 g	3,36	Thấp
P dễ tiêu	Mg P_2O_5 /100 g	0,77	Rất thấp [7]
Al^{3+} trao đổi	mg/100 g	6,91	Cao

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Bố trí thí nghiệm

- Thí nghiệm gồm 6 CT và 2 đ/c:

CT 1 (đ/c 1): Liều lượng phân bón người dân đang áp dụng;

CT 2 (đ/c 2): Nền ($110 \text{ kg N} + 80 \text{ kg K}_2\text{O} + 1,5 \text{ tấn HCVS}$)/ha + $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha;

CT 3: Nền + $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha + 500 kg vôi bột từ đá vôi/ha;

CT 4: Nền + $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha + 500 kg vôi bột từ ốc biển/ha;

CT 5: Nền + $110 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha + 1.000 kg vôi bột từ đá vôi/ha;

CT 6: Nền + $110 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha;

CT 7: Nền + $150 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha + 1.500 kg vôi bột từ đá vôi/ha;

CT 8: Nền + $150 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ /ha + 1.500 kg vôi bột từ ốc biển/ha.

- Các CT được bố trí theo phương pháp khối đầy đủ ngẫu nhiên hoàn toàn với 3 lần nhắc lại và diện tích mỗi ô thí nghiệm nhỏ là 50 m^2 .

2.3.2. Kỹ thuật canh tác

- Làm đất:

+ Trước khi cày đất lần 1: Bón 100% lượng vôi bột và chế phẩm vi sinh vật phân giải xenlulose. Sau đó tiến hành tháo nước vào ruộng và ngâm để rửa phèn.

+ Trước khi cày lần 2: Tháo kiệt nước để rửa phèn và bón lót toàn bộ phân hữu cơ vi sinh và phân lân để tăng hoạt động của hệ vi sinh vật phân giải rơm rạ.

+ Bón lót trước khi trang phẳng ruộng để gieo: 20% đạm và 20% kali.

+ Cẩn trang ruộng thật phẳng để áp dụng biện pháp tháo nước rửa phèn đạt hiệu quả. Xung quanh ô thí nghiệm tiến hành lên líp (rãnh sâu 20 cm và thoát được hết nước khi tiến hành rửa phèn).

- Phương pháp bón phân:

Bón thúc lần 1 (sau sạ 10 - 12 ngày): Bón 20% đạm.

Bón thúc lần 2 (sau sạ 20 - 22 ngày): Bón 30% đạm + 40% kali.

Bón thúc lần 3 (sau sạ 45 - 50 ngày): Bón 30% đạm + 40% kali.

- Rửa phèn: Sau khi lúa kết thúc đẻ nhánh thì tháo khô ruộng để rửa phèn. Giai đoạn lúa làm đòng nên tháo nước rửa phèn 1 - 2 lần để bộ rễ lúa không bị ngộ độc.

- Quản lý cỏ dại: Cày lật đất sớm sau thu hoạch, san phẳng ruộng, làm đất kỹ, điều tiết nước hợp lý để hạn chế hạt cỏ nảy mầm; cắt bỏ sớm các bông cỏ trước khi kết hạt. Khi cần sử dụng thuốc diệt cỏ phải theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

- Quản lý sâu, bệnh: Bám sát và theo dõi chặt chẽ, dự tính, dự báo các loại sâu, bệnh hại ở từng thời điểm do bảo vệ thực vật địa phương thông báo. Kết hợp theo dõi kiểm tra, nếu phát hiện sớm các loại đối tượng nguy hiểm như: Đạo ôn, khô vằn, bạc lá, rầy nâu, rầy lưng trắng, sâu cuốn lá, sâu đục thân... để phòng trừ kịp thời bằng thuốc đặc hiệu. Sử dụng thuốc cần tuân thủ nguyên tắc 4 đúng theo chỉ đạo của cán bộ bảo vệ thực vật.

- Thu hoạch: Thu hoạch khi có 85 - 90% số hạt trên bông đã chín.

2.3.3. Các chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

- Các chỉ tiêu về sinh trưởng, phát triển và năng suất lúa: Các chỉ tiêu và phương pháp theo dõi được áp dụng theo TCVN 13381-1:2021 [9]. Các chỉ tiêu theo dõi cụ thể như sau: Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây, chiều dài rễ giai đoạn đẻ nhánh, số bông hữu hiệu/m², số hạt chắc/bông, tỷ lệ lép, khối lượng 1.000 hạt, năng suất lý thuyết, năng suất thực thu.

- Phương pháp đánh giá hiệu quả kinh tế:

+ Tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên (MBCR):

$$MBCR = \frac{\text{Tổng giá trị sản lượng của công thức thử nghiệm} - \text{Tổng giá trị sản lượng của công thức đối chứng}}{\text{Tổng chi phí của công thức thử nghiệm} - \text{Tổng chi phí của công thức đối chứng}}$$

Tiêu chí đánh giá:

Nếu MBCR < 1,5: Lợi nhuận thấp, không nên áp dụng;

Nếu MBCR = 1,5 - 2,0: Lợi nhuận trung bình, có thể chấp nhận được;

Nếu MBCR > 2,0: Lợi nhuận cao, chấp nhận cho phát triển.

+ Tổng chi phí: Tổng chi phí = Chi phí vật tư + Chi phí công lao động + Chi phí khấu hao thiết bị tưới + Chi phí năng lượng tưới nước.

+ Tổng doanh thu: Tổng doanh thu = Năng suất (kg/ha) x Giá bán (đồng/kg).

+ Lãi thuần: Lãi thuần = Tổng doanh thu - Tổng chi phí.

+ Tỷ suất lãi so với vốn đầu tư:

$$\text{Tỷ suất lãi} = \frac{\text{Lãi thuần}}{\text{Tổng chi phí}}$$

2.4. Thu thập và xử lý số liệu

Số liệu theo dõi được tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel. Phân tích ANOVA trên phần mềm MSTATC. Phân hạng các mức của các yếu tố và giữa các nghiệm thức theo Duncan với $\alpha = 0,05$ hoặc 0,01.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

Các CT bón lân và vôi với các liều lượng khác nhau không ảnh hưởng đến thời gian sinh trưởng và chiều cao cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh. Thời gian sinh trưởng của các CT thí nghiệm dao động từ 105,7 - 106,7 ngày, còn CT (đ/c) 1 là 106 ngày và CT (đ/c) 2 là 105,7 ngày. Chiều cao cây của các CT thí nghiệm dao động từ 84,6 - 86,5 cm, còn đ/c 1 là 83,8 cm và đ/c 2 là 83,9 cm.

Chiều dài rễ được tiến hành đo tại giai đoạn cây lúa đẻ nhánh. Kết quả cho thấy, chiều dài rễ có xu hướng tăng khi tăng lượng bón phân lân và vôi và có sự sai khác có ý nghĩa so với CT (đ/c). Khi bón CT (nền + 70 kg P₂O₅/ha + 500 kg vôi bột (từ đá vôi và ốc biển)) chiều dài rễ là 20,0 cm và 20,5 cm tương ứng, dài hơn CT (đ/c) 1 (17,9 cm), có ý nghĩa thống kê và tương đương với CT (đ/c) 2 (18,7 cm). Khi tăng liều lượng bón phân lân và vôi với CT (nền

+ 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột (từ đá vôi và ốc biển)) chiều dài rễ tăng lên tương ứng là 22,7 cm và 22,8 cm, dài hơn CT (đ/c) 1 và CT (đ/c) 2 có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, khi tăng liều lượng bón phân lân và vôi với CT 7 ((nền + 150 kg P_2O_5 /ha + 1.500 kg vôi bột (từ đá vôi và ốc biển)) có xu hướng giảm với chiều dài rễ tương ứng là 21,7 cm và 21,0 cm, vẫn dài hơn CT (đ/c) 1 và CT (đ/c) 2 có ý

nghĩa thống kê. Trở ngại lớn nhất trên đất nhiễm phèn là nhôm hòa tan trong đất cao gây giảm độ dài rễ, giảm sự hấp thu các chất dinh dưỡng nhất là Ca và Mg, ức chế sự phát triển của cây lúa [2, 3]. Điều này cho thấy, khi sử dụng liều lượng phân lân và vôi hợp lý để cải tạo đất phèn tại xã Cam Phước Đông giúp rễ cây lúa phát triển tốt, hấp thu dinh dưỡng mạnh hơn (Bảng 2).

Bảng 2. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn trong vụ đông xuân 2023 - 2024 tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

TT	CT	Thời gian sinh trưởng (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài rễ (cm)
1	CT (đ/c) 1	106,0	83,8	17,9
2	CT (đ/c) 2	105,7	83,9	18,7
3	CT 3	106,3	84,6	20,0
4	CT 4	106,7	85,6	20,5
5	CT 5	106,0	86,5	22,7
6	CT 6	106,7	86,1	22,8
7	CT 7	105,7	86,3	21,7
8	CT 8	106,0	86,2	21,0
	CV (%)	0,86	2,01	10,6
	LSD _{0,05}	ns	ns	1,87

Ghi chú: ns: Sai khác không có ý nghĩa thống kê.

3.2. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến các yếu tố cấu thành năng suất của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

Kết quả nghiên cứu của Hoàng Quốc Chính (2013) [10] cho rằng, ở đất phèn tiềm tàng bón lân có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu cấu thành năng suất, dẫn tới sự khác biệt về năng suất so với nền không bón lân. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến các yếu tố cấu thành năng suất của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh được trình bày tại bảng 3 cho thấy:

- Số bông hữu hiệu/m²: Bón phân lân và vôi cho cây lúa nước trên đất nhiễm phèn của các CT khác nhau không có sự sai khác so với CT (đ/c) 1 và CT (đ/c) 2. Số bông hữu hiệu/m² của các CT dao động từ 578,7 - 587,3 bông; CT 6 (nền + 110 kg P_2O_5 /ha +

1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) có số bông hữu hiệu/m² nhiều nhất (587,3 bông) và ít nhất là CT 4 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ ốc biển/ha) với số bông hữu hiệu/m² là 578,7 bông.

- Số hạt chắc/bông: Số hạt chắc/bông (tỷ lệ hạt chắc) do đặc tính di truyền của giống nhưng nó chịu ảnh hưởng của kỹ thuật canh tác và điều kiện môi trường, là yếu tố quan trọng quyết định đến năng suất [11]. Các CT bón phân lân và vôi với các liều lượng khác nhau có sự khác nhau về số hạt chắc/bông và sai khác có ý nghĩa so với các CT (đ/c), dao động từ 49,7 - 55,4 hạt chắc/bông. Trong đó, CT 6 (nền + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) có số hạt chắc/bông cao nhất (55,4 hạt), cao hơn CT (đ/c) 1 (44,0 hạt) và đối chứng 2 (46,9 hạt) có ý nghĩa thống kê. Thấp nhất là CT 3 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ đá vôi/ha) với số hạt chắc/bông là 49,7 hạt, cao

hơn CT (đ/c) 1 có ý nghĩa thống kê và tương đương với CT (đ/c) 2.

- Tỷ lệ hạt lép: Kết quả ở bảng 3 cho thấy, khi tăng liều lượng phân lân và vôi giúp giảm tỷ lệ hạt lép/bông. CT 8 (nền + 150 kg P_2O_5 /ha + 1.500 kg vôi bột từ ốc biển/ha) cho tỷ lệ hạt lép thấp nhất (10,2%) thấp hơn CT (đ/c) 1 (16,6%) và CT (đ/c) 2 (14,9%) có ý nghĩa thống kê. Còn CT 4 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ ốc biển/ha) cho tỷ lệ hạt lép cao nhất (13,8%), tương đương với CT

(đ/c) 2; tuy nhiên, vẫn thấp hơn CT (đ/c) 1 có ý nghĩa thống kê.

- Khối lượng 1.000 hạt: Bón phân lân và vôi với các liều lượng khác nhau không có sự khác nhau về khối lượng 1.000 hạt so với 2 CT (đ/c), dao động từ 28,1 - 29,2 g; trong khi đó, CT (đ/c) 1 có khối lượng 1.000 hạt là 27,9 g và CT (đ/c) 2 là 28,0 g. Khối lượng 1.000 hạt chủ yếu do di truyền quyết định [11].

Bảng 3. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến thành phần năng suất của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn trong vụ đông xuân 2023 - 2024 tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

TT	CT	Số bông hữu hiệu/m ² (bông)	Số hạt chắc/bông (hạt)	Tỷ lệ hạt lép (%)	Khối lượng 1.000 hạt (g)
1	CT (đ/c) 1	557,0	44,0	16,6	27,9
2	CT (đ/c) 2	569,0	46,9	14,9	28,0
3	CT 3	583,3	49,7	13,4	28,1
4	CT 4	578,7	50,2	13,8	28,5
5	CT 5	586,0	53,2	11,2	29,0
6	CT 6	587,3	55,4	10,4	28,8
7	CT 7	584,0	53,3	10,9	29,2
8	CT 8	587,0	52,5	10,2	28,9
	CV (%)	2,21	4,92	7,34	2,39
	LSD _{0,05}	ns	4,31	1,61	ns

Ghi chú: ns: Sai khác không có ý nghĩa thống kê.

3.3. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến năng suất của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

- Năng suất lý thuyết: Năng suất lý thuyết có sự sai khác có ý nghĩa giữa các CT bón lân và vôi so với các CT đ/c, dao động từ 8,1 - 9,4 tấn/ha. Trong đó, CT 6 bón nền + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha cho năng suất lý thuyết cao nhất (9,4 tấn/ha), thấp nhất là CT 3 (nền + 70

kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ đá vôi/ha) với năng suất lý thuyết đạt 8,1 tấn/ha (Bảng 4).

- Năng suất thực thu: Kết quả ở bảng 4 cho thấy, năng suất lúa thực thu được cải thiện có ý nghĩa khi bón phân lân và vôi ở các liều lượng khác nhau. Năng suất thực thu biến động từ 7,9 - 9,2 tấn/ha, thấp nhất ở công thức 3 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ đá vôi/ha) với năng suất thực thu đạt 7,9 tấn/ha, tương đương với CT (đ/c) 2 (7,3 tấn/ha) và cao hơn CT (đ/c) 1 (6,7 tấn/ha) có ý nghĩa thống kê. Cao nhất là CT 6

(nền + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) với năng suất thực thu đạt 9,2 tấn/ha, cao hơn CT 1 (đ/c) 1 và CT 2 (đ/c) 2 có ý nghĩa thống kê. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Hoàng Quốc Chính (2013) [11], khi cho rằng trên cả 2 loại đất phèn (phèn tiềm tàng và phèn hoạt động) năng suất lúa tăng theo mức đầu tư lân, nhưng từ mức bón 120 P_2O_5 /ha năng suất tăng không nhiều như các mức dưới 120 P_2O_5 /ha. Như vậy, trên đất nhiễm phèn hiệu quả của vôi giúp pH đất gia tăng, tăng Ca trong đất, giúp giảm độc chất Al^{3+} trong đất, giúp cây phát triển tốt và cho năng

suất cao hơn so với không bón [12, 13]. Kết quả nghiên cứu của Suswanto và cs (2007) [4] cho thấy, trên đất lúa nhiễm phèn năng suất lúa đạt cao nhất 7,5 tấn/ha khi bón 4,5 tấn vôi magie/ha. Kết quả nghiên cứu của Breemen (1976) [14] cho biết, mức độ của các ion gây độc cộng với thiếu P (ở dạng dễ tiêu) là yếu tố quan trọng nhất đối với sinh trưởng, phát triển và năng suất lúa nước trên đất nhiễm phèn, do đó bổ sung lân ở dạng dễ tiêu giúp cây lúa trên đất nhiễm phèn sinh trưởng, phát triển tốt và tăng năng suất.

Bảng 4. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân và vôi đến năng suất của cây lúa nước trên đất nhiễm phèn trong vụ đông xuân 2023 - 2024 tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

TT	Công thức	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	CT (đ/c) 1	6,8	6,7
2	CT (đ/c) 2	7,5	7,3
3	CT 3	8,1	7,9
4	CT 4	8,3	8,1
5	CT 5	9,0	8,9
6	CT 6	9,4	9,2
7	CT 7	9,1	9,0
8	CT 8	8,9	8,9
	<i>CV (%)</i>	<i>5,63</i>	<i>5,31</i>
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,82</i>	<i>0,76</i>



Hình 1. (a) Làm bờ chia lô thí nghiệm và bón lân, (b) Bón vôi thí nghiệm, (c) Toàn cảnh thí nghiệm giai đoạn lúa chín

3.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế của việc bón phân lân và vôi với các liều lượng khác nhau cho cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

Trong lựa chọn giải pháp canh tác lúa, ngoài năng suất, chi phí và lợi nhuận cũng là yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến quyết định lựa chọn giải pháp canh tác của nông dân. Kết quả đánh giá hiệu quả kinh tế của việc bón phân lân và vôi với các liều lượng khác nhau cho cây lúa nước trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh trong vụ đông xuân 2023 - 2024 được trình bày tại bảng 5 cho thấy:

- Tổng thu ở các công thức thí nghiệm cao hơn CT (đ/c) 1 từ 10,8 - 22,5 triệu đồng/ha/vụ và hơn CT (đ/c) 2 từ 5,4 - 17,1 triệu đồng/ha/vụ, chủ yếu do năng suất cao. Trong đó, CT 6 (nền + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) cho tổng thu cao nhất 82,8 triệu đồng/ha/vụ; thấp nhất là CT 3 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ đá

vôi/ha) với tổng thu đạt được là 71,1 triệu đồng/ha/vụ.

- Tổng chi phí sản xuất của các công thức thí nghiệm cao hơn so với CT (đ/c) 1 từ 8 - 13 triệu đồng/ha/vụ và từ 3 - 8 triệu đồng/ha/vụ so với CT (đ/c) 2. Chênh lệch chi phí này do chi phí liều lượng phân bón và vôi sử dụng. Các chi phí khác như: Thuốc bảo vệ thực vật, công chăm sóc... xem như hoàn toàn giống nhau.

- Lợi nhuận: Tất cả các CT thí nghiệm đều có lợi nhuận cao hơn so với 2 CT đối chứng. Trong đó, CT 6 (nền + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) cho lợi nhuận cao nhất 29,79 triệu đồng/ha/vụ, cao hơn CT (đ/c) 1 là 10,95 triệu đồng/ha/vụ và cao hơn CT (đ/c) 2 là 11,735 triệu đồng/ha/vụ. CT có lợi nhuận thấp nhất là CT 3 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ đá vôi/ha) với lợi nhuận thu được 20,665 triệu đồng/ha/vụ, cao hơn CT (đ/c) 1 là 1,825 triệu đồng/ha/vụ và cao hơn CT (đ/c) 2 là 2,61 triệu đồng/ha/vụ.

Bảng 5. Hiệu quả kinh tế của các CT bón lân và vôi khác nhau cho cây lúa trên đất nhiễm phèn trong vụ đông xuân năm 2024 - 2025 xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hòa

Công thức	Năng suất (tấn/ha)	Tổng thu (đồng)	Tổng chi (đồng)	Lợi nhuận (đồng)	Tỷ suất lãi	MBCR	
						So với (đ/c) 1	So với (đ/c) 2
CT (đ/c) 1	6,7	60.300.000	42.460.000	18.840.000	0,45	-	-
CT (đ/c) 2	7,3	65.700.000	47.645.000	18.055.000	0,38	-	-
CT 3	7,9	71.100.000	50.435.000	20.665.000	0,41	0,10	0,16
CT 4	8,1	72.900.000	50.435.000	22.465.000	0,45	0,12	0,23
CT 5	8,9	80.100.000	53.010.000	27.090.000	0,51	0,15	0,23
CT 6	9,2	82.800.000	53.010.000	29.790.000	0,56	0,17	0,29
CT 7	9,0	81.000.000	55.385.000	25.615.000	0,46	0,11	0,15
CT 8	8,9	80.100.000	55.385.000	24.715.000	0,45	0,14	0,19

Ghi chú: MBCR: Tỷ suất lợi nhuận cận biên.

- Tỷ suất lãi: Trong các công thức thí nghiệm, CT 3 (nền + 70 kg P_2O_5 /ha + 500 kg vôi bột từ đá vôi/ha) có tỷ suất lãi thấp nhất (0,41), thấp hơn so với CT (đ/c) 1 (0,45) và cao hơn CT (đ/c) 2 (0,38). Các CT còn lại đều có tỷ suất lãi cao hơn CT (đ/c) 2 và tương đương CT (đ/c) 1.

- Tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên (MBCR): So với CT (đ/c) 1, hầu hết các CT thí nghiệm đều có tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên ở mức thấp < 0,15; ngoại trừ CT 6 có tỷ suất lợi nhuận cận biên trung bình (= 1,5 - 2,0). Tuy nhiên, so với CT (đ/c) 2, tất cả các CT thí nghiệm đều cho tỷ suất lợi nhuận cận biên từ trung bình đến cao; trong đó, CT 6 cho tỷ suất lợi nhuận cận biên cao nhất (0,29), thấp nhất là CT 7 với tỷ suất lợi nhuận cận biên là 0,15.

Như vậy, trên cơ sở về năng suất, lợi nhuận và tỷ suất lợi nhuận cận biên đã phân tích ở trên cho thấy, CT 6 (nền + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) có hiệu quả tốt nhất và chấp nhận cho phát triển vào sản xuất.

4. KẾT LUẬN

Các liều lượng phân lân và vôi khác nhau được thử nghiệm cho sản xuất lúa nước (giống lúa Đài Thơm 8) trên đất nhiễm phèn tại xã Cam Phước Đông, thành phố Cam Ranh, tỉnh Khánh Hoà không ảnh hưởng đến thời gian sinh trưởng, chiều cao cây, số bông hữu hiệu/m² và khối lượng 1.000 hạt. Tuy nhiên, ảnh hưởng lớn đến khả năng phát triển của rễ cây lúa, tăng chiều dài rễ (tăng từ 2,1 - 4,9 cm so (đ/c) 1 và từ 1,3 - 4,1 cm so với (đ/c) 2 giúp cây hút dinh dưỡng tốt hơn, năng suất thu được cao hơn so với các CT đ/c. CT (nền (110 kg N + 80 kg K_2O + 1,5 tấn HCVS)/ha) + 110 kg P_2O_5 /ha + 1.000 kg vôi bột từ ốc biển/ha) đạt năng suất cao nhất 9,2 tấn/ha, tổng lợi nhuận (29.790.000 đồng) đều tăng so với CT (đ/c) 1 (18.840.000 đồng) và CT (đ/c) 2 (18.055.000 đồng) > 50% và tỷ suất lãi đạt 56%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dent, D. L. (1986). Acid sulfate soils: A baseline for research and development, Publication 39, International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen, The Netherlands.

2. Ridolf, M. and Garrec J. P. (2000). Consequences of the excess Al and a deficiency in Ca and Mg for stomatal functioning and net carbon assimilation of beech leaves. *Annal. Sci*, 57, 209 - 218.

3. Horst, W. J., Rangel A. F., Eticha D., Ischitani M. and Rao I. M. (2009). Aluminum toxicity and resistance in *Phaseolus vulgaris* L. Physiology drives molecular biology. In: Proc. 7th International Symposium on Plant - Soil at Low pH, edited by Liao, H., Xian, X. & Kochian, L. China: South China University of Technology Press. pp. 53 - 54.

4. Suswanto Totok, Shamshuddin J., Syed Omar S. R., Peli Mat and Teh C. B. S. (2007). Alleviating an acid sulfate soil cultivated to rice (*Oryza sativa*) using ground magnesium limestone and organic fertilizer. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 9(1), 1 - 9.

5. Shamshuddin, J., Shariduddin H. A. H., Che Fauziah I., Edwards D. G. and Bell L. C. (2010). Temporal changes in chemical properties of acid soil profiles treated with magnesium limestone and gypsum. *Pertanika J. Trop. Agri. Sci*, 33: 277 - 295.

6. Shamshuddin, J. and Che Fauziah I. (2010). Alleviating acid soil infertility constraints using basalt, ground magnesium limestone and gypsum in a tropical environment. *Malays. J. Soil Sci*, 14, 1 - 13.

7. Landon, J. R. (1991). Booker tropical soil manual: A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics, Longman, London, UK.

8. Metson, A. J. (1961). Methods of Chemical Analysis of soil survey samples. Govt. Printers, Wellington, New Zealand, Pages: 64.

9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13381-1:2021. Giống cây trồng nông nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và sử dụng. Phần 1 - Giống lúa.

10. Hoàng Quốc Chính (2013). Nghiên cứu khả năng chịu phèn của giống lúa lai và biện pháp kỹ thuật canh tác thích hợp cho lúa lai trên vùng đất phèn ở Thái Bình. Luận án Tiến sĩ

Nông nghiệp. Viện khoa học nông nghiệp Việt Nam.

11. Nguyễn Ngọc Đệ (2008). *Giáo trình cây lúa*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh. 338 trang.

12. Alva, A. K., Asher C. J. and Edwards D. G. (1986). The role of calcium in alleviating aluminum toxicity. *Aust J Soil Res*, 37, 375 - 383.

13. Shamshuddin, J., Che Fauziah I. and Sharifuddin H. A. H. (1991). Effects of limestone and gypsum application to a Malaysian ultisol on soil solution composition and yields of maize and groundnut. *Plant Soil*, 134(1), 45 - 52.

14. Breemen van, N. (1976). Genesis and solution chemistry of acid sulfate soils in Thailand. Doctoral thesis. Wageningen, The Netherlands, Agricultural Research Reports, 263 p.

RESEARCH ON THE EFFECT OF P_2O_5 AND $CaCO_3$ DOSAGE ON THE GROWTH AND YIELD OF RICE ON ACID SULFATE SOILS IN CAM PHUOC DONG COMMUNE, CAM RANH CITY, KHANH HOA PROVINCE

Nguyen Van Son¹, Tran Thi Thao¹, Trinh Thi Van Anh¹

¹*Nha Ho Research Institute for Cotton and Agricultural Development*

Abstract

Acid sulfate soils adversely affect soil chemistry and reduce rice yield. Therefore, in rice production on acid sulfate soils, it is necessary to have improvement measures to change soil chemistry to help increase rice yield. This study was conducted to evaluate the effects of P_2O_5 and $CaCO_3$ doses on rice growth and yield on acid sulfate soils in Cam Phuoc Dong commune, Cam Ranh city, Khanh Hoa province. The experiment was arranged in a completely randomized block design with 8 treatments and 3 replications. The results showed that different doses of P_2O_5 and $CaCO_3$ tested for rice production (Dai Thom 8) on acid sulfate soil in Cam Phuoc Dong commune, Cam Ranh city, Khanh Hoa province did not affect the growth period, plant height, effective number of flowers/m² and weight of 1,000 grains. However, it greatly affects the ability of rice roots to develop, increasing root length increased from 2.1 - 4.9 cm compared to control 1 and from 1.3 - 4.1 cm compared to control 2) helps plants absorb nutrients better, and the yield is higher than the control. The formula of (Base fertilizer (110 kg N + 80 kg K₂O + 1.5 tons organic microbial fertilizer)/ha) + 110 kg P_2O_5 /ha + 1,000 kg $CaCO_3$) from sea snails/ha achieves the highest yield of 9.2 tons/ha, the total profit (29,790,000 VND) increased compared to control 1 (18,840,000 VND) and control 2 (18,055,000 VND) > 50% and profit margin reached 56%.

Keywords: *Acid sulfate soils, rice, P_2O_5 , $CaCO_3$ yield.*

Ngày nhận bài: 15/4/2025

Ngày chuyển phản biện: 13/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 20/6/2025

Ngày duyệt đăng: 8/7/2025

XÁC ĐỊNH LƯỢNG PHÂN HỮU CƠ TỪ PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP THAY THẾ PHÂN VÔ CƠ CHO CÂY CẢI BẮP THEO MÔ HÌNH NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN

Nguyễn Xuân Hòa¹, Phan Quốc Hưng¹, Nguyễn Thị Ngọc Dinh^{2,*}, Cao Trường Sơn¹,

Nguyễn Tú Điệp¹, Nguyễn Thọ Hoàng¹, Hà Văn Tú¹, Trần Duy Tùng³

¹Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

³Ban Khoa học và Công nghệ, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Email: ngocdinhchau1@gmail.com

TÓM TẮT

Để sản xuất nông nghiệp tuần hoàn, bền vững thì một trong những giải pháp hữu hiệu là ứng dụng chế phẩm vi sinh xử lý phụ phẩm nông nghiệp thành phân hữu cơ. Thí nghiệm một nhân tố được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ với 5 công thức (CT) phân bón và 3 lần nhắc lại nhằm mục đích xác định lượng phân hữu cơ được xử lý bằng chế phẩm vi sinh từ phụ phẩm nông nghiệp thay thế phân vô cơ đối với sinh trưởng, sinh lý, năng suất và chất lượng cây cải bắp. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đã tăng các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý, các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất và chất lượng của cải bắp. Thay thế 50% lượng phân vô cơ bằng phân hữu cơ cho các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cao hơn có ý nghĩa so với các mức bón khác, cao hơn so với đối chứng (bón 100% phân vô cơ). Năng suất thực thu của mức bón phân hữu cơ trên đạt cao nhất có ý nghĩa với 33,5 tấn/ha, cao hơn 45,65% so với đối chứng. Vì thế, có thể thay thế 50% lượng phân vô cơ bằng phân hữu cơ để xây dựng mô hình sản xuất cải bắp vừa đảm bảo an toàn, tăng năng suất và chất lượng cho cải bắp.

Từ khóa: *Chế phẩm vi sinh, phân hữu cơ, cải bắp, quản lý môi trường nông nghiệp, nông nghiệp tuần hoàn.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cải bắp (*Brassica oleracea*) là một trong năm loại cây rau quan trọng nhất thuộc họ thập tự, là loại cây hai lá mầm có lá cuộn chặt tạo thành bắp [1]. Theo thống kê của FAO STAT (2024), diện tích trồng cải bắp của thế giới là 2.358.985 ha, trong đó diện tích trồng cải bắp của Việt Nam là 38.516 ha (chiếm 1,63% diện tích của thế giới), năng suất cải bắp của Việt Nam là 30,25 tấn/bằng 96,7% năng suất cải bắp của thế giới [2].

Phân vô cơ có thể cung cấp các nguyên tố thiết yếu đối với sự phát triển của cây trồng và đóng vai trò trong việc duy trì an ninh lương thực ở Việt Nam. Tuy nhiên, bón quá nhiều phân vô cơ có thể dẫn đến các vấn đề về môi trường như: Làm

chua đất, sự lắng đọng nitơ và phá hủy nguồn nước [3]. Những tác động tiêu cực của các biện pháp canh tác nông nghiệp có thể bị đảo ngược bằng cách sử dụng hiệu quả các chất cải tạo đất hữu cơ (tàn dư cây trồng, phân chuồng, phân compost và than sinh học), có thể sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp với phân đạm tối ưu dựa trên biện pháp quản lý lượng đạm đối với từng giai đoạn sinh trưởng khác nhau của cây trồng [4]. Phân hữu cơ có thể cung cấp nhiều loại dinh dưỡng và nguồn năng lượng cho vi sinh vật đất, thúc đẩy quá trình trao đổi chất và hoạt động của vi sinh vật, từ đó làm tăng tốc độ sinh trưởng và hoạt động của chúng [5]. Nhờ những đặc tính này, phân bón hữu cơ có ý nghĩa quan trọng trong hệ thống sản xuất nông nghiệp.

Nghiên cứu này nhằm mục đích xác định lượng phân vô cơ được thay thế bằng phân hữu cơ tạo ra từ chế phẩm vi sinh tối ưu nhất đối với năng suất và chất lượng cây cải bắp.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Giống cải bắp F1 Grand KKcross (G1) Công ty TNHH Giống cây trồng Takii Việt Nam.

Phân bón hữu cơ được tạo thành từ sử dụng chế phẩm vi sinh xử lý phụ phẩm nông nghiệp (N tổng số: 0,72%, P_2O_5 tổng số: 0,3%, K_2O tổng số: 4,37%, độ ẩm: 42,19%, chất hữu cơ: 24,53%, pH: 7,5) [6]; phân vi sinh Sông Gianh HC-15; phân đạm urê Hà Bắc (N 46,3%); phân supe lân (Lâm Thao 17% P_2O_5), phân kali clorua Hà Anh (60% K_2O).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm một nhân tố được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) với 5 CT (1 CT đối chứng và 4 CT thí nghiệm bón phân hữu cơ để thay thế 25, 50, 75, 100% phân vô cơ) và 3 lần nhắc lại cho mỗi CT. Tổng số CT thí nghiệm là 15. Mỗi ô thử nghiệm là 10 m², tổng diện tích thử nghiệm là 150 m².

CT thí nghiệm như sau:

CT1 (Đối chứng - đ/c): Sử dụng 100% phân bón vô cơ (100 kg N + 120 kg P_2O_5 + 120 kg K_2O).

CT2: 75% phân vô cơ + 25% phân hữu cơ thay thế.

CT3: 50% phân vô cơ + 50% phân hữu cơ thay thế.

CT4: 25% phân vô cơ + 75% phân hữu cơ thay thế.

CT5: 100% phân hữu cơ thay thế.

Nền phân bón cho 1 ha là 6 tấn phân chuồng và 1.000 kg phân hữu cơ vi sinh/ha. Lượng phân bón vô cơ thay thế phân hữu cơ được tính toán dựa trên lượng đạm tổng số trong phân hữu cơ. Thí nghiệm được tiến hành trong vụ đông xuân năm 2023 - 2024, trồng cải bắp vào ngày 14/11/2023 tại Khu thí nghiệm, Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam có tọa độ 21°00'01 N - 105°09'32 E. Cây con 25 ngày tuổi được đem trồng. Luống cải bắp rộng 1 m, cải bắp trồng với khoảng cách hàng cách hàng 60 cm, cây cách cây 40 cm. Thí nghiệm được chăm sóc theo quy trình kỹ thuật

sản xuất rau an toàn của Sở Nông nghiệp và PTNT thành phố Hà Nội (2010) [7].

2.2.2. Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

Các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý được đo cho 5 cây/lần nhắc lại bao gồm: Thời gian sinh trưởng (TGST); số lá/cây; chỉ số SPAD (đo bằng máy SPAD-502 (Konica-Minolta 502, Nhật Bản); hàm lượng nước trong thân lá.

Chỉ tiêu các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất, chất lượng: Các chỉ tiêu đo 3 bắp/lần nhắc lại bao gồm: Đường kính bắp (cm), chiều cao bắp (cm), khối lượng trung bình bắp tươi (g), năng suất lý thuyết (tấn/ha), năng suất thực thu (tấn/ha), độ cứng (kgf) (đo bằng máy Friut Hardness Tester FHT-1122), độ Brix (đo bằng Milwaukee 882), khối lượng bắp khô (g/bắp), các chỉ tiêu trong sản phẩm bắp (mỗi lần nhắc lại phân tích 3 bắp) bao gồm: Hàm lượng NO_3^- xác định theo 10 TCN 457-2001 [8], hàm lượng vitamin C TCVN 6427-2:1998 [9], chất xơ xác định theo TCVN 5714:2007 [10], đường tổng số TCVN 4594-1988 [11].

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) sử dụng phần mềm thống kê sinh học Minitab 16. Tiêu chuẩn Tukey được sử dụng để so sánh sự sai khác giữa giá trị trung bình ở độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý của cây cải bắp

Bảng 1. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến thời gian sinh trưởng của cây cải bắp

Công thức	Thời gian từ trồng đến... (ngày)		
	Trái lá bồng	Cuốn bắp	Kết thúc thu hoạch
CT1 (Đ/c)	35	45	76
CT2	36	46	78
CT3	36	47	78
CT4	37	47	81
CT5	38	48	82

Ghi chú: NST: Ngày sau trồng.

Thời kỳ trải lá bàng: Kết quả theo dõi thời kỳ trải lá bàng của một số giống cải bắp cho thấy, thời kỳ trải lá bàng của các CT kéo dài từ 34 - 38 ngày, các CT bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đều có số ngày trải lá bàng cao hơn từ 1 - 3 ngày so với CT1 bón 100% phân vô cơ.

Thời kỳ cuộn bắp: Thời gian cuộn bắp của các CT thí nghiệm dao động trong khoảng 45 - 48

NST. CT có thời gian cuộn bắp muộn nhất là CT5. Các CT bón phân hữu cơ thay thế đều có thời gian cuộn bắp tăng từ 1 - 3 ngày so với CT1 (Đ/c).

Tổng thời gian sinh trưởng của các CT biến động từ 76 - 80 ngày, CT5 có thời gian sinh trưởng dài nhất, cao hơn 6 ngày so với CT1 (Đ/c) (Bảng 1).

Bảng 2. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến chiều cao cây cải bắp

Công thức	Ngày sau trồng... (cm)				
	17 NST	31 NST	38 NST	45 NST	52 NST
CT1 (Đ/c)	3,6a	17,5a	23,5a	26,6a	26,8a
CT2	4,3a	17,5a	24,9a	28,3a	28,6a
CT3	4,1a	17,2a	24,6a	27,1a	27,3a
CT4	5,0a	17,7a	25,3a	28,3a	28,7a
CT5	4,6a	16,3a	24,1a	27,2a	28,0a

Ghi chú: Các giá trị trung bình cùng cột mang mã cùng chữ cái là sai khác không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% và ngược lại khi khác chữ là khác nhau là sai khác có ý nghĩa. NST: Ngày sau trồng.

Chiều cao cây của cây cải bắp tăng dần qua các lần theo dõi, chỉ theo dõi đến 52 NST ở tất cả các CT. Các CT bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ không làm ảnh hưởng đến chiều cao cây của cây cải bắp ở tất cả các giai đoạn theo dõi. Ở giai đoạn 52 NST chiều cao cây của cây cải bắp dao động từ 26,8 - 28,7 cm. CT4 cho chiều cao cây cao nhất, tiếp đến là CT2 (Bảng 2). Chiều cao cây giữa các CT bón phân vô cơ và CT bón phân hữu cơ thay thế không sai khác giữa các CT nhưng có xu thế tăng dần ở các CT bón phân hữu cơ thay thế.

Ở giai đoạn 17 NST, số lá ở CT4 cao hơn có ý nghĩa so với CT1. CT4 có số lá/cây cao nhất, sai khác không có ý nghĩa so với CT3, CT5 và thấp nhất là CT1 và CT2. Ở giai đoạn 31 NST, số lá/cây không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở tất cả các CT.

Bảng 3. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến số lá cây cải bắp

Công thức	Ngày sau trồng... (lá/cây)	
	17 NST	31 NST
CT1 (Đ/c)	3,2b	12,9a
CT2	3,2b	12,8a
CT3	3,3ab	13,1a
CT4	3,8a	12,2a
CT5	3,5ab	12,2a

Ghi chú: Các giá trị trung bình cùng cột mang mã cùng chữ cái là sai khác không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% và ngược lại khi khác chữ là khác nhau và sai khác có ý nghĩa. NST: Ngày sau trồng.

Bảng 4. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến chỉ số SPAD

Công thức	Chỉ số SPAD			
	31 NST	38 NST	45 NST	52 NST
CT1 (Đ/c)	37,1a	47,3a	52,6a	61,0a
CT2	35,9a	44,3b	50,4ab	59,4a

CT3	36,1a	46,1ab	50,5ab	61,1a
CT4	33,3a	43,8b	53,7a	59,1a
CT5	34,0a	44,0b	47,5b	59,5a

Ghi chú: Các giá trị trung bình cùng cột mang mũ cùng chữ cái là sai khác không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% và ngược lại khi khác chữ là khác nhau là sai khác có ý nghĩa. NST: Ngày sau trồng.

