

TẠP CHÍ

Nông nghiệp & Môi trường

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

19
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

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& MÔI TRƯỜNG**

**p-ISSN 3093-3382
e-ISSN 3093-3153**

NĂM THỨ HAI MƯƠI LĂM

**SỐ 514 NĂM 2025
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ**

**TỔNG BIÊN TẬP
TS. ĐÀO XUÂN HƯNG
ĐT: 024.37711070**

**PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
THS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT
ĐT: 024.38345457**

TOÀ SOẠN
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Phường Giảng Võ - TP. Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinmnt@mae.gov.vn
http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn

Giấy phép số:
23/GP - BVHTTDL
Bộ Văn hoá, Thể thao và Du lịch
cấp ngày 25 tháng 4 năm 2025

**Chế bản tại Tap chí
Nông nghiệp và Môi trường
In tại Công ty TNHH Sản xuất
Thương mại Hưng Hà**

**Đơn vị phát hành: Công ty
Phát hành báo chí Trung ương
ĐT: 0913023486**

MỤC LỤC

- | | | |
|---|--|--------|
| ❑ | LÊ THỊ LOAN, PHẠM HÙNG CƯỜNG, ĐOÀI HỒNG HẠNH, DƯƠNG THỊ HẠNH, NGUYỄN THỊ HOA, NGUYỄN THỊ THÚY HẰNG, NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY. Kết quả bảo tồn chuyển chỗ (ex-situ) nguồn gen thực vật nông nghiệp giai đoạn 2020 - 2024 tại Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia | 3-13 |
| ❑ | NGUYỄN THỊ HỒNG NHUNG, BÙI THỊ HỒNG NHỤY, BÙI THỊ HỒNG, ĐẶNG VĂN ĐÔNG. Nghiên cứu nhân giống hoa lay ơn CF.21.09 từ củ <i>in vitro</i> tại tỉnh Quảng Ninh | 14-19 |
| ❑ | TRẦN TRUNG THÀNH, PHẠM THỊ PHƯƠNG THẢO, NGUYỄN NHƯ Ý, LÊ THỊ MINH THƯ, LÊ THANH TOÀN. Phân lập và đánh giá khả năng đối kháng của một số dòng vi khuẩn được phân lập từ đất vườn bưởi Năm Roi tại tỉnh Vĩnh Long với nấm <i>Fusarium solani</i> và <i>Sclerotium rolfsii</i> trong điều kiện <i>in vitro</i> | 20-27 |
| ❑ | PHẠM TRUNG HIẾU, NGUYỄN VĂN SƠN, TRỊNH THỊ VÂN ANH, TRẦN THỊ THẢO, PHAN CÔNG KIÊN, PHẠM VĂN PHƯỚC. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến sinh trưởng, năng suất của giống tỏi TON8 (<i>Allium sativum</i> L.) tại vùng duyên hải Nam Trung bộ | 28-38 |
| ❑ | NGUYỄN VĂN LỢI, TRẦN VĂN QUY, LÊ ANH TUẤN, NGUYỄN ĐỨC TIẾN, ĐỖ THỊ HẠNH, PHẠM HOÀNG NAM. Nghiên cứu xây dựng quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ bằng phương pháp sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại | 39-50 |
| ❑ | NGUYỄN LÊ YẾN NHI, TRẦN MINH PHÚC, NGUYỄN MINH TRỌNG, NGUYỄN TRUNG TRỰC. Ảnh hưởng của màng bao sấp ong kết hợp dịch chiết lô hội đến sự thay đổi chất lượng của quả táo (<i>Ziziphus mauritiana</i>) sau thu hoạch | 51-60 |
| ❑ | NGUYỄN XUÂN LAN, NGUYỄN THANH GIAO, HUỲNH VƯƠNG THU MINH. Phân tích biến động không gian - thời gian và các nguồn ô nhiễm nước mặt tại tỉnh An Giang bằng thống kê đa biến | 61-70 |
| ❑ | LƯƠNG NGỌC CHUNG, NGUYỄN NGUYỄN HOÀN, NGUYỄN VĂN TUẤN. Cơ sở khoa học đề xuất một số giải pháp xây dựng công trình điều tiết trên dòng chính sông Mã | 71-78 |
| ❑ | LA ÁNH DƯƠNG, NGUYỄN TUẤN DƯƠNG, TRƯƠNG TẤT ĐỢ. Đặc điểm phân bố và lâm học loài Hoàng đàn giả (<i>Dacrydium elatum</i> (Roxb.) Wall) tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng tỉnh Gia Lai | 79-86 |
| ❑ | NGUYỄN ĐÌNH CHUNG, NGUYỄN QUANG THI. Đánh giá kết quả thực hiện quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất hàng năm tại huyện Nga Sơn, tỉnh Thanh Hóa giai đoạn 2021 - 2024 | 87-100 |