Chỉ số SPAD ở tất cả các CT tăng dần qua các thời kỳ theo dõi. Ở giai đoạn đầu 31 NST, chỉ số SPAD không có sự sai khác có ý nghĩa giữa các CT dao động từ 33,3 - 37,1. Giai đoạn 38 NST, chỉ số SPAD cao nhất ở CT1, sai khác không có ý nghĩa so với CT3 và dao động từ 43,8 - 47,3. Giai đoạn 45 NST, chỉ số SPAD cao nhất có ý nghĩa ở CT4 nhưng sai khác không có ý nghĩa so với CT1, CT2,

CT3 và thấp nhất ở CT5 (47,5). Giai đoạn 52 NST, chỉ số SPAD sai khác không có ý nghĩa giữa các CT, cao nhất là CT3 và dao động từ 59,1 - 61,1. Chỉ số SPAD cao ở CT3 qua các lần theo dõi có thể phản ánh tiềm năng năng suất cao ở CT này.

3.2. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của cây cải bắp

Bảng 5. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cải bắp

Công thức	Đường kính bắp (cm)	Khối lượng trung bình bắp tươi (g)	Khối lượng trung bình bắp khô (g)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
CT1 (Đ/c)	15,6a	701,1c	33,8b	28,7c	23,0c
CT2	16,2a	849,8b	52,4a	34,8b	27,9b
CT3	16,4a	1021,7a	57,6a	41,9a	33,5a
CT4	15,8a	885,6b	55,3a	36,3b	29,0b
CT5	16,0a	831,7b	55,6a	34,1b	27,3b

Ghi chú: Các giá trị trung bình cùng cột mang mũ cùng chữ cái là sai khác không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% và ngược lại khi khác chữ là khác nhau và sai khác có ý nghĩa.

Các CT bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ không có sự sai khác về đường kính bắp, đường kính bắp dao động từ 15,6 - 16,4 cm, bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ làm tăng từ 0,2 - 0,8 cm đường kính bắp so với CT1 (Đ/c).

Bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đã làm tăng năng suất bắp tươi so với CT1 (Đ/c). CT3 cho khối lượng trung bình bắp tươi cao nhất có ý nghĩa so với các CT còn lại. CT3 cho khối lượng trung bình bắp tươi cao hơn 45,73% so với CT1 (Đ/c). Khối lượng bắp tươi của các CT dao động từ 701,1 - 1021,7 g/bắp. Bón phân hữu cơ và vô cơ là cách hiệu quả để đạt được tiềm năng năng suất

của giống, đạt được năng suất và chất lượng cao đồng thời cải thiện được độ phì của đất [12]. Trong nghiên cứu này, đã chỉ ra bón phân hữu cơ thay thế 50% phân vô cơ là cách hiệu quả để cho khối lượng bắp tươi cao nhất có ý nghĩa so với các CT còn lại. Đây là tiền đề cho năng suất cao ở CT này.

Khối lượng bắp khô của các CT thay thế phân vô cơ bằng phân hữu cơ đều cao hơn có ý nghĩa ở mức 95% so với CT1 (Đ/c), trong đó CT3 có khối lượng bắp khô cao nhất. Các CT bón thay thế phân hữu cơ làm tăng từ 55,02 - 70,41% so với CT1 (Đ/c) bón phân vô cơ. CT3 có khối lượng bắp khô cao

nhất nhưng sai khác không có ý nghĩa so với các CT bón phân hữu cơ thay thế còn lại.

Năng suất lý thuyết phản ánh tiềm năng năng suất của giống, khi thay thế phân hữu cơ vi sinh đã làm tăng năng suất lý thuyết của cải bắp. Năng suất lý thuyết tăng từ 18,81 - 45,99% so với CT1 (Đ/c). CT3 cho năng suất thực thu cao nhất, sai khác có ý nghĩa so với các CT còn lại.

Năng suất thực thu của các CT thay thế cũng cao hơn có ý nghĩa so với CT1 (Đ/c), cao hơn từ 18,67 - 45,65% so với CT1 (Đ/c). CT3 cho năng suất thực thu cao nhất có ý nghĩa ở mức

95% đạt 33,5 tấn/ha, tiếp đến là CT4 (29,0 tấn/ha). Kết quả nghiên cứu cho thấy, bón phân hữu cơ thay thế 50% phân vô cơ là cách hiệu quả để cho năng suất cao nhất có ý nghĩa so với các CT còn lại. Sự khác nhau giữa các nghiên cứu trước và nghiên cứu này có thể giải thích bởi các nghiên cứu được thực hiện ở các loại đất khác nhau và thành phần hóa học cũng như hệ vi sinh vật đất khác nhau ở các khu vực canh tác khác nhau và lý do cụ thể cần được nghiên cứu thêm.

3.3. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến các chỉ tiêu chất lượng bắp cải

Bảng 6. Ảnh hưởng của lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến các chỉ tiêu chất lượng bắp cải

Công thức	Độ cứng (kgf)	Độ Brix (%)	Hàm lượng NO_3^- (mg/kg)	Hàm lượng nước trong bắp (%)	Hàm lượng đường (%)	Hàm lượng VTMC (mg/100 g mẫu)	Chất xơ (%)
CT1 (Đ/c)	7,3a	2,5a	187,6a	95,2a	3,4a	36,4c	2,2d
CT2	8,0a	1,8a	197,9a	93,8ab	3,6a	37,3b	2,3c
CT3	8,2a	2,4a	198,1a	94,4ab	3,7a	37,7a	2,4b
CT4	8,4a	1,9a	198,1a	93,8ab	3,6a	36,4c	2,4b
CT5	8,0a	1,9a	207,9a	93,3b	3,4a	35,5d	2,6a

Ghi chú: Các giá trị trung bình cùng cột mang mã cùng chữ cái là sai khác không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% và ngược lại khi khác chữ là khác nhau là sai khác có ý nghĩa; VTMC: Vitamin C.

Độ cứng: Độ cứng là một trong số chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng cải bắp. Dựa vào độ cứng ta có thể xác định được độ chặt của bắp, từ đó xác định thời gian thu hoạch phù hợp. Ngoài ra, độ cứng có ý nghĩa trong việc vận chuyển và bảo quản sản phẩm sau thu hoạch. Các CT bón phân hữu cơ thay thế không ảnh hưởng đến độ cứng của bắp cải. Độ cứng dao động từ 7,3 - 8,4 kgf. Các CT bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ thì độ cứng bắp có xu hướng cao hơn so với CT1 (Đ/c), tuy nhiên sai khác không có ý nghĩa.

Độ Brix không có sự sai khác có ý nghĩa ở các CT, dao động từ 1,8 - 2,5%. Độ Brix cao nhất ở CT1, tiếp đến là CT3 và thấp nhất ở CT2.

Tất cả các CT đều cho chỉ tiêu hàm lượng nitrat trong cải bắp dưới ngưỡng cho phép theo quy định cho rau an toàn [13] (Bảng 6). Hàm lượng nitrat trong rau cải bắp ở các CT biến động từ 187,6 - 207,9 mg/kg.

Các CT phân bón khác nhau không ảnh hưởng đến hàm lượng đường. Hàm lượng đường trong cải bắp ở các CT dao động từ 3,4 - 3,7%. CT3 có hàm lượng đường cao nhất nhưng sai khác

không có ý nghĩa so với các CT còn lại. Khi bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đã có ảnh hưởng đến hàm lượng vitamin C của các CT. CT3 có hàm lượng vitamin C cao nhất, sai khác có ý nghĩa so với các CT còn lại. CT5 có hàm lượng vitamin C thấp nhất sai khác có ý nghĩa so với các CT còn lại. Hàm lượng VTMC của cải bắp ở mức cao dao động từ 35,5 - 37,7 mg/100 g mẫu tươi. Vì thế, bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ có thể giúp nông dân tăng thu nhập do giảm lượng phân bón hóa học, sử dụng được các phụ phẩm nông nghiệp làm thành phân bón hữu cơ và thúc đẩy sự phát triển của nông nghiệp bền vững.

Hàm lượng chất xơ trong cải bắp tăng dần khi thay thế phân vô cơ bằng phân hữu cơ, tăng từ 0,1 - 0,4% so với CT1 (Đ/c). Hàm lượng chất xơ cao nhất ở CT5 đạt 2,6%.

4. KẾT LUẬN

Bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đã làm tăng các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý, tăng các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất và chất lượng của cải bắp. Thay thế 50% lượng phân vô cơ bằng phân hữu cơ cho các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cao hơn so với các mức phân bón còn lại, cao hơn so với đối chứng. Năng suất thực thu khi thay thế 50% phân vô cơ bằng phân hữu cơ đạt cao nhất có ý nghĩa, đạt 33,5 tấn/ha, cao hơn 45,65% so với CT1 (Đ/c) (bón 100% phân vô cơ), hàm lượng vitamin C cũng cao nhất và sai khác có ý nghĩa so với các CT còn lại. Có thể thay thế 50% phân vô cơ bằng phân hữu cơ để xây dựng mô hình sản xuất cải bắp vừa đảm bảo an toàn, tăng năng suất và chất lượng cho cải bắp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Singh, S., Bhatia, R., Kumar, R., Das, A., Ghemeray, H., Behera, T. K. & Dey, S. S. (2021). Characterization and genetic analysis of OguCMS and doubled haploid based large genetic arsenal of Indian cauliflowers (*Brassica oleracea* var. Botrytis L.) for morphological, reproductive and seed yield traits revealed their breeding potential. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68, 1603 - 1623.
2. FAOSTAT (2024). Crops and livestock products available from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

3. Lounsbury N. P., Warren N. D., Wolfe S. D. & Smith R. G. (2020). Investigating tarps to facilitate organic no-till cabbage production with high-residue cover crops. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(3), 227 - 233.

4. Cui Z., Zhang F., Chen X., Miao Y., Li J., Shi L., Xu J., Ye Y., Liu C., Yang Z., Zhang Q., Huang S. & Bao D. (2008). On-farm evaluation of an in-season nitrogen management strategy based on soil N min test. *Field Crops Research*, 105, 48 - 55.

5. Liu, S., Li, P., Gan, W. X., Fu, Y. J., Weng, Y. L., Tu, J., Lu, S., Wu, L. C. (2021). Effect of long-term fertilization on soil microbial activities and metabolism in Paulownia plantations. *Soil Use Manag*, 38, 978 - 990.

6. Nguyễn Xuân Hòa, Phan Quốc Hưng, Nguyễn Thị Ngọc Dinh, Đinh Hồng Duyên (2025). Nghiên cứu sử dụng chế phẩm vi sinh xử lý phế phụ phẩm nông nghiệp thành phân bón hữu cơ. *Tạp chí Khoa học Đất*, 78, 38 - 42.

7. Sở Nông nghiệp và PTNT thành phố Hà Nội (2010). *Quyết định số 577/QĐ/SNN-TT, ngày 10 tháng 5 năm 2010 về việc ban hành Quy trình kỹ thuật sản xuất rau an toàn cho 10 loại rau chính.*

8. Tiêu chuẩn ngành 10TCN 457:2001. Phân tích cây trồng - Phương pháp xác định sắt tổng số.

9. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6427-2:1998. Rau quả và các sản phẩm rau quả - Xác định hàm lượng axit ascorbic - Phần 2: Phương pháp thông thường.

10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5714:2007. Chè - Xác định hàm lượng xơ thô.

11. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4594:1988. Đồ hộp - Phương pháp xác định đường tổng số, đường thử và tinh bột.

12. Aslani M. & Souri M. K. (2018). Growth and quality of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under foliar application of organic chelate fertilizers. *Open Agriculture*, 3, 146 - 154.

13. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2008). Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN ngày 15/10/2008 về giới hạn tối đa cho phép của một số vi sinh vật và hóa chất trong một số sản phẩm rau, quả, chè.

**DETERMINATION OF ORGANIC FERTILIZER AMOUNT FROM AGRICULTURAL WASTE
AS A REPLACEMENT FOR CHEMICAL FERTILIZER IN CABBAGE UNDER
A CIRCULAR AGRICULTURE MODEL**

**Nguyen Xuan Hoa¹, Phan Quoc Hung¹, Nguyen Thi Ngoc Dinh², Cao Truong Son¹,
Nguyen Tu Diep¹, Nguyen Tho Hoang¹, Ha Van Tu¹, Tran Duy Tung³**

*¹ Faculty of Natural Resources and Environment,
Vietnam National University of Agriculture*

² Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture

³ Science and Technology Office, Vietnam National University of Agriculture

Abstract

To achieve circular and sustainable agricultural production, one effective solution is the application of microbial product to process agricultural waste into organic fertilizers. A one-factor experiment was arranged in a completely randomized block design with five fertilizer treatments and three replications. The objective was to determine the amount of organic fertilizer processed with microbial product from agricultural waste as a replacement for chemical fertilizers on the growth, physiology, yield, quality of cabbage. The study indicated that replacing chemical fertilizers with organic fertilizers improved growth parameters, physiological traits, yield components, overall yield and cabbage quality. Among the treatments, treatment 3, which replaced 50% of the chemical fertilizer with organic fertilizer, significantly enhanced growth, physiological indices, yield components and actual yield compared to the other treatments and the control. The actual yield of treatment 3 was the significantly highest with 33.5 tons ha⁻¹, by 45.65% higher as compared with the control treatment (100% chemical fertilizer). Therefore, treatment 3 could be recommended for developing a cabbage production model that ensures safety while enhancing yield and quality.

Keywords: *Cabbage, microbial product, organic fertilizer, replacement.*

Ngày nhận bài: 12/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 28/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 5/5/2025

Ngày duyệt đăng: 24/7/2025

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÔNG THỨC PHÂN BÓN HỢP LÝ CHO CÂY HỒ TIÊU (*Piper nigrum* L.) TẠI ĐẶC KHU PHÚ QUỐC, TỈNH AN GIANG

Nguyễn Văn An¹, Trần Kim Ngọc¹, Nguyễn Văn Mạnh¹,
Nguyễn Thị Hương¹, Hoàng Thị Tuyết¹, Trần Tuấn Anh¹,
Trần Phương Ly¹, Phù Ky Hưng², Trương Vĩnh Hải^{1,*}

¹ Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam

² Trạm Kỹ thuật Nông nghiệp khu vực Phú Quốc

*Email: hai.truongvinh@yahoo.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu xác định công thức phân bón hợp lý cho cây hồ tiêu tại thành phố Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang (nay là đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang) đã được thực hiện qua hai niên vụ 2022 - 2023 và 2023 - 2024 nhằm xác định được công thức phân bón hợp lý cho cây hồ tiêu ở giai đoạn kinh doanh để vườn cây sinh trưởng, năng suất ổn định và có chi phí sản xuất hợp lý. Thí nghiệm được bố trí chính quy theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD) một yếu tố với 5 công thức phân bón vô cơ kết hợp hữu cơ và được lặp lại 3 lần. Trong đó, công thức 5 là nghiệm thức đối chứng của nông dân áp dụng phổ biến tại đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang. Mỗi nghiệm thức được bố trí trên 16 trụ tiêu và quan trắc 4 trụ ở giữa đối với các chỉ tiêu theo dõi. Vườn tiêu thí nghiệm trồng giống tiêu Phú Quốc, trụ bê tông, tuổi vườn năm thứ 8. Các số liệu được tổng hợp và phân tích phương sai ANOVA bằng phần mềm thống kê SAS 9.1. Kết quả nghiên cứu áp dụng bón phân hữu cơ với liều lượng (phân bò ủ hoai: 10 kg/trụ, có bổ sung phân hữu cơ vi sinh 1 kg/trụ) kết hợp phân bón vô cơ với công thức (250 N - 80 P₂O₅ - 300 K₂O) kg/ha cho thấy, cây hồ tiêu sinh trưởng khá ổn định qua hai niên vụ; năng suất đạt bình quân 2,9 - 3,1 tấn/ha và cao hơn đối chứng 11%; tỷ lệ bệnh hại khá thấp; dung trọng đạt khá, trên 570 g/L và giá thành sản xuất thấp, lợi nhuận đạt cao nhất trong điều kiện thí nghiệm.

Từ khóa: Hồ tiêu, hợp lý, năng suất, phân bón, đặc khu Phú Quốc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hồ tiêu (*Piper nigrum* L.) thuộc họ Piperaceae, là cây thân leo đa niên, được sử dụng phổ biến trên thế giới. Đây là cây công nghiệp có giá trị, ngoài việc sử dụng làm gia vị, còn được dùng trong chế biến hương liệu, dược liệu và nước hoa [1]. Hạt tiêu là một trong những nông sản đặc trưng của thành phố Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang (nay là đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang), nổi tiếng trong nước và trên thế giới nhờ chất lượng tốt và đã được xuất khẩu sang châu Âu từ những năm đầu của thế kỷ 20. Hạt tiêu Phú Quốc có vị cay và mùi thơm đặc trưng, tạo nên thương hiệu

"Hồ tiêu Phú Quốc" trên thị trường, được xem là món quà đặc sản của khách du lịch. Nông dân trên đảo trồng hồ tiêu không chỉ vì mục tiêu kinh tế đơn thuần mà còn gắn liền với giá trị về văn hóa và du lịch.

Đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang nằm trong vịnh Thái Lan, là quần đảo có diện tích lớn nhất với 567 km² và có điều kiện thời tiết mát mẻ mang tính nhiệt đới gió mùa và được chia làm hai mùa rõ rệt. Năm 2019, diện tích hồ tiêu ở tỉnh Kiên Giang (nay là tỉnh An Giang) có 894 ha và được trồng nhiều tại các huyện, thành phố: Phú Quốc, Hà Tiên, Gò Quao, Giồng Riềng và Kiên Lương.

Riêng tại thành phố Phú Quốc chiếm 263 ha và có xu hướng giảm mạnh [2]. Đến năm 2022, diện tích hồ tiêu tại thành phố Phú Quốc tiếp tục giảm mạnh, xấp xỉ 100 ha [3]. Nhờ điều kiện khí hậu, đất đai đặc thù mà hương vị hồ tiêu Phú Quốc có mùi thơm, nồng cay đặc trưng và chắc hạt, do đó được nhiều người tiêu dùng ưa chuộng.

Dù vậy, việc nghiên cứu bón phân cho cây hồ tiêu tại thành phố Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang (nay là đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang) vẫn còn khá hạn chế, chưa có những công trình nghiên cứu đầy đủ về phân bón cho cây hồ tiêu nên chưa có sự hướng dẫn cho người trồng hồ tiêu trong việc lựa chọn kỹ thuật sử dụng phân bón thích hợp và hiệu quả. Xuất phát từ những vấn đề trên, việc nghiên cứu xác định công thức phân bón hợp lý cho cây hồ tiêu tại đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang đã được thực hiện, nhằm đảm bảo vườn cây hồ tiêu sinh trưởng ổn định, năng suất cao, chất lượng khá tốt và có chi phí sản xuất hợp lý hơn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vườn hồ tiêu thí nghiệm trồng giống tiêu Phú Quốc trên trụ bê tông, cây hồ tiêu ở giai đoạn kinh doanh 8 năm tuổi, sinh trưởng trung bình, mật độ trồng bình quân là 2.500 trụ/ha, diện tích thí nghiệm 0,2 ha. Thí nghiệm được thực hiện tại ấp Bến Tràm, xã Cửa Dương, thành phố Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang (nay là đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang).

Phân bón áp dụng: Sử dụng phân bò được ủ hoai mục tại địa phương, phân urê (46% N), lân nung chảy Ninh Bình (16% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O) và phân hữu cơ vi sinh (HCVS) có các thành phần, như: Hữu cơ: 23%, $NPK \leq 3\%$, vi sinh vật (VSV) cố định đạm $\geq 10^6$ CFU/g, VSV phân giải lân $\geq 10^6$ CFU/g, VSV phân giải xenlulo $\geq 10^6$ CFU/g, có *Trichoderma* sp. và phân bón hỗn hợp NPK 20 - 20 - 15 được áp dụng bón trong thí nghiệm thức đối chứng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí chính quy, theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD) với 5 nghiệm thức và 3 lần lặp lại. Thí nghiệm có 5 nghiệm thức,

mỗi ô thí nghiệm có 16 trụ tiêu, tổng cộng có 240 trụ tiêu trong thí nghiệm. Các nghiệm thức trong thí nghiệm như sau:

CT 1: Nền 20 kg phân bò/trụ + 2 kg HCVS/trụ + (120 N - 80 P_2O_5 - 150 K_2O) kg/ha.

CT 2: Nền 20 kg phân bò/trụ + 1 kg HCVS/trụ + (150 N - 80 P_2O_5 - 200 K_2O) kg/ha.

CT 3: Nền 10 kg phân bò/trụ + 2 kg HCVS/trụ + (200 N - 80 P_2O_5 - 250 K_2O) kg/ha.

CT 4: Nền 10 kg phân bò/trụ + 1 kg HCVS/trụ + (250 N - 80 P_2O_5 - 300 K_2O) kg/ha.

CT5 (Đối chứng - đ/c): 5 kg phân bò/trụ + 2 kg HCVS/trụ + (180 N - 180 P_2O_5 - 135 K_2O) kg/ha.

Phân chuồng (phân bò) hoai mục được bón một lần cùng với phân lân vào đầu mùa mưa (tháng 6). Phân vô cơ (N và K) được chia đều 4 lần và phân HCVS được chia đều 2 lần trong mùa mưa (từ tháng 6) đến cuối mùa mưa (tháng 11 hàng năm).

2.2.2. Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

Một số chỉ tiêu chính về sinh trưởng của cây đã được thu thập, bao gồm: (i) chiều cao cây: Đo từ mặt đất đến đỉnh ngọn sinh trưởng, đo bình quân của 3 trụ trong mỗi ô; (ii) đường kính tán (m): Đo đường kính tại vị trí 1 - 1,5 m của trụ tiêu, đo 3 trụ trong mỗi ô thí nghiệm; (iii) chiều dài cành cấp 1 (cm): Đo từ vị trí thân chính đến ngọn của cành cấp 1, đo ở vị trí khoảng 1 - 1,5 m của trụ tiêu và tính trung bình của 4 cành cấp 1 theo 4 hướng của trụ tiêu trong mỗi ô thí nghiệm; (iv) số cành cấp 1: Đếm trong khoảng 1 - 1,5 m của trụ tiêu.

Các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất thực thu, các chỉ tiêu về chất lượng bao gồm: (i) số hạt chắc/gié: Đếm ngẫu nhiên số hạt trên mỗi gié, trung bình 10 gié/cành cấp 1; (ii) số gié/cành cấp 1: Đếm số gié/cành cấp 1 ở vị trí khoảng 1 - 1,5 m của trụ tiêu và tính trung bình của 4 cành cấp 1 theo 4 hướng của trụ tiêu trong mỗi ô; (iii) năng suất trụ tiêu (kg/trụ): Cân khối lượng bình quân của 4 trụ ở mỗi nghiệm thức; (iv) năng suất bình quân (tấn/ha): Quy đổi năng suất từ khối lượng bình quân của cả nghiệm thức tại ẩm độ 13%; (v) tỷ lệ tươi/khô: Khối lượng tươi/khối lượng khô ở ẩm

độ 13%; (vi) dung trọng: Đo bằng dụng cụ đo dung trọng (g/L) ở ẩm độ 13%.

Tỷ lệ các loại sâu, bệnh chính (%): Đếm số cây bị nhiễm các loại sâu, bệnh hại/tổng số cây theo dõi trong ô thí nghiệm.

Các chỉ tiêu tính toán về hiệu quả kinh tế: Chi phí, doanh thu, lợi nhuận, giá thành.

2.3. Biện pháp canh tác áp dụng và phương pháp xử lý số liệu

Các biện pháp canh tác khác được áp dụng trên vườn tiêu thí nghiệm dựa theo quy trình trồng, chăm sóc và thu hoạch hồ tiêu [4].

Số liệu thí nghiệm được tổng hợp bằng phần mềm Excel. Dữ liệu được phân tích phương sai ANOVA và phân hạng LSD (Least Significant Difference) bằng phần mềm SAS 9.1.3.

2.4. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành trong 2 niên vụ, niên vụ 2022 - 2023 và 2023 - 2024 tại xã Cửa

Dương, thành phố Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang (nay là đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tình hình sinh trưởng của cây hồ tiêu

Kết quả theo dõi và đánh giá sinh trưởng của cây hồ tiêu trong niên vụ 2022 - 2023 tại các nghiệm thức cho thấy, chiều cao cây, đường kính tán, số cành cấp 1 và chiều dài cành cấp 1 không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Chiều cao cây khoảng 3,5 m trên trụ bê tông; đường kính tán ở các nghiệm thức dao động từ 100,6 – 104,6 cm, ở nghiệm thức CT5 (đ/c) có đường kính tán lớn nhất 104,6 cm và thấp nhất ở nghiệm thức CT2 là 100,6 cm; chiều dài cành cấp 1 dao động 52 – 57 cm, ở nghiệm thức CT2 và CT3 có chiều dài cành thấp nhất 52 cm, nghiệm thức CT5 (đ/c) có chiều dài cành cao nhất 57 cm. Số cành cấp 1 ở các nghiệm thức dao động 20,7 – 23,1 cm và không khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ (Bảng 1).

Bảng 1. Khả năng sinh trưởng của cây hồ tiêu trong thí nghiệm, niên vụ 2022 - 2023

Nghiệm thức	Chiều cao cây (m)	ĐKT (cm)	Số cành cấp 1	Dài cành cấp 1 (cm)	Khả năng sinh trưởng
CT1	3,52	103,6	22,2	54,3	Khá tốt
CT2	3,52	100,6	20,7	52,0	Khá tốt
CT3	3,52	101,7	21,7	52,0	Khá tốt
CT4	3,50	103,7	22,3	56,3	Khá tốt
CT 5 (đ/c)	3,50	104,6	23,1	57,0	Khá tốt
CV (%)	0,9	3,8	10,5	6,1	
LSD _{0,05}	5,8ns	7,3ns	4,3ns	6,3ns	

Ghi chú: ĐKT: Đường kính tán; ns: Không có ý nghĩa thống kê.

Nhìn chung, khả năng sinh trưởng của cây hồ tiêu tại các nghiệm thức thí nghiệm đều sinh trưởng khá tốt. Quan trắc và theo dõi về tình hình sinh trưởng cây hồ tiêu trong niên vụ 2023 - 2024 cũng có kết quả tương tự.

Như vậy, kết quả cho thấy, các nghiệm thức đều cho khả năng sinh trưởng khá tốt, không có

sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chiều cao cây, đường kính tán, số cành cấp 1 và chiều dài cành cấp 1. Điều này cho thấy, nền phân hữu cơ kết hợp với các mức phân vô cơ đều đảm bảo duy trì sinh trưởng ổn định của cây hồ tiêu giai đoạn kinh doanh. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu tại Tây Nguyên của Nguyễn Tăng Tôn và cs

(2005) [5]; Tôn Nữ Tuấn Nam và cs (2004) [6], theo đó việc bổ sung phân hữu cơ có chứa *Trichoderma* sp. giúp cải thiện lý hóa tính đất, phát triển bộ rễ và góp phần ổn định sinh trưởng cây hồ tiêu.

3.2. Tình hình sâu, bệnh gây hại trên cây hồ tiêu

Trong niên vụ 2022 – 2023, tình hình dịch bệnh gây hại trên cây hồ tiêu ở các nghiệm thức vào cuối giai đoạn mùa mưa có mức độ gây hại nhẹ và ít ảnh hưởng tới sinh trưởng của cây hồ tiêu trong thí nghiệm. Tất cả 5 nghiệm thức không có cây bị bệnh chết nhanh và không bị bệnh do virus

gây hại, bọ xít lười chỉ bị hại rải rác ở giai đoạn đầu mùa mưa, nhưng đã được kiểm soát bằng thuốc hóa học. Bệnh vàng lá chết chậm gây hại cây hồ tiêu ở các nghiệm thức dao động 2,1 - 6,3%, cao nhất ở nghiệm thức CT5 là 6,3% và thấp nhất ở CT3 là 2,1%. Bệnh thán thư xuất hiện với tỷ lệ cao hơn, biến động từ 12 - 19% và tỷ lệ cây bị rệp sáp có xuất hiện tại các nghiệm thức được ghi nhận dao động 8,3 - 12,5%. Trong đó, tỷ lệ cây bị nhiễm bệnh thán thư và rệp sáp của nghiệm thức CT4 lần lượt là 12,5% và 8,3%, thấp hơn so với các nghiệm thức còn lại trong thí nghiệm (Bảng 2).

Bảng 2. Tỷ lệ cây hồ tiêu bị sâu, bệnh gây hại tại các nghiệm thức, niên vụ 2022 - 2023

Nghiệm thức	Bệnh chết nhanh (%)	Bệnh VL-CC (%)	Bệnh thán thư (%)	Bệnh do virus (%)	Rệp sáp (%)	Bọ xít lười (%)
CT1	-	4,2	14,6	-	8,3	-
CT2	-	4,2	16,7	-	10,4	-
CT3	-	2,1	18,8	-	8,3	-
CT4	-	4,2	12,5	-	8,3	-
CT5 (đ/c)	-	6,3	16,7	-	12,5	-

Ghi chú: đ/c: Đối chứng; VL-CC: Bệnh vàng lá chết chậm.

Theo dõi thí nghiệm trong niên vụ 2023 - 2024 cũng có kết quả tương tự. Tình hình dịch bệnh gây hại trên cây hồ tiêu ở các nghiệm thức vào cuối mùa mưa cho thấy, có mức độ gây hại nhẹ và ít ảnh hưởng tới sinh trưởng của cây hồ tiêu trong thí nghiệm. Tất cả các nghiệm thức không có cây bị nhiễm bệnh chết nhanh và không bị bệnh do virus gây hại ở giai đoạn theo dõi. Bọ xít lười gây hại gié và quả non (chùm quả non) chủ yếu trong giai

đoạn đầu mùa mưa nhưng đã được phun thuốc phòng trị hiệu quả, không xuất hiện ở thời điểm quan trắc. Bệnh vàng lá chết chậm gây hại cây hồ tiêu ở các nghiệm thức dao động 4,2 - 10,4%, cao nhất ở nghiệm thức CT5 và thấp nhất ở CT4 là 4,2%; bệnh thán thư xuất hiện với tỷ lệ cao hơn, biến động từ 12,5 – 16,7% và rệp sáp xuất hiện tại các nghiệm thức được ghi nhận với tỷ lệ hại 6,3 - 10,4% (Bảng 3).

Bảng 3. Tỷ lệ cây hồ tiêu bị sâu, bệnh gây hại tại các nghiệm thức, niên vụ 2023 - 2024

Nghiệm thức	Bệnh chết nhanh (%)	Bệnh VL-CC (%)	Bệnh thán thư (%)	Bệnh do virus (%)	Rệp sáp (%)	Bọ xít lười (%)
CT1	-	6,3	14,6	-	6,3	-
CT2	-	6,3	12,5	-	8,3	-
CT3	-	8,3	16,7	-	8,3	-

CT4	-	4,2	12,5	-	6,3	-
CT5 (đ/C)	-	10,4	16,7	-	10,4	-

Ghi chú: đ/c: Đối chứng; VL-CC: Bệnh vàng lá chết chậm.

Như vậy, bón phân vô cơ kết hợp bón phân hữu cơ đã góp phần giúp cây hồ tiêu sinh trưởng ổn định và số cây bị hại do bệnh vàng lá chết chậm và bệnh chết nhanh ở mức tỷ lệ khá thấp qua hai niên vụ theo dõi. Nhất là ở nghiệm thức CT4, với nền phân chuồng và lượng phân vô cơ hợp lý cho thấy tỷ lệ bệnh thấp nhất và đặc biệt là bệnh vàng lá chết chậm. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Tăng Tồn và cs (2005) [5], đã xác định phân hữu cơ giúp đất trồng tơi xốp, hệ rễ phát triển tốt, tạo cân bằng sinh học và hạn chế được sự phát triển của bệnh chết nhanh cho cây hồ tiêu.

Điều này cho thấy, việc bón phân chuồng hữu cơ và phân HCVS có vai trò quan trọng trong việc hạn chế phát sinh sâu, bệnh, góp phần cân bằng hệ vi sinh vật đất. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu Võ Thị Gương và cs (2013) [7]; Yap Chin Ann (2015) [8], đã chỉ ra vai trò kiểm soát bệnh hại khi cải thiện nền đất bằng hữu cơ và vi sinh vật có lợi.

3.3. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất

Các chỉ tiêu có liên quan đến năng suất và chất lượng hạt tiêu trong thí nghiệm ở niên vụ 2022 – 2023 khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Chiều dài gié, số gié/cành cấp 1, số hạt chắc/gié là những chỉ tiêu có ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng hạt tiêu. Chiều dài gié tại các nghiệm thức dao động từ 7,5 – 7,7 cm và không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở $p < 0,05$. Số gié/cành cấp 1 biến động từ 22 – 25,4, số gié ở nghiệm thức CT4 đạt 25,4 gié và thấp nhất ở nghiệm thức CT1, có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$. Số hạt chắc/gié dao động 24,5 - 28,1 và ở các nghiệm thức CT4, CT3, CT5 có số hạt chắc/gié đạt lần lượt là 27,7; 28,0; 28,1 theo thứ tự và cao hơn các nghiệm thức còn lại có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$. Kết quả theo dõi chỉ tiêu năng suất/trụ của các nghiệm thức CT3, CT4, CT5 trung bình đạt trên 2 kg/trụ (2,03 - 2,24 kg/trụ) và cao hơn nghiệm thức CT1 và CT2 (đạt 1,72 và 1,93 kg/trụ), có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ (Bảng 4).

Bảng 4. Năng suất trụ và các chỉ tiêu liên quan năng suất, niên vụ 2022 - 2023

Nghiệm thức	Chiều dài gié (cm)	Số hạt chắc/gié	Số gié/cành cấp 1 (gié)	Năng suất trụ (kg/trụ)
CT1	7,6	24,5b	22,0c	1,72c
CT2	7,6	26,1ab	23,5bc	1,93bc
CT3	7,5	28,0a	24,1ab	2,10ab
CT4	7,7	27,7a	25,4a	2,24a
CT5 (đ/c)	7,5	28,1a	23,7abc	2,03ab
CV (%)	2,1	4,1	3,9	7,09
LSD _{0,05}	0,3 ^{ns}	2,1*	1,8*	0,27*

*Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa ở $p < 0,05$; ^{ns}: Không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$; *: Khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.*

Tiếp tục theo dõi thí nghiệm ở niên vụ 2023 - 2024, các chỉ tiêu có liên quan đến năng suất và chất lượng hạt tiêu trong thí nghiệm khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ giữa các nghiệm thức. Chỉ tiêu chiều dài gié dao động 7,5 – 7,8 cm và không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở $p < 0,05$. Số gié/cành cấp 1 tại các nghiệm thức biến động 22 - 24,5 gié, số gié cao nhất ở nghiệm thức CT4 đạt 24,5 gié so với các nghiệm thức còn lại, có ý nghĩa

thống kê ở $p < 0,05$. Số hạt chắc/gié dao động 23 - 26 hạt/gié và tại các nghiệm thức CT4, CT3, CT5 có số hạt chắc/gié đạt cao hơn các nghiệm thức còn lại, có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$. Đối với chỉ tiêu năng suất/trụ, kết quả cho thấy, năng suất bình quân của nghiệm thức CT4 đạt 2,1 kg/trụ, tương đương với các nghiệm thức CT3 và CT5 và cao hơn CT1 và CT2 (đạt 1,53 và 1,73 kg/trụ), có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ (Bảng 5).

Bảng 5. Năng suất trụ và các chỉ tiêu liên quan năng suất, niên vụ 2023 - 2024

Nghiem thức	Chiều dài gié (cm)	Số hạt chắc/gié	Số gié/cành cấp 1 (gié)	Năng suất trụ (kg/trụ)
CT1	7,8	23,7b	22,0c	1,53c
CT2	7,5	24,4ab	22,8bc	1,73bc
CT3	7,6	25,6a	24,1ab	1,92ab
CT4	7,8	26,3a	24,5a	2,10a
CT5 (đ/c)	7,7	26,1a	23,8abc	1,85abc
CV (%)	2,8	5,1	4,6	9,7
LSD _{0,05}	0,4 ^{ns}	3,1*	2,6*	0,33*

*Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa ở $p < 0,05$; ^{ns}: Không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$; *: Khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.*

Kết quả theo dõi về năng suất thực thu trên vườn tiêu (quy đổi năng suất/ha) trong niên vụ 2022 - 2023 cho thấy khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ trong điều kiện thí nghiệm. Năng suất bình quân của nghiệm thức CT4 đạt cao nhất (3,13 tấn/ha) và ở nghiệm thức đối chứng CT5 đạt 2,84 tấn/ha, trong khi nghiệm thức CT1 có năng suất thấp nhất, đạt 2,41 tấn/ha. Tỷ lệ tươi/khô đạt bình quân ở các nghiệm thức biến động 2,59 - 2,62. Hạt tiêu có tỷ lệ tươi/khô thấp nên dung trọng trung bình đạt khá cao, bình quân trên 590 g/L tại các nghiệm thức thí nghiệm và không khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p <$

0,05. Tương tự, theo dõi về năng suất thực thu trên vườn tiêu (quy đổi năng suất/ha) trong niên vụ 2023 – 2024 cho thấy, có khác biệt ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ trong điều kiện thí nghiệm. Năng suất của nghiệm thức CT4 đạt cao nhất 2,94 tấn/ha, tiếp theo là CT3 với 2,68 tấn/ha, CT5 là 2,59 tấn/ha. Nghiệm thức CT1 có năng suất thấp nhất là 2,15 tấn/ha. Tỷ lệ tươi/khô đạt bình quân ở các nghiệm thức biến động 2,6 - 2,7. Hạt tiêu có tỷ lệ tươi/khô thấp nên dung trọng trung bình đạt khá cao, bình quân trên 580 g/L tại các nghiệm thức thí nghiệm và không khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ (Bảng 6).

Bảng 6. Năng suất và chất lượng hạt tiêu, niên vụ 2022 - 2023 và 2023 - 2024

Nghiệm thức	Niên vụ 2022 - 2023			Niên vụ 2023 - 2024		
	Năng suất (tấn/ha)	Tỷ lệ tươi/khô	Dung trọng (g/L)	Năng suất (tấn/ha)	Tỷ lệ tươi/khô	Dung trọng (g/L)
CT1	2,41c	2,59	595,6	2,15c	2,71	590,6
CT2	2,70bc	2,61	608,7	2,43bc	2,64	596,7
CT3	2,94ab	2,59	604,7	2,68ab	2,66	601,7
CT4	3,13a	2,59	605,0	2,94a	2,62	602,0
CT5 (đ/c)	2,84ab	2,62	591,7	2,59abc	2,68	583,5
CV (%)	7,00	2,35	1,3	9,7	2,52	2,3
LSD _{0,05}	0,37*	0,12 ^{ns}	14,3 ^{ns}	0,46*	0,23 ^{ns}	15,2 ^{ns}

*Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa ở $p < 0,05$; ^{ns}: Không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$; *: Khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.*

Kết quả này phù hợp với các kết quả nghiên cứu khác, khi chỉ ra rằng, bón kết hợp phân hữu cơ và vô cơ với hàm lượng dinh dưỡng cân bằng cho cây hồ tiêu đã làm tăng đáng kể năng suất và tăng trưởng của hạt tiêu [8]. Kết quả nghiên cứu của Tôn Nữ Tuấn Nam và cs (2004) tại Tây Nguyên cũng đã cho thấy, bón 10 kg phân chuồng và 2 kg phân HCVS Komik/trụ/năm có khả năng làm giảm tỷ lệ rụng gié và tăng năng suất đáng kể so với đối chứng không bón hữu cơ [6]. Kết quả bón phân vô cơ với lượng (120 g N + 60 g P₂O₅ + 100 g K₂O)/trụ kết hợp 4 kg phân HCVS bón cho cây hồ tiêu giai đoạn kinh doanh tại xã Cửa Dương, thành phố Phú Quốc (nay là đặc khu Phú Quốc) đã cho thấy năng suất đạt cao nhất (3,5 kg/trụ) so với lượng phân bón đối chứng của nông dân (chỉ bón phân vô cơ), có ý nghĩa thống kê trong điều kiện thí nghiệm [7]. Nghiên cứu phân bón cho cây hồ tiêu tại Tây Nguyên của Nguyễn Xuân Lai và cs (2022) [9] cũng chỉ ra rằng, nếu bón thiếu các yếu tố đa lượng (N, P, K) làm giảm năng suất từ 37 - 56%. Trong khi đó, cải thiện đất trồng hồ tiêu (bón vôi, bón phân hữu cơ, phân HCVS...) đã gia tăng năng suất từ 4,7 - 15,7%, trong đó bón phân hữu cơ hoại mục cho năng suất đạt cao nhất.

Như vậy, nghiệm thức CT4 đạt năng suất cao nhất qua cả hai niên vụ, lần lượt đạt 3,13 tấn/ha (2022 - 2023) và 2,94 tấn/ha (2023 - 2024), cao hơn đối chứng từ 10,2 - 13,5% và cao hơn năng suất của hai nghiệm thức CT1 và CT2 (có liều lượng phân vô cơ thấp hơn hoặc không cân đối). Điều này cho thấy hiệu quả của liều lượng phân bón hợp lý, đồng thời không cần thiết tăng quá cao liều lượng phân lân trong điều kiện thí nghiệm.

3.4. Hiệu quả kinh tế

Chi phí sản xuất hồ tiêu bao gồm: Vật tư nông nghiệp, công chăm sóc, công thu hoạch. Trong niên vụ 2022 - 2023, chi phí sản xuất hồ tiêu cao hơn thời điểm trước năm 2020 do sự tăng cao của phí vật tư, phân bón, công lao động, chăm sóc và thu hoạch. Kết quả theo dõi cho thấy, tại nghiệm thức CT1 có giá thành sản xuất cao nhất (xấp xỉ 82.000 đồng/kg) do lượng phân chuồng và phân HCVS bón cao hơn so với các nghiệm thức còn lại; năng suất đạt thấp nên lợi nhuận đạt thấp nhất (19 triệu đồng/ha). Ngược lại, nghiệm thức CT4 có năng suất đạt cao nhất là 3.130 kg/ha, doanh thu đạt 281,7 triệu đồng/ha, trong khi đó chi phí sản xuất 179 triệu đồng/ha nên lợi nhuận đạt cao nhất là 102 triệu đồng/ha và có tỷ suất lợi nhuận đạt

0,57 lần trong điều kiện thí nghiệm. Tiếp đến là nghiệm thức CT5 (đ/c) cho năng suất đạt 2.840 kg/ha, doanh thu đạt 255,6 triệu đồng/ha và chi phí sản xuất thấp nhất nên lợi nhuận đạt 85,78 triệu đồng/ha và tỷ suất lợi nhuận đạt 0,51 lần. Kết

quả cũng tương tự ở nghiệm thức CT3, năng suất đạt 2.940 kg/ha và doanh thu đạt trên 264,6 triệu đồng/ha nên lợi nhuận đạt xấp xỉ 79,4 triệu đồng/ha và tỷ suất lợi nhuận đạt 0,43 lần trong điều kiện thí nghiệm (Bảng 7).

Bảng 7. Hiệu quả kinh tế tại các nghiệm thức thí nghiệm, niên vụ 2022 - 2023

Nghiệm thức	Năng suất (kg/ha)	Chi phí (triệu đồng)	Doanh thu (triệu đồng)	Lợi nhuận (triệu đồng)	Giá thành (đồng/kg)	TSLN (lần)
CT1	2.412	197,74	217,08	19,34	81.982	0,10
CT2	2.700	187,02	243,00	55,98	69.266	0,30
CT3	2.940	185,19	264,60	79,40	62.993	0,43
CT4	3.130	179,42	281,70	102,28	57.322	0,57
CT5 (đ/c)	2.840	169,82	255,60	85,78	59.794	0,51
Trung bình	2.804	183,84	252,39	68,56	66.271	0,38

Ghi chú: Giá bán hạt tiêu khô tại đặc khu Phú Quốc: 90.000 đồng/kg; TSLN: Tỷ suất lợi nhuận.

Mặc dù nghiệm thức CT5 có lợi nhuận đạt cao, giá thành sản xuất tương đối thấp và tương đương CT4, nhưng phân bón áp dụng chưa hợp lý do lượng phân lân (P) khá cao (180 kg P₂O₅/ha), trong khi hàm lượng K₂O áp dụng khá thấp, có thể làm mất cân đối dinh dưỡng sau nhiều năm canh tác. Hơn nữa, giá phân bón hỗn hợp NPK có xu hướng tăng cao hơn so với phân đơn trong cùng thời điểm. Vì vậy, xét về sự sinh trưởng ổn định của cây hồ tiêu và sự cân bằng dinh dưỡng trong đất, có thể thấy cách bón của nông dân (đối chứng) là chưa hợp lý và dẫn tới lợi nhuận thấp hơn so với nghiệm thức CT4.

Kết quả phân tích về hiệu quả sản xuất trong niên vụ 2023 - 2024 cho thấy, chi phí sản xuất hồ tiêu tại nghiệm thức CT4 và CT5 thấp hơn 180 triệu đồng/ha và thấp hơn 3 nghiệm thức còn lại. Trong khi đó, năng suất của nghiệm thức CT3, CT4 đạt khá cao và cao hơn 3 nghiệm thức còn

lại, nên doanh thu đạt bình quân khá cao, cao nhất ở nghiệm thức CT4 (288,1 triệu đồng/ha), tiếp đến là nghiệm thức CT3 (262,9 triệu đồng/ha) và nghiệm thức CT5 (253,8 triệu đồng/ha). Vì vậy, lợi nhuận của nghiệm thức CT4 đạt bình quân cao nhất (111,5 triệu đồng/ha) và ở nghiệm thức CT3, CT5 đạt trên 81 triệu đồng/ha. Một phần lợi nhuận tăng là do giá bán của niên vụ này cao hơn niên vụ trước và hiện tại đang có xu hướng tăng cao. Trong các nghiệm thức thí nghiệm, giá thành sản xuất hồ tiêu ở nghiệm thức CT4 đạt bình quân thấp nhất (khoảng 60 nghìn đồng/kg), tiếp đến là nghiệm thức đối chứng CT5 (64,5 nghìn đồng/ha) và sau đó là nghiệm thức CT3 (67,7 nghìn đồng/kg). Từ đó có thể thấy, tỷ suất lợi nhuận của nghiệm thức CT4 đạt cao nhất, đạt bình quân 0,63, tiếp đến là nghiệm thức CT5 và CT3 đạt tỷ suất lợi nhuận bình quân 0,52 và 0,45 theo thứ tự (Bảng 8).

Bảng 8. Hiệu quả kinh tế tại các nghiệm thức thí nghiệm, niên vụ 2023 - 2024

Nghiệm thức	Năng suất (kg/ha)	Chi phí (triệu đồng)	Doanh thu (triệu đồng)	Lợi nhuận (triệu đồng)	Giá thành (đồng/kg)	TSLN (lần)
CT1	2.147	199,09	210,37	11,28	92.746	0,06
CT2	2.427	185,79	237,81	52,02	76.562	0,28
CT3	2.683	181,69	262,96	81,27	67.711	0,45

CT4	2.940	176,59	288,12	111,53	60.065	0,63
CT5 (đ/c)	2.590	167,21	253,82	86,61	64.559	0,52
Trung bình	2.557	182,07	250,62	68,54	72.329	0,39

Ghi chú: Giá bán hạt tiêu khô tại đặc khu Phú Quốc: 98.000 đồng/kg; TSLN: Tỷ suất lợi nhuận.

Phân tích các chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế trong canh tác hồ tiêu tại đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang cho thấy, kết quả qua 2 niên vụ là tương đương nhau ở hầu hết các chỉ tiêu phân tích, mặc dù năng suất hồ tiêu bình quân ở niên vụ 2023 - 2024 có thấp hơn so với năng suất hồ tiêu ở niên vụ 2022 - 2023. Tuy nhiên, lợi nhuận bình quân của các nghiệm thức là tương đương nhau giữa hai niên vụ thí nghiệm. Kết quả phân tích về chi phí sản xuất hồ tiêu ở cả hai niên vụ này có thấp hơn, nhưng không nhiều so với kết quả điều tra chi phí sản xuất hồ tiêu tại đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang ở niên vụ 2019 - 2020 (xấp xỉ 200 triệu đồng/ha), phần lớn là do giá vật tư phân bón tăng cao [10].

Như vậy, kết quả thí nghiệm cho thấy, việc áp dụng phân bón cho cây tiêu giai đoạn kinh doanh tại đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang ở nghiệm thức CT4 với liều lượng [10 kg phân chuồng/trụ + 1 kg HCVS/trụ + (250 N - 80 P₂O₅ - 300 K₂O) kg/ha] đã cho năng suất cao hơn những nghiệm thức còn lại và có ý nghĩa thống kê, dung trọng hạt khá cao, đạt lợi nhuận cao hơn, giá thành sản xuất thấp hơn so với các nghiệm thức khác trong điều kiện thí nghiệm qua theo dõi cả hai niên vụ (2022 - 2023 và 2023 - 2024).

4. KẾT LUẬN

Áp dụng công thức phân bón vô cơ kết hợp hữu cơ cho cây hồ tiêu ở giai đoạn kinh doanh trồng tại đặc khu Phú Quốc, tỉnh An Giang với nền phân hữu cơ: (10 kg phân bò hoai + 1 kg HCVS)/trụ kết hợp bón liều lượng phân vô cơ với công thức (250 N - 80 P₂O₅ - 300 K₂O) kg/ha đã cho thấy cây hồ tiêu sinh trưởng khá ổn định, năng suất đạt khá cao và có tỷ lệ cây bị bệnh hại thấp. Năng suất hạt tiêu đen bình quân của công thức này đạt trên 2,1 kg/trụ, tương đương 2,94 - 3,13 tấn/ha và cao hơn đối chứng từ 10,2 - 13,5%; dung trọng hạt tiêu đen đạt khá cao, trên 570 g/L, tương đương sản phẩm loại 1 theo tiêu chuẩn của Việt

Nam. Giá thành sản xuất khá thấp, dẫn tới lợi nhuận bình quân đạt trên 100 triệu đồng/ha, cao hơn các nghiệm thức khác còn lại trong điều kiện thí nghiệm qua hai niên vụ 2022 - 2023 và 2023 - 2024.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Hoà (2001). *Trồng tiêu thế nào cho hiệu quả?, 101 câu hỏi thường gặp trong sản xuất nông nghiệp*. Nxb Trẻ.
2. Cục Thống kê tỉnh Kiên Giang (2020). Niên giám Thống kê tỉnh Kiên Giang.
3. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Kiên Giang (2023). *Báo cáo tổng kết tình hình sản xuất nông nghiệp của tỉnh Kiên Giang năm 2022*.
4. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2015). *Quyết định số 730/QĐ-BNN-TT về việc ban hành Quy trình kỹ thuật trồng, chăm sóc và thu hoạch hồ tiêu*.
5. Nguyễn Tăng Tôn, Tôn Nữ Tuấn Nam, Mai Văn Trị, Lê Đình Đôn, Cồ Khắc Sơn, Nguyễn Minh Hiếu, Lã Phạm Lâm, Nguyễn Đức Lượng, Thái Xuân Du, Nguyễn Bình Phương (2005). Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ và thị trường để phát triển vùng hồ tiêu nguyên liệu phục vụ chế biến và xuất khẩu. *Báo cáo kết quả đề tài cấp Nhà nước, mã số KC.06.11*.
6. Tôn Nữ Tuấn Nam, Bùi Văn Khánh Bùi văn Khánh, Hoàng Thị Thanh Hương, Đào Thị Lan Hoa, Tạ Thanh Nam, Võ Thị Nguyệt, Đặng Bá Đàn (2004). Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật canh tác cho cây hồ tiêu ở vùng Tây Nguyên. *Báo cáo khoa học thuộc đề tài Nghiên cứu các giải pháp khoa học, công nghệ và thị trường để phát triển vùng hồ tiêu nguyên liệu phục vụ chế biến và xuất khẩu*.
7. Võ Thị Gương, Châu Minh Khôi, Huỳnh Văn Định, Nguyễn Hồng Giang, Trần Huỳnh Khanh (2013). Hiệu quả của phân hữu cơ và vô cơ trong cải thiện năng suất tiêu (*Piper nigrum* L.) tại

Phú Quốc. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. Phần B, 26, 70 - 75.

8. Yap Chin Ann (2015). Determination of the efficiency and efficacy of bio-chemical fertilizer on the soil, yield and growth performance of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Advances in Agriculture*, 4(3): 460 - 468.

9. Nguyễn Xuân Lai, Trần Minh Tiến, Nguyễn Quang Hải, Nguyễn Thu Hà, Lê Thị Mỹ Hào, Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Việt Hiệp, Hồ Công Trục, Nguyễn Xuân Hòa và Ngô Vĩnh Viễn (2022). Nghiên cứu mức độ suy thoái, nguyên nhân và

biện pháp phục hồi độ phì nhiêu đối với đất trồng cà phê và hồ tiêu ở Tây Nguyên. *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT*.

10. Trương Vĩnh Hải, Nguyễn Văn An, Lê Văn Gia Nhỏ, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Kim Ngọc, Nguyễn Bình Duy, Nguyễn Thị Hương, Trần Tuấn Anh, Phan Trung Hiếu (2022). Hiện trạng sản xuất và một số giải pháp nâng cao hiệu quả sản xuất hồ tiêu tại Phú Quốc. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 4(137): 95 - 100.

STUDY ON DETERMINING THE FORMULA OF REASONABLE FERTILIZER FOR BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.) IN PHU QUOC SPECIAL ZONE, AN GIANG PROVINCE

**Nguyen Van An¹, Tran Kim Ngoc¹, Nguyen Van Manh¹, Nguyen Thi Huong¹,
Hoang Thi Tuyet¹, Tran Tuan Anh¹, Tran Phuong Ly¹, Phu Ky Hung², Truong Vinh Hai¹**

¹ *Institute of Agricultural Sciences for Southern Vietnam*

² *Phu Quoc Regional Agricultural Technical Station*

Abstract

Studying on determining the formula of reasonable fertilizer for black pepper was conducted over two years 2022 - 2023 and 2023 - 2024 to identify the appropriate fertilizer formula for black pepper plants in the fruited stage in Phu Quoc city, Kien Giang province (now as Phu Quoc special zone, An Giang province) so that the black pepper garden grows stably and has reasonable production costs. The experiment was laid out in a randomized complete block design (RCBD) with 5 inorganic and organic fertilizer formulas and 3 replications. Of which, the treatment of CT5 is a control formula commonly applied by farmers in Phu Quoc special zone, An Giang province. Each treatment was arranged on 16 poles of black pepper and all parameters of the experiment were observed at 4 poles in the center of treatment. The experimental black pepper garden was growing black pepper variety of Phu Quoc, concrete poles, and with the age of 8 years. The results of applying organic fertilizer with dosage (composted cow manure: 10 kg/poles, supplemented with microbial organic fertilizer 1 kg/pole) combined with inorganic fertilizer with the formula (250 N - 80 P₂O₅ - 300 K₂O) kg/ha showed that black pepper plants grew quite stably during 2 years; the yield was quite high, the average yield of 2.9 - 3.1 tons per ha and 11% higher than the control; the disease incidence of black pepper was quite low; the bulk density of peppercorns was quite good, over 570 g/L and the production cost was lowest, the profit was highest under experimental conditions.

Keywords: *Black pepper, fertilizer, reasonable, productivity, Phu Quoc special zone.*

Ngày nhận bài: 30/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 6/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 16/6/2025

Ngày duyệt đăng: 18/7/2025

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM VI KHUẨN CÓ KHẢ NĂNG TẠO MÀNG BIOFILM TỪ SỮA BÒ TƯƠI CHĂN NUÔI HỘ GIA ĐÌNH Ở THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Bùi Thế Vinh¹, Trần Hữu Thanh Huy¹, Lương Thị Phương Liên², Nguyễn Vinh Hiển³,
Huỳnh Văn Tiền^{4,*}, Bùi Huỳnh Liên⁴, Ngô Thanh Phong⁴, Hà Thanh Toàn⁴

¹ Trường Đại học Cửu Long

² Trường Cao đẳng Cơ điện và Nông nghiệp Nam bộ

³ Giáo viên Trường THPT chuyên Vị Thanh

⁴ Đại học Cần Thơ

*Email: hv tien@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Sự hình thành biofilm của vi khuẩn trên bề mặt thiết bị chế biến sữa có thể làm giảm chất lượng và an toàn của sản phẩm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân lập, tuyển chọn và định danh các chủng vi khuẩn có khả năng hình thành biofilm từ sữa bò tươi được thu thập tại 4 hộ chăn nuôi nhỏ lẻ trên địa bàn phường Cái Răng, thành phố Cần Thơ. Tổng cộng 12 mẫu sữa được phân lập vi khuẩn trên môi trường chọn lọc, đánh giá khả năng hình thành biofilm bằng phương pháp định lượng *in vitro*, định danh chủng tạo biofilm mạnh nhất thông qua giải trình tự gen 16S rRNA. Kết quả thu được 10 dòng vi khuẩn có khả năng hình thành biofilm, trong đó dòng CT412 tạo biofilm mạnh nhất và được xác định là *Serratia nematodiphila*. Chủng này có khả năng sinh enzyme protease và lipase ngoại bào, tiềm ẩn nguy cơ gây viêm vú ở bò và làm hư hỏng sữa. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về kiểm soát vi khuẩn sinh biofilm trong sản xuất và chế biến sữa.

Từ khóa: Biofilm, đặc điểm sinh học, *Serratia*, sữa bò tươi, vi khuẩn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa bò là thực phẩm giàu dinh dưỡng, bao gồm 4 thành phần chính về mặt định lượng là: Nước, chất béo, protein và đường lactose, cùng với các thành phần phụ như khoáng chất, enzyme, vitamin và khí hòa tan [1]. Hàm lượng vi sinh vật trong sữa là đặc tính quyết định chất lượng sữa cũng như đặc tính cảm quan và chất lượng sản phẩm. Vi khuẩn ưa lạnh phát triển trong sữa ở nhiệt độ thấp sinh ra enzyme protease và lipase ngoại bào làm ảnh hưởng đến chất lượng sữa [2]. Hệ vi sinh vật trong sữa có liên quan chặt chẽ đến sự an toàn và chất lượng của các sản phẩm sữa, do đó việc xác định đặc điểm của sự thay đổi thành phần vi sinh vật trong sữa tươi nguyên liệu là rất quan trọng [3].

Sữa bò tươi nguyên liệu có thể bị nhiễm vi khuẩn từ nhiều nguồn khác nhau trong môi trường. Hệ vi sinh vật trong sữa rất đa dạng, bao gồm cả các loài ưa lạnh phát triển ở nhiệt độ thấp như các loài thuộc chi *Pseudomonas* và họ *Enterobacteriaceae*, có khả năng sinh ra các enzyme bền nhiệt. Hiện tượng này được ghi nhận ở các loài hình thành bào tử kháng nhiệt sống sót qua quá trình xử lý nhiệt, tạo biofilm trên thiết bị chế biến sữa ảnh hưởng đến chất lượng sữa [4]. Biofilm vi khuẩn được hình thành bởi các cộng đồng vi sinh vật trong môi trường tạo thành các ma trận polyme bám dính trên bề mặt sinh học và phi sinh học [5]. Sự hiện diện của biofilm được coi là mối nguy hiểm đối với sức khỏe động vật vì chúng cũng có thể chứa vi sinh vật gây bệnh và việc kiểm soát sức khỏe và bệnh tật động vật phụ

thuộc rất nhiều vào khả năng kiểm soát sự hình thành biofilm của vi khuẩn [6].

Trong ngành công nghiệp sữa, sự hình thành biofilm vi sinh vật trên bề mặt thiết bị chế biến và tại các trang trại chăn nuôi bò sữa có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng và độ an toàn của sữa nguyên liệu cũng như sản phẩm cuối cùng. Các vi sinh vật hình thành biofilm có thể sản sinh protease và lipase chịu nhiệt ngoại bào được tiết ra bên ngoài môi trường ảnh hưởng đến chất lượng sữa [7], có thể kể đến như: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Acinetobacter* [8].

Để đảm bảo chất lượng sữa bò tươi nguyên liệu và đề xuất các giải pháp phòng ngừa hư hỏng sữa từ vi khuẩn tạo biofilm, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân lập và xác định các loài vi khuẩn tạo biofilm, từ đó có thể đề xuất biện pháp bảo quản tốt nhất.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phân lập vi khuẩn

2.1.1. Thu mẫu và phân lập vi khuẩn

Mẫu sữa bò tươi nguyên liệu được thu từ bốn hộ chăn nuôi bò sữa tại phường Cái Răng, thành phố Cần Thơ, vào buổi sáng (6 - 7 giờ) trong quá trình vắt sữa đầu ngày. Mỗi hộ có quy mô 8 - 15 con, nuôi theo phương thức bán chăn thả, sử dụng giống bò lai *Holstein Friesian* (HF) với độ tuổi 3 - 6 năm và đang ở lứa đẻ thứ 2 - 4. Tại mỗi hộ, sữa được lấy từ 3 cá thể bò khỏe mạnh (không có dấu hiệu viêm vú), vắt trực tiếp vào ống falcon vô trùng 50 mL, mỗi cá thể lấy một mẫu riêng biệt. Sau khi thu, các mẫu được bảo quản trong thùng đá lạnh (4 - 8°C) và vận chuyển đến phòng thí nghiệm trong vòng 2 giờ để tiến hành phân tích. Sau đó ghi nhãn, bảo quản lạnh và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 6 giờ. Các mẫu sữa bò tươi nguyên liệu sau khi thu được bảo quản ở nhiệt độ 4 - 8°C trong tối đa 12 giờ trước khi xử lý. Mục tiêu phân lập tập trung vào nhóm vi khuẩn Gram âm có khả năng hình thành biofilm, đặc biệt là các loài ưa lạnh và có ý nghĩa trong hư hỏng sữa (*Pseudomonas* spp., họ *Enterobacteriaceae*). Mẫu được cấy trải trên môi trường chọn lọc Cetrimide agar (CA) trong đĩa petri và ủ ở 30°C trong 24 - 48 giờ để thu nhận khuẩn lạc điển hình. Các khuẩn

lạc nghi ngờ sinh biofilm được kiểm tra khả năng tạo biofilm bằng phương pháp đĩa 96 giếng nhuộm tím tinh thể. Chúng sinh biofilm mạnh nhất sau đó được định danh bằng giải trình tự gen 16S rRNA.

Quá trình phân lập các dòng vi khuẩn từ các mẫu sữa bò tươi nguyên liệu được tiến hành theo các bước như sau: Pha loãng, trải mẫu trên môi trường CA gồm: 45,3 g/L cetrimide agar; 10 ml/L glycerol và 3,4 g/L agar [9]. Sau đó, tiến hành làm thuần, quan sát, mô tả đặc điểm khuẩn lạc của vi khuẩn phân lập được và trừ mẫu rỗng.

2.1.2. Xác định khả năng hình thành biofilm

Phương pháp xác định khả năng hình thành biofilm trên đĩa 96 giếng được thực hiện theo mô tả của Stepanović và cs (2007) [10], Fallah và cs (2017) [11] với các bước tiến hành như sau:

Bước 1. Nuôi tăng sinh: Nuôi cấy vi khuẩn trong 4 mL môi trường TSB + Y (30 g/L Tryptone Soy Broth; 5 g/L Yeast) vô trùng và lắc 200 vòng/phút trong 12 giờ.

Bước 2. Chuẩn bị huyền dịch vi khuẩn: Chuyển 1 mL dịch vi khuẩn nuôi tăng sinh ở bước 1 vào ống nghiệm chứa 9 mL môi trường TSB + Y vô trùng. Trộn đều bằng máy vortex. Lắc 200 vòng/phút trong 12 giờ.

Bước 3. Nuôi cấy tĩnh: Chuyển 100 μ L huyền dịch vi khuẩn vào mỗi giếng có sẵn 100 μ L môi trường TSB + Y của đĩa nhựa vô trùng 96 giếng. Mỗi mẫu được lặp lại 3 lần. Nuôi cấy tĩnh ở 37°C trong vòng 48 giờ.

Bước 4. Rửa trôi vi khuẩn không bám vào thành/đáy đĩa: Rửa trôi vi khuẩn không bám vào đáy/thành đĩa bằng 200 μ L dung dịch Phosphate Buffer Saline (PBS 1X: 8 g/L NaCl; 0,2 g/L KCl; 1,44 g/L Na_2HPO_4 ; 0,24 g/L KH_2PO_4); lặp lại 3 lần sau đó thấm khô giếng.

Bước 5. Cố định biofilm: Cố định vi khuẩn bám vào thành/đáy đĩa bằng 200 μ L methanol. Giữ đĩa ở nhiệt độ phòng trong 20 phút. Loại bỏ hoàn toàn methanol trong giếng bằng cách vẩy và thấm khô.

Bước 6. Nhuộm biofilm: Dùng pipet hút 200 μ L dung dịch tím kết tinh (crystal violet) 1% vào mỗi giếng và giữ trong 15 phút ở nhiệt độ phòng.

Loại bỏ hoàn toàn dung dịch tím kết tinh bằng cách vẩy và thấm khô. Loại bỏ hoàn toàn thuốc nhuộm thừa (không thấm vào lớp biofilm) bằng cách rửa mỗi giếng bằng 200 μ L PBS 1x; lặp lại ít nhất 3 lần cho đến khi không còn màu của thuốc nhuộm sau khi thấm khô giếng.

Bước 7. Đo mật độ quang (OD – Optical Density) của dịch vi khuẩn tại bước sóng 570 nm để xác định khả năng tạo biofilm. Giá trị OD ngưỡng được tính dựa trên trung bình cộng của các giá trị OD đối chứng âm cộng với 3 lần độ lệch chuẩn.

Đánh giá mức sinh tổng hợp biofilm của vi khuẩn được thực hiện giá trị OD ngưỡng (OD_c) được tính theo công thức:

$$OD_c = \overline{OD} + 3SD.$$

Trong đó: OD_c là giá trị ngưỡng OD dương tính; $\overline{OD}$ là giá trị OD trung bình của các mẫu đối chứng âm; SD là độ lệch chuẩn của giá trị OD của các mẫu đối chứng âm.

Đánh giá vi khuẩn tạo biofilm: Mẫu dương tính (sinh tổng hợp biofilm) là những mẫu có giá trị OD_{mẫu} > OD_c. Mức tạo biofilm được đánh giá như sau: Không tạo màng biofilm (OD_{mẫu} ≤ OD_c), tạo màng biofilm yếu (OD_c < OD_{mẫu} ≤ 2OD_c), tạo màng biofilm trung bình (2OD_c < OD_{mẫu} ≤ 4OD_c) và tạo màng biofilm mạnh (4OD_c < OD_{mẫu}).

2.1.3. Giải trình tự gen 16S-rRNA xác định loài vi khuẩn sinh tổng hợp biofilm

Tuyển chọn dòng vi khuẩn có mức sinh tổng hợp biofilm cao nhất để giải trình tự gen 16S-rRNA với cặp mồi 27F (5'-AGAGTTTGATCTGGCTCAG-3') và 1492R (5'-TACGGYTACCTTGTACGACTT-3') [12] được sử dụng để khuếch đại đoạn gen 16S-rRNA. Thành phần của một phản ứng PCR 25 μ L gồm 12,5 μ L master mix; 0,25 μ L mỗi loại mồi (0,25

μ M); 5 μ L ADN; 7 μ L nước khử khoáng vô trùng. Chu kỳ nhiệt của phản ứng PCR gồm 95°C (6 phút); 40 chu kỳ nhân số lượng ADN với nhiệt độ và thời gian tương ứng là 5°C (30 giây), 55°C (30 giây), 72°C (30 giây); 72°C (5 phút). Sản phẩm PCR được kiểm tra bằng kĩ thuật điện di trên gel agarose 1,5% (Merck) và được giải trình tự tại Công ty MacroGen (Hàn Quốc) bằng phương pháp Sanger [13].

2.2. Xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí theo thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên, trong đó mỗi chủng vi khuẩn được xem là một nghiệm thức. Các nghiệm thức được lặp lại 3 lần, mỗi lần lặp sử dụng một mẫu riêng biệt. Vị trí các đĩa 96 giếng trong quá trình ủ và xử lý được sắp xếp ngẫu nhiên bằng cách sử dụng bảng số ngẫu nhiên để loại bỏ ảnh hưởng của sai số hệ thống và các yếu tố ngoại lai. Các thông số tối ưu được xác định từ kết quả của thí nghiệm trước và được sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo. Phần mềm Microsoft Excel 2010 được sử dụng để nhập và xử lý số liệu thô, tính các trung bình và vẽ biểu đồ.

Trình tự nucleotide được phân tích bằng phần mềm Geneious và được so sánh với gen tương ứng trong ngân hàng dữ liệu của NCBI sử dụng công cụ BLASTn. Dựa vào kết quả phân tích trình tự ADN và khóa phân loại vi khuẩn của Bergey để định danh các dòng vi khuẩn có khả năng tổng hợp biofilm.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm và khả năng hình thành biofilm của các chủng vi khuẩn

Từ 6 mẫu sữa bò tươi nguyên liệu phân lập được 10 dòng vi khuẩn trên môi trường cetrimide agar (CA). Kết quả xác định các đặc điểm khuẩn lạc và tế bào của 10 dòng vi khuẩn trên (Bảng 1).

Bảng 1. Đặc điểm hình thái và khuẩn lạc của 10 dòng vi khuẩn có khả năng tạo biofilm

STT	Dòng vi khuẩn	Đặc điểm tế bào	Đặc điểm khuẩn lạc				
			Hình dạng	Màu sắc	Bìa khuẩn lạc	Độ nổi	Kích thước (mm)
1	CT130	Cầu	Tròn	Hồng	Nguyên	Mô	1,8 - 2,0
2	CT412	Que ngắn	Tròn	Hồng	Nguyên	Mô	0,7 - 2,1
3	CT210	Que ngắn	Tròn	Đỏ	Nguyên	Mô	2,2 - 3,1
4	CT220	Que ngắn	Tròn	Trắng đục	Nguyên	Lài	1,8 - 2,9
5	CT314	Que ngắn	Tròn	Đỏ	Nguyên	Mô	1,0 - 3,1

6	CT490	Que ngắn	Tròn	Trắng đục	Nguyên	Mô	1,0 -1,3
7	CT280	Que ngắn	Tròn	Trắng trong	Nguyên	Mô	1,5 - 2,0
8	CT211	Que ngắn	Tròn	Trắng trong	Nguyên	Lài	1,3 - 3,8
9	CT320	Que ngắn	Tròn	Trắng đục	Răng cưa	Mô	1,0 - 1,3
10	CT470	Que ngắn	Tròn	Trắng đục	Nguyên	Mô	1,3 - 2,1

Hình dạng tế bào quan sát kính hiển vi chủ yếu có hình dạng que ngắn (9/10) và hình cầu (1/10). Về đặc điểm khuẩn lạc của hầu hết có dạng hình tròn, có màu trắng đục (4/10), trắng

trong (2/10), hồng (2/10) và đỏ (2/10); khuẩn lạc thuộc dạng bìa nguyên (9/10) và bìa răng cưa (1/10); độ nổi dạng mô (8/10) và dạng lồi (2/10); kích thước tế bào dao động từ 0,7 - 3,8 mm.

Bảng 2. Khả năng tạo biofilm và mức sinh tổng hợp của các dòng vi khuẩn

STT	Mẫu	Giá trị OD trung bình $\pm$ SD	Khả năng tạo biofilm	Mức sinh tổng hợp biofilm		
				Yếu	Trung bình	Mạnh
1	Đ/C	0,0781 $\pm$ 0,0161	-			
2	CT130	0,3966 $\pm$ 0,0673	+		+	
3	CT412	0,5995 $\pm$ 0,0352	+			+
4	CT210	0,3157 $\pm$ 0,0057	+		+	
5	CT220	0,1346 $\pm$ 0,0138	+	+		
6	CT314	0,1345 $\pm$ 0,0102	+	+		
7	CT490	0,1935 $\pm$ 0,0203	+	+		
8	CT280	0,1779 $\pm$ 0,0314	+	+		
9	CT211	0,1467 $\pm$ 0,0548	+	+		
10	CT320	0,3092 $\pm$ 0,0364	+		+	
11	CT470	0,2638 $\pm$ 0,0047	+		+	

Ghi chú: ĐC: Đối chứng; OD: độ đục tế bào; SD: độ lệch chuẩn.

Kết quả xác định giá trị mật độ quang (OD) trung bình và đánh giá mức độ hình thành biofilm của các dòng vi khuẩn được trình bày ở bảng 2. Trong tổng số 10 dòng vi khuẩn khảo sát, có 1 dòng (CT412) có khả năng sinh tổng hợp biofilm mạnh, gấp khoảng 7,67 lần so với đối chứng; 4 dòng (CT130, CT210, CT320, CT470) có khả năng ở mức trung bình (gấp hơn 2 lần so với đối chứng); 5 dòng (CT220, CT314, CT490, CT280, CT211) có khả năng ở mức yếu. Dựa trên kết quả này, dòng CT412 có khả năng sản sinh biofilm mạnh nhất -

được lựa chọn để phân tích đặc tính di truyền gen 16S rRNA.

3.2. Định danh dòng vi khuẩn có khả năng hình thành biofilm mạnh nhất

Trình tự gen 16S rRNA của dòng CT412 được khuếch đại đoạn gen 16S rRNA bằng cặp mồi 27F/1492R; sản phẩm ~1,4 kb được giải trình tự Sanger 2 chiều, lắp ráp và cắt tỉa tạo trình tự consensus dài 1.362 bp (Hình 1; mã hiệu CT412_1362bp). Trình tự thu được được so sánh với cơ sở dữ liệu 16S rRNA trên NCBI bằng BLASTn.

ATGGCAGGGGCGCGGCTACACATGCAGTCGAGCGGTAGCACAGGGGAGCTTGCTCCCTGGGTGAC
GAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGTCTGGGAACTGCCTGATGGAGGGGGATAACTACTGGAAACG
GTAGCTAATACCGCATAACGTCGCAAGACCAAAGAGGGGGACCTTCGGGCCTCTTGCCATCAGATG
TGCCAGATGGGATTAGCTAGTAGGTGGGGTAATGGCTCACCTAGGCGACGATCCCTAGCTGGTC
TGAGAGGATGACCAGCCACACTGGAAGTGAACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGG
GGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGCCTTCGGG
TTGTAAAGCACTTTCAGCGAGGAGGAAGGTGGTGAACCTAATACGTTTCATCAATTGACGTTACTCG
CAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGGAGGGTGCAAGCGTTAATC
GGAATTACTGGGCGTAAAGCGCACGCAGGCGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAATCCCCGGGCTCA
ACCTGGGAACTGCATTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTCGTAGAGGGGGGTAGAATTCCAGGTGTA
GCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAATACCGGTGGCGAAGGCGGCCCCCTGGACGAAGACTG
ACGCTCAGGTGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAAC
GATGTTCGATTTGGAGGGTGTGCCCTTGAGGCGTGGCTTCCGGAGCTAACGCGTTAAATCGACCGC
CTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTGACGGGGGCCCCGACAAAGCGGTGGAG
CATGTGGGTTTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTACTCTTGACATCCAGAGAACTTTCAGA
AGATGGATTGGTGCCTTCGGGACTCTGAGACAGTGTGCTGATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGTGA
AATGTTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCACCTTATCCTTTGTTGCCGCGGTTTCGGCCGGGAAC
TCAAAGAGAATGCCGTGATAACTGAGGAGAGGGGGGGGAGGACGTCCAGTCCCTCATGGCCCTTCC
AATAAGGTACCCCCGGCTCCATGGGTTAACAAAAGAAAGAACCTCCTCAACCAGCGGACCCCCAA
AAAACCCCAACCCGAGTGGGAGGGCGCCTCCCCCCCCAAACCGGAACCTTTTATTTAAATAAAAAA
AATTAGGAA AAAAAATCCCCCCTTTTTACCCCCCCCCCCCCACCCCGGAAGGG

Hình 1. Trình tự gen 16S rDNA của dòng vi khuẩn CT412 >CT412_1362pb

Kết quả nghiên cứu cho thấy, dòng CT412 có (NR_036886.1; 97,03%), *S. marcescens* subsp. *marcescens* ATCC 13880 (NR_113236.1; 96,95%), *S. surfactantfaciens* (NR_169468.1; 96,86%) và *S. nematodiphila* (NR_044385.1; 96,86%) (Bảng 3).
mức tương đồng 96,86 - 97,03% với các loài thuộc chi *Serratia*, với độ bao phủ 87%. Năm kết quả khớp hàng đầu gồm: *Serratia marcescens* (NR_114043.1; 97,03%), *S. marcescens* subsp. *sakuensis*

Bảng 3. Các dòng vi khuẩn có trình tự tương đồng với dòng vi khuẩn CT412

Các dòng vi khuẩn tương đồng	Độ bao phủ (%)	Độ tương đồng (%)	Mã truy cập
<i>Serratia marcescens strain NBRC 102204</i>	87	97,03	NR_114043.1
<i>Serratia marcescens subsp. sakuensis strain KRED</i>	87	97,03	NR_036886.1
<i>Serratia marcescens subsp. marcescens ATCC 13880 strain JCM 1239</i>	87	96,95	NR_113236.1
<i>Serratia surfactantfaciens strain YD25</i>	87	96,86	NR_169468.1
<i>Serratia nematodiphila DZ0503SBS1</i>	87	96,86	NR_044385.1
<i>Serratia marcescens subsp. marcescens ATCC 13880 strain DSM 30121</i>	87	96,86	NR_041980.1

Với mức tương đồng < ~98,65% (ngưỡng thường dùng để phân biệt tới loài bằng 16S rRNA), kết quả khẳng định CT412 thuộc chi *Serratia* nhưng chưa đủ chắc chắn để gán tên loài. Do đó, nghiên cứu này sẽ dừng lại ở cấp chi, đồng thời gán mã định danh riêng

(CT412) cho dòng phân lập này là *Serratia* sp. CT412. Để xác định tới loài, cần bổ sung các chỉ thị phân tử có độ phân giải cao hơn (ví dụ *gyrB*, *rpoB*) hoặc phân tích cây phát sinh (Neighbor-Joining/Maximum Likelihood) với bootstrap phù hợp.

Giải trình tự gen là bước đầu để định danh một dòng vi khuẩn, góp phần rút ngắn thời gian định danh nhưng bên cạnh đó, cần kết hợp với khảo sát kiểm tra các đặc điểm hình thái và sinh hóa để có thể đi đến kết quả định danh chính xác [14]. Vi khuẩn *Serratia* là vi khuẩn Gram âm kỵ khí tùy tiện có mặt khắp nơi trong môi trường, được tìm thấy trong đất, nước, phân bò và được coi là mầm bệnh cơ hội có thể gây viêm vú bò. *Serratia* khi xâm nhập vào bò sẽ lây lan từ con bò này sang con bò khác trong quá trình vắt sữa, lau khô núm vú. *Serratia* có khả năng kháng sinh nên để điều trị bệnh viêm vú bò có thể dùng thuốc xịt chứa iodine và cần điều tra thời gian vắt sữa để xác định bất kỳ những khu vực có thể làm giảm nguy cơ lây lan trong đàn bò nuôi [15, 16].