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND
ENVIRONMENT**

**p-ISSN 3093-3382
e-ISSN 3093-3153**

**THE TWENTY FIFTH YEAR
No. 514 - 2025**

**Editor-in-Chief
Dr. DAO XUAN HUNG**
Tel: 024.37711070

**Deputy Editor-in-Chief
MS. KIEU DANG TUYET**

Tel: 024.38345457

Head-office
No 10 Nguyen Cong Hoan
Giang Vo - Ha Noi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinnmt@mae.gov.vn
<http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn>

License No.23/GP - BVHTTDL issued
by the Ministry of Culture, Sports and
Tourism on April 25, 2025

Printing in Hung Ha trading
production company Limited

CONTENTS

❑	LE THI LOAN, PHAM HUNG CUONG, DOI HONG HANH, DUONG THI HANH, NGUYEN THI HOA, NGUYEN THI THUY HANG, NGUYEN THI BICH THUY. Results of ex-situ conservation of agricultural plant genetic resources for the period 2020 - 2024 at the National Plant Genebank	3-13
❑	NGUYEN THI HONG NHUNG, BUI THI HONG NHUY, BUI THI HONG, DANG VAN DONG. Results of suitable materials for propagating gladiolus variety CF.21.09 using corms division in Quang Ninh province	14-19
❑	TRAN TRUNG THANH, PHAM THI PHUONG THAO, NGUYEN NHU Y, LE THI MINH THU ¹ AND LE THANH TOAN. Isolation and assessment of antagonistic ability of several beneficial bacteria from pomelo orchard soil in Vinh Long province against <i>Fusarium solani</i> and <i>Sclerotium rolfsii</i>	20-27
❑	PHAM TRUNG HIEU, NGUYEN VAN SON, TRINH THI VAN ANH, TRAN THI THAO, PHAN CONG KIEN, PHAM VAN PHUOC. Effect of planting density and potassium fertilizer dosage on growth and yield of garlic variety TON8 (<i>Allium sativum</i> L.) in the south central coastal region	28-38
❑	NGUYEN VAN LOI, TRAN VAN QUY, LE ANH TUAN, NGUYEN DUC TIEN, DO THI HANH, PHAM HOANG NAM. Study on the developing process processing red pepper by freeze drying method combined with infrared radiation	39-50
❑	NGUYEN LE YEN NHI, TRAN MINH PHUC, NGUYEN MINH TRONG, NGUYEN TRUNG TRUC. Effect of aloe vera extract and beeswax coating on the quality changes of jujube fruits (<i>Ziziphus mauritiana</i>)	51-60
❑	NGUYEN XUAN LAN, NGUYEN THANH GIAO, HUYNH VUONG THU MINH. Spatiotemporal variation and pollution source apportionment of surface water in An Giang province using multivariate statistics	61-70
❑	LUONG NGOC CHUNG, NGUYEN NGUYEN HOAN, NGUYEN VAN TUAN. Scientific basis for proposed solutions for constructing regulatory works on the main trail of the Ma river	71-78
❑	LA ANH DUONG, NGUYEN TUAN DUONG, TRUONG TAT DO. Distribution and silvicultural characteristics of <i>Dacrydium elatum</i> (Roxb.) Wall in Kon Chu Rang Nature Reserve, Gia Lai province	79-86
❑	NGUYEN DINH TRUNG, NGUYEN QUANG THI. Evaluation of the results of implementation of annual land use planning and plans in Nga Son district, Thanh Hoa province for the period 2021 - 2024	87-100

KẾT QUẢ BẢO TỒN CHUYỂN CHỖ (EX-SITU) NGUỒN GEN THỰC VẬT NÔNG NGHIỆP GIAI ĐOẠN 2020 - 2024 TẠI NGÂN HÀNG GEN CÂY TRỒNG QUỐC GIA

Lê Thị Loan^{1*}, Phạm Hùng Cường¹, Đới Hồng Hạnh¹, Dương Thị Hạnh¹,
Nguyễn Thị Hoa¹, Nguyễn Thị Thúy Hằng¹, Nguyễn Thị Bích Thủy¹