Cho đến nay, vi khuẩn *Serratia* spp. được mô tả phân lập từ đất, nước và cũng được phân lập từ sữa. Chúng có thể hình thành biofilm trên các bề mặt trơn và tạo ra các enzyme ngoại bào chịu nhiệt, do đó chúng có khả năng gây hư hỏng ở các thời điểm khác nhau trong quá trình chế biến sữa [17]. Các loài *Serratia* là các vi sinh vật gây bệnh cơ hội được biết đến có thể gây ra các vấn đề về chất lượng thực phẩm. Các loài *Serratia* sau đây có thể là nguyên nhân gây ra sự đổi màu đỏ của sữa: *Serratia marcescens*, *Serratia rubidaea*, *Serratia plymuthica* và *Serratia nematodiphila*. Sắc tố đặc trưng của chúng là prodigiosin màu đỏ, một chất chuyển hóa thứ cấp không tan trong nước được sản xuất trong các điều kiện môi trường cụ thể [18]. Vi khuẩn *Serratia* spp. với tiềm năng gây hư hỏng cao đã được phân lập từ sữa tươi nguyên liệu ở Brazil có khả năng sinh ra enzyme protease và lipase ngoại bào mạnh mẽ như *Pseudomonas* spp. và *Serratia liquefaciens* được xác định là những vi khuẩn gây hư hỏng chiếm ưu thế tìm thấy trong sữa lạnh ở Brazil [19]. Cả 2 chi *Serratia* và *Pseudomonas* được tìm thấy ở bề mặt bên trong của thiết bị chế biến sữa và tồn trữ sữa [20, 21]. Trong đó, *Serratia* là những nhà sản xuất biofilm mạnh và sản xuất enzyme protease và lipase ngoại bào chịu nhiệt gây hư hỏng sữa. Vì vậy, sau khi định danh bằng phương pháp giải trình tự gen của dòng vi khuẩn CT412 sinh biofilm mạnh nhất cho thấy vi khuẩn CT412 là *Serratia* sp. CT412.

4. KẾT LUẬN

12 mẫu sữa bò tươi nguyên liệu thu nhận từ các trại nuôi bò sữa đã phân lập được 10 dòng vi khuẩn có khả năng tạo biofilm, trong đó chủng vi khuẩn *Serratia nematodiphila* CT412 tạo biofilm mạnh nhất là vi khuẩn Gram âm; có tế bào hình que; khuẩn lạc hình tròn và có màu hồng, kích thước khuẩn lạc 0,7 - 2,1 mm; sản sinh ra enzyme protease và lipase ngoại bào sau 72 giờ nuôi cấy ở nhiệt độ 37°C. Vì vậy, cần phải kiểm soát sự tái nhiễm loài *Serratia* vào sữa bò tươi nguyên liệu dẫn đến giảm chất lượng sữa thông qua việc kiểm soát môi trường chăn nuôi, sức khỏe đàn bò, vệ sinh và sát trùng quá trình vắt sữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Guetouache, M., Guessas, B., Medjekal, S. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. *J Issues Biol Sci Pharm Res*, 2350, 1588.
2. Arcuri, E. F., Silva, P. D. L. D., Brito, M. A. V. P., Brito, J. R. F., Lange, C. C., Magalhães, M. M. D. A. (2008). Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrófilas contaminantes de leite cru refrigerado. *Ciência Rural*, 38, 2250 - 2255.
3. Yuan, H., Han, S., Zhang, S., Xue, Y., Zhang, Y., Lu, H., Wang, S. (2022). Microbial properties of raw milk throughout the year and their relationships to quality parameters. *Foods*, 11(19): 3077.
4. Martin N. H., Evanowski R. L., Wiedmann, M. (2023). Invited review: Redefining raw milk quality - Evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high-quality processed dairy products. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1502 - 1517.
5. Šuláková, M., Pazlarová, J., Meyer, R. L., Demnerová, K. (2019). Distribution of extracellular DNA in *Listeria monocytogenes* biofilm. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(6), 409 - 416.
6. Tasneem, U., Yasin, N., Nisa, I., Shah, F., Rasheed, U., Momin, F., ... Qasim, M. (2018). Biofilm producing bacteria: A serious threat to

public health in developing countries. *J Food Sci Nutr*, 1(2): 25 - 31.

7. Weber, M., Liedtke, J., Plattes, S., Lipski, A. (2019). Bacterial community composition of biofilms in milking machines of two dairy farms assessed by a combination of culture-dependent and-independent methods. *PLoS One*, 14(9), e0222238.

8. Schlegelová, J., Babak, V., Holasova, M., Konstantinova, L., Necidova, L., Šišák, F., Jaglic, Z. (2010). Microbial contamination after sanitation of food contact surfaces in dairy and meat processing plants. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(5), 450 - 461.

9. Flint, S., Hartley, N. (1996). A modified selective medium for the detection of *Pseudomonas* species that cause spoilage of milk and dairy products. *International Dairy Journal*, 6(2), 223 - 230.

10. Stepanović, S., Vuković, D., Hola, V., Bonaventura, G. D., Djukić, S., Ćirković, I., Ruzicka, F. (2007). Quantification of biofilm in microtiter plates: Overview of testing conditions and practical recommendations for assessment of biofilm production by staphylococci. *Apmis*, 115(8), 891 - 899.

11. Fallah, F., Yousefi, M., Pourmand, M. R., Hashemi, A., Alam, A. N., Afshar, D. (2017). Phenotypic and genotypic study of biofilm formation in Enterococci isolated from urinary tract infections. *Microbial pathogenesis*, 108, 85 - 90.

12. Frank, S. (2008). *Migration and Literature: Günter Grass, Milan Kundera, Salman Rushdie, and Jan Kjærstad*. Springer.

13. Blazej, R. G., Kumaresan, P., Mathies, R. A. (2006). Microfabricated bioprocessor for integrated nanoliter-scale Sanger DNA sequencing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(19), 7240 - 7245.

14. Trần Thị Bích Thảo, Nguyễn Đắc Khoa, Hồ Nhã Tuấn (2017). Xác định mầm bệnh

gây thối đồng tiền trên khoai lang tím Nhật tại huyện Bình Tân, Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 52, 56 - 63.

15. Cranefield S., Cameron T., Dean R. (2023). Mastitis in New Zealand dairy cows caused by *Serratia* species. *Conference Proceedings of the Dairy Cattle Veterinarians Branch of the NZVA*, 25 - 30.

16. Zhang, C. X., Yang, S. Y., Xu, M. X., Sun, J., Liu, H., Liu, J. R.,... Zhang, K. Y. (2009). *Serratia nematodiphila* sp. nov., liên kết cộng sinh với tuyến trùng gây bệnh *Heterorhabditoides chongmingensis* (Rhabditida: Rhabditidae). *Tạp chí Quốc tế về vi sinh vật học hệ thống và tiến hóa*, 59(7), 1603 - 1608.

17. Friman M. J., Eklund M. H., Anna Helena Pitkälä A. H., Rajala-Schultz P. J., Rantala M. H. J. (2019). Description of two *Serratia marcescens* associated mastitis outbreaks in Finnish dairy farms and a review of literature. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 61, 1 - 11.

18. Korc E., Varga L., Kerény Z. (2021). Characterization of *Serratia* species and qualitative detection of *Serratia marcescens* in raw and pasteurized milk by an analytical method based on polymerase chain reaction. *Journal of Food Investigation*, 67(2), 3453 - 3464.

19. Machado, S. G., da Silva, F. L., Bazzolli, D. M., Heyndrickx, M., Costa, P. M. D. A., Vanetti, M. C. D. (2015). *Pseudomonas* spp. and *Serratia liquefaciens* as predominant spoilers in cold raw milk. *Journal of Food science*, 80(8), M1842 - M1849.

20. Cleto S., Matos S., Kluskens L., Vieira M. J. (2012). Characterization of contaminants from a sanitized milk processing plant. *PLoS one*, 7(6), e40189.

21. Le Nguyen, D. D., Te Do, H., Luong, T. P. L. (2020). Proteolytic and lipolytic activities of *Pseudomonas* spp. Isolated from Raw Milk in Mekong Delta-Vietnam. *CET Journal-Chemical Engineering Transactions*, 78. 517 - 522. DOI: 10.3303/CET2078087

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A STRONG BIOFILM-FORMING BACTERIAL STRAIN
ISOLATED FROM COW'S MILK RAW OF LIVESTOCK FARMERS**

**Bui The Vinh¹, Tran Huu Thanh Huy¹, Luong Thi Phuong Lien², Nguyen Vinh Hien³,
Huynh Van Tien⁴, Bui Huynh Lien⁴, Ngo Thanh Phong¹, Ha Thanh Toan⁴**

¹ *Cuu Long University*

² *Southern College for Engineering and Agriculture*

³ *Teacher, Vĩ Thanh High School for the Gifted*

⁴ *Can Tho University*

Abstract

Bacterial biofilm formation on dairy processing equipment surfaces can adversely affect product quality and safety. This study aimed to isolate, screen and identify biofilm-forming bacterial strains from raw cow's milk collected from four smallholder dairy farms in Cai Rang ward, Can Tho city, Vietnam. A total of 12 milk samples were cultured on selective media, biofilm-forming ability was quantitatively assessed under laboratory conditions, the strongest biofilm-producing strain was identified through 16S rRNA gene sequencing. Ten biofilm-forming bacterial strains were obtained, among which strain CT412 exhibited the highest biofilm production and was identified as *Serratia nematodiphila*. This strain demonstrated extracellular protease and lipase activities, indicating potential risks of causing bovine mastitis and milk spoilage. The findings provide a scientific basis for further studies on controlling biofilm-forming bacteria in dairy production and processing.

Keywords: *Biofilms, biological characteristics, serratia, fresh cow's milk, bacteria.*

Ngày nhận bài: 15/4/2025

Ngày chuyển phản biện: 7/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/7/2025

Ngày duyệt đăng: 23/7/2025

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG TINH BỘT BIẾN TÍNH VÀ ĐỘ ẨM PHỐI TRỘN ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỦA BÁNH MOCHI KHOAI LANG TÍM (*Ipomoea batatas* L.)

Nguyễn Trung Trục^{1,*}, Trần Tiểu Yến¹, Nguyễn Thị Ngọc Tuyết¹

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

*Email: trucnt@vlute.edu.vn

TÓM TẮT

Bánh mochi là một loại bánh truyền thống của Nhật Bản, được ưa chuộng nhờ kết cấu dẻo mềm đặc trưng từ bột nếp. Trong xu hướng phát triển các sản phẩm mochi có giá trị dinh dưỡng cao, khoai lang tím (KLT) được lựa chọn như một nguồn nguyên liệu tiềm năng nhờ giàu anthocyanin, chất xơ và các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên. Nhằm tìm ra điều kiện chế biến tốt nhất cho sản phẩm, việc điều chỉnh thành phần nguyên liệu và điều kiện chế biến, đặc biệt là hàm lượng tinh bột biến tính (TBBT) và độ ẩm phối trộn, đóng vai trò then chốt trong việc ảnh hưởng đến cấu trúc, độ mềm dẻo và các chỉ tiêu cảm quan của bánh mochi. Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu là xác định tỷ lệ phối chế TBBT và độ ẩm nhằm đạt được giá trị cảm quan, màu sắc, mùi vị và cấu trúc tốt nhất cho sản phẩm bánh mochi khoai lang tím. Thí nghiệm được thực hiện với các mức hàm lượng TBBT lần lượt 25, 30, 35, 40%; kết hợp với độ ẩm phối trộn ở các mức 45, 50, 55, 60%. Kết quả cho thấy, hàm lượng TBBT (35%) và độ ẩm phối trộn (55%) là điều kiện phù hợp cho bánh mochi đạt chất lượng, thể hiện qua các chỉ tiêu đánh giá như: Giá trị màu sắc L^* (20,27); a^* (20,63); độ đàn hồi (9,54 N/m²); hàm lượng anthocyanin (178,60 mg/g); hàm lượng vitamin C (611,6 µg/g); hàm lượng phenolic (823,36 µg/g); khả năng bắt gốc tự do (% khử DPPH) là 88,34% và điểm giá trị cảm quan khá đồng đều, dao động từ 4,30 - 4,44 điểm, cùng độ yêu thích là 8,22 điểm. Kết quả này cho thấy, bánh mochi đạt chất lượng tốt hơn so với các điều kiện khảo sát còn lại.

Từ khóa: Bánh mochi, dinh dưỡng, khoai lang tím, tinh bột biến tính.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mochi (Moh - chee) là tên một loại bánh nhân ngọt truyền thống từ Nhật Bản. Sản phẩm này thường có độ ẩm cao, mềm và có độ đàn hồi nhất định, được sử dụng chủ yếu như một món tráng miệng. Theo phương pháp truyền thống, gạo nếp được vo sạch, nấu chín với nước, sau đó giã ngay khi còn nóng để phá vỡ cấu trúc hạt và hình thành độ đàn hồi nhót đặc trưng [1]. Ngoài ra, để tạo vẻ bắt mắt và màu sắc cho bánh, người chế biến thường sử dụng màu thực phẩm cho lớp vỏ bánh. Hiện nay, bánh mochi dần được sử dụng rộng rãi ở thị trường Việt Nam. Vì vậy, việc cải tiến, nâng cao hàm lượng dinh dưỡng và tạo sự đa dạng về màu sắc trong bánh mochi vừa có ý nghĩa khoa học và

thực tiễn trong việc phát triển sản phẩm, vừa góp phần đáp ứng nhu cầu thị hiếu người tiêu dùng.

KLT (*Ipomoea batatas* L.) là cây lương thực quan trọng, giàu carbohydrate, chất xơ, vitamin (C, B6) và các khoáng chất thiết yếu như kali và magie. Đặc biệt, KLT chứa hàm lượng cao anthocyanin - một hợp chất chống oxy hóa mạnh, phòng ngừa bệnh tim mạch, giảm huyết áp, ngăn ngừa các bệnh lý do gốc tự do gây ra, góp phần nâng cao giá trị dinh dưỡng và chức năng của các sản phẩm thực phẩm [2]. Trong bối cảnh nhu cầu tiêu dùng thực phẩm hướng đến các sản phẩm vừa có giá trị cảm quan cao, vừa giàu dinh dưỡng và tốt cho sức khỏe, việc cải tiến công thức chế biến bánh mochi theo hướng ứng dụng nguyên liệu tự

nhiên như KLT là hướng đi đầy tiềm năng. Tuy nhiên, để sản phẩm đạt được chất lượng ổn định và được chấp nhận rộng rãi, các yếu tố công nghệ trong quá trình sản xuất cần được kiểm soát. Trong đó, hàm lượng TBBT và độ ẩm phối trộn là hai yếu tố quan trọng có ảnh hưởng trực tiếp đến cấu trúc, modul đàn hồi, màu sắc và hàm lượng chất dinh dưỡng của bánh. Xuất phát từ các cơ sở trên, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm phối trộn đến chất lượng của sản phẩm bánh mochi KLT. Thông qua đó, nghiên cứu hướng đến xác định công thức phối chế tốt nhất nhằm cải thiện tính chất cơ lý, nâng cao giá trị cảm quan, đồng thời bảo toàn các hợp chất sinh học có hoạt tính cao như anthocyanin, phenolic và vitamin C trong sản phẩm cuối cùng. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần đa dạng hóa sản phẩm từ KLT mà còn góp phần mở rộng hướng ứng dụng của nguyên liệu bản địa vào các sản phẩm truyền thống.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

- *Nguyên liệu:* KLT (Công ty TNHH MTV Thương mại Sài Gòn - Vĩnh Long); đường (Coop.mart Vĩnh Long), TBBT (Coop.mart Vĩnh Long).

- *Hóa chất:* Axit metaphosphoric (Việt Nam), axit clorhydric (Trung Quốc), methanol (Trung Quốc), folin – ciocalteu (Đức), sodium carbonate (Trung Quốc), axit gallic (Trung Quốc), ethanol (Trung Quốc), axit citric (Trung Quốc), DPPH (Trung Quốc).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định ảnh hưởng hàm lượng TBBT và độ ẩm phối trộn đến đặc tính chất lượng của sản phẩm bánh mochi KLT. Thí nghiệm được bố trí với 16 nghiệm thức theo sơ đồ hình 1.

KLT sau khi ngâm rửa sơ bộ, tiến hành bỏ vỏ, cắt khúc dày 1,5 cm. Hấp khoai ở 100°C trong thời gian 15 phút, sau đó nghiền mịn bằng máy xay thực phẩm mini. Tiến hành phối trộn mẫu KLT với

hàm lượng TBBT lần lượt là 25, 30, 35, 40% (w/w) so với khối lượng KLT, độ ẩm được điều chỉnh lần lượt là 45, 50, 55, 60% (w/w) bằng cách bổ sung nước, cuối cùng bổ sung đường với tỷ lệ 42% so với khối lượng tổng của các thành phần phối trộn. Các nghiệm thức đã được phối trộn và hấp ở 100°C với thời gian 30 phút và tiến hành định hình bánh để được sản phẩm hoàn chỉnh. Mẫu được phân tích các chỉ tiêu như: Màu sắc (L^* và a^*), modul đàn hồi (N/m^2), hàm lượng anthocyanin (mg/g), hàm lượng vitamin C ($\mu g/g$), hàm lượng phenolic ($\mu g/g$), hoạt tính chống oxy hóa (% khử DPPH) và đánh giá cảm quan.

2.2.2. Phương pháp phân tích

- *Xác định sự thay đổi màu sắc:*

Màu của bánh mochi KLT được xác định bằng cách sử dụng máy đo màu cầm tay MiniScan (EZ 4500L - Mỹ). Tiến hành đo đặc ở 3 vị trí khác nhau cho cùng một mẫu, sau đó lấy giá trị trung bình của 3 lần đo trên để được giá trị của một mẫu. Các giá trị L^* và a^* được ghi nhận [3].

- *Xác định modul đàn hồi của bánh mochi:*

Độ đàn hồi của sản phẩm bánh mochi KLT được xác định dựa vào thiết bị phân tích cấu trúc thực phẩm TMS-Pro (Food technology, Mỹ) [4]. Mẫu được chuẩn bị có cùng kích thước với đường kính 21 mm, độ dày 15 mm, khối lượng trung bình 6,5 g. Độ cứng (N) được đo tại vị trí trung tâm của mẫu, với vận tốc của đầu đo 50 mm/phút, khoảng cách đâm xuyên là 10 mm. Giá trị độ cứng thu được sử dụng để tính modul đàn hồi (E) theo công thức 2.1.

$$E = \frac{F \times L}{A \times \Delta L} \quad (2.1)$$

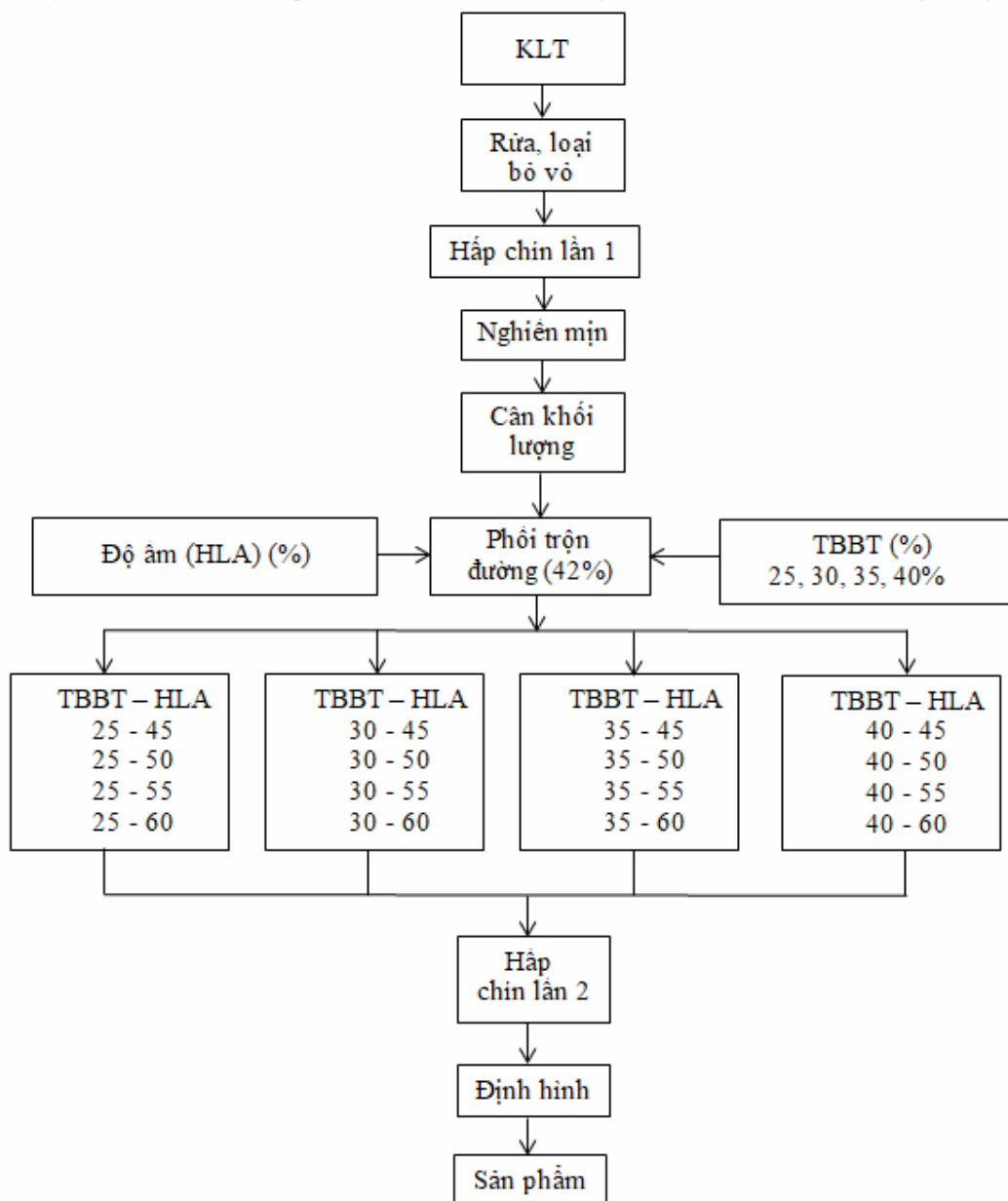
Trong đó: E là modul đàn hồi (N/m^2); F là độ cứng của mẫu (N); L là chiều dài ban đầu của mẫu (m); ΔL là chiều dài đâm xuyên vật của đầu đo (m).

- *Xác định hàm lượng vitamin C của bánh mochi:*

Hàm lượng vitamin C của bánh mochi được xác định theo Roe và Mills (1948) [5], với một số điều chỉnh. Mẫu bánh mochi được đóng băng trong dung dịch nitơ lỏng, sau đó được nghiền mịn thành bột. Mẫu được trích ly trong dung dịch axit

metaphosphoric 5% lạnh, vortex hỗn hợp trong 1 phút và lọc bằng giấy lọc, thu được dịch trích dùng cho phân tích chỉ tiêu vitamin C. Hỗn hợp của phản ứng bao gồm: 0,4 mL dịch trích, 0,6 mL di-indophenol 0,02%, 0,8 mL thiourea 2% và 0,6 mL dinitrophenol hydrazine 2%, hỗn hợp được vortex và

ủ trong bể ổn định nhiệt độ ở 50°C trong 1 giờ. Tiếp đến, hút 1 mL của axit sulfuric 85% thêm vào hỗn hợp trên và tiếp tục ủ ở nhiệt độ 25°C trong 30 phút. Độ hấp thụ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 540 nm và kết quả được tính toán dựa vào đường chuẩn của vitamin C trong cùng điều kiện.



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

- *Xác định hàm lượng phenolic của bánh mochi:*

Bộ mẫu của bánh mochi được trích ly trong dung dịch methanol lạnh, vortex trong 1 phút và lọc qua giấy lọc để thu dịch trích dùng cho phân tích tổng hàm lượng phenolic. Hàm lượng phenolic tổng được xác định dựa theo Singleton và cs (1998) [6]. Hỗn hợp phản ứng gồm 100 μ L dịch

trích, 250 μ L thuốc thử Folin - Ciocalteu, 750 μ L sodium carbonate 7,5% và 2 mL nước cất (đối với mẫu blank dùng methanol thay cho dịch trích). Hỗn hợp được vortex và ủ trong bể ổn định nhiệt ở 40°C trong 30 phút. Độ hấp thụ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 750 nm và kết quả được tính toán dựa vào đường chuẩn của axit gallic trong cùng điều kiện.

- *Xác định hàm lượng anthocyanin của bánh mochi:*

Mẫu bánh mochi được trộn với hỗn hợp gồm 60% ethanol và 1% axit citric, tiếp đến lắc đều, vortex trong 2 phút và lọc bằng giấy lọc thu được dịch trích. Hàm lượng anthocyanins được xác định theo phương pháp pH vi sai. Dịch trích của mẫu được trộn 25 mM hydrochloric axit-potassium chloride (pH 1,0) hoặc dung dịch đệm 0,4 M sodium acetate (pH 4,5) trong 15 phút, ở trong tối. Độ hấp thụ bước sóng của hỗn hợp được đo ở bước sóng 700 nm và 520 nm [7]. Hàm lượng anthocyanin được tính theo cyanidin-3-glucoside, tương đương theo công thức 2.2.

$$\text{Anthocyanins (mg/g)} = \frac{A \times M_w \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l} \times \frac{V}{m} \quad (2.2)$$

Trong đó: A = (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 1,0 - (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 4,5; M_w là khối lượng phân tử = 449,2 g mol⁻¹ cho cyanidin-3-glucoside; DF là hệ số pha loãng mẫu; l là chiều dày của cuvet (cm); v là thể tích của dịch trích (L); m là khối lượng của mẫu được sử dụng cho trích anthocyanin.

- *Xác định hoạt tính chống oxy hóa (% khử DPPH) của bánh mochi:*

Hoạt tính khử DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) được thực hiện theo Li và cs (2018) [8], với một số điều chỉnh. Hỗn hợp phản ứng chứa đựng 0,15 mL dịch trích và 1,85 mL DPPH 120 μM trong methanol, tiếp đến ủ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút trong bóng tối. Mẫu kiểm soát được chuẩn

bị bằng cách dùng methanol thay thế cho dịch trích trong cùng điều kiện. Độ hấp thụ được đo ở bước sóng 525 nm và kết quả được tính toán theo công thức 2.3.

$$\%DPPH = \left(\frac{Abs_{kiểm soát} - Abs_{mẫu}}{Abs_{kiểm soát}} \right) \times 100 \quad (2.3)$$

- *Đánh giá cảm quan:*

Giá trị cảm quan của sản phẩm bánh mochi KLT như: Màu sắc, mùi, vị, cấu trúc và mức độ ưa thích được đánh giá theo TCVN 3215:1979 [9].

2.2.3. Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần và kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức được thực hiện thông qua phân tích phương sai ANOVA (p < 0,05) với kiểm định LSD ở mức ý nghĩa 5% bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XV.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến màu sắc của bánh mochi

Màu sắc là một trong những yếu tố cảm quan quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến tính hấp dẫn và cảm nhận ban đầu của người tiêu dùng đối với sản phẩm. Tuy nhiên, việc thay đổi thành phần nguyên liệu có thể làm thay đổi giá trị màu sắc ban đầu, sự thay đổi này ảnh hưởng đến độ sáng (L*) và sắc đỏ (a*) của sản phẩm.

Bảng 1. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến màu sắc của bánh mochi

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Giá trị quan sát	
		L*	L*
25	45	7,89 ^a ± 0,22	7,89 ^a ± 0,22
25	50	8,51 ^a ± 1,03	8,51 ^a ± 1,03
25	55	8,48 ^a ± 0,15	8,48 ^a ± 0,15
25	60	10,45 ^{ab} ± 0,21	10,45 ^{ab} ± 0,21
30	45	9,19 ^a ± 0,30	9,19 ^a ± 0,30
30	50	15,45 ^{bc} ± 2,90	15,45 ^{bc} ± 2,90
30	55	16,16 ^c ± 2,89	16,16 ^c ± 2,89
30	60	15,45 ^{bc} ± 3,93	15,45 ^{bc} ± 3,93

35	45	19,18 ^{cd} ± 3,91	19,18 ^{cd} ± 3,91
35	50	17,79 ^{cd} ± 6,51	17,79 ^{cd} ± 6,51
35	55	20,27 ^{cde} ± 4,59	20,27 ^{cde} ± 4,59
35	60	19,92 ^{cde} ± 3,39	19,92 ^{cde} ± 3,39
40	45	16,41 ^c ± 1,16	16,41 ^c ± 1,16
40	50	20,62 ^{cde} ± 3,68	20,62 ^{cde} ± 3,68
40	55	22,54 ^{de} ± 3,53	22,54 ^{de} ± 3,53
40	60	24,81 ^e ± 3,14	24,81 ^e ± 3,14

Kết quả từ ở bảng 1 cho thấy, khi bổ sung hàm lượng TBBT và độ ẩm tăng lên, độ sáng của mẫu L^* có xu hướng tăng dần. Khi bổ sung các thành phần phối chế ở hàm lượng TBBT 25% và độ ẩm 45% thì độ sáng L^* của sản phẩm có giá trị là 7,89 (giá trị thấp nhất). Khi tăng độ ẩm lên 50, 55, 60% trong cùng hàm lượng TBBT thì độ sáng cũng tăng lên. Tiếp tục tăng hàm lượng TBBT lên 30, 35, 40% cùng với bổ sung độ ẩm lần lượt là 45, 50, 55, 60% thì độ sáng có xu hướng tăng lên. Tuy nhiên, khi bổ sung hàm lượng TBBT 40% và độ ẩm là 60% thì độ sáng đạt giá trị là 24,81 (giá trị lớn nhất), cũng là giá trị tỷ lệ bổ sung cao nhất trong các tỷ lệ bổ sung vào sản phẩm. Giá trị a^* dao động từ 14,39 - 23,58, thể hiện sự thay đổi sắc đỏ của sản phẩm. Kết quả cho thấy, các nghiệm thức có hàm lượng TBBT 30% có giá trị lớn nhất và độ ẩm thay đổi từ 45 - 65% không ảnh hưởng đến giá trị a^* của sản phẩm. Từ các giá trị trong bảng 1, có thể thấy cả hàm lượng TBBT và độ ẩm đều có ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc (thể hiện qua các giá trị L^* và a^*). Điều này có thể phản ánh sự thay đổi trong cấu trúc hay thành phần của mẫu khi các yếu tố này thay đổi, từ đó ảnh hưởng đến cách mẫu hấp thụ và phản xạ ánh sáng. TBBT giúp che chắn anthocyanin khỏi ánh sáng và oxy, làm giảm quá trình oxy hóa và giữ được màu sắc tươi sáng hơn [10]. Bên cạnh TBBT, độ ẩm cao làm giảm mật độ

sắc tố anthocyanin tự nhiên trong KLT, dẫn đến màu bánh sáng hơn. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Khoo và cs (2017) [11], anthocyanin trong thực phẩm có thể bị pha loãng và biến đổi màu khi thay đổi tỷ lệ thành phần nền và độ ẩm trong sản phẩm. Anthocyanin là hợp chất flavonoid hòa tan trong nước, nhạy cảm với môi trường xung quanh, đặc biệt là pH. Độ ẩm ảnh hưởng trực tiếp đến tính bền màu và mức độ ổn định của anthocyanin. Theo Cevallos-Casals and Cisneros-Zevallos (2003) [12], sự chuyển đổi màu sắc của anthocyanin phụ thuộc vào pH và hàm lượng nước; trong điều kiện ít nước và nền TBBT cao, pH có thể thay đổi nhẹ làm chuyển dịch màu. Trong môi trường có độ ẩm cao, anthocyanin dễ bị thủy phân và phân hủy, dẫn đến sự thay đổi hoặc giảm cường độ màu sắc [13].

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến modul đàn hồi của bánh mochi

Modul đàn hồi là thông số cơ học đặc trưng phản ánh mức độ biến dạng đàn hồi của vật liệu thực phẩm dưới tác động lực nén. Trong sản phẩm bánh mochi KLT, modul đàn hồi có vai trò quan trọng trong việc biểu hiện đặc tính kết cấu như độ dẻo và độ dai. Sự thay đổi modul đàn hồi không chỉ tác động đến cảm nhận về cấu trúc mà còn quyết định đến mức độ chấp nhận cảm quan tổng thể của sản phẩm.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến modul đàn hồi của bánh mochi

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Modul đàn hồi E (N/m ²)
25	45	22,14gh ± 2,90
25	50	14,21e ± 1,33
25	55	9,33bdc ± 0,74

25	60	6,36abc ± 1,25
30	45	9,91d ± 0,92
30	50	6,26ab ± 3,08
30	55	6,10a ± 1,61
30	60	4,91a ± 0,75
35	45	22,18h ± 2,56
35	50	16,19ef ± 1,61
35	55	9,54cd ± 2,47
35	60	5,83a ± 0,59
40	45	18,96fg ± 0,33
40	50	13,67e ± 3,94
40	55	14,45e ± 1,03
40	60	5,12a ± 1,00

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kiểm định LSD với độ tin cậy 95%.

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, khi hàm lượng TBBT tăng từ 25% lên 35%, modul đàn hồi của sản phẩm có xu hướng thay đổi, nhưng không theo một chiều hướng nhất định. Ở mức TBBT 25%, modul đàn hồi dao động từ 6,36 - 22,14 N/m², độ ẩm càng cao modul đàn hồi càng giảm. Ở mức TBBT 30%, modul đàn hồi dao động từ 4,91 (giá trị nhỏ nhất) đến 9,91 N/m², cho thấy xu hướng giảm nhẹ so với hàm lượng TBBT 25%. Ở mức TBBT 35%, modul đàn hồi dao động từ 9,54 - 22,18 N/m² (có giá trị cao nhất). Khi độ ẩm tăng, modul đàn hồi của sản phẩm có xu hướng giảm. Ở mức hàm lượng TBBT 25%, khi độ ẩm tăng từ 45% lên 60%, modul đàn hồi giảm từ 22,14 N/m² xuống còn 6,36 N/m². Tương tự, ở hàm lượng TBBT 30, 35, 40%, khi tăng dần độ ẩm thì modul đàn hồi cũng có xu hướng giảm dần. Kết quả trên cho thấy, tỷ lệ phối trộn đóng một phần quan trọng trong sự tạo thành sản phẩm, cũng là yếu tố quyết định sự ảnh hưởng đến modul đàn hồi của sản phẩm. Ở hàm lượng TBBT 25% thì modul đàn hồi ở độ ẩm 55% cao nhất, do khi độ ẩm tăng thì các phân tử dễ dàng liên kết giữa với nhau tạo nên cấu trúc bền chặt hơn dẫn đến độ đàn hồi của sản phẩm cao, các tỷ lệ còn lại cũng cao nhưng ở mức vừa phải. Từ các

kết quả thu được, có thể kết luận rằng, modul đàn hồi của sản phẩm chịu ảnh hưởng đồng thời bởi hàm lượng TBBT và độ ẩm, trong đó độ ẩm đóng vai trò điều phối liên kết cấu trúc, còn tỷ lệ phối trộn TBBT quyết định mức độ hình thành mạng gel.

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến giá trị cảm quan của bánh mochi

Trong quá trình phát triển sản phẩm bánh mochi, việc lựa chọn và điều chỉnh thành phần nguyên liệu là yếu tố then chốt ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng cảm quan của sản phẩm. Trong đó, hàm lượng TBBT và độ ẩm đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc, độ mềm, độ đàn hồi và các giá trị cảm quan. Những yếu tố này quyết định mức độ chấp nhận của người tiêu dùng.

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, điểm số cảm quan dao động từ 3,83 - 4,66 cho các chỉ tiêu màu sắc, mùi, vị và cấu trúc. Trong khi đó, chỉ tiêu độ yêu thích đạt giá trị 8,22 điểm ở công thức phối chế có hàm lượng TBBT 35% và độ ẩm 55%. Xu hướng chung cho thấy, độ ẩm ở 55 - 60% giúp cải thiện các chỉ tiêu cảm quan, đặc biệt về cấu trúc và mức độ yêu thích; ngược lại, độ ẩm thấp (45%) làm giảm độ

đàn hồi của bánh. Tuy nhiên, nếu độ ẩm phối trộn quá cao thì bánh dễ bị nhão, bột dính và mất cấu trúc. Như vậy, có thể khẳng định, tỷ lệ TBBT 35% kết hợp độ ẩm 55% là công thức phối chế tốt nhất, mang lại chất lượng cảm quan cao.

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến giá trị cảm quan của bánh mochi

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Giá trị quan sát				
		Màu sắc	Mùi	Vị	Cấu trúc	Độ yêu thích
25	45	3,83 ^a ± 0,09	4,14 ^{ab} ± 0,21	4,14 ^{bc} ± 0,05	4,19 ^{ab} ± 0,10	6,08 ^a ± 0,09
25	50	3,97 ^{ab} ± 0,13	3,97 ^a ± 0,38	3,95 ^{ab} ± 0,05	4,05 ^{ab} ± 0,29	6,05 ^a ± 0,05
25	55	4,03 ^{bc} ± 0,05	3,89 ^a ± 0,05	4,19 ^{bc} ± 0,17	4,22 ^{ab} ± 0,05	6,08 ^a ± 0,00
25	60	4,05 ^{bc} ± 0,21	3,97 ^a ± 0,05	4,08 ^b ± 0,36	3,94 ^a ± 0,17	6,33 ^a ± 0,30
30	45	4,03 ^{bc} ± 0,19	3,97 ^a ± 0,29	3,97 ^{ab} ± 0,13	4,06 ^{ab} ± 0,20	6,95 ^b ± 0,05
30	50	3,97 ^{ab} ± 0,18	4,17 ^{ab} ± 0,14	3,97 ^{ab} ± 0,18	4,00 ^{ab} ± 0,38	6,97 ^b ± 0,13
30	55	4,03 ^{bc} ± 0,13	4,08 ^a ± 0,09	4,14 ^{bc} ± 0,10	4,06 ^{ab} ± 0,13	7,03 ^b ± 0,13
30	60	3,95 ^{ab} ± 0,05	4,06 ^a ± 0,17	4,11 ^{bc} ± 0,17	4,22 ^{ab} ± 0,27	7,17 ^b ± 0,44
35	45	4,20 ^{cd} ± 0,05	4,06 ^a ± 0,27	3,78 ^a ± 0,09	4,17 ^{ab} ± 0,22	8,06 ^c ± 0,13
35	50	4,03 ^{bc} ± 0,05	4,19 ^{ab} ± 0,17	4,08 ^b ± 0,09	3,92 ^a ± 0,25	8,00 ^c ± 0,22
35	55	4,30 ^d ± 0,05	4,44 ^b ± 0,17	4,39 ^c ± 0,17	4,33 ^b ± 0,09	8,22 ^c ± 0,05
35	60	4,06 ^{bc} ± 0,10	3,94 ^a ± 0,13	4,06 ^{ab} ± 0,27	3,97 ^{ab} ± 0,38	7,89 ^c ± 0,17
40	45	4,04 ^{bc} ± 0,04	3,97 ^a ± 0,13	4,11 ^{bc} ± 0,05	4,05 ^{ab} ± 0,25	7,11 ^b ± 0,26
40	50	4,05 ^{bc} ± 0,04	4,05 ^a ± 0,05	4,22 ^{bc} ± 0,31	4,08 ^{ab} ± 0,09	7,11 ^b ± 0,38
40	55	4,06 ^{bc} ± 0,03	4,00 ^a ± 0,14	4,11 ^{bc} ± 0,13	4,03 ^{ab} ± 0,25	6,86 ^b ± 0,39
40	60	4,06 ^{bc} ± 0,04	4,11 ^a ± 0,13	4,11 ^{bc} ± 0,05	4,17 ^{ab} ± 0,25	6,97 ^b ± 0,31

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kiểm định LSD với độ tin cậy 95%.