¹Trung tâm Tài nguyên thực vật

*Email: ltloan27@gmail.com

TÓM TẮT

Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia giữ vai trò hạt nhân trong hệ thống bảo tồn tài nguyên di truyền thực vật (TNDTTV) tại Việt Nam, vừa là kho dự trữ chiến lược nhằm bảo vệ nguồn gen cây trồng khỏi rủi ro do thiên tai, biến đổi khí hậu, vừa là nền tảng cho nghiên cứu, chọn tạo giống, đảm bảo an ninh lương thực và phát triển nông nghiệp bền vững. Giai đoạn 2020 - 2024, Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia đã bảo tồn 28.790 mẫu cây có hạt thuộc 125 loài của 4 nhóm cây trồng, bao gồm: Nhóm cây họ hòa thảo, nhóm cây ngũ cốc, nhóm cây đậu và nhóm cây rau, 3.041 nguồn gen của 18 tập đoàn cây sinh sản vô tính và 659 mẫu bảo tồn *in vitro*. Công tác nhân trùng hóa đạt 10,9% (3.461 mẫu), đánh giá ban đầu và chi tiết đạt lần lượt 11,1 và 16,8% (5.354 mẫu). Dữ liệu được số hóa với hơn 89.000 trường mô tả và 29.000 trường đánh giá, cập nhật trên cơ sở dữ liệu quốc gia và trang web prc.org.vn. Bên cạnh đó, nhiều giống bản địa đã được phục tráng và đưa vào sản xuất, góp phần tăng thu nhập cho nông dân 10 - 15%. Kết quả cho thấy, Việt Nam đã mở rộng đáng kể quy mô bảo tồn, song tỷ lệ đánh giá chi tiết và ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại còn hạn chế. Do vậy, cần ưu tiên đầu tư hạ tầng, tích hợp công nghệ phân tử và tăng cường hợp tác quốc tế nhằm nâng cao hiệu quả bảo tồn và sử dụng bền vững nguồn gen thực vật.

Từ khóa: Nguồn gen thực vật, bảo tồn ex-situ, đánh giá, trùng hóa, tư liệu hóa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia giữ vai trò hạt nhân trong hệ thống bảo tồn tài nguyên di truyền thực vật (TNDTTV) tại Việt Nam, vừa là kho dự trữ chiến lược nhằm bảo vệ nguồn gen cây trồng khỏi rủi ro do thiên tai, biến đổi khí hậu, vừa là nền tảng cho nghiên cứu, chọn tạo giống, đảm bảo an ninh lương thực và phát triển nông nghiệp bền vững.

TNDTTV phục vụ nông nghiệp và lương thực (PGRFA) được thu thập và trao đổi toàn cầu suốt 500 năm qua nhằm đảm bảo khả năng thích ứng của giống cây trong tương lai và thúc đẩy ứng dụng trong công nghệ sinh học và chọn tạo giống [1]. Theo FAO (2023) [2], mất đa dạng di truyền đang diễn ra trên diện rộng, khiến nhiều loài thực vật dễ bị biến đổi khí hậu và bệnh hại đe dọa.

Trong một nghiên cứu tổng hợp gần đây cho thấy, hai phần ba loài thực vật, động vật đang mất đi sự đa dạng di truyền đáng kể trong những thập niên gần đây [3].

Việt Nam là trung tâm đa dạng sinh học cây trồng với nhiều giống bản địa quý như: Lúa, rau, đậu, cây có củ... được bảo tồn trong hệ thống quỹ gen quốc gia [4, 5, 6]. Những năm gần đây, các hoạt động chính trong bảo tồn gồm: Điều tra, thu thập; lưu giữ (ex-situ, in-situ); mô tả, đánh giá và tư liệu hóa; và khai thác sử dụng đã được tăng cường, góp phần củng cố hiệu quả hệ thống bảo tồn quốc gia. Bảo tồn thông qua sử dụng được coi là giải pháp tối ưu để duy trì lâu dài nguồn gen. Tuy nhiên, thực tế đáng lo ngại là hơn 80% giống bản địa đã biến mất khỏi sản xuất [7], do tác động của biến đổi khí hậu, đô thị hóa và sản xuất nông

nghiệp thâm canh. Các nghiên cứu gần đây cũng cho thấy, hệ thống bảo vệ hiện có không đủ hiệu quả và cần mở rộng để duy trì nguồn gen quý hiếm. Thêm vào đó, cơ chế pháp lý và chia sẻ quốc tế còn chưa đồng bộ, làm hạn chế khả năng hội nhập của Việt Nam.