3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng vitamin C của bánh mochi

Vitamin C là một trong những chất dinh dưỡng quan trọng, thường được quan tâm trong

các sản phẩm thực phẩm nhờ vai trò chống oxy hóa và tăng cường sức đề kháng cho cơ thể. Tuy nhiên, vitamin C rất nhạy cảm với các yếu tố xử lý và điều kiện chế biến.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng vitamin C

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng vitamin C (µg/g)
25	45	474,94 ^{cd} ± 43,34
25	50	472,56 ^{cd} ± 128,86
25	55	456,43 ^c ± 63,20
25	60	394,75 ^{abc} ± 115,73
30	45	479,21 ^{cd} ± 169,13
30	50	378,61 ^{abc} ± 115,13
30	55	516,22 ^{cd} ± 42,13

30	60	370,08 ^{abc} ± 25,48
35	45	456,44 ^c ± 158,00
35	50	385,26 ^{abc} ± 78,64
35	55	611,60 ^d ± 44,82
35	60	245,76 ^a ± 42,15
40	45	263,31 ^a ± 90,42
40	50	286,56 ^{ab} ± 42,23
40	55	429,39 ^{bc} ± 34,98
40	60	438,88 ^c ± 49,81

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kiểm định LSD với độ tin cậy 95%.

Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng vitamin C bánh mochi KLT được thể hiện ở bảng 4. Khi hàm lượng TBBT tăng từ 25 - 40%, hàm lượng vitamin C có sự dao động lớn ở các mức độ ẩm khác nhau. Hàm lượng TBBT 35% với độ ẩm 55% có hàm lượng vitamin C cao nhất là 611,6 µg/g. Độ ẩm càng cao, hàm lượng vitamin C có xu hướng giảm trong nhiều trường hợp. Với hàm lượng TBBT 25%, hàm lượng vitamin C giảm dần từ 474,94 µg/g (45% ẩm) xuống 394,75 µg/g (60% ẩm). Tương tự, với hàm lượng TBBT 30%, hàm lượng vitamin C giảm từ 479,21 µg/g (45% ẩm) xuống 370,08 µg/g (60% ẩm). Hàm lượng TBBT 40% nhìn chung có hàm lượng vitamin C thấp hơn so với các tỷ lệ khác. Kết quả nghiên cứu

của Fang và Bhandari (2011) [10] chỉ ra rằng, TBBT khi sử dụng làm chất mang có thể bảo vệ các chất nhạy cảm như vitamin C trong các sản phẩm thực phẩm.

3.5. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng phenolic của bánh mochi

Hợp chất phenolic là một nhóm chất chuyển hóa thứ cấp có hoạt tính sinh học cao, đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao giá trị dinh dưỡng và khả năng chống oxy hóa của thực phẩm. Tuy nhiên, hàm lượng phenolic trong sản phẩm sau chế biến có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố công nghệ, trong đó có hàm lượng TBBT và độ ẩm.

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng phenolic của bánh mochi

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng phenolic (µg/g)
25	45	828,44 ^{bc} ± 90,25
25	50	777,63 ^{abc} ± 73,80
25	55	725,13 ^{abc} ± 49,80
25	60	722,59 ^{abc} ± 191,74
30	45	762,39 ^{abc} ± 108,16
30	50	647,23 ^{abc} ± 75,54
30	55	830,98 ^c ± 33,22
30	60	730,21 ^{abc} ± 219,5
35	45	615,05 ^{abc} ± 157,11

35	50	734,45 ^{abc} ± 137,21
35	55	823,36 ^{bc} ± 175,71
35	60	576,95 ^{abc} ± 281,35
40	45	493,12 ^{ab} ± 21,60
40	50	486,35 ^a ± 54,07
40	55	528,68 ^{abc} ± 236,43
40	60	741,22 ^{abc} ± 540,47

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kiểm định LSD với độ tin cậy 95%.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, ở cùng mức độ ẩm, khi hàm lượng TBBT tăng, hàm lượng phenolic có xu hướng giảm. Tại độ ẩm 45%, khi hàm lượng TBBT tăng từ 25% lên 40%, hàm lượng phenolic giảm mạnh từ 828,44 µg/g xuống còn 493,19 µg/g. Xu hướng tương tự cũng được quan sát tại độ ẩm 50%, khi hàm lượng phenolic giảm từ 777,63 µg/g (25% tinh bột) xuống 486,35 µg/g (40% tinh bột). Điều này cho thấy, sự gia tăng hàm lượng TBBT làm giảm khả năng giữ lại hợp chất phenolic trong sản phẩm. Bên cạnh đó, kết quả tại độ ẩm 55% và 60% cũng cho thấy xu hướng tương tự: Hàm lượng phenolic giảm dần từ 725,13 µg/g (25% tinh bột) xuống còn 528,68 µg/g (40% tinh bột) ở 55% độ ẩm; hoặc dao động lớn ở độ ẩm 60%, cho thấy tính không ổn định của hệ thống khi lượng tinh bột quá cao. Hiện tượng này có thể do khả năng tương tác giữa TBBT và các hợp chất phenolic trong điều kiện gia nhiệt. Khi hàm lượng tinh bột tăng, mạng gel tinh bột hình thành dày đặc hơn, có thể gây cản trở sự giải phóng phenolic ra khỏi cấu trúc thực phẩm [14]. Ngoài ra, cấu trúc tinh bột có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng bảo vệ hoặc mất mát phenolic trong sản phẩm chế biến. Bên cạnh đó,

hàm lượng TBBT tăng có thể làm giảm lượng phenolic khả dụng do tương tác phân tử hoặc do hiệu ứng che chắn trong thực phẩm [15]. Tuy nhiên, ở mức độ ẩm cao 60%, hàm lượng phenolic có xu hướng tăng trở lại ở mẫu có 40% tinh bột (741,22 µg/g). Hiện tượng này có thể do sự phá vỡ cấu trúc mạng gel tinh bột trong điều kiện ẩm cao, dẫn đến giải phóng phenolic tự do. Tương tự, các nghiên cứu cho thấy, độ ẩm cao có thể làm giảm độ kết tinh của tinh bột và phá vỡ cấu trúc gel đang ở trạng thái ổn định [16], cũng như ảnh hưởng đến thành phần hoạt tính sinh học trong quá trình gia nhiệt và bảo quản [17].

3.6. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng anthocyanin của bánh mochi

Anthocyanin là nhóm hợp chất flavonoid tan trong nước, không chỉ góp phần tạo nên màu tím đặc trưng của KLT mà còn có hoạt tính sinh học cao, đặc biệt là khả năng chống oxy hóa. Tuy nhiên, anthocyanin rất dễ bị phân hủy trong quá trình chế biến thực phẩm, đặc biệt dưới tác động của nhiệt độ, pH và độ ẩm.

Bảng 4. Ảnh hưởng hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hàm lượng anthocyanin của bánh mochi

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/g)
25	45	150,94 ^{de} ± 43,63
25	50	201,64 ^e ± 62,57
25	55	193,97 ^e ± 28,15
25	60	111,57 ^{cd} ± 14,28
30	45	20,79 ^{ab} ± 5,26

30	50	18,44 ^a ± 8,42
30	55	51,80 ^{abc} ± 21,54
30	60	50,10 ^{abc} ± 22,34
35	45	212,56 ^c ± 56,56
35	50	212,61 ^e ± 1,70
35	55	178,60 ^c ± 29,71
35	60	193,02 ^c ± 36,72
40	45	98,89 ^{cd} ± 59,41
40	50	95,43 ^{cd} ± 58,26
40	55	93,23 ^{cd} ± 43,33
40	60	82,21 ^{bc} ± 35,02

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kiểm định LSD với độ tin cậy 95%.

Kết quả ở bảng 6 cho thấy, hàm lượng anthocyanin trong bánh mochi KLT bị ảnh hưởng bởi cả hàm lượng TBBT và độ ẩm. Tại độ ẩm 50%, anthocyanin đạt mức cao nhất ở mẫu chứa 35% TBBT (212,61 mg/g), trong khi ở 25% là 201,64 mg/g và giảm mạnh ở 40% TBBT chỉ còn 95,43 mg/g, cho thấy mức TBBT trung bình có tác dụng tối ưu trong việc ổn định các hợp chất phenolic, đặc biệt là anthocyanin. Khi độ ẩm là 45% hoặc 55%, xu hướng tương tự vẫn giữ nguyên: Anthocyanin đỉnh điểm tại 35% TBBT và giảm mạnh khi TBBT lên 40%. Đặc biệt, ở 60% độ ẩm, anthocyanin giảm đáng kể ở hầu hết mẫu, cho thấy môi trường ẩm cao có thể phá vỡ cấu trúc anthocyanin. Nhiệt độ và độ ẩm cao là những yếu tố chính thúc đẩy quá trình suy thoái anthocyanin qua thủy phân và oxy hóa [18], [19]. Hơn nữa, TBBT hình thành mạng gel trong cấu trúc bánh mochi, nơi mà anthocyanin có thể được cố định

hoặc tương tác. Các polyphenol như anthocyanin có thể tạo liên kết hydro hoặc tương tác kỵ nước với TBBT, giúp gia tăng tính ổn định nhiệt và hóa học [18]. Tuy nhiên, khi hàm lượng TBBT quá cao (40%), mạng gel dày đặc có thể bao vây anthocyanin, gây cản trở giải phóng cũng như thúc đẩy sự suy giảm không ổn định của phân tử màu. Như vậy, trong nghiên cứu này, điều kiện 35% TBBT và 50% độ ẩm đã được xác định là tốt nhất để bảo toàn anthocyanin trong bánh mochi KLT.

3.7. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến khả năng bắt gốc tự do (% khử DPPH) của bánh mochi

Hoạt tính chống oxy hóa là một chỉ tiêu quan trọng phản ánh tiềm năng bảo vệ thực phẩm khỏi sự suy thoái do các gốc tự do. Trong sản phẩm bánh mochi KLT, các hợp chất phenolic, vitamin C và anthocyanin đóng vai trò chính trong việc tạo ra hoạt tính khử gốc tự do DPPH.

Bảng 5. Ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm đến hoạt tính chống oxy hóa của bánh mochi

Hàm lượng TBBT (%)	Độ ẩm (%)	Hoạt tính chống oxy hóa (% khử DPPH)
25	45	84,35 ^{bc} ± 3,53
25	50	93,07 ^{bc} ± 1,62
25	55	93,75 ^{bc} ± 0,74
25	60	94,66 ^c ± 1,12
30	45	81,66 ^b ± 5,72

30	50	87,15 ^{bc} ± 3,96
30	55	89,32 ^{bc} ± 6,16
30	60	82,53 ^{bc} ± 13,2
35	45	85,76 ^{bc} ± 5,84
35	50	89,78 ^{bc} ± 1,71
35	55	88,34 ^{bc} ± 5,49
35	60	85,98 ^{bc} ± 7,14
40	45	59,62 ^a ± 11,70
40	50	66,53 ^a ± 12,07
40	55	60,69 ^a ± 8,09
40	60	59,99 ^a ± 14,97

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kiểm định LSD với độ tin cậy 95%.

Khi hàm lượng TBBT tăng từ 25% lên 40%, hoạt tính chống oxy hóa giảm đáng kể. Tại độ ẩm 45%, hoạt tính chống oxy hóa giảm từ 84,35% (ở hàm lượng TBBT 25%) xuống 59,62% (ở hàm lượng TBBT 40%) (giá trị thấp nhất). Xu hướng tương tự ở các mức ẩm khác. Điều này cho thấy, hàm lượng TBBT cao có thể làm giảm khả năng chống oxy hóa, có thể do giảm tỷ lệ các thành phần giàu chất chống oxy hóa (như polyphenol, anthocyanin...) có trong sản phẩm bánh mochi. Khi độ ẩm tăng từ 45% lên 60%, ở hàm lượng TBBT cố định, hoạt tính chống oxy hóa có xu hướng tăng ban đầu rồi giảm nhẹ (ở hàm lượng TBBT 25%, hoạt tính tăng từ 84,35% lên 94,66% (giá trị cực đại) tại độ ẩm 60%). Độ ẩm cao có thể giúp kích hoạt sự giải phóng chất chống oxy hóa, nhưng vượt quá ngưỡng tối ưu (khoảng 50 - 55%) có thể gây loãng các hợp chất hoặc tạo điều kiện bị oxy hóa nên hoạt tính chống oxy hóa cũng giảm. Hàm lượng TBBT thấp (25%) ở mức ẩm cao (60%) cho thấy hoạt tính chống oxy hóa cao nhất là 94,66%. Hàm lượng TBBT cao (40%) ở mức ẩm cao (60%) cho thấy hoạt tính chống oxy hóa thấp nhất là 59,99%. Điều này cho thấy, có sự tương tác rõ ràng giữa hàm lượng TBBT và độ ẩm, ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt tính chống oxy hóa. Qua đó cho thấy, ở hàm lượng

TBBT thấp (25 - 35%) và độ ẩm tối ưu (khoảng 50 - 55%) là điều kiện tốt nhất để duy trì hoạt tính chống oxy hóa cao. Hàm lượng TBBT cao (> 35%) làm giảm rõ rệt hoạt tính chống oxy hóa, có thể do pha loãng hoặc mất cân đối giữa các thành phần chống oxy hóa.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã làm rõ ảnh hưởng của hàm lượng TBBT và độ ẩm phối trộn đến các đặc tính chất lượng của sản phẩm bánh mochi KLT. Kết quả cho thấy, các yếu tố này ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc, modul đàn hồi, hàm lượng hợp chất sinh học và giá trị cảm quan của sản phẩm. Trong phạm vi khảo sát, công thức chứa 35% TBBT và 55% độ ẩm được xác định là điều kiện tốt nhất cho sản phẩm mochi KLT với màu sắc hài hòa (L*: 20,27; a*: 20,63), modul đàn hồi (9,54 N/m²) và giá trị dinh dưỡng cao (anthocyanin: 178,60 mg/g; vitamin C: 611,6 µg/g; phenolic: 823,36 µg/g). Đồng thời, khả năng chống oxy hóa đạt 88,34% khử DPPH và điểm cảm quan cao nhất trong các mẫu thử (điểm yêu thích 8,22). Kết quả nghiên cứu góp phần định hướng cho việc phát triển sản phẩm mochi chức năng có nguồn gốc từ nguyên liệu tự nhiên giàu dưỡng chất, phù hợp với xu hướng tiêu dùng hiện đại hướng đến sức khỏe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chuang, G. C. C., Yeh, A. I. (2006). Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi). *J. Food Eng*, 74, 314 - 323.
2. Suda, I., Oki, T., Masuda, M., Kobayashi, M., Nishiba, Y., Furuta, S. (2003). Physiological functionality of purple-fleshed sweetpotatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. *JARQ*, 37, 167 – 173.
3. Onwude, D. I., Hashim, N., Abdan, K., Janius, R., Chen, G. (2019). The effectiveness of combined infrared and hot-air drying strategies for sweet potato. *J. Food Eng*, 241, 75 - 87.
4. Ren, B., Xie, H., Guo, L., Zhong, K., Zheng, Y. (2020). Effect of konjac glucomannan on sensory, physical and thermal properties of mochi. *Int. J. Food Eng*, 16(3), 1 - 11.
5. Roe, J. H., Mills, M. B. (1948). The determination of kiketo-1-gulonic acid, dehydro-1-ascorbic acid and 1-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. *J. Biol. Chem*, 174(1), 201 - 208.
6. Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Ravent, R. M. (1998). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299, 152 - 178.
7. Chen, C. C., Lin, C., Chen, M. H., Chiang, P. Y. (2019). Stability and quality of anthocyanin in purple sweet potato extracts. *Foods*, 8(393), 1 - 13.
8. Li, X., Li, M., Wang, L., Wang, J., Jin, P., Zheng, Y. (2018). Methyl jasmonate primes defense responses against wounding stress and enhances phenolic accumulation in fresh-cut pitaya fruit. *Postharvest Biol. Technol*, 145, 101 - 107.
9. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215:1979. Sản phẩm thực phẩm – Phân tích cảm quan – Phương pháp cho điểm.
10. Fang, Z., Bhandari, B. (2011). Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. *Food Chem*, 129(3), 1139 - 1147.
11. Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients and the potential health benefits. *Food Nutr. Res*, 61(1), 1361779.
12. Cevallos-Casals, B. A., Cisneros-Zevallos, L. (2003). Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweetpotato compared to synthetic and natural colorants. *Food Chem*, 86(1), 69 - 77.
13. Montilla, E. C., Arzaba, M. R., Hillebrand, S., Winterhalter, P. (2011). Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. sativus var. atrorubens Alef.) cultivars antonina, beta sweet, deep purple and purple haze. *J. Agric. Food Chem*, 59(7), 3385 - 3390.
14. Zhu, F. (2015). Interactions between starch and phenolic compounds. *Trends Food Sci. Technol*, 43, 129 - 143.
15. Wang, R., Li, M., Brennan, M. A., Dhital, S., Kulasiri, D., Brennan, C. S., Guo, B. (2023). Complexation of starch and phenolic compounds during food processing and impacts on the release of phenolic compounds. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf*, 22(4), 3185 - 3211.
16. Suh, J. H., Ock, S. Y., Park, G. D., Lee, M. H., Park, H. J. (2020). Effect of moisture content on the heat-sealing property of starch films from different botanical sources. *Polym. Test*, 89, 106612.
17. Qiu, C., Hu, H., Chen, B., Lin, Q., Ji, H., Jin, Z. (2024). Research progress on the physicochemical properties of starch-based foods by extrusion processing. *Foods*, 13(22), 1 - 20.
18. Enaru, B., Dretcanu, G., Pop, T. D., Andreea, S., Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins:

- Factors affecting their stability and degradation. humidity on stability following simulated gastro-
Antioxidants, 10(12), 1 - 24. intestinal digestion of microcapsules of Bordo grape
19. Kuck, L. S., Wesolowski, J. L., Norena, C. P. skin phenolic extract produced with different
Z. (2017). Effect of temperature and relative carrier agents. *Food Chem*, 230, 257 - 264.

EFFECTS OF MODIFIED STARCH AND MOISTURE CONTENT ON THE QUALITY OF PURPLE SWEET POTATO MOCHI (*Ipomoea batatas* L.)

Nguyen Trung Truc¹, Tran Tieu Yen¹, Nguyen Thi Ngoc Tuyet¹

¹*Vinh Long University of Technology Education*

Abstract

Mochi is a traditional Japanese confectionery, favored for its characteristic soft and chewy texture derived from glutinous rice flour. In the context of developing nutritionally enhanced mochi products, purple sweet potato has emerged as a promising ingredient due to its high content of anthocyanins, dietary fiber and natural antioxidants. To identify the optimal processing conditions, the adjustment of ingredient proportions particularly the level of modified starch (MS) and mixing moisture content - plays a critical role in influencing the structure, elasticity and sensory attributes of mochi. This study aimed to determine the appropriate ratio of MS and moisture content that would yield the best sensory, color, flavor and textural qualities in purple sweet potato mochi. Experiments were conducted using MS concentrations of 25%, 30%, 35%, 40%, combined with mixing moisture levels of 45%, 50%, 55%, 60%. Results showed that the combination of 35% MS and 55% moisture yielded the most desirable product quality. This was reflected in color values of L* (20.27) and a* (20.63), elasticity (9.54 N/m²), anthocyanin content (178.60 mg/g), vitamin C content (611.6 µg/g), total phenolic content (823.36 µg/g) and antioxidant capacity as measured by DPPH radical scavenging activity (88.34%). Sensory scores were consistently high, ranging from 4.30 to 4.44, with an overall preference rating of 8.22. These findings indicate that mochi produced under these conditions possessed superior quality compared to other tested formulations.

Keywords: *Mochi, nutrition, purple sweet potato, modified starch.*

Ngày nhận bài: 3/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 9/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 02/7/2025

Ngày duyệt đăng: 15/7/2025

NGHIÊN CỨU CHẾ BIẾN SỮA CHUA BỔ SUNG DỊCH CHIẾT HẠT ĐẬU XANH NẤY MẮM

Trần Thị Ngọc Mai^{1*}, Trần Hoàng Phúc¹, Hà Huy Phong¹, Nguyễn Thị Cà Mi¹

¹Viện Khoa học Ứng dụng, Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: ttn.mai79@hutech.edu.vn

TÓM TẮT

Đậu xanh (*Vigna radiata* L.) là nguồn nguyên liệu giàu dinh dưỡng và có hoạt tính sinh học cao, đặc biệt khi được xử lý qua quá trình nẩy mầm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định các điều kiện thích hợp cho quá trình nẩy mầm hạt đậu xanh và trích ly dịch chiết, từ đó ứng dụng bổ sung vào sữa chua để nâng cao giá trị cảm quan và chức năng sản phẩm. Thí nghiệm được bố trí nhằm khảo sát ảnh hưởng của thời gian ngâm (3 - 7 giờ), nhiệt độ nước ngâm (20 - 40°C) và phương pháp ngâm (ngâm ngập và tưới phun) đến tỉ lệ nẩy mầm của hạt. Sau khi xác định điều kiện nẩy mầm thích hợp (ngâm ngập 5 giờ ở nhiệt độ 30°C, nẩy 18 giờ), hạt được sấy khô, nghiền và chiết xuất với các tỉ lệ đậu : nước khác nhau (1 : 2 - 1 : 10). Dịch chiết thu được được sử dụng để lên men sữa chua. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm: Thành phần hóa học (protein, tinh bột, đường khử, vitamin C, polyphenol, GABA), cấu trúc (độ cứng, độ dai, độ dính, độ đàn hồi) và cảm quan (màu, mùi, vị, tổng thể). Kết quả cho thấy, quá trình nẩy mầm làm tăng hàm lượng GABA, vitamin C và polyphenol tổng, trong khi giảm protein và tinh bột. Công thức sữa chua bổ sung dịch chiết theo tỉ lệ đậu : nước 1 : 8 (YG 1 : 8) đạt chất lượng tốt nhất, với cấu trúc và cảm quan không khác biệt so với đối chứng, đồng thời chứa hàm lượng GABA là 128 mg/kg. Nghiên cứu góp phần phát triển sản phẩm sữa chua chức năng từ nguồn nguyên liệu có giá trị sinh học cao.

Từ khóa: Đậu xanh, nẩy mầm, sữa chua.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa chua là sản phẩm thực phẩm lên men phổ biến, có giá trị dinh dưỡng cao và được tiêu thụ rộng rãi nhờ đặc tính dễ tiêu hóa và lợi ích cho sức khỏe đường ruột. Ngoài ra, với xu hướng phát triển thực phẩm chức năng, việc kết hợp sữa chua với các nguyên liệu có nguồn gốc thực vật nhằm gia tăng giá trị sinh học và cảm quan đang nhận được sự quan tâm trong nghiên cứu và sản xuất thực phẩm [1, 2].

Đậu xanh (*Vigna radiata* L.) là loại đậu phổ biến tại Việt Nam và nhiều quốc gia châu Á, chứa nhiều protein, carbohydrate, chất xơ, vitamin và khoáng chất [3, 4]. Ngoài ra, đậu xanh còn được biết đến với các đặc tính sinh học như: Giải độc, chống viêm, chống oxy hóa và hạ cholesterol [3]. Đáng chú ý, quá trình nẩy mầm hạt đậu xanh không chỉ làm tăng khả năng tiêu hóa mà còn làm

gia tăng hàm lượng các hợp chất chức năng như: Polyphenol, isoflavone, vitamin C, đặc biệt là GABA (gamma-aminobutyric axit) – một axit amin có tác dụng thư giãn thần kinh, điều hòa huyết áp và cải thiện giấc ngủ [4-7]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng trong quá trình nẩy mầm, các enzym nội sinh hoạt động mạnh, phá vỡ các đại phân tử, giúp tăng tính sinh khả dụng và giá trị chức năng của các thành phần dinh dưỡng trong hạt [8, 9]. Đặc biệt, GABA được sinh tổng hợp mạnh trong giai đoạn này, làm tăng tiềm năng ứng dụng đậu xanh nẩy mầm vào thực phẩm chức năng [7, 10].

Tuy nhiên, ứng dụng dịch chiết từ hạt đậu xanh nẩy mầm vào chế biến sữa chua nhằm nâng cao giá trị cảm quan và bổ sung hoạt chất sinh học chưa được nghiên cứu sâu. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm khảo sát điều kiện nẩy mầm và trích ly thu dịch từ hạt đậu xanh nẩy mầm, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung dịch chiết này đến

cấu trúc và cảm quan sản phẩm sữa chua. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần đa dạng hóa sản phẩm sữa chua và nâng cao giá trị chức năng của thực phẩm truyền thống.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

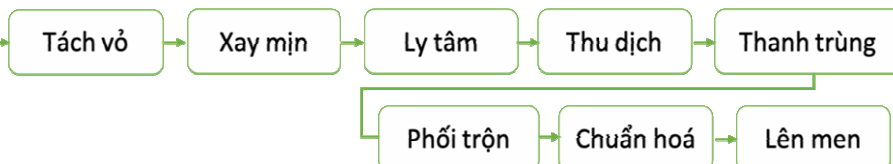
2.1. Vật liệu

Hạt đậu xanh (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) trồng ở tỉnh An Giang. Vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* từ sản phẩm sữa chua Vinamilk, nhiệt độ phát triển là 42-45°C. Sữa bột gầy của Công ty TNHH DAIRY Việt Nam, có hàm lượng chất béo <1%. Đường saccharose Mimosa của Công ty Cổ phần Mía đường Thành Công Tây Ninh với độ Pol (°Z) ≥ 99,80; độ ẩm ≤ 0,04%; độ màu (Icumsa) ≤ 30.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nội dung nghiên cứu

Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến tỉ lệ nảy mầm của hạt đậu xanh, bao gồm: Phương pháp ngâm (ngập nước, tưới phun), thời gian ngâm (3 - 7 giờ), nhiệt độ nước ngâm (20 - 40°C), thời gian ương mầm (12 - 30 giờ). Chỉ tiêu đánh giá gồm: Tỉ lệ nảy mầm, độ ẩm, chiều dài mầm và các thành phần hóa học (protein tổng, tinh bột, đường khử, polyphenol tổng, vitamin C, GABA).



2.2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp hóa lý: Khối lượng 1.000 hạt được xác định theo TCVN 8123:2015 [12]. Tỉ lệ nảy mầm được xác định theo TCVN 8548:2011 [13]. Hàm ẩm được xác định bằng phương pháp sấy hồng ngoại sử dụng thiết bị DBS 60-3 (Kern & Sohn, Đức). pH được xác định bằng máy đo pH/ORP để bàn (model HI5221-02, Hanna, Romania). Hàm lượng chất khô hòa tan được xác định bằng khúc xạ kế (model 300001, Sper Scientific, Hoa Kỳ). Độ chua được xác định bằng phương pháp chuẩn độ theo TCVN 8080:2009 [14]. Hàm lượng protein tổng được xác định bằng phương pháp Kjeldahl theo TCVN 8125:2015 [15]. Hàm lượng N-amin được xác định bằng phương pháp Sorensen theo TCVN 3708:1990

Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ đậu : nước trong quá trình trích ly: Sau khi đậu xanh được ương mầm đạt yêu cầu, phần vỏ và mầm được loại bỏ. Đậu được xay với nước theo các tỉ lệ đậu : nước là 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8 và 1 : 10. Hỗn hợp sau khi xay được ly tâm ở 4.000 vòng/phút trong 10 phút, thu lấy phần dịch trong. Chỉ tiêu đánh giá gồm: pH, chất khô hòa tan, đường khử, đường tổng, N-amin, polyphenol tổng, vitamin C, độ chua.

Ứng dụng các dịch chiết thu được để bổ sung vào sữa chua [11]: Dịch chiết thu được ở các tỉ lệ đậu : nước khác nhau 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8 và 1 : 10 được thanh trùng ở 80 – 83°C trong thời gian 2 - 3 phút. Sau đó, dịch đậu được chuẩn hoá bằng cách bổ sung sữa bột gầy hoàn nguyên theo tỉ lệ 12,5 g sữa bột cho 100 mL dịch đậu xanh nảy mầm. Tiếp theo, hỗn hợp được bổ sung thêm đường saccharose để điều chỉnh nồng độ chất khô hoà tan đạt 13°Brix. Sau công đoạn chuẩn hoá, hỗn hợp được làm nguội về nhiệt độ 42 – 45°C, bổ sung 7% sữa chua cái và tiến hành lên men trong 10 giờ. Các mẫu được mã hóa tương ứng với tỉ lệ đậu : nước là: YG 1 : 2, YG 1 : 4, YG 1 : 6, YG 1 : 8 và YG 1 : 10. Đánh giá chất lượng sản phẩm qua các chỉ tiêu cảm quan, cấu trúc (độ cứng, độ dẻo, độ đàn hồi...) và hàm lượng GABA sau lên men.

[16]. Hàm lượng tinh bột được xác định bằng phương pháp quang phổ sau thủy phân bằng enzym amyloglucosidase và α -amylase theo TCVN 13282:2021 [17]. Hàm lượng đường khử được định lượng bằng phương pháp 3,5-dinitrosalicylic axit (DNS) [18]. Hàm lượng vitamin C được xác định bằng phương pháp chuẩn độ theo AOAC 967.21:2012 [19]. Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu theo TCVN 9745-1:2013 [20]. Hàm lượng GABA được xác định bằng HPLC, thực hiện tại Trung tâm Dịch vụ Phân tích Thí nghiệm thành phố Hồ Chí Minh.

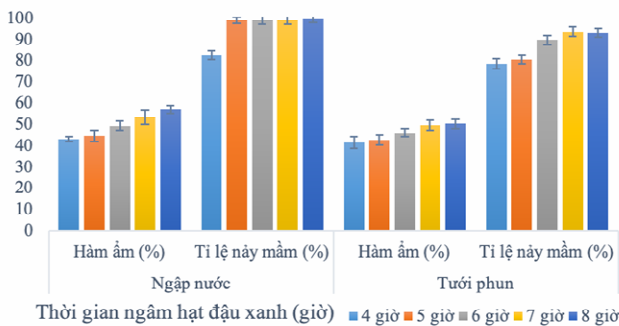
Sự thay đổi hàm lượng (Δ HL) các chất dinh dưỡng và các chất có hoạt tính sinh học theo thời gian nảy mầm được tính theo công thức: Δ HL =

$|HL_i - HL_0|$. Trong đó: HL_0 là hàm lượng chất trong mẫu trước khi nảy mầm; HL_i là hàm lượng của chất đó tại thời điểm i trong quá trình ươm mầm; ΔHL biểu thị trị tuyệt đối của sự thay đổi của hàm lượng chất theo thời gian.

- *Phương pháp vật lý*: Cấu trúc sữa chua được đo bằng thiết bị Texture Analyzer Brookfield CT3 với đầu dò TA11/1000. Mẫu sữa chua được nén ở tốc độ 2,0 mm/s, lực kích hoạt 0,01 N. Thiết bị ghi lại lực và độ biến dạng để xác định các chỉ tiêu: Độ cứng, độ đàn hồi, tính kết dính, độ dai và khả năng phục hồi.

- *Phương pháp cảm quan*: Đánh giá cảm quan các mẫu nghiên cứu bằng phép thử cho điểm thị hiếu, thang 7 điểm dùng để xác định mức độ ưa thích đối với các sản phẩm thực phẩm, với 1 là "rất không thích" và 7 là "rất thích", số lượng người thử là 30 [21].

- *Phương pháp xử lý số liệu*: Tất cả số liệu được biểu diễn dưới dạng trung bình $\pm$ SD ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. Sử dụng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics Centurion XV.



Hình 1. Ảnh hưởng của thời gian ngâm đến tỉ lệ nảy mầm hạt đậu xanh

Việc ngâm hạt là một bước quan trọng không chỉ giúp hạt hấp thu nước mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hô hấp của hạt thông qua các lỗ mao quản. Lượng nước hạt hấp thu tỉ lệ thuận với thời gian ngâm và phụ thuộc vào phương pháp ngâm. Nghiên cứu này đã so sánh hai phương pháp ngâm: Ngâm ngập nước và tưới phun. Kết quả cho thấy, phương pháp ngâm ngập nước đạt tỉ lệ nảy mầm cao hơn (99,08% sau 5 giờ) so với phương pháp tưới phun (80,56% sau 5 giờ) (Hình 1). Thông thường, hàm ẩm thích hợp để

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá chất lượng hạt trước khi ươm mầm

3.1.1. Xác định khối lượng của 1.000 hạt

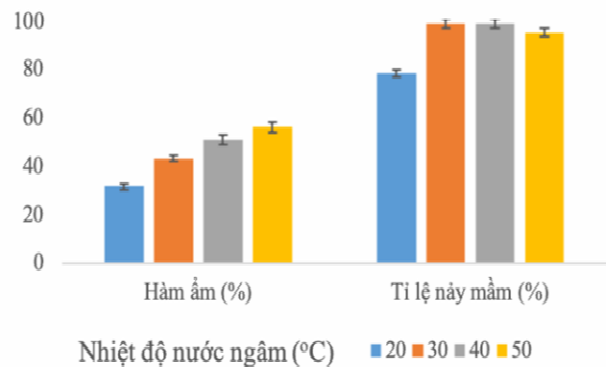
Việc xác định khối lượng 1.000 hạt đậu có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu, khối lượng 1.000 hạt đậu xanh đo được là 65 ± 8 g. So sánh với TCVN 8123:2015 [12] cho thấy, hạt thuộc loại I. Chỉ tiêu này phản ánh kích thước và khối lượng hạt, hạt loại I có khối lượng lớn thường chứa nhiều chất dinh dưỡng dự trữ, do đó đánh giá được chất lượng hạt, khả năng phát triển của phôi và tiềm năng nảy mầm của hạt.

3.1.2. Thành phần hoá học của hạt

Hạt đậu xanh nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu có hàm ẩm là $12,6 \pm 1,34\%$; hàm lượng protein $23,18 \pm 0,89\%$; tinh bột $46,23 \pm 1,88\%$; đường khử $1,51 \pm 1,01\%$; vitamin C $1,98 \pm 0,43$ mg% và polyphenol tổng $0,99 \pm 0,22$ mg/g.

3.2. Sự ảnh hưởng của các điều kiện trước khi ươm mầm

3.2.1. Thời gian ngâm hạt



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ nước ngâm đến tỉ lệ nảy mầm của hạt đậu xanh

ươm mầm cho hạt khoảng 43 - 47% [22], trong nghiên cứu này, hàm ẩm thay đổi theo thời gian khảo sát từ 40 - 57%, ở hàm ẩm cao 50 - 57%, tỉ lệ nảy mầm của hạt không tăng hoặc tăng không khác biệt ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. Đối với phương pháp ngâm ngập nước thì hạt hút nước đồng đều, tuy nhiên việc cung cấp oxy cũng như giải phóng khí carbonic thì hạn chế. Ở phương pháp tưới phun, mầm được kích thích bởi không khí, do đó hấp thụ nước nhiều hơn nội nhũ, dẫn đến không đồng nhất trong quá trình nảy mầm. Ngoài ra, việc

kéo dài thời gian gia ẩm làm hạt bị hỏng do vi sinh, đồng thời làm mất chất hoà tan của hạt. Do đó, việc lựa chọn phương pháp ngâm ngập nước trong 5 giờ là thích hợp cho quá trình ươm mầm hạt đậu xanh, cho tỉ lệ nảy mầm cao nhất mà vẫn kiểm soát được các yếu tố bất lợi.

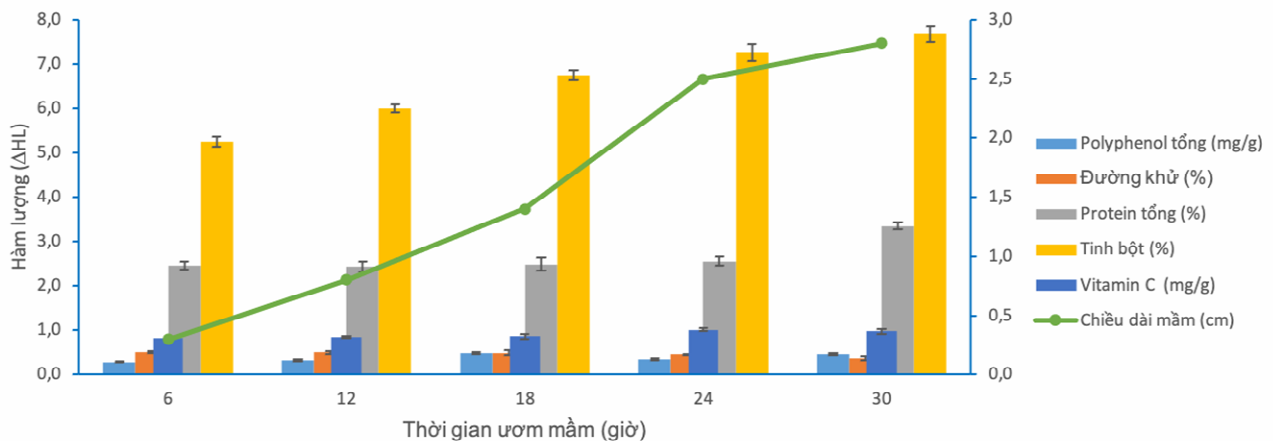
3.2.2. Nhiệt độ nước ngâm

Nhiệt độ nước ngâm là yếu tố rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ hút nước và khả năng hư hỏng của hạt trong quá trình ngâm. Nhiệt độ cao có thể làm tăng tốc độ hút nước, đồng thời thúc đẩy sự phát triển của vi sinh vật và tăng cường hô hấp của hạt, dẫn đến việc phôi dễ bị "ủng" và mất khả năng nảy mầm. Hình 2 cho thấy, hàm ẩm và tỉ lệ nảy mầm tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ nước ngâm. Tuy nhiên, ở nhiệt độ 30 và 40°C, không có sự khác biệt đáng kể về tỉ lệ nảy mầm ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. Dựa trên những phân tích này, nhiệt độ nước ngâm được chọn là 30°C. Việc lựa chọn nhiệt độ này không chỉ đảm bảo tốc độ

hút nước hiệu quả mà còn giúp kiểm soát sự phát triển quá mức của vi sinh vật và ngăn ngừa tổn thương phôi [23]. Điều này phù hợp với một số nghiên cứu về điều kiện nảy mầm của hạt mà không gây stress cho hạt [3, 4]. Nhiệt độ 30°C cũng được xem là lý tưởng để kích hoạt enzym mà không làm mất hoạt tính của chúng, vốn rất cần thiết cho quá trình chuyển hóa chất dinh dưỡng trong hạt mầm.

3.3. Sự thay đổi hàm lượng các thành phần hoá học và thành phần chức năng theo thời gian ươm mầm

Sau khi hạt hấp thụ đủ ẩm, quá trình kéo dài mầm bắt đầu và thể hiện xu hướng tăng dần theo thời gian ươm. Quan sát cho thấy, sự kéo dài mầm diễn ra nhanh ở giai đoạn đầu và giảm dần về tốc độ theo thời gian. Sự thay đổi này không chỉ phản ánh quá trình sinh trưởng vật lý của mầm mà còn liên quan mật thiết đến sự biến đổi của các thành phần dinh dưỡng và chức năng bên trong hạt.



Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng các thành phần hoá học theo thời gian ươm mầm

Theo Megat Rusydi và cs (2012) [5], 72% tổng số phenol được tạo thành bởi hàm lượng isoflavone. Sự tổng hợp các phenol trong suốt quá trình nảy mầm có thể đáp ứng nhu cầu tăng trưởng cấu trúc và nhu cầu bảo vệ ở thực vật [4]. Hình 3 cho thấy, hàm lượng polyphenol tổng tăng theo thời gian ươm mầm, tuy nhiên sự tăng này không tuyến tính. Hàm lượng polyphenol tổng của hạt đậu xanh nảy mầm cao nhất ở 18 giờ ươm ($0,49 \pm 0,12$ mg/g) tăng 68,96% so với hạt đậu xanh chưa nảy mầm, cao so với hàm lượng polyphenol tổng ở thời gian là 24 và 30 giờ. Điều này cho thấy hiệu

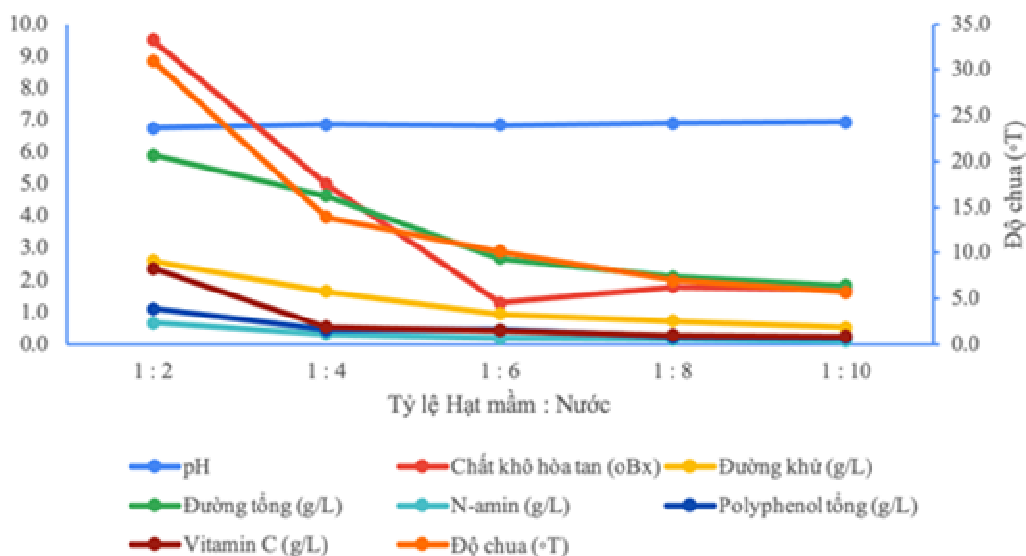
quả của quá trình ươm mầm làm tăng hàm lượng polyphenol tổng của hạt. Hình 3 cho thấy, hàm lượng vitamin C có xu hướng tăng dần theo thời gian ươm mầm, tăng cao nhất và không khác biệt ở 24 và 30 giờ, tương ứng $0,38 \pm 0,07$ mg/g và $0,37 \pm 0,05$ mg/g; ở 18 giờ là $0,32 \pm 0,03$ mg/g. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Xiya Huang và cs (2014) [4], theo đó trong quá trình nảy mầm, hàm lượng axit ascorbic tăng lên sau đó giảm dần với thời gian nảy mầm kéo dài do quá trình sinh tổng hợp chậm lại hoặc bị ức chế. Hàm lượng protein tổng giảm dần trong quá trình nảy

mầm do sự thủy phân, hạt mầm chứa các peptide dễ tiêu hoá hơn đồng thời hàm lượng axit amin tăng lên đáng kể trong thời gian này, tuy nhiên cũng có một số axit amin giảm do sự chuyển hóa hình thành các hợp chất mới. Tương tự như vậy, với hàm lượng tinh bột, do phần lớn chúng được sử dụng như nguồn năng lượng cho sự phát triển của mầm, trong giai đoạn này hoạt động của hệ enzym trong hạt hoạt động mạnh, đặc biệt là hệ enzym amylase [8, 9]. Hình 3 cho thấy, hàm lượng protein tổng và tinh bột giảm dần theo thời gian ươm và không khác biệt ở 18, 24, 30 giờ ươm mầm với mức ý nghĩa $P < 0,05$; ngược lại, hàm lượng đường khử tăng. Từ các dữ liệu trên, thời gian tối ưu nhất để ươm mầm cho hạt đậu xanh là 18 giờ. Trong quá trình nảy mầm thì hàm lượng glutamate giảm nhưng thay vào đó thì hàm lượng GABA tăng lên. Hàm lượng GABA tăng từ 6,1 - 8,6 mg/100 g ở thời gian 72 giờ [7]. Kết quả kiểm nghiệm hàm lượng GABA của đậu xanh sau khi ươm 18 giờ bằng phương pháp HPLC là 342 mg/kg cho thấy hàm lượng GABA thực nghiệm tương đối cao [24].

3.4. Khảo sát ảnh hưởng tính chất của dịch đậu xanh nảy mầm đến chất lượng sữa chua

3.4.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ hạt mầm : nước đến thành phần hóa lý của dịch chiết

Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý của dịch đậu xanh nảy mầm theo các tỉ lệ đậu : nước khác nhau được thể hiện ở hình 4. Nhìn chung, khi tỉ lệ nước tăng, hàm lượng các hợp chất hòa tan (chất khô hòa tan, đường tổng, đường khử, polyphenol tổng, vitamin C) trong dịch chiết đều có xu hướng giảm tương ứng. Tuy nhiên, bên cạnh các chỉ tiêu định lượng, đặc tính cảm quan của dịch chiết cũng đóng vai trò quan trọng trong việc lựa chọn tỉ lệ phù hợp. Cụ thể, ở các tỉ lệ thấp hơn như: 1 : 2 và 1 : 4, dịch chiết thu được có màu sẫm và cường độ mùi hạt mầm đặc trưng rất cao. Mùi và màu sắc quá đậm này có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến cảm quan tổng thể của sản phẩm sữa chua. Ngược lại, ở các tỉ lệ cao hơn như: 1 : 8 và 1 : 10, màu sắc và mùi của dịch chiết lại nhạt, có thể không mang lại hiệu quả mong muốn về mặt dinh dưỡng và chức năng. Do đó, tỉ lệ được chọn còn phải dựa vào kết quả phân tích cấu trúc và cảm quan của sản phẩm sữa chua so với mẫu sữa chua đối chứng.



Hình 4. Sự thay đổi hàm lượng các chỉ tiêu hóa lý khảo sát theo tỉ lệ đậu : nước khác nhau

3.4.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ bổ sung dịch đậu xanh nảy mầm đến cấu trúc và cảm quan sữa chua

Các mẫu sữa chua được chế biến với các tỉ lệ dịch đậu xanh nảy mầm khác nhau sau đó được đánh giá cấu trúc (Hình 5) và cảm quan (Hình 6). Cấu trúc của sữa chua lý tưởng được định nghĩa

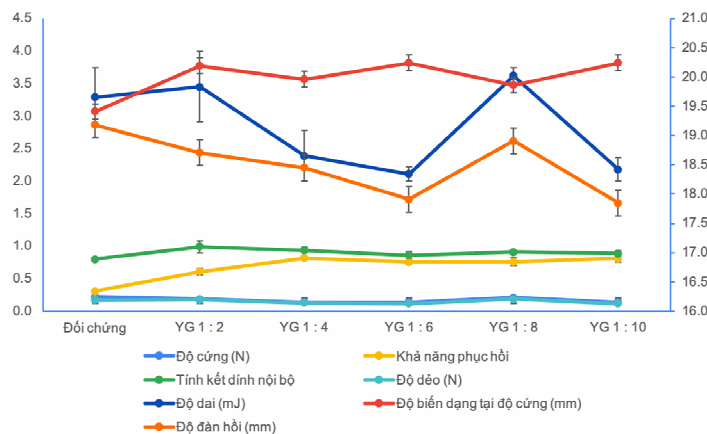
bởi các tiêu chí cụ thể như độ cứng 0,15 - 0,20 N, độ cứng của sữa chua phản ánh khả năng giữ hình dạng và cảm giác "đặc" khi ăn. Độ biến dạng tại độ cứng cho biết mức độ sữa chua bị nén trước khi đạt độ cứng tối đa. Giá trị lý tưởng thường là 19 - 21 mm. Nếu quá thấp (< 19 mm), sữa chua có thể

để bị vỡ vụn; nếu quá cao (> 21 mm), sữa chua có thể quá mềm và khó giữ hình dạng. Khả năng phục hồi đo lường mức độ sữa chua có thể trở lại hình dạng ban đầu sau khi bị biến dạng, với giá trị lý tưởng là 0,6 - 0,8. Một khả năng phục hồi tốt giúp sữa chua duy trì kết cấu đồng nhất khi ăn. Tính kết dính nội bộ biểu thị mức độ đồng nhất và khả năng giữ kết cấu của sữa chua, với giá trị lý tưởng thường là 0,85 - 0,95 để đạt cấu trúc tốt. Giá trị cao cho thấy sữa chua ít bị vỡ vụn khi ăn. Độ đàn hồi phản ánh khả năng trở lại hình dạng ban đầu sau khi bị nén, với độ đàn hồi lý tưởng là 18 - 19 mm. Nếu quá thấp, sữa chua có thể bị vỡ hoặc rời rạc. Độ dai khi nhai lý tưởng là 2,5-3,5 mJ, đảm bảo sữa chua không quá dai nhưng cũng không bị vỡ khi ăn [1, 2].

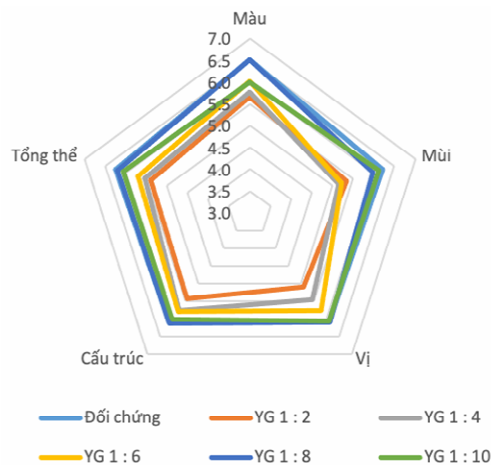
Kết quả ở hình 5 cho thấy, mẫu YG 1 : 2 và YG 1 : 8 là hai mẫu có các thông số về cấu trúc gần giống với mẫu sữa chua đối chứng và đạt các tiêu chí về cấu trúc lý tưởng của sữa chua. Điều này có

thể được giải thích là do ở hai tỉ lệ này, việc bổ sung dịch đậu xanh nảy mầm không làm phá vỡ mạng lưới protein trong sữa chua, vốn là yếu tố chính tạo nên cấu trúc gel của sản phẩm. Các chất rắn từ dịch chiết (như: protein hòa tan, carbohydrate) có thể tương tác với protein sữa, duy trì hoặc thậm chí cải thiện một số đặc tính cơ học.

Tuy nhiên, khi xét đến yếu tố cảm quan (Hình 6), mặc dù mẫu YG 1 : 2 có cấu trúc tương tự mẫu đối chứng, nhưng điểm cảm quan về màu sắc của nó lại thấp hơn so với mẫu YG 1 : 8 do có màu hơi vàng đặc trưng của dịch đậu xanh nảy mầm. Tương tự, mùi vị của mẫu YG 1 : 2 cũng có điểm cảm quan thấp hơn so với mẫu YG 1 : 8. Đồng thời, mẫu YG 1 : 8 đạt điểm cảm quan tổng thể cao nhất trong số các mẫu thử nghiệm và không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu đối chứng ở mức ý nghĩa $P < 0,05$



Hình 5. Kết quả phân tích cấu trúc sữa chua ở các tỉ lệ bổ sung dịch hạt mầm đậu xanh khác nhau



Hình 6. Kết quả cảm quan của sữa chua ở các tỉ lệ bổ sung dịch hạt mầm đậu xanh khác nhau

Dựa trên sự cân bằng giữa các thông số cấu trúc lý tưởng và điểm cảm quan vượt trội, tỉ lệ YG 1 : 8 là tỉ lệ được lựa chọn trong công thức chế biến sữa chua. Sản phẩm sữa chua được chế biến theo tỉ lệ này có hàm lượng GABA là 128 mg/kg, góp phần bổ sung thêm tính chất chức năng cho sản phẩm truyền thống này. Hàm lượng GABA, mặc dù thấp hơn so với một số nghiên cứu khác trên đậu mầm [9] vẫn cho thấy tiềm năng tăng cường giá trị chức năng của sữa chua.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định các thông số thích hợp cho quá trình ươm mầm hạt đậu xanh và ứng dụng dịch chiết từ hạt mầm vào sản phẩm sữa chua. Kết quả cho thấy, quy trình ươm mầm bao gồm việc ngâm ngập nước hạt đậu xanh ở nhiệt độ 30°C trong 5 giờ để gia ẩm, sau đó ươm mầm trong 18 giờ, đạt tỉ lệ nảy mầm 99,08%. Dưới các điều kiện này, thành phần hóa học của hạt có những biến đổi đáng kể: Hàm lượng protein và tinh bột giảm, trong khi hàm lượng đường khử, polyphenol tổng và vitamin C tăng lên, đồng thời có sự sinh tổng hợp hợp chất chức năng GABA. Sản phẩm sữa chua có bổ sung dịch chiết hạt đậu xanh nảy mầm ở tỉ lệ YG 1 : 8 (tỉ lệ đậu mầm : nước là 1 : 8) đạt chất lượng cấu trúc và cảm quan tốt nhất, điểm cảm quan tổng thể là 6,19. Sản phẩm có hàm lượng GABA là 128 mg/kg. Những phát hiện này khẳng định tiềm năng của việc ứng dụng dịch chiết hạt đậu xanh nảy mầm để cải thiện giá trị chức năng và dinh dưỡng cho sản phẩm sữa chua truyền thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Fang, T. and Guo, M. (2019). Physicochemical, texture properties and microstructure of yogurt using polymerized whey protein directly prepared from cheese whey as a thickening agent. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7884 - 7894.
2. Song, C., Xie, J. and Pan, Y. (2024). System sensory analysis of yogurt based on texture analyzer. *Journal of Dairy Science*. DOI: 10.3168/jds.2024-25703
3. Peñas, E., Gómez, R., et al. (2010). Effects of combined treatments of high pressure, temperature and antimicrobial products on germination of mung bean seeds and microbial quality of sprouts. *Food Control*, 21(1), 82 - 88.
4. Huang, X., Cai, W. and Xu, B. (2014). Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time. *Food Chemistry*, 143, 268 - 276.
5. Megat Rusydi, M.R. and Azrina, A. (2012). Effect of germination on total phenolic, tannin and phytic acid contents in soy bean and peanut. *International Food Research Journal*, 19(2), 673 - 677.
6. López-Barrios, L., Antunes-Ricardo, M. and Gutiérrez-Urbe, J.A. (2016). Changes in antioxidant and antiinflammatory activity of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates due to germination and enzymatic digestion. *Food Chemistry*, 203, 417 - 424.
7. Vann, K., Techaparin, A. and Apiraksakorn, J. (2020). Beans germination as a potential tool for GABA-enriched tofu production. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 3947 - 3954.
8. Ghavidel, R.A. and Prakash, J. (2007). The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, *in vitro* iron and calcium bioavailability and *in vitro* starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 40(7), 1292 - 1299.
9. Megat Rusydi, M.R., Noraliza, C.W., et al. (2011). Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties. *International Food Research Journal*, 18, 705 - 713.
10. Yang, R., Chen, H. and Gu, Z. (2011). Factors influencing diamine oxidase activity and γ -aminobutyric acid content of fava bean (*Vicia faba* L.) during germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11616 - 11620.
11. Nguyễn Duy Thịnh (2005). Công nghệ sữa và các sản phẩm sữa. *NXB Khoa học và Kỹ thuật*.
12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8123:2015. Ngũ cốc và đậu đỗ - Xác định khối lượng của 1.000 hạt.
13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8548:2011. Hạt giống cây trồng - Phương pháp kiểm nghiệm.
14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8080:2009. Sữa đặc - Xác định độ axit bằng phương pháp chuẩn độ.

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8125:2015. Ngũ cốc và đầu đỗ - Xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô - Phương pháp Kjeldahl.
16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3708:1990. Về thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ axít amin.
17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13282:2021. Sản phẩm ngũ cốc - Xác định hàm lượng tinh bột tổng số bằng phương pháp quang phổ sau khi thủy phân bằng amyloglucosidase và α -amylase.
18. Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426 - 428.
19. AOAC 967.21:2012 - Methods of analysis of ascorbic acid.
20. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9745-1:2013. Chè - Xác định các chất đặc trưng của chè xanh và chè đen - Phần 1: Hàm lượng polyphenol tổng số trong chè - Phương pháp đo màu dùng thuốc thử folin-ciocalteu.
21. Everitt, M. (2009). Chapter 8- Consumer targeted sensory quality. Academic Press, San Diego, 117- 128.
22. Hoàng Đình Hòa (2005). Công nghệ sản xuất malt và bia. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật*.
23. Kende, Z., Piroška, P., *et al.* (2024). Optimizing water, temperature, and density conditions for *in vitro* pea (*Pisum sativum* L.) germination. *Plants (Basel)*, 13(19).
24. Hou, D., Yousaf, L., *et al.* (2019). Mung bean (*Vigna radiata* L.): Bioactive polyphenols, polysaccharides, peptides, and health benefits. *Nutrients*, 11(6), 1238.

RESEARCH ON YOGURT PROCESSING SUPPLEMENTED WITH SPROUTED MUNG BEAN EXTRACT

Tran Thi Ngoc Mai¹, Tran Hoang Phuc¹, Ha Huy Phong¹, Nguyen Thi Ca Mi¹

¹ Institute of Applied Sciences, HUTECH University

Abstract

Mung bean (*Vigna radiata* L.) is a nutritionally dense legume with notable bioactive properties, particularly when subjected to germination. This study was conducted to optimize the germination conditions of mung bean seeds and the subsequent extraction process, to incorporate the extract into yogurt to enhance its sensory qualities and functional attributes. A factorial experimental design was employed to investigate the effects of soaking duration (3 - 7 hours), soaking water temperature (20 - 40°C), and soaking method (immersion vs. mist irrigation) on germination rate. Optimal germination was achieved under conditions of immersion soaking for 5 hours at 30°C, followed by 18 hours of sprouting. The germinated seeds were then dried, milled, and extracted using varying bean-to-water ratios (1 : 2 to 1 : 10). The resulting extracts were utilized as substrates in yogurt fermentation. Analytical evaluations included compositional analysis (protein, starch, reducing sugars, vitamin C, total polyphenols, and γ -aminobutyric acid [GABA]), texture profile analysis (hardness, cohesiveness, adhesiveness, springiness), and sensory assessment (color, aroma, flavor, and overall acceptability). The results indicated that germination significantly enhanced the levels of GABA, vitamin C, and total polyphenols while reducing protein and starch content. The yogurt formulation supplemented with extract at a 1 : 8 bean-to-water ratio (YG 1 : 8) exhibited the most favorable quality attributes, with textural and sensory properties comparable to those of the control sample and a GABA concentration of 128 mg/kg. This study demonstrates the potential for developing functional yogurt products enriched with bioactive compounds from germinated mung beans.

Keywords: *Mung bean, sprouting, yogurt.*

Ngày nhận bài: 01/4/2025

Ngày chuyển phản biện: 21/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 28/5/2025

Ngày duyệt đăng: 01/8/2025

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG VÀ TÁC ĐỘNG TIỀM TÀNG ĐẾN ĐẤT NÔNG NGHIỆP VÀ SỨC KHỎE NGƯỜI DÂN TẠI CÁC KHU VỰC KHAI THÁC MỎ Ở TỈNH THÁI NGUYÊN

Phạm Hoàng Nam^{1,*}, Nguyễn Thị Thu Hiền², Bùi Văn Hợi¹

¹*Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

²*Viện Công nghệ Sinh học và Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Mở Hà Nội*

**Email: pham-hoang.nam@usth.edu.vn*

TÓM TẮT

Khai thác khoáng sản mang lại giá trị kinh tế không thể phủ nhận, tuy nhiên hoạt động này đã và đang là nguyên nhân chính dẫn đến ô nhiễm môi trường tại các địa điểm lân cận khu vực khai thác. Nghiên cứu này đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng (KLN) trong đất tại các khu vực khai thác mỏ và đất nông nghiệp lân cận ở tỉnh Thái Nguyên. Mẫu đất được thu thập từ bốn địa điểm: Mỏ chì - kẽm Tân Long, mỏ thiếc Hà Thượng, mỏ sắt Trại Cau và thành phố Thái Nguyên. Các kim loại nặng bao gồm: Asen (As), kẽm (Zn), đồng (Cu), cadmium (Cd), chì (Pb) được phân tích bằng phương pháp quang phổ nguồn plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ (ICP-MS). Kết quả cho thấy, mức độ ô nhiễm KLN báo động, vượt QCVN 03-MT:2015/BTNMT, đặc biệt tại 3 địa điểm khai thác mỏ. Nồng độ chì đạt 38.441,6 mg/kg tại Trại Cau (vượt tiêu chuẩn 128 lần), cadmium đạt 172,9 mg/kg tại Hà Thượng (vượt 17 lần), kẽm đạt 40.124,9 mg/kg tại Trại Cau (vượt 133 lần). Không có sự khác biệt đáng kể về nồng độ KLN giữa đất mỏ và đất nông nghiệp lân cận ($p > 0,05$), cho thấy sự lan truyền ô nhiễm. So sánh với các nghiên cứu trước đây cho thấy, xu hướng ô nhiễm tăng theo thời gian tại nhiều địa điểm. Phát hiện này cho thấy những lo ngại về môi trường và sức khỏe, bao gồm khả năng tích lũy sinh học trong chuỗi thức ăn và tác động đến năng suất nông nghiệp. Nghiên cứu đề xuất thiết lập vùng đệm giữa khu vực khai thác và nông nghiệp, áp dụng các kỹ thuật xử lý đất, giám sát nồng độ KLN và nâng cao nhận thức cộng đồng về các rủi ro sức khỏe liên quan.

Từ khóa: Đất nông nghiệp, ICP-MS, kim loại nặng, khai thác mỏ, ô nhiễm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề ô nhiễm KLN trong môi trường đã và đang là mối quan tâm hàng đầu của cộng đồng khoa học toàn cầu kể từ thế kỷ trước, đặc biệt là tại các quốc gia đang phát triển như Việt Nam. Mặc dù các nguyên tố như kẽm (Zn), đồng (Cu) và chì (Pb) vốn tồn tại một cách tự nhiên trong vỏ trái đất và đóng vai trò quan trọng trong các chu trình địa hóa, nhưng sự gia tăng nồng độ của chúng trong nhiều hệ sinh thái đã vượt quá ngưỡng cho phép, dẫn đến những tác động độc hại đối với sinh vật sống. Sự gia tăng bất thường này chủ yếu bắt nguồn từ các hoạt động nhân sinh, bao gồm: Hoạt động khai thác mỏ kim loại, thải chất thải công

ngiệp nặng, việc sử dụng các hóa chất trong canh tác nông nghiệp với quy mô lớn [1, 2, 3].

Tỉnh Thái Nguyên nằm ở vùng Đông Bắc Việt Nam, được biết đến như một trung tâm khai thác khoáng sản quan trọng của quốc gia, với các hoạt động khai thác than và quặng kim loại quy mô lớn. Mặc dù những hoạt động khai thác này đã đóng góp đáng kể vào sự phát triển kinh tế địa phương và tạo ra nhiều việc làm cho người dân trong khu vực, nhưng đồng thời cũng gây ra những hậu quả môi trường không thể tránh khỏi. Các tác động này bao gồm: Sự suy thoái chất lượng đất, ô nhiễm nguồn nước ngầm, sự suy giảm đáng kể đa dạng sinh học, phần lớn do việc áp dụng công nghệ khai

thác lạch hậu và thiếu các biện pháp xử lý sơ bộ đạt tiêu chuẩn [2], [4], [5]. Là một trong những thủ phủ của ngành công nghiệp khai khoáng, tỉnh Thái Nguyên hiện đang quản lý hàng trăm điểm khai thác, bao gồm: Đá vôi, đất sét, than, quặng sắt, đolômit, cũng như các mỏ KLN như titan (Ti), vonfram (W), Pb, thiếc (Sn), vàng (Au), trong đó riêng sắt đã phát hiện trên 49 triệu tấn tại 42 điểm mỏ, sản lượng đã khai thác là 9,42 triệu tấn, khẳng định vị thế quan trọng của tỉnh Thái Nguyên trong ngành công nghiệp khai khoáng quốc gia. Các nghiên cứu khoa học gần đây đã cảnh báo về tình trạng ô nhiễm môi trường đáng lo ngại tại các khu vực khai thác. Cụ thể, nồng độ của nhiều KLN độc hại như: Chì (Pb), cadmium (Cd), kẽm (Zn), asen (As), thủy ngân (Hg) trong các mẫu đất và nước được phân tích đã vượt xa ngưỡng giới hạn cho phép theo các quy chuẩn môi trường hiện hành. Tình trạng này không chỉ gây ra những tác động tiêu cực trực tiếp đến hệ sinh thái địa phương, mà còn tiềm ẩn những rủi ro đối với sức khỏe của cộng đồng dân cư sinh sống trong vùng lân cận các khu vực khai thác [1, 3, 4, 6].

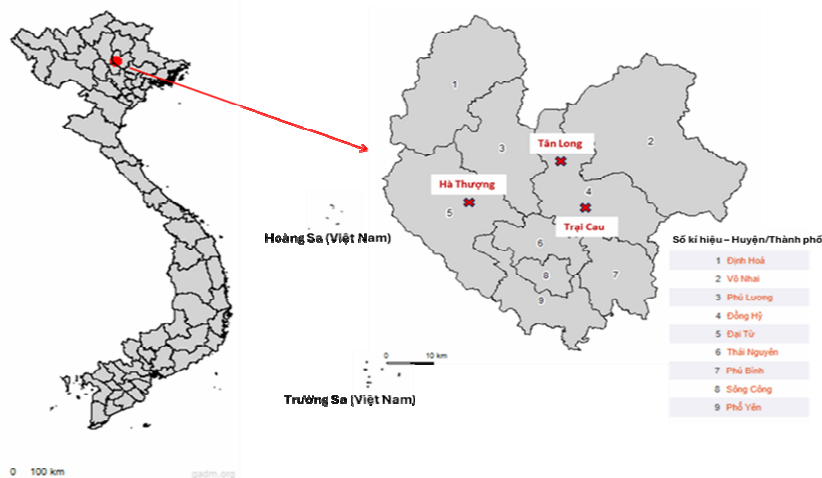
Hơn nữa, sự tích tụ KLN trong môi trường còn có thể gây ra hiện tượng sinh tích lũy trong chuỗi thức ăn, khi các KLN được hấp thụ bởi thực vật và tích tụ dần qua các bậc dinh dưỡng, cuối cùng có thể đạt đến nồng độ gây độc cho người tiêu dùng. Đặc biệt, việc canh tác nông nghiệp trên các vùng đất bị ô nhiễm KLN có thể dẫn đến sự tích lũy các chất độc hại trong các sản phẩm nông nghiệp, gây ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn thực phẩm và sức

khỏe cộng đồng [7], [8], [9], [10]. Trước những thách thức này, việc triển khai các giải pháp quản lý môi trường hiệu quả và áp dụng công nghệ khai thác tiên tiến, thân thiện với môi trường trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Đồng thời, cần tăng cường công tác giám sát môi trường, đánh giá tác động và thực hiện các biện pháp phục hồi sinh thái tại các khu vực bị ảnh hưởng, nhằm đảm bảo sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp khai khoáng tại tỉnh Thái Nguyên nói riêng và Việt Nam nói chung... Do đó, nghiên cứu này nhằm cập nhật, đánh giá mức độ ô nhiễm KLN trong đất mỏ và đất nông nghiệp ở lân cận các khu vực khai thác mỏ của tỉnh Thái Nguyên bằng phương pháp quang phổ nguồn plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ (ICP-MS), từ đó cung cấp cơ sở khoa học cho việc quản lý môi trường và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu và phương pháp lấy mẫu

Mẫu đất được thu thập từ 4 địa điểm: Mỏ chì - kẽm Tân Long (huyện Đồng Hỷ), mỏ thiếc Hà Thượng (huyện Đại Từ), mỏ sắt Trại Cau (huyện Đồng Hỷ) và thành phố Thái Nguyên (Hình 1). Tại mỗi địa điểm, các mẫu được lấy ngẫu nhiên theo phương pháp tiêu chuẩn ở tầng mặt từ khu vực khai thác mỏ (đất mỏ) và vùng đất nông nghiệp lân cận đất mỏ trong phạm vi 50 m và được lặp lại 5 lần [11].



Hình 1. Vị trí của Thái Nguyên trên bản đồ Việt Nam và các địa điểm lấy mẫu nghiên cứu

2.2. Phương pháp phân tích hàm lượng kim loại trong đất

Nồng độ các kim loại trong các mẫu đất đã được phân tích bằng phương pháp ICP-MS [6]. Cụ thể, mỗi 0,5 g mẫu đất sau khi sấy khô được phân giải bằng hỗn hợp gồm: 3 ml H_2SO_4 đặc 95%, 10 giọt $HClO_4$ và 10 ml HNO_3 đặc. Sau đó, các mẫu được nung nóng từ 150 - 200°C cho đến khi dung dịch trong suốt. Dung dịch phân hủy được để nguội đến nhiệt độ phòng, được lọc bằng giấy định lượng (Whatman, 11 μm) để loại bỏ cát. Các cặn sau đó được làm đầy đến 25 ml bằng nước mili-Q với 2% HNO_3 và được bảo quản trong tủ lạnh cho đến khi phân tích. Phân tích được thực hiện bởi ICP-MS (Perkin Elmer ELAN 9000, Perkin Elmer Sciex Penlivia Canada). Các điều kiện ICP-MS là công suất RF: 1.300 W, lưu lượng khí plasma: 16 L/phút, lưu lượng khí phụ: 1,25 L/phút, lưu lượng khí phun sương: 0,9 L/phút, máy phun sương: Dòng chảy chéo, buồng phun: Khí kép PFA, ion theo dõi M/z (Pb: 208, Zn: 66, Cu: 63, Cd: 111, As: 75, Fe: 57). Việc định lượng được đo bằng đường chuẩn bên ngoài được chuẩn bị từ chất chuẩn hiệu chuẩn đa gia tốc ICP có độ tinh khiết cao (Perkin Elmer Life, Analytical Sciences).

2.3. Phương pháp phân tích số liệu

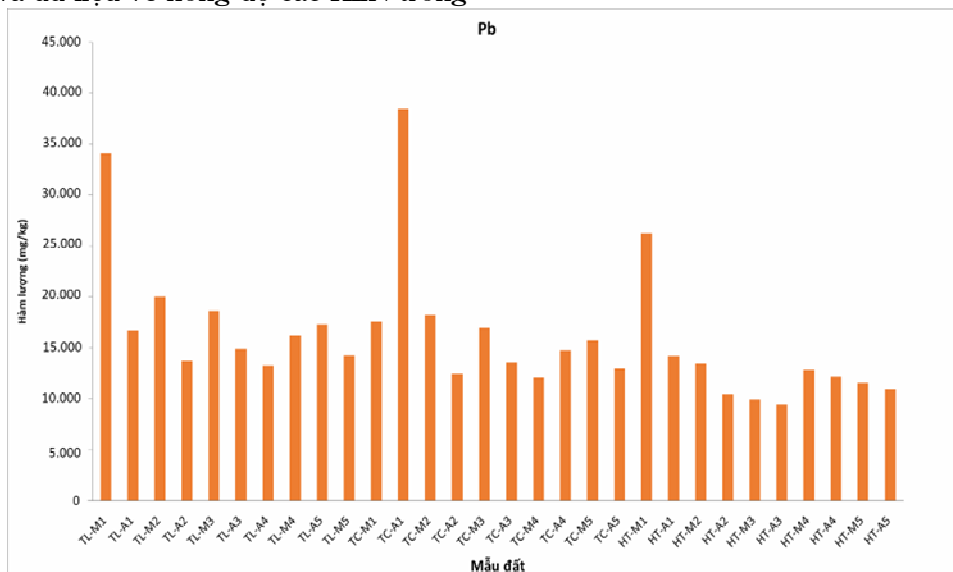
Các mẫu được thực hiện với độ lặp lại 5 lần tại mỗi địa điểm và dữ liệu về nồng độ các KLN trong

đất được xử lý và minh họa dưới dạng mg/kg đất khô. Sự khác nhau về nồng độ của từng kim loại giữa các địa điểm với nhau và giữa nhóm đất mở và đất canh tác lân cận được đánh giá dựa trên phân tích ANOVA (Analysis of Variances) và kiểm định Tukey HSD (Honest Significant Difference) trên R Studio phiên bản v2024.04.2+764 trên nền tảng R3.6.0 (<https://www.r-project.org/>).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

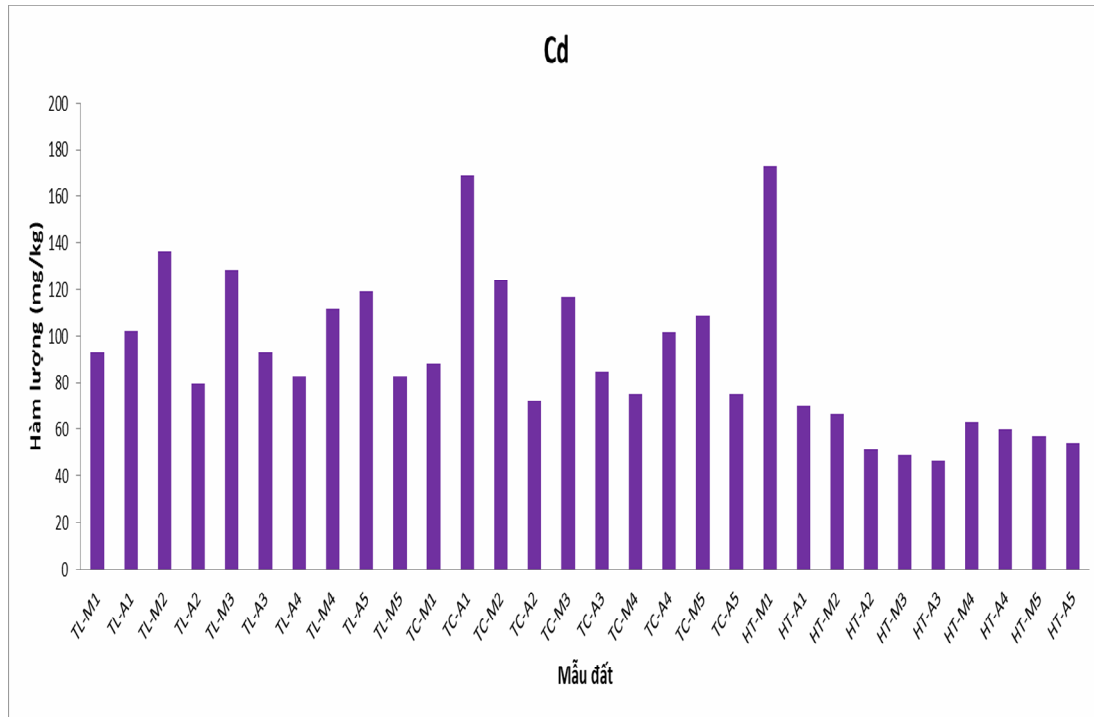
3.1. Sự tích lũy KLN trong đất tại các địa điểm nghiên cứu

Kết quả phân tích cho thấy, 3 địa điểm bao gồm: Mỏ chì - kẽm Tân Long, mỏ thiếc Hà Thượng và mỏ sắt Trại Cau đều có nồng độ KLN vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 03:2015/BTNMT [12]. Đặc biệt, nồng độ của chì cao nhất được ghi nhận tại mỏ Trại Cau, với 38.441,6 mg/kg (mẫu TC-A1), vượt hơn 100 lần so với ngưỡng cho phép (300 mg/kg) (Hình 2). Tương tự, nồng độ cadmium (Cd) tại cả 3 địa điểm này đều vượt mức cho phép (10 mg/kg), với giá trị cao nhất đạt 172,9 mg/kg tại mỏ Hà Thượng (mẫu HT-M1), gấp khoảng 17 lần ngưỡng quy định (Hình 3). Nồng độ kẽm tại các địa điểm đều đáng báo động, cao nhất tại mỏ Trại Cau với 40.124,9 mg/kg (mẫu TC-A1), vượt gấp hơn 130 lần so với ngưỡng cho phép (300 mg/kg) (Hình 4). Nồng độ asen cũng vượt nhiều lần so với QCVN 03:2015/BTNMT [12] (Hình 5).



Hình 2. Hàm lượng chì trong các mẫu đất nghiên cứu

(TL-M: Đất mỏ Tân Long, TL-A: Đất lân cận mỏ Tân Long; TC-M: Đất mỏ Trại Cau, TC-A: Đất lân cận mỏ Trại Cau; HT-M: Đất mỏ Hà Thượng, HT-A: Đất lân cận mỏ Hà Thượng)



Hình 3. Hàm lượng cadmium trong các mẫu đất nghiên cứu

(TL-M: Đất mở Tân Long, TL-A: Đất lân cận mở Tân Long; TC-M: Đất mở Trại Cau, TC-A: Đất lân cận mở Trại Cau; HT-M: Đất mở Hà Thượng, HT-A: Đất lân cận mở Hà Thượng)

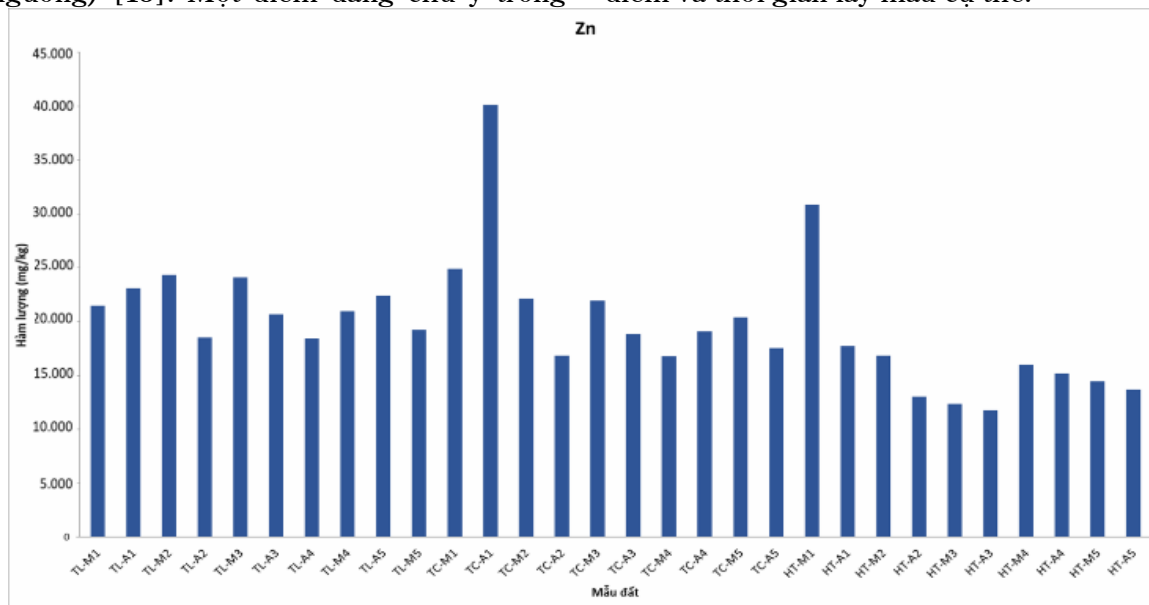
Một phát hiện đáng chú ý là không có sự khác biệt đáng kể về nồng độ KLN giữa đất mở và đất nông nghiệp lân cận tại cùng một địa điểm, trừ đối với Zn, Pb và Cd ở mở Hà Thượng (phân tích ANOVA kèm theo thử nghiệm Tukey HSD, $p > 0,05$) (Hình 6). Điều này trái ngược với kỳ vọng rằng, nồng độ KLN trong đất mở sẽ cao hơn so với đất nông nghiệp. Kết quả này cho thấy, sự lan truyền ô nhiễm từ khu vực khai thác mỏ đến các vùng đất nông nghiệp lân cận, có thể thông qua quá trình rửa trôi, gió cuốn bụi, hoặc nước mặt và nước ngầm. Một nguyên nhân khác, có thể do khoảng cách giữa điểm lấy mẫu đất mở và đất nông nghiệp lân cận khá nhỏ, chỉ là 20 m, do đó có thể thấy, các vùng đất nông nghiệp cận kề mỏ có thể bị ảnh hưởng trực tiếp bởi ô nhiễm kim loại. Ví dụ, tại mở Tân Long, nồng độ trung bình của chì trong đất mở là 20.655,5 mg/kg và trong đất nông nghiệp là 15.197,6 mg/kg. Tương tự, nồng độ trung bình của Zn trong đất mở là 22.026 mg/kg và trong đất nông nghiệp là 20.638,8 mg/kg. Tại mở Trại Cau, nồng độ trung bình của Pb trong đất mở là 16.255,6 mg/kg và trong đất nông nghiệp là 16.997,6 mg/kg, thậm chí còn cao hơn một chút so với đất mở. Những số liệu này minh họa cho sự lan

truyền ô nhiễm KLN từ khu vực khai thác mỏ đến vùng đất nông nghiệp xung quanh.

Kết quả này có sự khác biệt đáng kể về nồng độ một số KLN tại địa điểm Hà Thượng sau khoảng 5 năm theo các công bố trước đây. Cụ thể, nồng độ Pb đã tăng từ 600 mg/kg lên 26.239 mg/kg, trong khi nồng độ Cu lại giảm đáng kể từ 3.150 mg/kg xuống còn 32 mg/kg, dù vị trí lấy mẫu là tương đối giống nhau [3]. Điều này cho thấy, có sự thay đổi về tính chất ô nhiễm KLN theo thời gian, có thể do sự thay đổi trong hoạt động khai thác mỏ, các quá trình địa hóa tự nhiên, hoặc các biện pháp quản lý môi trường khác nhau được áp dụng trong khoảng thời gian này. Với địa điểm Tân Long, nghiên cứu của Chu Thi Thu Ha (2011) [13] cho thấy sự tương đồng đáng kể. Tại khu vực khai thác và chế biến quặng kẽm/chì ở Tân Long, cả hai nghiên cứu đều ghi nhận nồng độ cao bất thường của các KLN, đặc biệt là Pb và Cd. Dữ liệu từ nghiên cứu này chỉ ra rằng, hàm lượng Pb tại khu vực Tân Long dao động từ 13.290 - 34.104 mg/kg, vượt qua giới hạn cho phép của QCVN 03:2015/BTNMT đối với đất công nghiệp (300 mg/kg) hơn 100 lần [12]. Điều này phù hợp với kết quả trong nghiên cứu trước

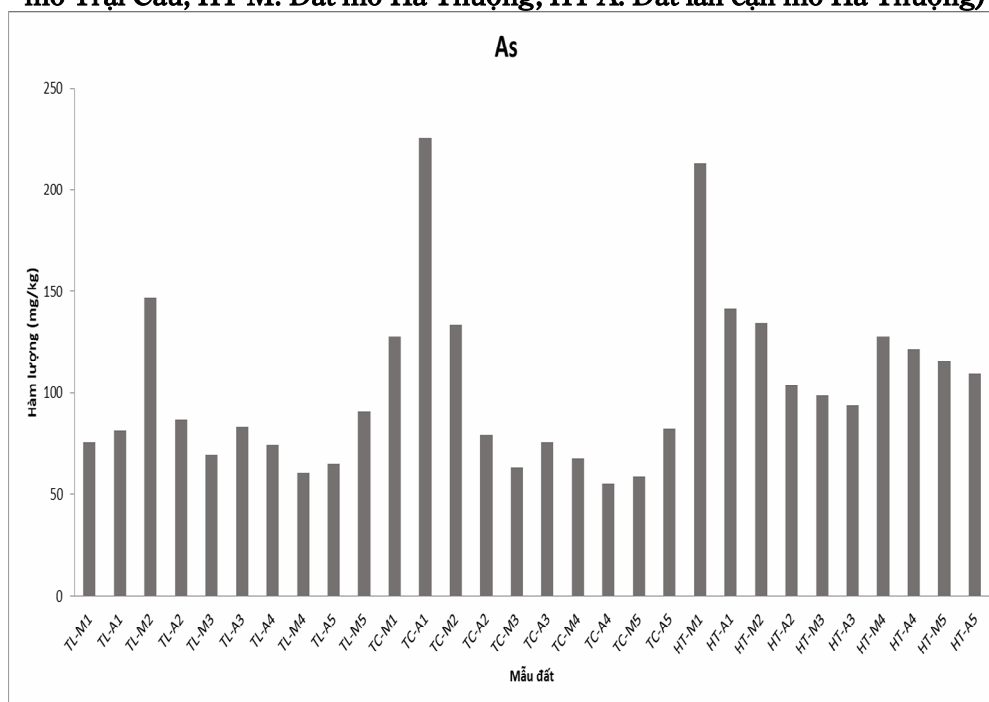
đó, nơi ghi nhận nồng độ Pb tại khu vực bãi thải cũ dao động từ 1.100 - 13.000 mg/kg, vượt tiêu chuẩn an toàn của Việt Nam từ 15,7 - 185,7 lần. Tương tự, nồng độ Cd trong nghiên cứu này đạt mức từ 79,7 - 136,3 mg/kg, cao hơn nhiều so với ngưỡng cho phép (10 mg/kg), điều này cũng tương đồng với kết quả trước đây (5,7 - 30,5 lần vượt ngưỡng) [13]. Một điểm đáng chú ý trong

nghiên cứu này là không có sự khác biệt đáng kể về nồng độ KLN giữa đất khu vực khai thác và đất nông nghiệp ($p > 0,05$), trái ngược với kết quả nghiên cứu của Chu Thi Thu Ha (2011) [13], theo đó khu vực đất vườn gần bãi thải có nồng độ Pb và Cd thấp hơn nhiều so với trung tâm mỏ. Sự khác biệt này có thể do phương pháp lấy mẫu, địa điểm và thời gian lấy mẫu cụ thể.



Hình 4. Hàm lượng kẽm trong các mẫu đất nghiên cứu

(TL-M: Đất mỏ Tân Long, TL-A: Đất lân cận mỏ Tân Long; TC-M: Đất mỏ Trại Cau, TC-A: Đất lân cận mỏ Trại Cau; HT-M: Đất mỏ Hà Thượng, HT-A: Đất lân cận mỏ Hà Thượng)

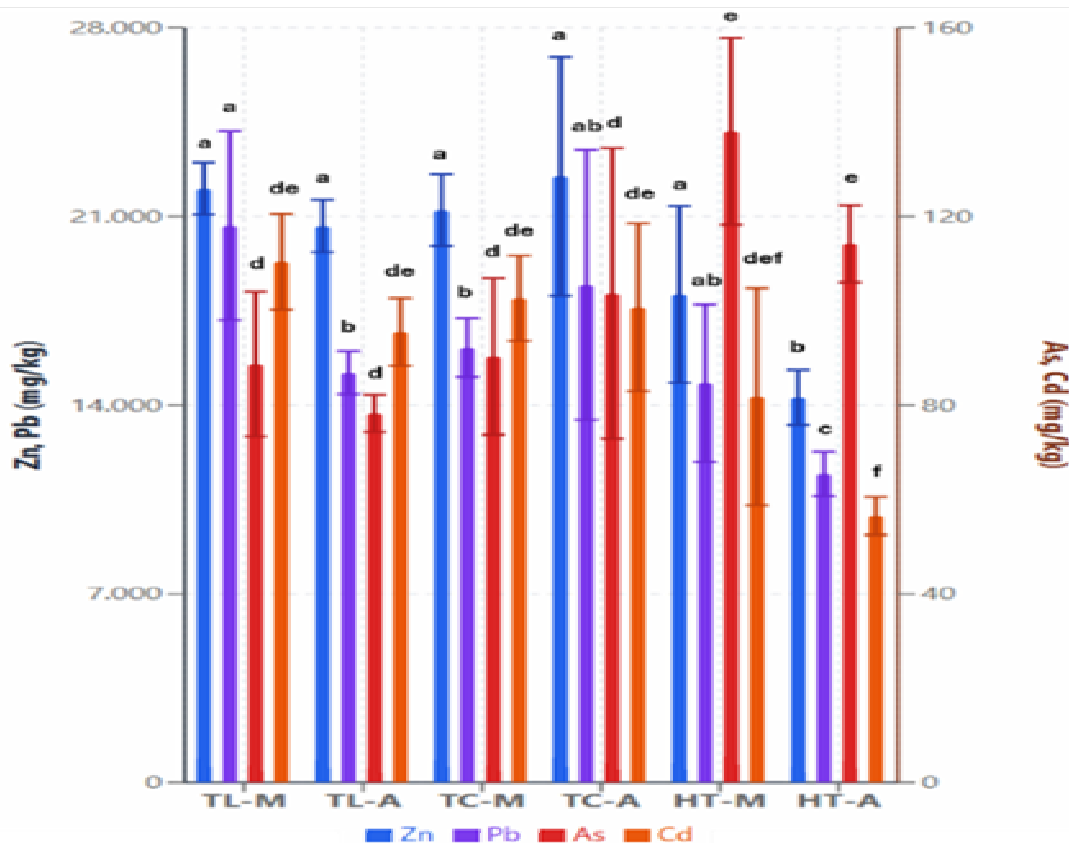


Hình 5. Hàm lượng asen trong các mẫu đất nghiên cứu

(TL-M: Đất mỏ Tân Long, TL-A: Đất lân cận mỏ Tân Long; TC-M: Đất mỏ Trại Cau, TC-A: Đất lân cận mỏ Trại Cau; HT-M: Đất mỏ Hà Thượng, HT-A: Đất lân cận mỏ Hà Thượng)

Kết quả phân tích đất tại mỏ sắt Trại Cau cho thấy mức ô nhiễm kim loại nặng nghiêm trọng hơn đáng kể so với nghiên cứu của Trần Thị Phả và cs (2010) [14]. Cụ thể, nồng độ Pb vượt QCVN 03:2015/BTNMT [12] 40 - 128 lần (so với 2,76 - 10,43 lần), Zn vượt 55 - 133 lần (so với 1,47 - 22,41 lần) và As vượt 2,2 - 9 lần (so với 1,17 - 2,75 lần) [14]. Đặc biệt, nồng độ Cd hiện tại vượt chuẩn 7,5 - 17 lần ở tất cả mẫu, trong khi kết quả nghiên cứu của Trần Thị Phả và cs (2010) [14] chỉ có một mẫu vượt 2,79 lần so với QCVN 03:2015/BTNMT [12]. Kết quả này cho thấy, tình trạng ô nhiễm KLN tại khu vực này đã gia tăng nghiêm trọng. Những khác biệt này có thể phản ánh sự gia tăng ô nhiễm theo thời gian, sự khác biệt về vị trí lấy mẫu cụ thể, hoặc có thể do phương pháp phân tích khác nhau. Nghiên cứu gần đây về ô nhiễm KLN tại các khu

vực khai thác mỏ ở tỉnh Thái Nguyên cho thấy sự tương đồng về xu hướng ô nhiễm nhưng khác biệt về mức độ. Cụ thể, nồng độ As trong nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Sơn Hải và cs (2020) [15] lên đến 2.605 mg/kg, lớn hơn rất nhiều dữ liệu của nghiên cứu này, tuy nhiên nồng độ Pb lại thấp hơn khá nhiều (45 - 5.008 mg/kg so với 26.239,2 - 38.441,6 mg/kg). Đối với Zn, cả hai công bố đều ghi nhận nồng độ tương đương cao (30.865,6 - 40.124,9 ppm so với 64 - 31.789 mg/kg) [15]. Cả hai nghiên cứu có sự tương đồng về địa điểm (Hà Thượng, Trại Cau) và đều khẳng định tình trạng ô nhiễm đa kim loại nghiêm trọng tại các khu vực khai thác khoáng sản, với hàm lượng vượt xa ngưỡng cho phép theo QCVN 03-MT:2015/BTNMT với các mức độ khác nhau [12].



Hình 6. So sánh tổng hợp nồng độ các KLN trong từng mẫu ở các địa điểm nghiên cứu

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau biểu hiện độ khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$, phân tích ANOVA và Tukey HSD) trong hàm lượng từng kim loại giữa các mẫu (TL-M: Đất mỏ Tân Long, TL-A: Đất lân cận mỏ Tân Long; TC-M: Đất mỏ Trại Cau, TC-A: Đất lân cận mỏ Trại Cau; HT-M: Đất mỏ Hà Thượng, HT-A: Đất lân cận mỏ Hà Thượng).

Sự khác biệt về nồng độ KLN giữa nghiên cứu hiện tại và các nghiên cứu trước đây, cả trong nước và quốc tế, có thể được giải thích bởi nhiều yếu tố:

Các khu vực khai thác mỏ ở tỉnh Thái Nguyên có lịch sử khai thác lâu dài và thiếu các biện pháp kiểm soát ô nhiễm hiệu quả, dẫn đến sự tích lũy

KLN trong đất theo thời gian và sự lan truyền ô nhiễm ra môi trường xung quanh [4]. Ngoài ra, các điều kiện khí hậu tại Việt Nam, với lượng mưa cao và nhiệt độ cao, có thể thúc đẩy quá trình phong hóa và hòa tan các khoáng chất chứa KLN, dẫn đến sự giải phóng và lan truyền của chúng trong môi trường. Điều này khác với điều kiện khí hậu ôn đới tại châu Âu, nơi quá trình này diễn ra chậm hơn.

3.2. Tích lũy KLN và tác động đa chiều lên hệ sinh thái nông nghiệp

Sự ô nhiễm nghiêm trọng về KLN tại các địa điểm nghiên cứu, đặc biệt là sự lan truyền của chúng sang đất nông nghiệp lân cận, đặt ra những lo ngại lớn về an toàn thực phẩm và sức khỏe cộng đồng. KLN như: Pb, Cd, Zn, As có thể được hấp thụ bởi cây trồng và tích lũy trong các bộ phận khác nhau của cây, bao gồm cả phần có thể ăn được. Quá trình này có thể dẫn đến sự tích tụ KLN trong chuỗi thức ăn, gây ra các vấn đề sức khỏe nghiêm trọng cho người tiêu dùng.

Chì (Pb) là một trong những KLN có nồng độ cao nhất tại tất cả các địa điểm nghiên cứu và vượt nhiều lần so với ngưỡng cho phép. Chì có thể ức chế quá trình sinh trưởng của cây trồng, làm giảm năng suất và gây ra các bệnh lý ở con người khi tích lũy trong cơ thể qua thời gian. Nghiên cứu của Flora và cs (2012); Sharma và Dubey (2005) đã chỉ ra rằng, chì có thể ức chế sự nảy mầm của hạt, làm giảm chiều cao cây và năng suất, ảnh hưởng đến quá trình quang hợp của cây trồng. Ở người, tiếp xúc lâu dài với chì có thể dẫn đến các vấn đề về thần kinh, thận và hệ thống tạo máu [16, 17].

Cadmium (Cd) được phát hiện với nồng độ cao tại các khu vực nghiên cứu, đặc biệt là tại mỏ Hà Thượng (lên đến 172,9 mg/kg). Cadmium được biết đến là một chất gây ung thư và có thể gây ra các vấn đề về thận và xương khi tích lũy trong cơ thể người [9]. Theo Rizwan và cs (2019) [8], cadmium có thể được hấp thụ dễ dàng bởi nhiều loại cây trồng, đặc biệt là các loại rau lá xanh và tích lũy trong các bộ phận có thể ăn được của cây. Điều này đặt ra mối lo ngại lớn về an toàn

thực phẩm cho cộng đồng dân cư sống gần các khu vực ô nhiễm [8].

Kẽm (Zn), mặc dù là một vi chất cần thiết cho sự phát triển của cây trồng, nhưng ở nồng độ cao được ghi nhận trong nghiên cứu này (lên đến hơn 40.000 mg/kg), có thể gây độc cho cây trồng và làm giảm đáng kể năng suất. Nghiên cứu của Rizwan và cs (2019) [8]; Broadley và cs (2007) [18] cho thấy, nồng độ kẽm cao trong đất có thể gây ra các triệu chứng như: Rễ ngắn và dày, lá vàng và chết mô, cuối cùng là làm giảm sinh trưởng và năng suất của cây trồng.

Asen (As) được phát hiện với nồng độ vượt ngưỡng cho phép tại hầu hết các địa điểm nghiên cứu, với giá trị cao nhất đạt 225,5 mg/kg tại mỏ Trại Cau (mẫu TC-A1). Asen là một chất độc mạnh, có thể gây ra nhiều vấn đề sức khỏe nghiêm trọng cho con người, bao gồm: Các bệnh về da, ung thư, các vấn đề về tim mạch và thần kinh [19], [20]. Nghiên cứu của Zhao và cs (2010) [20] đã chỉ rõ, As có thể được hấp thụ bởi nhiều loại cây trồng, đặc biệt là lúa gạo và tích lũy trong hạt.

Ngoài ra, sự hiện diện đồng thời của nhiều KLN có thể tạo ra hiệu ứng hiệp đồng, làm tăng độc tính của từng kim loại riêng lẻ. Nghiên cứu của Shahid và cs (2017) [21] đã phát hiện sự hiện diện đồng thời của cadmium và chì có thể làm tăng sự hấp thụ và độc tính của cả hai kim loại này đối với cây trồng. Điều này càng làm tăng mối lo ngại về tác động của ô nhiễm KLN đến hoạt động nông nghiệp tại các khu vực nghiên cứu. Sự lan truyền ô nhiễm từ khu vực khai thác mỏ đến vùng đất nông nghiệp xung quanh còn có thể dẫn đến sự suy giảm chất lượng đất về lâu dài. KLN có thể tồn tại trong đất trong thời gian dài và khó bị phân hủy, do đó việc phục hồi các vùng đất bị ô nhiễm sẽ đòi hỏi thời gian và chi phí đáng kể. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, chi phí phục hồi đất bị ô nhiễm KLN có thể rất cao, đặc biệt là đối với các vùng đất có diện tích lớn và mức độ ô nhiễm cao [4, 7, 21, 22].

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT**4.1. Kết luận**

Ô nhiễm KLN tại 3 địa điểm khai thác mỏ ở tỉnh Thái Nguyên (mỏ chì - kẽm Tân Long, mỏ thiếc Hà Thượng và mỏ sắt Trại Cau), với nồng độ của nhiều KLN, đặc biệt là Pb, Cd, Zn, As vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 03:2015/BTNMT nhiều lần. Phân tích dữ liệu không phát hiện sự khác biệt đáng kể về nồng độ KLN giữa đất mỏ và đất nông nghiệp lân cận, chứng minh sự lan truyền ô nhiễm từ khu vực khai thác. Kết quả này nhấn mạnh tính cấp thiết của các chiến lược quản lý môi trường hiệu quả cho hoạt động khai thác mỏ tại tỉnh Thái Nguyên.

4.2. Đề xuất

Thiết lập vùng đệm giữa khu vực khai thác và vùng nông nghiệp; áp dụng các biện pháp xử lý đất ô nhiễm như sử dụng chất cố định KLN, phương pháp rửa đất, hoặc các kỹ thuật sinh học; khuyến khích canh tác các loại cây không dùng làm thực phẩm trên đất ô nhiễm nặng; tăng cường giám sát nồng độ KLN trong đất và sản phẩm nông nghiệp; nâng cao nhận thức cộng đồng về nguy cơ sức khỏe liên quan đến ô nhiễm.

Việc bảo vệ đất nông nghiệp khỏi ô nhiễm KLN không chỉ đảm bảo tính bền vững của sản xuất nông nghiệp mà còn bảo vệ sức khỏe và an toàn của cộng đồng dân cư trong khu vực. Nghiên cứu cũng khuyến nghị các cơ quan quản lý nên thiết lập hệ thống giám sát môi trường liên tục và nâng cao hiệu quả thực thi các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng đất. Bên cạnh đó, việc phát triển khung chính sách tổng thể bao gồm cơ chế hỗ trợ các biện pháp phục hồi môi trường và quản lý rủi ro sức khỏe cộng đồng là rất cần thiết.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 106.02-2019.23

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyen Ngoc Lien Nguyen, Bui Van Hoi, Pham Hoang Nam, To Hien Minh, Marie-

Geneviève Dijoux-Franca, Vu Cam Tu, Nguyen Thi Kieu Oanh (2022). Ionomics and metabolomics analysis reveal the molecular mechanism of metal tolerance of *Pteris vittata* L. dominating in a mining site in Thai Nguyen province, Vietnam. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(58): 87268 - 87280, doi: 10.1007/s11356-022-21820-8.

2. Bui Thi Kim Anh, Dang Dinh Kim, Nguyen Trung Kien, Tran Van Tua, Do Tuan Anh (2011). Phytoremediation potential of indigenous plants from Thai Nguyen province, Vietnam. *Journal of Environmental Biology*, 32(2): 257 – 262.

3. Hoang Nam Pham, Serge Michalec, Josselin Bodillis, Tien Dat Nguyen, Thi Kieu Oanh Nguyen, Thi Phuong Quynh Le, Mohamed Haddad, Sylvie Nazaret, Marie-Geneviève Dijoux-Franca (2017). Impact of metal stress on the production of secondary metabolites in *Pteris vittata* L. and associated rhizosphere bacterial communities. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20): 16735 – 16750, doi: 10.1007/s11356-017-9167-2.

4. Bui Thi Kim Anh Bui, Dang Dinh Kim, Nguyen Trung Kien, Nguyen Ngoc Minh, Nguyen Quang Trung, Nguyen Hong Chuyen (2014). Phytoremediation of heavy metal polluted soil and water in Vietnam. *Journal of Vietnamese Environment*, 6(1): 47 – 51.

5. Pham Hoang Nam, Nguyen Quang Huy, Nguyen Thy Ngoc, Nguyen Thi Kieu Oanh, Bui Van Hoi, Nguyen Ngoc Lien, Nguyen Thi Thu Hien, Le Mai Huong, Nguyen Dinh Luyen, Nguyen Thi Huyen Thu, Tran Thi Hong Minh, Nguyen Tien Dat, Marie-Genevieve Dijoux-Franca (2022). Impact of metal contamination to the emergence of (multi) antibiotic resistant bacteria in Thai Nguyen, Vietnam. *Vietnam Journal of Biotechnology*, 20(1): 187 - 196, doi: 10.15625/1811-4989/13509.

6. Nguyen Ngoc Lien, Vu Cam Tu, To Hien Minh, Pham Hoang Nam, Nguyen Hai Dang,

- Nguyen Tien Dat, Nguyen Thi Kieu Oanh (2020). The interactions among the heavy metals in soils and in weeds and their antioxidant capacity under the mining activities in Thai Nguyen province, Vietnam. *Journal of Chemistry*, 1: 8010376, doi: 10.1155/2020/8010376.
7. R. A. Wuana, F. E. Okieimen (2011). Heavy metals in contaminated soils: A review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *ISRN Ecology*, 2011, 1 – 20, doi: 10.5402/2011/402647.
8. M. Rizwan, S. Ali, M. Z. U. Rehman, A. Maqbool (2019). A critical review on the effects of zinc at toxic levels of cadmium in plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(7): 6279 – 6289, doi: 10.1007/s11356-019-04174-6.
9. L. Järup, A. Åkesson (2009). Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 238(3): 201 – 208, doi: 10.1016/j.taap.2009.04.020.
10. Pham Hoang Nam, Pham Phuong Anh, Nguyen Thi Thu Huong, Guillaume Meiffren, Elisabeth Brothier, Isabelle Lamy, Serge Michalet, Marie-Geneviève Dijoux-Franca, Sylvie Nazaret (2018). Influence of metal contamination in soil on metabolic profiles of *Miscanthus x giganteus* belowground parts and associated bacterial communities. *Applied Soil Ecology*, 125: 240 – 249, doi: 10.1016/j.apsoil.2018.01.004.
11. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7538-6:2010: Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 6: Hướng dẫn về thu thập, xử lý và bảo quản mẫu đất ở điều kiện hiếu khí để đánh giá các quá trình hoạt động, sinh khối và tính đa dạng của vi sinh vật trong phòng thí nghiệm.
12. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 03-MT:2015/BTNMT về Giới hạn cho phép của một số kim loại nặng trong đất.
13. Chu Thi Thu Ha (2011). Survey on heavy metals contaminated soils in Thai Nguyen and Hung Yen provinces in Northern Vietnam. *Journal of Vietnamese Environment*, 1(1): 34 – 39, doi: 10.13141/jve.vol1.no1.pp34-39.
14. Trần Thị Phả, Hoàng Thị Mai Anh, Hà Thị Lan (2010). Đánh giá sự ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường đất sau khai thác khoáng sản tại khu vực mỏ sắt Trại Cau, huyện Đồng Hỷ, tỉnh Thái Nguyên. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 78(02): 93 – 96.
15. Nguyễn Ngọc Sơn Hải, Nguyễn Ngọc Nông, Nguyễn Khắc Giảng, Peter Sanderson, Ravi Naidu (2020). Sự tích lũy các kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb và Zn) trong đất bãi thải các mỏ khai thác khoáng sản tại tỉnh Thái Nguyên. *Tạp chí Khoa học Đất*, 59: 16 - 25.
16. G. Flora, D. Gupta, A. Tiwari (2012). Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdisciplinary Toxicology*, 5(2): 47 – 58, doi: 10.2478/v10102-012-0009-2.
17. P. Sharma, R. S. Dubey (2005). Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17, 35 – 52, doi: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202005000100004>.
18. M. R. Broadley, P. J. White, J. P. Hammond, I. Zelko, A. Lux (2007). Zinc in plants. *New Phytologist*, 173(4): 677 – 702, 2007, doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.01996.x.
19. B. K. Mandal, K. T. Suzuki (2002). Arsenic round the world: A review. *Talanta*, 58(1): 201 – 235, doi: 10.1016/S0039-9140(02)00268-0.
20. F.-J. Zhao, S. P. McGrath, A. A. Meharg (2010). Arsenic as a food chain contaminant: Mechanisms of plant uptake and metabolism and mitigation strategies. *Annual Review of Plant Biology*, 61, 535 – 559, doi: 10.1146/annurev-arplant-042809-112152.
21. M. Shahid, C. Dumat, S. Khalid, N. K. Niazi, P. M. C. Antunes (2017). Cadmium bioavailability, uptake, toxicity and detoxification in soil-plant system. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 241, 73 – 137, doi: 10.1007/398_2016_8.

22. P. Sharma, S. Rai, K. Gautam, S. Sharma and their interaction to environmental pollution, A. Husen, Ed., Elsevier, 211 – 229, doi: 10.1016/B978-0-323-99978-6.00012- (2023). Chapter 11 - Phytoremediation strategies of plants: Challenges and opportunities in plants

STUDY OF HEAVY METAL CONTAMINATION AND ITS POTENTIAL IMPACT ON AGRICULTURAL SOILS AND HUMAN HEALTH IN MINING AREAS OF THAI NGUYEN PROVINCE

Pham Hoang Nam¹, Nguyen Thi Thu Hien², Bui Van Hoi¹

¹Department of Life Sciences, University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam Academy of Science and Technology

²Institute of Biological and Food Technology, Hanoi Open University

Abstract

Mineral extraction generates undeniable economic benefits; however, this activity has been and continues to be a principal contributor to environmental contamination in the vicinity of mining operations. This study evaluated heavy metal contamination in soils from mining areas and adjacent agricultural lands in Thai Nguyen province. Soil samples were collected from four locations: Tan Long lead-zinc mine, Ha Thuong tin mine, Trai Cau iron mine and Thai Nguyen city. Heavy metals including arsenic (As), zinc (Zn), copper (Cu), cadmium (Cd), lead (Pb) were analyzed using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Results showed alarming levels of heavy metals exceeding Vietnamese national technical regulations (QCVN 03-MT:2015/BTNMT), particularly at three mining sites. Lead concentrations reached 38,441.6 mg/kg at Trai Cau (exceeding standards by 128 times), cadmium reached 172.9 mg/kg at Ha Thuong (17 times above limits) and zinc reached 40,124.9 mg/kg at Trai Cau (133 times above limits). No significant difference was found between mining soils and adjacent agricultural soils ($p > 0.05$), indicating contamination spread. Comparison with previous studies showed increasing contamination trends over time at multiple sites. The findings highlight serious environmental and health concerns, including potential bioaccumulation in food chains and impacts on agricultural productivity. The study recommends establishing buffer zones between mining and agricultural areas, implementing soil remediation techniques, monitoring heavy metal concentrations, and raising community awareness about associated health risks.

Keywords: *Agricultural soil, ICP-MS, heavy metals, mining activities, pollution.*

Ngày nhận bài: 24/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 28/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 15/4/2025

Ngày duyệt đăng: 10/7/2025

ỨNG DỤNG MACHINE LEARNING THEO DÕI BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT GIAI ĐOẠN 2010 - 2024 TẠI THÀNH PHỐ TÂN AN, TỈNH LONG AN

Nguyễn Kim Hoa^{1,2}, Nguyễn Thị Hải¹, Nguyễn Quang Thi³, Nguyễn Hữu Ngự^{1,*}

¹Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh

³Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

*Email: nguyenhuunguwx@huaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này ứng dụng thuật toán học máy Random Forest để phân loại và theo dõi sự thay đổi lớp phủ sử dụng đất tại thành phố Tân An, tỉnh Long An trong giai đoạn 2010 - 2024. Dữ liệu đầu vào gồm: Ảnh vệ tinh Landsat (các năm 2010, 2015, 2020), Sentinel-2 (năm 2024), dữ liệu mô hình số độ cao DEM và các chỉ số như: NDVI, NDWI, NDBI, BSI, LSWI, MNDWI, AWEI. Các mẫu huấn luyện được xây dựng gồm 6 lớp sử dụng đất chính gồm: Đất trống, mặt nước, cây lâu năm, cây hàng năm, khu dân cư và giao thông. Kết quả phân loại đạt độ chính xác cao với tổng độ chính xác tổng thể (OA) trên 91% và hệ số Kappa trên 0,89 cho từng năm. Biến động sử dụng đất thể hiện xu hướng đô thị hóa rõ rệt, với diện tích đất dân cư và giao thông tăng mạnh trong khi đất nông nghiệp giảm. Giai đoạn 2010 - 2024, đất dân cư tăng hơn 1.600 ha, chủ yếu chuyển đổi từ đất cây lâu năm và cây hàng năm. Trong khi đó, mặt nước biến động nhẹ, còn đất trống giảm mạnh qua các năm. Các bản đồ lớp phủ theo từng giai đoạn, bản đồ biến động không gian và ma trận chuyển đổi sử dụng đất được xây dựng và biên tập trên phần mềm GIS đã cung cấp cái nhìn trực quan về quá trình chuyển đổi sử dụng đất. Kết quả cho thấy xu hướng chuyển đổi rõ rệt từ đất nông nghiệp sang đất xây dựng, phản ánh tốc độ đô thị hóa mạnh mẽ của thành phố Tân An trong hơn một thập kỷ qua. Nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho công tác đánh giá và định hướng quy hoạch sử dụng đất tại địa phương.

Từ khóa: *Biến động sử dụng đất, Google Earth Engine, học máy, Random Forest, Tân An.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh đô thị hóa đang diễn ra ngày càng mạnh mẽ, việc theo dõi và đánh giá biến động sử dụng đất (SDĐ) đóng vai trò quan trọng nhằm đảm bảo quản lý tài nguyên hiệu quả và định hướng phát triển bền vững. Tại Việt Nam, đặc biệt là ở các đô thị cấp tỉnh như thành phố Tân An tỉnh Long An, sự gia tăng dân số và nhu cầu phát triển cơ sở hạ tầng đã thúc đẩy quá trình chuyển đổi mạnh mẽ từ đất nông nghiệp sang đất phi nông nghiệp, gây ra nhiều thách thức trong công tác quy hoạch và bảo vệ đất đai [1].

Trước đây, các phương pháp truyền thống và kiểm kê đất đai định kỳ hiện nay chủ yếu dựa trên dữ liệu hành chính và bản đồ hiện trạng, vì vậy còn

nhều hạn chế trong việc cập nhật kịp thời và thể hiện chi tiết biến động theo không gian [2]. Công nghệ GIS và viễn thám đã và đang phát triển mạnh, các phương pháp phân tích, đánh giá về biến động SDĐ, về đô thị hóa cũng ngày càng trở nên thuận tiện và có hiệu quả. Hiện nay, đã có những nghiên cứu trên thế giới sử dụng các thuật toán học máy Machine Learning (ML) để phân loại lớp phủ dựa trên các phần mềm thương mại chuyên dụng để phân loại lớp phủ bề mặt đất từ ảnh vệ tinh, như nghiên cứu của Swapam Talukdar và cs (2020) [3], Brian W Szuster và cs (2011) [4], Abbas Taati và cs (2015) [5], Subhra Swetanisha và cs (2022) [6]. Ngoài ra, nghiên cứu của Phạm Anh Tuấn (2024) [7] cũng đã sử dụng ML là thuật

toán rừng ngẫu nhiên Random Forest (RF) và ngôn ngữ lập trình Java Script để xây dựng chương trình tự động hóa việc phân loại, giám sát biến động các lớp phủ SĐĐ dựa trên nền tảng dữ liệu điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE) từ ảnh vệ tinh Sentinel-2. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Huyền Trang và cs (2023) [8] sử dụng thuật toán học máy Support Vector Machine (SVM) để phân loại, xác định các lớp phủ SĐĐ tại khu vực quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội năm 2023. Kết quả của các nghiên cứu này đã sử dụng ML để phân loại được một số lớp phủ bề mặt của khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, để nâng cao hiệu quả hơn nữa, cần có kết quả phân tích của nhiều năm liên tục để theo dõi, giám sát biến động lớp phủ SĐĐ theo các giai đoạn khác nhau.

Ngoài ra, một trong những nền tảng ứng dụng hữu ích khác có thể kể đến là GEE, đây là nền tảng dữ liệu điện toán đám mây, có khả năng xử lý dữ liệu viễn thám online, đáp ứng kịp thời các yêu cầu cung cấp thông tin, dữ liệu phục vụ công tác giám sát biến động SĐĐ [9]. Gần đây, các thuật toán học máy như RF đã được chứng minh là có khả năng phân loại ảnh vệ tinh hiệu quả, đặc biệt trong môi trường dữ liệu đa chiều và phức tạp [10]. Thuật toán này không những có khả năng kháng nhiễu tốt, mà còn có thể đánh giá được mức độ

quan trọng của từng biến đầu vào, phù hợp với dữ liệu từ ảnh Landsat, Sentinel-2, chỉ số NDVI, NDWI, NDBI, cùng các yếu tố địa hình như mô hình số độ cao (viết tắt là DEM) [11].

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn và khả năng ứng dụng cao của công nghệ mới, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (1) Ứng dụng thuật toán RF để phân loại lớp phủ SĐĐ từ dữ liệu viễn thám đa nguồn; (2) Phân tích biến động SĐĐ giai đoạn 2010 - 2024 tại thành phố Tân An, nơi đang chịu áp lực lớn từ quá trình đô thị hóa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Tân An được xem là một trong những đô thị vệ tinh của thành phố Hồ Chí Minh và là đô thị cửa ngõ của vùng đồng bằng sông Cửu Long, có vị trí trọng yếu về an ninh quốc phòng với sự giao lưu thuận lợi bằng các tuyến giao thông quan trọng như Quốc lộ 1A, đường cao tốc thành phố Hồ Chí Minh - Trung Lương, Quốc lộ 62 và sông Vàm Cỏ Tây. Thành phố Tân An là một trong những khu vực phát triển kinh tế - xã hội trọng điểm của tỉnh Long An, nằm cách thành phố Hồ Chí Minh khoảng 47 km về phía Tây Nam theo tuyến Quốc lộ 1A (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng tổng hợp các nguồn dữ liệu viễn thám, địa hình và dữ liệu huấn luyện thực địa như sau:

Ảnh vệ tinh quang học đa thời gian:

- Landsat 5 TM: Sử dụng cho năm 2010, độ phân giải không gian 30 m, gồm 6 kênh phản xạ (B1 - B5, B7), dữ liệu từ bộ *LANDSAT/LT05/C02/T1_L2*.

- Landsat 8 OLI: Áp dụng cho các năm 2015 và 2020, độ phân giải 30 m, kênh phổ từ B2 - B7, trích xuất từ bộ *LANDSAT/LC08/C02/T1_L2*.

- Sentinel-2 MSI: Sử dụng cho năm 2024, độ phân giải 10 - 20 m, dữ liệu hiệu chỉnh khí quyển từ bộ *COPERNICUS/S2_SR*, gồm các kênh B2 - B12.

Để đảm bảo chất lượng, ảnh được lựa chọn trong hai mùa (mùa khô: 1/1 - 30/4 và mùa mưa: 1/7 - 31/10) với điều kiện mây thấp (< 10% với Sentinel-2 và Landsat 8, < 20% với Landsat 5). Ảnh trong mỗi mùa được tổng hợp theo trung vị để tạo ảnh đại diện cho từng năm.

Chỉ số phổ và dữ liệu độ cao:

Từ ảnh vệ tinh, các chỉ số được tính toán nhằm tăng khả năng phân biệt lớp phủ đất:

- Chỉ số thực vật:

+ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

+ Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI).

$$SAVI = \frac{(NIR - Red)(1 + L)}{NIR + Red + L}, L = 0,5$$

Trong đó: L là hằng số hiệu chỉnh ảnh hưởng nền đất (0 - 1; 0,5 thường dùng khi che phủ trung bình).

- Chỉ số nước:

+ Normalized Difference Water Index (NDWI)

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

+ Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR1}{Green + SWIR1}$$

+ Automated Water Extraction Index for shadowed areas (AWEI)

$$AWEI_{sh} = 4(Green - SWIR1) - (0,25NIR + 2,75SWIR2)$$

- Chỉ số xây dựng và đất trống:

+ Normalized Difference Built-up Index (NDBI)

$$NDBI = \frac{SWIR1 - NIR}{SWIR1 + NIR}$$

+ Bare Soil Index (BSI)

$$BSI = \frac{(SWIR1 + Red) - (NIR + Blue)}{(SWIR1 + Red) + (NIR + Blue)}$$

+ Land Surface Water Index (LSWI)

$$LSWI = \frac{NIR - SWIR1}{NIR + SWIR1}$$

Ngoài ra, DEM từ bộ *USGS/SRTMGL1_003* (30 m) được tích hợp nhằm bổ sung thông tin độ cao phục vụ phân loại, đặc biệt hữu ích ở các vùng trũng hoặc xây dựng ven kênh, rạch.

Dữ liệu mẫu huấn luyện và kiểm tra:

- Dữ liệu mẫu được thu thập và kiểm tra trực quan dựa trên ảnh Google Earth theo từng năm trong giai đoạn nghiên cứu.

- Tổng số mẫu sử dụng là 3.350 điểm, phân bố đều cho 6 lớp SDĐ: Giao thông (GT) có 800 mẫu. Các lớp còn lại (đất trống, nước, cây lâu năm (CLN), cây hàng năm (CHN)): Trung bình 500 mẫu/lớp. Riêng lớp dân cư là 550 mẫu.

- Mẫu được chia ngẫu nhiên thành 02 tập: 70% huấn luyện, 30% cho kiểm định mô hình phân loại.