Bên cạnh thách thức, Việt Nam có nhiều cơ hội nhờ sự quan tâm của Nhà nước, nguồn kinh phí ổn định và hợp tác quốc tế (FAO, Bioversity International, CGIAR). Đồng thời, nhu cầu thực tiễn về giống chống chịu và chất lượng cao cũng thúc đẩy việc khai thác nguồn gen bản địa. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này tổng hợp dữ liệu bảo tồn chuyển chỗ (ex-situ) giai đoạn 2020 - 2024, bao gồm: Lưu giữ hạt trong kho lạnh, cây sinh sản vô tính tại đồng ruộng, *in vitro*, cùng hoạt động nhân tái sinh, đánh giá và tư liệu hóa. Kết quả góp phần làm rõ hiện trạng, xu hướng và đề xuất định hướng sử dụng hiệu quả nguồn gen thực vật tại Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng toàn bộ nguồn gen thực vật nông nghiệp lưu giữ tại Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia giai đoạn 2020 - 2024, gồm 28.790 mẫu cây có hạt, 3.041 mẫu cây sinh sản vô tính, và 659 mẫu *in vitro*. Đối tượng tập trung vào nguồn gen bản địa và giống truyền thống đã được đánh giá. Các hoạt động bảo tồn, nhân tái sinh và đánh giá được tiến hành tại Trung tâm Tài nguyên thực vật (Hà Nội) và một số điểm nhân giống tại các vùng sinh thái trong nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nguồn gen cây trồng được bảo quản theo tiêu chuẩn quốc tế và cơ sở. Nguồn gen hạt lưu giữ trong kho lạnh tuân thủ theo Handbooks for Genebanks No. 8 (2006) [8], FAO (2014) [9]. Nguồn gen sinh sản vô tính được lưu giữ tại ngân hàng gen đồng ruộng và *in vitro* theo Reed và cs (2004) [10] và các hướng dẫn tiêu chuẩn bổ sung của FAO (2014) [9]. Sổ tay bảo tồn nguồn gen thực vật nông nghiệp [11] và bộ Tiêu chuẩn cơ sở của Trung tâm Tài nguyên thực vật [12].

Dữ liệu được thu thập từ báo cáo nghiên cứu và báo cáo thường niên năm 2020 - 2024, kết hợp điều tra số lượng, trạng thái và đặc điểm nguồn

gen bảo tồn ex-situ (kho lạnh, *in vitro*, đồng ruộng). Phân tích sử dụng thống kê mô tả, phân nhóm theo loại cây và mục tiêu bảo tồn, khai thác, đồng thời so sánh để đánh giá xu hướng xói mòn và hiệu quả bảo tồn.

Đánh giá di truyền sử dụng các chỉ thị phân tử (ITS, matK, rbcL) và GWAS để phân tích đa dạng và phân nhóm nguồn gen. Ngoài ra, nghiên cứu tham chiếu tài liệu quốc tế và tham vấn chuyên gia trong, ngoài nước nhằm đề xuất định hướng chiến lược bảo tồn và khai thác bền vững.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả lưu giữ nguồn gen trong giai đoạn 2020 - 2024

Bên cạnh nguồn gen được thu thập từ dự án thuộc Chương trình phát triển giống của Nhà nước, Trung tâm Tài nguyên thực vật đã thu thập 2.066 mẫu nguồn gen từ các nhóm cây như lúa, ngô, đậu đỗ, rau, cây có củ và loài hoang dại, thông qua các dự án hợp tác quốc tế (với Mỹ, Nhật Bản, Anh) và trong nước. Trong giai đoạn 2020 - 2024, hệ thống bảo tồn nguồn gen thực vật nông nghiệp của Việt Nam tiếp tục được củng cố và mở rộng, với sự hỗ trợ từ ngân sách nhà nước. Các hình thức bảo tồn chuyển chỗ (ngân hàng hạt giống, đồng ruộng, *in vitro*) đã được triển khai cho hầu hết nhóm cây trồng, kèm theo xây dựng cơ sở dữ liệu lớn với hơn 89.000 trường mô tả và gần 29.000 trường đánh giá chi tiết.

+ *Lưu giữ tại ngân hàng gen hạt và ngân hàng gen đồng ruộng*

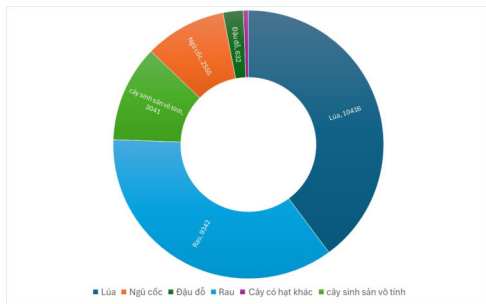
Đến cuối năm 2024, Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia đã lưu giữ 28.790 mẫu gen thuộc hơn 100 loài, với nhóm lúa chiếm tỷ trọng lớn nhất (10.416 mẫu), tiếp theo là đậu đỗ (6.320 mẫu), rau (9.342 mẫu), ngũ cốc (2.555 mẫu) và các cây khác (157 mẫu). Tính đến tháng 12/2024, hệ thống đã lưu giữ được 3.041 mẫu nguồn gen sinh sản vô tính thuộc 31 loài, bao gồm các tập đoàn chính như: Khoai lang (727 mẫu), môn sọ (519), sắn (317), nghệ (270), gừng (275), khoai từ (124), dong riềng (173) và các nhóm khác như ráy, khoai mùng, riềng, hoa sen, cây thuốc - gia vị... Số lượng nguồn gen bảo tồn tăng 55,2% so với năm 2020, từ 18.540 lên 28.790 mẫu, trong đó nhóm rau và đậu tăng

nhanch nhất (Bảng 1 và Biểu đồ 1). Sự gia tăng thực tiễn trong sản xuất và tiềm năng phát triển nhanh của các nhóm rau và đậu phản ánh nhu cầu giống mới.

Bảng 1. Kết quả lưu giữ nguồn gen tại Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia giai đoạn 2020 - 2024

TT	Tên cây trồng	Số lượng nguồn gen đang lưu giữ					Hình thức lưu giữ
		Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2024	
I. Ngân hàng gen hạt							
1	Lúa	8.648	8.647	10.425	10.425	10.416	Trung hạn/dài hạn
2	Ngũ cốc	1.477	1.479	2.557	2.557	2.555	Trung hạn/dài hạn
3	Đậu	3.206	3.206	6.332	6.329	6.320	Trung hạn/dài hạn
4	Rau	4.656	4.629	9.452	9.434	9.342	Trung hạn/dài hạn
5	Bông	544	-	-	-	-	
6	Cây khác	9	9	157	157	157	Trung hạn/dài hạn
	Tổng	18.540	17.970	28.923	28.902	28.790	
II. Ngân hàng gen đồng ruộng							
	Tổng	1.746	3.079	3.055	3.049	3.041	Trên đồng ruộng/chậu vại

Nguồn: Báo cáo kết quả nhiệm vụ bảo tồn năm 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 [13 - 17]



Biểu đồ 1. Lưu giữ tại ngân hàng gen hạt và đồng ruộng: Số lượng nguồn gen theo nhóm cây trồng đến năm 2024

TNDTTV tại Việt Nam đang bị xói mòn nghiêm trọng do tác động

của con người, biến đổi khí hậu và suy thoái môi trường, với trên 80% giống bản địa đã biến mất khỏi sản xuất [7]. Trong bối cảnh đó, nhu cầu bảo tồn và khai thác TNDTTV để nâng cao năng suất, đảm bảo an ninh lương thực và phát triển nông nghiệp bền vững trở nên cấp thiết. Mặc dù số lượng mẫu bảo tồn ex-situ tăng 55,2% giai đoạn 2020 - 2024, tỷ lệ đánh giá chi tiết còn thấp (7,5%) và khoảng 25% mẫu nhân giống không đạt yêu cầu do điều kiện sinh thái không phù hợp. Điều này cho thấy cần ưu tiên bảo tồn theo vùng sinh thái và đầu tư hạ tầng kỹ thuật nhằm tăng hiệu quả khai thác nguồn gen.