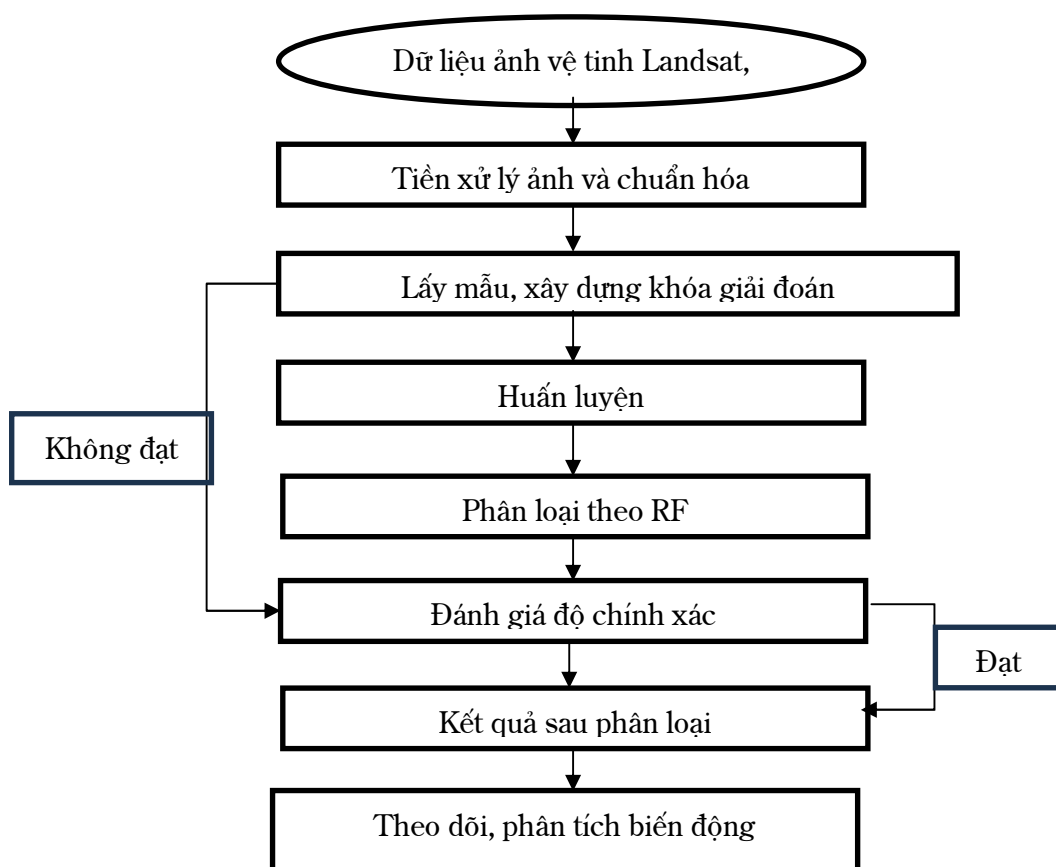
2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Quy trình nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh được cung cấp miễn phí thông qua nền tảng GEE và ứng dụng thuật toán RF để tính toán, phân loại lớp phủ bề mặt cho dữ liệu đầu vào là ảnh vệ tinh Landsat

5 TM, Landsat 8 OLI và Sentinel-2. Dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 sử dụng trong nghiên cứu là các ảnh đã được hiệu chỉnh khí quyển, các ảnh có lượng mây che phủ thấp, được hiệu chỉnh hình học trên hệ quy chiếu WGS84. Việc phân loại ảnh được thực hiện trực tuyến trên nền tảng dữ liệu điện toán đám mây GEE. Nghiên cứu lựa chọn phân loại ảnh theo 6 lớp phủ bề mặt tương đương với các lớp: 1) Lớp phủ đất trống, 2) Lớp phủ mặt nước, 3) Lớp phủ CLN, 4) Lớp phủ CHN, 5) Lớp phủ dân cư, 6) Lớp phủ giao thông. Việc lấy mẫu để huấn luyện và thực hiện phân loại được lựa chọn cho từng lớp. Trong đó, đối với lớp phủ đất trống, các điểm lấy mẫu phân loại được chọn là các

khu vực như: Bãi đất, cát, bãi bồi, khu vực đang san lấp, các khu vực đất trống mới san lấp chuẩn bị xây dựng. Lớp phủ mặt nước gồm các khu vực ao hồ, sông suối, kênh mương. Lớp phủ CLN bao gồm những khu vực có cây cối lớn, dày đặc, lâu năm. Lớp phủ CHN gồm các khu vực như hoa màu, bãi cỏ, ruộng vườn tại thời điểm thu nhận ảnh đang có cây trồng hàng năm. Lớp phủ dân cư gồm nhà cửa, công trình xây dựng độc lập và các khu vực nhà cửa, công trình xây dựng tại thôn, xóm, khu chung cư, các tòa nhà cao tầng. Lớp phủ giao thông gồm các hệ thống tuyến giao thông đường bộ.



Hình 2. Sơ đồ quy trình thực hiện

Việc thực hiện phân loại các lớp phủ SĐĐ được thực hiện tự động dựa trên việc lập trình bằng ngôn ngữ lập trình JavaScript. Các bước thực hiện được tiến hành theo sơ đồ quy trình ở hình 2. Cụ thể: Trích xuất dữ liệu ảnh vệ tinh của khu vực nghiên cứu dựa trên nền tảng dữ liệu điện toán đám mây GEE; tiền xử lý dữ liệu ảnh và chuẩn hóa đảm bảo có dữ liệu tốt nhất có thể; tiến hành việc

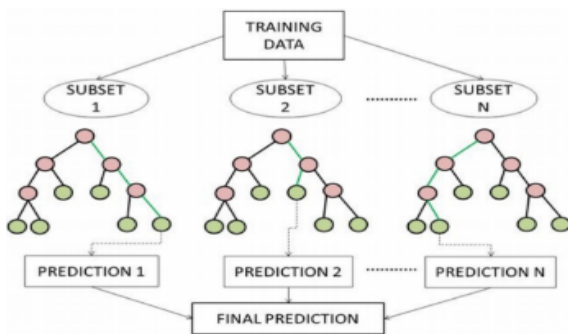
tạo mẫu, huấn luyện để cho chương trình học và ghi nhận các thông tin về các mẫu cho từng loại lớp phủ; phân loại các lớp phủ theo mẫu đã huấn luyện bằng thuật toán RF; thu nhận kết quả và đánh giá độ chính xác phân loại ảnh theo thuật toán RF; sau khi có kết quả phân loại ảnh, đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu, tiến hành các bước phân tích, theo dõi biến động các lớp phủ SĐĐ trong giai đoạn 2010 - 2024 tại khu vực nghiên cứu.

2.3.2. Phương pháp sử dụng thuật toán RF

RF là một thuật toán học máy thuộc nhóm các phương pháp ensemble learning, được phát triển bởi Breiman (2001) [10]. Thuật toán này hoạt động dựa trên việc xây dựng một tập hợp nhiều cây quyết định (decision trees) và kết hợp kết quả của chúng thông qua cơ chế bỏ phiếu đa số (majority voting) nhằm nâng cao độ chính xác và giảm thiểu hiện tượng quá khớp (overfitting). Trong bài toán phân loại SDD, mỗi cây trong rừng được huấn luyện từ một tập con ngẫu nhiên của dữ liệu huấn luyện (thông qua phương pháp bootstrap sampling), đồng thời tại mỗi nút phân chia, RF chỉ chọn một tập con ngẫu nhiên các thuộc tính để quyết định chia nhánh. Cách tiếp cận “đóng bao” (bagging) này giúp giảm phương sai của bộ phân loại và hạn chế hiện tượng quá khớp. Sau đó, kết quả dự đoán cuối cùng cho một điểm dữ liệu thu được bằng cách kết hợp nhiều cây quyết định [12]. Cụ thể, quyết định phân loại được viết dưới dạng:

$$H(x) = \operatorname{argmax}_Y \sum_{i=1}^K I(h_i(x) = Y)$$

Trong đó: $H(x)$ là mô hình kết hợp, h_i là mô hình phân loại của cây quyết định đơn lẻ, Y là biến đầu ra (hoặc biến mục tiêu), $I(.)$ là hàm chỉ báo. Công thức cho thấy rằng, RF sử dụng đa số các quyết định biểu quyết để xác định phân loại cuối cùng.



Hình 3. Mô hình phân loại theo thuật toán RF

Nguồn: Đỗ Lan Phương và cs (2024) [9]

Thuật toán RF được đánh giá cao nhờ độ chính xác và tính ổn định; các tham số quan trọng thường được chọn theo kinh nghiệm gồm: Số cây (ntree) là 150, vì đường cong OA/Kappa bão hòa quanh 120 - 160 cây; tăng > 150 chỉ cải thiện rất nhỏ nhưng tốn thời gian, trong khi 150 cho kết quả ổn định qua nhiều lần chia train/test, số đặc trưng

ngẫu nhiên tại mỗi nút (mtry) là 3 theo quy tắc $mtry \approx \sqrt{p}$, $p \approx 14$ biến đầu vào và đã kiểm chứng bằng tuning, giúp giảm tương quan giữa cây, giữ cân bằng bias - variance và đạt OA tương đương cấu hình lớn hơn. Các giá trị này nên được lựa chọn thông qua kiểm định chéo hoặc thử nghiệm thực nghiệm [13], [14]. Nhược điểm của RF là chi phí tính toán tăng theo số cây và độ sâu, song việc huấn luyện có thể song song hóa nên thời gian thực thi thường vẫn hiệu quả. Trong nghiên cứu này, đã hiện thực RF trên nền tảng điện toán đám mây GEE bằng JavaScript, để tiền xử lý, trích xuất đặc trưng và phân loại ảnh Landsat và Sentinel-2. Kết quả tạo ra các bản đồ lớp phủ gồm sáu lớp (đất trống, mặt nước, CLN, CHN, khu dân cư, giao thông) cho khu vực thành phố Tân An.

2.3.3. Phương pháp đánh giá độ chính xác phân loại ảnh

Trong nghiên cứu này, độ chính xác của kết quả phân loại lớp phủ SDD được xác định bằng ma trận nhầm lẫn (confusion matrix) - bảng đối chiếu giữa nhãn tham chiếu và nhãn dự đoán theo từng lớp, qua đó nhận diện các kiểu nhầm lẫn và mức độ phù hợp của mô hình [15]. Từ ma trận này, tính các chỉ số chính gồm độ chính xác tổng thể (Overall Accuracy, OA) và hệ số Kappa (Cohen's Kappa). Theo thường lệ, hệ số Kappa trong khoảng từ 0,4 - 0,6 phản ánh mức độ phù hợp trung bình, giá trị từ lớn hơn 0,6 - 0,8 cho thấy sự phù hợp tốt và hơn 0,8 - 1,0 thể hiện mức gần như hoàn hảo [14]. Dữ liệu mẫu được phân chia theo tỷ lệ 70% cho huấn luyện và 30% cho kiểm định, bảo đảm đánh giá ngoài mẫu một cách khách quan [16].

2.3.4. Phương pháp phân tích, theo dõi biến động các lớp phủ SDD

Kết quả các lớp phủ SDD từ việc phân loại ảnh vệ tinh tại khu vực nghiên cứu được sử dụng làm dữ liệu đầu vào để phân tích, theo dõi các biến động tại khu vực trong giai đoạn 2010 - 2024. Việc phân tích, theo dõi biến động lớp phủ SDD được thực hiện với phần mềm mã nguồn mở QGIS. Các lớp dữ liệu được tính toán tổng hợp và tiến hành chồng xếp không gian để tìm ra các thay đổi qua các giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2024.

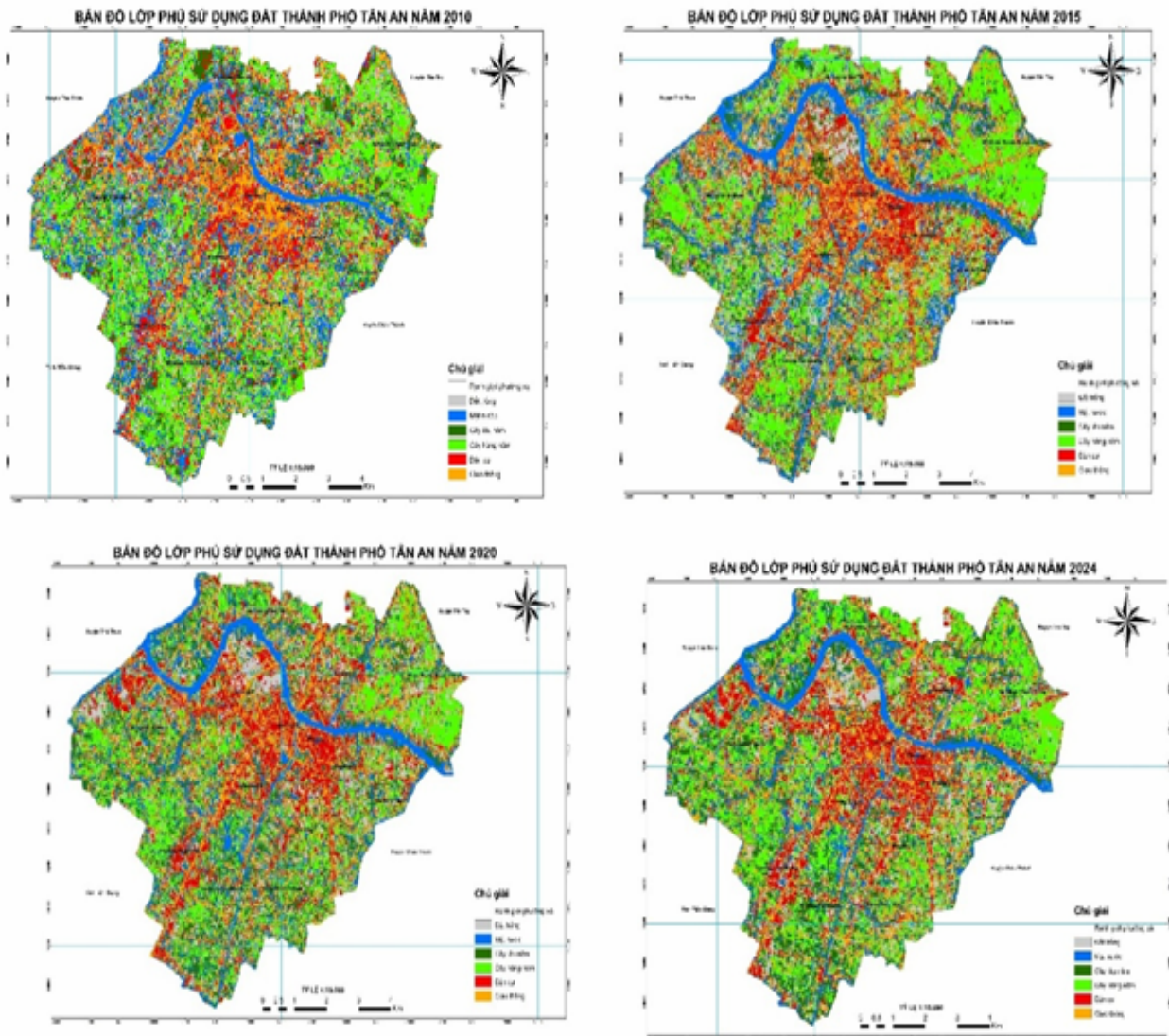
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân loại các lớp phủ SĐĐ giai đoạn 2010 - 2024 tại thành phố Tân An

Sau khi xử lý dữ liệu, phân loại ảnh, kết quả là sản phẩm ảnh sau khi phân loại theo thuật toán RF. Mỗi một ảnh sau phân loại bao gồm 6 loại lớp phủ SĐĐ bao gồm: Lớp phủ đất trống, lớp phủ mặt nước, lớp phủ CLN, lớp phủ CHN, lớp phủ dân cư, lớp phủ giao thông. Hình 4 thể hiện sản phẩm của lớp phủ SĐĐ sau phân loại của khu vực nghiên cứu theo thuật toán RF.

Kết quả phân loại lớp phủ SĐĐ giai đoạn 2010 - 2024 ở hình 4 cho thấy, xu hướng đô thị hóa mở rộng từ trung tâm thành phố Tân An ra các khu vực ven phía Nam và Đông Bắc. Năm 2010, đất nông nghiệp (CHN và CLN) vẫn chiếm tỷ lệ lớn, đặc biệt tập trung tại khu vực phía Nam và Đông

Bắc thành phố. Đất dân cư chủ yếu phân bố quanh khu vực trung tâm và các tuyến giao thông chính như Quốc lộ 1 và Quốc lộ 62. Tuy nhiên, đến năm 2024, diện tích đất phi nông nghiệp, đặc biệt là đất dân cư và đất giao thông đã mở rộng rõ rệt, bao phủ phần lớn trung tâm thành phố và lan tỏa mạnh về phía Tây Nam (phường 3, phường 4, phường Tân Khánh và phía Đông Bắc (phường Khánh Hậu, xã Lợi Bình Nhơn). Quá trình này cho thấy sự lan rộng không gian đô thị theo xu hướng “đa tâm”, phản ánh đặc điểm phát triển đô thị hoá điển hình ở các đô thị vệ tinh vùng thành phố Hồ Chí Minh. Nguyên nhân sự tăng giảm trên, ngoài việc do tình trạng sử dụng đất thực tế mỗi năm một khác, còn có thể do tại các thời điểm thu nhận ảnh, chất lượng ảnh cũng tạo nên những tính toán có thể tồn tại sai lệch trong phân loại.



Hình 4. Kết quả phân loại lớp phủ SĐĐ giai đoạn 2010 - 2024 theo thuật toán RF

Bảng 1. Độ chính xác phân loại ảnh

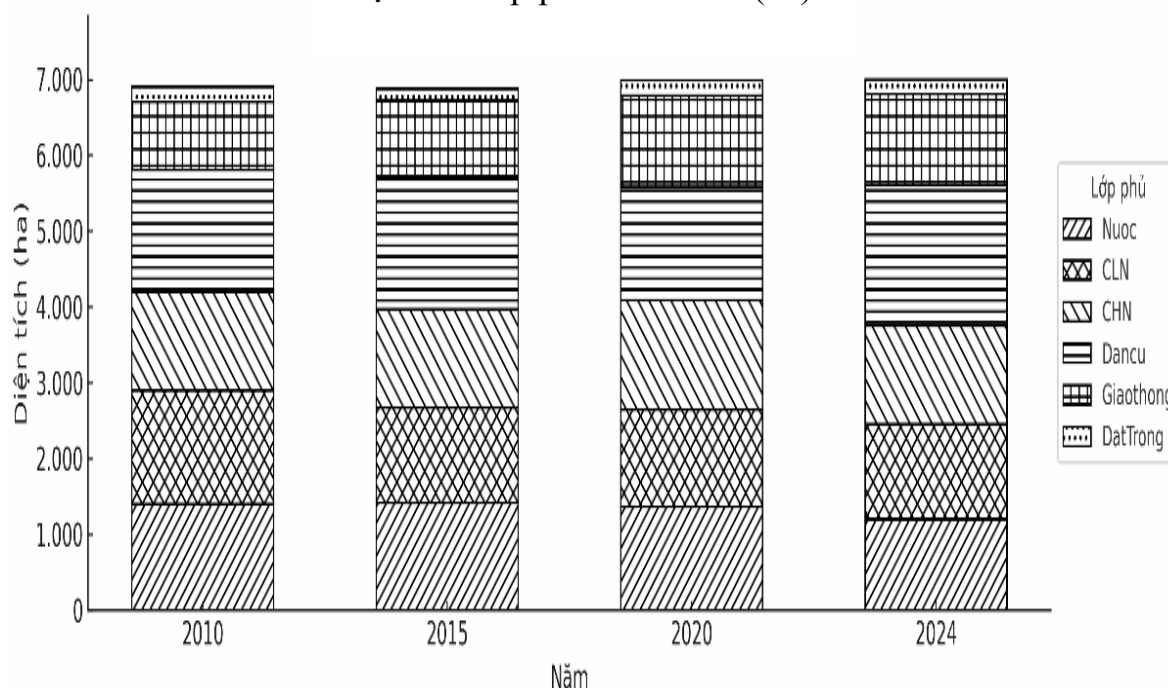
Năm	OA	Kappa
2010	91,3 %	0,89
2015	92,0%	0,90
2020	92,7%	0,91
2024	93,1%	0,92

Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại ảnh ở bảng 1 cho thấy, các bản đồ lớp phủ SDD cho 4 năm đều đạt độ chính xác cao, với OA lần lượt là 91,3%, 92,0%, 92,7% và 93,1%; đồng thời hệ số Kappa cũng đạt từ 0,89 - 0,92. Lỗi chủ yếu nằm ở ranh giới giữa CHN và CLN, một phần do tính chất cạnh tác hỗn hợp và chuyển đổi thời vụ. Kết quả cho thấy, độ chính xác ảnh sau phân loại là rất cao nên kết quả này đảm bảo độ tin cậy để đưa ra các thống kê, phân tích về các lớp phủ SDD trong giai đoạn 2010 - 2024 tại khu vực thành phố Tân An, tỉnh Long An.

3.2. Kết quả thống kê diện tích lớp phủ SDD qua các năm

Kết quả thống kê diện tích lớp phủ SDD qua các năm tại hình 5 cho thấy: Đất dân cư tăng từ 1.560 ha (năm 2010) lên 2.030 ha (năm 2024), tương ứng tăng 470 ha ($\approx 30\%$). Sự gia tăng này cho thấy quá trình đô thị hóa đang diễn ra mạnh mẽ và ổn định theo thời gian. Đất giao thông tăng từ 870 ha lên 1.200 ha, phản ánh sự mở rộng và nâng cấp hạ tầng kỹ thuật phục vụ đô thị hóa. CHN giảm mạnh nhất, từ 1.410 ha xuống còn 960 ha, mất khoảng 450 ha ($\approx 32\%$), cho thấy đất nông nghiệp dễ bị chuyển đổi sang các mục đích phi nông nghiệp. Đất trống và mặt nước giảm nhẹ hoặc duy trì tương đối ổn định, trong khi CLN duy trì với mức giảm không đáng kể, chứng tỏ tính ổn định hơn của hình thức SDD này.

Diện tích lớp phủ theo năm (ha)



Hình 5. Kết quả thống kê diện tích lớp phủ SDD qua các năm

3.3. Kết quả chuyển đổi SĐĐ qua các giai đoạn

Sau khi chồng xếp các lớp hiện trạng, đã tiến hành tính toán và xác định được ma trận biến động SĐĐ của thành phố Tân An trong giai đoạn 2010 - 2024. Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Dữ liệu bảng ma trận chuyển đổi SĐĐ cho thấy, khu vực nghiên cứu đang có những biến động rất rõ ràng, đặc biệt là theo hướng đô thị hóa và phát triển hạ tầng. Bảng 2 cho thấy đất trống là loại bị chuyển đổi nhiều nhất, giảm tới 163,17 ha. Cụ thể, có tới 838,08 ha đất trống được chuyển sang đất CHN, 655,20 ha chuyển sang đất CLN, 693,18 ha sang đất giao thông, ngoài ra còn hơn 464 ha chuyển thành đất dân cư. Điều này cho thấy, đất trống đang được tận dụng tối đa để phục vụ sản xuất, xây dựng và mở rộng cơ sở hạ tầng. Tiếp theo là đất mặt nước, cũng giảm đáng kể với 172,35 ha bị mất đi. Nhiều diện tích mặt nước đã bị chuyển sang các mục đích khác, trong đó 696,42

ha chuyển thành đất CLN, 423,90 ha thành đất trống và gần 461,70 ha thành đất CHN. Việc này có thể liên quan đến san lấp ao hồ để phục vụ sản xuất hoặc phát triển đô thị, nhưng cũng tiềm ẩn rủi ro về môi trường nếu không được kiểm soát kỹ. Trong khi đó, đất CLN gần như giữ ổn định, chỉ tăng nhẹ 8,37 ha. Loại đất này vừa nhận thêm từ các nhóm khác như mặt nước và đất trống, vừa chuyển bớt sang đất CHN (851,31 ha) và đất dân cư (301,14 ha). Điều này cho thấy, có sự linh hoạt trong canh tác, có thể do người dân luân canh hoặc chuyển đổi cơ cấu cây trồng để phù hợp với điều kiện và thị trường. Đất CHN tăng đáng kể, thêm 104,40 ha. Đây là loại đất nhận được nhiều chuyển đổi nhất: Từ đất trống (838,08 ha), đất CLN (851,31 ha) và cả đất mặt nước (461,70 ha). Việc mở rộng diện tích trồng CHN cho thấy, người dân đang đầu tư nhiều hơn cho sản xuất nông nghiệp ngắn hạn, linh hoạt và phù hợp với canh tác mùa vụ.

Bảng 2. Ma trận chuyển đổi SĐĐ tổng hợp giai đoạn 2010 - 2024

Đơn vị tính: ha.

Từ/đến	Đất trống	Mặt nước	CLN	CHN	Dân cư	Giao thông	Tăng (inflow)	Giảm (outflow)	Net (mức tăng/giảm ròng)
Đất trống	1.065,69	476,64	655,20	838,08	464,67	693,18	2.964,60	3.127,77	-163,17
Mặt nước	423,90	1.611,81	696,42	461,70	233,01	544,05	2.186,73	2.359,08	-172,35
CLN	626,22	573,93	1.052,91	851,31	301,14	607,68	2.968,65	2.960,28	+8,37
CHN	715,41	460,08	825,03	2.299,32	162,81	629,91	2.897,64	2.793,24	+104,40
Dân cư	498,60	172,53	243,81	187,83	1.304,19	710,01	2.032,65	1.812,78	+219,87
Giao thông	700,47	503,55	548,19	558,72	871,02	1.528,29	3.184,83	3.181,95	+2,88

Đất dân cư tăng mạnh nhất trong tất cả các loại, tăng tới 219,87 ha. Gần 1.304 ha đất CHN đã được chuyển thành đất ở, cùng với 464,67 ha từ đất trống và 301,14 ha từ đất CLN. Sự gia tăng mạnh mẽ này phản ánh quá trình đô thị hóa đang diễn ra nhanh chóng, kéo theo nhu cầu lớn về nhà ở, khu

dân cư và các công trình xây dựng. Cuối cùng là đất giao thông, tuy chỉ tăng nhẹ 2,88 ha, nhưng cũng nhận thêm nhiều diện tích từ các loại đất khác như: 710,01 ha từ đất CHN, 693,18 ha từ đất trống và 607,68 ha từ đất CLN. Đây là dấu hiệu cho thấy cơ sở hạ tầng, đặc biệt là đường sá cũng đang

được mở rộng để phục vụ quá trình đô thị hóa. Nhìn chung, bảng 2 cho thấy bức tranh quen thuộc tại các đô thị đang phát triển: Đất trống, đất nông nghiệp và mặt nước dần dần bị thu hẹp để nhường chỗ cho nhà ở và giao thông. Đây là xu thế tất yếu, nhưng cũng đặt ra thách thức lớn về quy hoạch SĐĐ sao cho hợp lý - vừa đáp ứng được nhu cầu phát triển, vừa đảm bảo cân bằng sinh thái và môi trường sống lâu dài cho người dân.

3.4. Thảo luận

Nghiên cứu đã ứng dụng hiệu quả thuật toán RF trên nền tảng GEE kết hợp với ảnh Landsat, Sentinel-2, DEM và các chỉ số phổ (NDVI, NDWI, NDBI, SAVI, MNDWI, AWEL...) để phân loại lớp phủ SĐĐ và đánh giá biến động SĐĐ trong giai đoạn 2010 - 2024. Độ chính xác phân loại cao (OA > 91%, Kappa > 0,89), cùng với hệ thống bản đồ và ma trận chuyển đổi được biên tập chi tiết đã cho thấy, xu hướng chuyển đổi rõ rệt từ đất nông nghiệp sang đất xây dựng phản ánh đúng thực trạng đô thị hóa tại địa phương.

So với kết quả nghiên cứu của Phạm Anh Tuấn (2024) [7] tại huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội, cũng ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phân loại và dự báo biến động SĐĐ, có thể thấy sự tương đồng trong việc sử dụng ảnh Sentinel-2, nền tảng GEE và thuật toán RF. Tuy nhiên, nghiên cứu của Phạm Anh Tuấn (2024) [7] mở rộng thêm khả năng dự báo xu hướng đến năm 2028 thông qua mô hình MOLUSCE trên QGIS, đồng thời chú trọng đề xuất các giải pháp quản lý đất đai. Khác với hướng dự báo, nghiên cứu tại thành phố Tân An ưu tiên phân tích chuỗi thời gian dài, từ năm 2010 - 2024 (14 năm), phản ánh biến động thực tế bằng dữ liệu phong phú và quy trình xử lý trọn vẹn (tiền xử lý → hợp ảnh → RF → kiểm định → bản đồ biến động).

Tương tự, nghiên cứu của Đỗ Lan Phương và cs (2024) [9] tại quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội cũng sử dụng thuật toán RF trên nền tảng

GEE để phân loại lớp phủ từ ảnh Sentinel-2 giai đoạn 2019 - 2023. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ phân tích 5 lớp phủ cơ bản, không tích hợp ảnh Landsat hay dữ liệu địa hình và chỉ lựa chọn ảnh trong mùa khô. Do đó, khả năng phản ánh chi tiết biến động không gian - thời gian còn hạn chế so với kết quả nghiên cứu tại thành phố Tân An. Dù vậy, kết quả vẫn cho thấy xu hướng đô thị hóa với diện tích đất dân cư tăng 5,27% và thực vật dày giảm 5,32%, tương đồng với xu thế biến động đất đai tại thành phố Tân An.

Từ việc so sánh với các kết quả nghiên cứu khác, có thể khẳng định rằng, nghiên cứu tại thành phố Tân An có độ bao phủ tốt hơn về thời gian, độ sâu dữ liệu và tính toàn diện trong phương pháp xử lý, từ đó tăng cường độ tin cậy và khả năng ứng dụng trong quy hoạch SĐĐ và giám sát đô thị hóa ở quy mô địa phương.

4. KẾT LUẬN

Phương pháp ứng dụng thuật toán RF đã cho thấy hiệu quả vượt trội trong phân loại lớp phủ SĐĐ tại thành phố Tân An, với độ chính xác cao và khả năng xử lý nhanh hơn so với các phương pháp truyền thống. Kết quả cho thấy, xu hướng mở rộng mạnh mẽ đất phi nông nghiệp (dân cư, giao thông) trong giai đoạn 2010 - 2024, chủ yếu tại các phường ven đô như: Phường 5, phường Tân Khánh, xã Bình Tâm và xã Hướng Thọ Phú. Diện tích đất nông nghiệp (CHN, CLN) suy giảm rõ rệt, đặc biệt dọc theo các trục giao thông và ven sông Vàm Cỏ Tây. Xu thế này phản ánh quá trình đô thị hóa nhanh nhưng cũng đặt ra thách thức trong bảo vệ quỹ đất nông nghiệp và phát triển bền vững. Mặc dù kết quả đạt được có độ tin cậy cao, các nghiên cứu tiếp theo cần tích hợp khảo sát thực địa và đối chiếu tài liệu để tăng cường tính xác thực và ứng dụng trong quản lý, quy hoạch SĐĐ.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được thực hiện dưới sự hỗ trợ của đề tài “Ứng dụng Machine Learning theo dõi biến

động sử dụng đất giai đoạn 2010 - 2024 tại thành phố Tân An, tỉnh Long An". Mã số: CT.2025.12 do Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Báo cáo quy hoạch sử dụng đất quốc gia giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
2. Nguyễn Văn Cường, Trần Thị Mai Hương (2019). Ứng dụng viễn thám trong kiểm kê đất đai. *Tạp chí Khoa học Đất*, (58), 45 – 52.
3. Swapan Talukdar, Pankaj Singha, Susanta Mahato, Swades Pal, Yuei-An Liou and Atiqur Rahman (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations - A review. *Remote Sensing*, 12(7), 1135. <https://doi.org/10.3390/rs12071135>.
4. Brian W Szuster, Qi Chen and Michael Borger (2011). A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, 31(2): 525 - 532.
5. Abbas Taati, Fereydoon Sarmadian, Amin Mousavi, Chamran Taghati Hossien Pour and Amir Hossein Esmail Shahir (2015). Land use classification using support vector machine and maximum likelihood algorithms by Landsat 5 TM images. *Walailak Journal of Science*, 12(8): 681 - 687.
6. Subhra Swetanisha, Amiya Ranjan Panda and Dayal Kumar Behera (2022). Land use/land cover classification using machine learning models. *International Journal of Electrical Computer Engineering (IJECE)*, 12(2): 2040 - 2046.
7. Phạm Anh Tuấn (2024). Theo dõi biến động sử dụng đất huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội giai đoạn 2018 – 2023. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*, 52, 89 - 97.
8. Nguyễn Thị Huyền Trang, Đặng Thanh Tùng, Phạm Thị Sao Mai, Hà Thị Thu Hồng (2023). Nghiên cứu phân loại lớp phủ sử dụng đất từ ảnh vệ tinh Sentinel-2 dựa trên thuật toán SVM. *Science Journal of Natural Resources*, 45, 74 - 82.
9. Đỗ Lan Phương, Hoàng Thị Thủy, Đỗ Như Hiệp (2024). Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo theo dõi biến động lớp phủ sử dụng đất khu vực quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội giai đoạn 2019 - 2023. *Tạp chí Trắc địa - Bản đồ*, 01, trang 23 - 30.
10. Breiman, L (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5 - 32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
11. Thanh Noi Phan, Verena Kuch and Lukas W. Lehnert (2020). Land cover classification using Google Earth Engine and Random Forest classifier-the role of image composition. *Remote Sensing*, 12(15), 2411. <https://doi.org/10.3390/rs12152411>.
12. Frank Thonfeld, Stefanie Steinbach, Javier Muro, Fridah Kiriimi (2020). Long-term land use/land cover change assessment of the kilombo catchment in Tanzania using Random Forest classification and robust change vector analysis. *Remote Sensing*, 12(7), 1057. <https://doi.org/10.3390/rs12071057>.
13. J Ross Quinlan (1996). Bagging, boosting and C4. 5. *Aai/Iaai*, 1, 725 - 730.
14. Giang Thị Phương Thảo, Phạm Thị Thu Hương, Phạm Việt Hòa, Nguyễn An Bình (2021). Đánh giá độ chính xác trong phân loại lớp phủ dựa trên thuật toán học máy và dữ liệu viễn thám thông qua Google Earth Engine: Áp dụng tại tỉnh Đắk Lắk. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*, 46, 55 - 65.
15. Am Hay (1988). The derivation of global estimates from a confusion matrix. *International Journal of Remote Sensing*, 9(8): 1395 - 1398.
16. Ahmed M Abdel-Zaher and Ayman M Eldeib (2016). Breast cancer classification using deep belief networks. *Expert Systems with Applications*, 46, 139 - 144.

**APPLYING MACHINE LEARNING TO TRACK LAND USE CHANGES IN TAN AN CITY,
LONG AN PROVINCE IN THE PERIOD OF 2010 - 2024**

Nguyen Kim Hoa^{1,2}, Nguyen Thi Hai¹, Nguyen Quang Thi³, Nguyen Huu Ngu¹

¹ *University of Agriculture and Forestry, Hue University*

² *Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment*

³ *Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry*

Abstract

In this study, land use cover changes in Tan An city, Long An province, between 2010 and 2024 are classified and tracked using the Random Forest machine learning algorithm. The input data consists of Sentinel-2 (2024), Landsat satellite images (2010, 2015, 2020), DEM terrain data and indices like NDVI, NDWI, NDBI, BSI, LSWI, MNDWI and AWEI. The training models are built including 6 main land use classes (vacant land, water surface, perennial trees, annual trees, residential areas and traffic). The classification results are highly accurate with a total accuracy (OA) of over 91% and a Kappa coefficient of over 0.89 for each year. The land use dynamics indicate a pronounced urbanization trend - residential and transportation areas expanded markedly, while agricultural land declined. In the period of 2010 - 2024, residential land will increase by more than 1.600 hectares, mainly converted from land for perennial trees and annual trees. Meanwhile, the water surface fluctuates slightly, while the vacant land decreases sharply over the years. Phased overlay maps, spatial variation maps and land-use conversion matrices built and edited on GIS software provided a visual view of the land-use transition process. The results show a clear trend of conversion from agricultural land to construction land, reflecting the strong urbanization rate of Tan An city over the past decade. The study contributes to providing a scientific basis for the assessment and orientation of land use planning in the locality.

Keywords: *Land use change, Google Earth Engine, machine learning, Random Forest, Tan An.*

Ngày nhận bài: 20/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 26/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/7/2025

Ngày duyệt đăng: 31/7/2025

THỂ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường đăng tải các bài báo khoa học công bố các công trình nghiên cứu khoa học có nội dung khoa học mới, các bài tổng quan về ngành nông nghiệp và môi trường chưa gửi đăng ở bất kỳ loại hình báo chí nào.

2. Bài báo có thể viết bằng tiếng Việt (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Việt) hoặc tiếng Anh (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Anh), soạn thảo trên máy vi tính, các dòng cách nhau bằng 1,2 (Paragraph/Line spacing Multiple at 1,2), sử dụng font chữ Times New Roman, cỡ chữ 12, có độ dài không quá 10 trang giấy khổ A4 bao gồm cả tài liệu tham khảo.

3. Từ khóa được trình bày theo thứ tự alphabet, từ 3 - 5 từ. Từ khóa bằng tiếng Việt và tiếng Anh phải cùng nội dung, ý nghĩa của từ. Phần tóm tắt có độ dài không quá 350 từ viết liền, không xuống dòng, cỡ chữ 10, bao gồm: Nêu ngắn gọn về mục đích, phương pháp nghiên cứu, kết quả nghiên cứu chính. Bài báo viết bằng tiếng Việt phải có tóm tắt bằng cả tiếng Anh, tiếng Việt và không khác biệt về nội dung, ý nghĩa.

4. Bài báo phải được trình bày theo thứ tự sau: Tên bài báo bằng tiếng Việt và tiếng Anh, (các) tác giả, tên cơ quan của (các) tác giả, tóm tắt, từ khóa, nội dung của bài báo, lời cảm ơn (nếu có), tài liệu tham khảo. Tác giả liên hệ phải được chỉ rõ cùng với địa chỉ cơ quan, Email, số điện thoại trên trang nhất của bản thảo. Tên riêng tiếng Việt phải có đủ dấu thanh kể cả các bài viết bằng tiếng Anh.

5. Tài liệu tham khảo được trình bày theo thứ tự trích dẫn và đánh số đặt trong ngoặc vuông theo thứ tự xuất hiện trong bài báo và trong danh mục tài liệu tham khảo.

+ Đối với các tài liệu là bài báo trong Tạp chí ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên bài báo, tên tạp chí, tập, số, trang.

+ Đối với các tài liệu là sách ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên sách, nhà xuất bản, nơi xuất bản.

Nếu bài viết bằng tiếng Anh, tài liệu tham khảo nào không phải bằng tiếng Anh thì phải dịch ra tiếng Anh và chú thích ngôn ngữ gốc trong ngoặc đơn.

6. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường thực hiện quy trình gửi bài, quy trình phản biện online trên hệ thống phần mềm của Tạp chí và sử dụng cơ sở dữ liệu các số Tạp chí đã xuất bản, đề nghị các cộng tác viên, phản biện bài báo và bạn đọc truy cập vào website: <http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn> và thực hiện các thủ tục theo hướng dẫn.

7. Chi tiết xin liên hệ: Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường; Số 10 Nguyễn Công Hoan, phường Giảng Võ, Hà Nội; Điện thoại: 024.37711070; 024.38345457; 024.37716634. Email: bbtnongnghiep@gmail.com.

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000