Seedfile - Hạt giống gốc



Hệ thống kho lạnh lưu giữ nguồn gen cây có hạt



Lưu giữ nguồn gen hạt



Lưu giữ tập đoàn nguồn gen cây sắn trên đồng ruộng



Lưu giữ tập đoàn nguồn gen cây khoai sọ trên đồng ruộng



Lưu giữ tập đoàn nguồn gen cây gừng trong chậu vại

Hình 1. Lưu giữ nguồn gen tại ngân hàng gen hạt và đồng ruộng

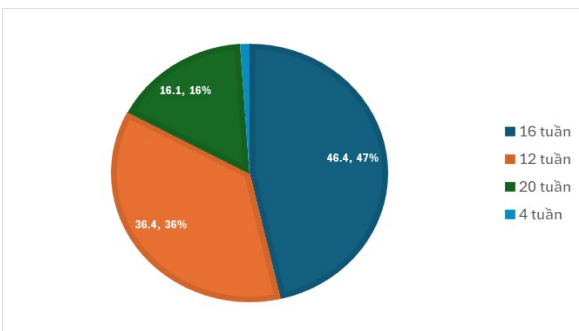
+ Lưu giữ nguồn gen trong ngân hàng gen *in vitro*

Trong khi các hình thức bảo tồn tại ngân hàng gen hạt và đồng ruộng còn tồn tại hạn chế (mất sức nảy mầm ở cây có hạt; rủi ro do sâu, bệnh, thời tiết), phương pháp lưu giữ *in vitro* đang trở thành giải pháp bổ sung hiệu quả. Tính đến năm 2024, Trung

tâm Tài nguyên thực vật đã bảo tồn 659 mẫu nguồn gen *in vitro* thuộc các nhóm cây có củ, chuối và cỏ ngọt. Trong đó, khoai môn sọ chiếm số lượng lớn nhất (311 mẫu), tiếp theo là gừng (107), nghệ (84), khoai mỡ (65), khoai từ (47), chuối (38) và cỏ ngọt (7 mẫu) (Bảng 2, Biểu đồ 2).

Bảng 2. Hiện trạng công tác bảo tồn *in vitro* tại Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia

STT	Loại nguồn gen		Hiện trạng số lượng nguồn gen lưu giữ <i>in vitro</i>
1	Cây có củ	Khoai môn sọ	311
		Khoai từ	47
		Khoai mỡ	65
		Gừng	107
		Nghệ	84
2	Chuối		38
3	Cỏ ngọt		7
Tổng số			659



Biểu đồ 2. Lưu giữ tại ngân hàng gen *in vitro*:

Tỷ lệ mẫu theo chu kỳ cấy chuyển



Hình 2. Lưu giữ nguồn gen tại ngân hàng gen *in vitro*

Các nguồn gen được cấy chuyển để đảm bảo cây sinh trưởng phát triển bình thường. Thời gian cấy chuyển định kỳ của mẫu giống biến động từ 4 - 20 tuần, trong đó thời gian cấy chuyển 16 tuần chiếm tỷ lệ cao nhất 46,4% (306 nguồn gen), 12 tuần (240 nguồn gen) chiếm 36,4% và 20 tuần (106 nguồn gen) chiếm 16,1% còn lại là các nguồn gen có thời gian cấy chuyển 4 tuần (7 nguồn gen, chiếm 1,1%). Chu kỳ cấy chuyển 16 - 20 tuần tại Việt Nam tương đồng với thời gian kinh điển (6 - 24 tháng) trong các mạng lưới ngân hàng gen quốc tế như: CIP, CIAT, IITA [18, 19]. Hệ thống *in vitro* của Việt Nam có quy mô nhỏ hơn nhưng đã vận hành ổn định với hiệu quả ban đầu. Để cải thiện và tương thích quốc tế [20, 21], Việt Nam cần nghiên cứu tối ưu môi trường sinh trưởng chậm (slow growth) nhằm kéo dài chu kỳ cấy, giảm chi phí và bảo tồn lâu dài.

+ Nhân trẻ hóa nguồn gen

Nhân trẻ hóa (tái sinh) nguồn gen được thực hiện khi hạt giảm sức sống (< 80%) hoặc cây già cỗi, sâu, bệnh. Trong giai đoạn 2020 - 2024, ngân hàng gen thực hiện 3.461 lượt mẫu nguồn gen được nhân

trẻ hóa, chiếm khoảng 10,9% tổng số mẫu lưu giữ, phối hợp giữa Trung tâm Tài nguyên thực vật và các đơn vị mạng lưới, trung bình khoảng 690 mẫu/năm, cho thấy công tác tái sinh được thực hiện thường xuyên và tương đối ổn định (Bảng 3).

Bảng 3. Kết quả nhân trẻ hóa nguồn gen giai đoạn 2020 - 2024

TT	Nội dung	Số lượt mẫu nguồn gen					Tổng số
		Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2024	
1	Nhóm hòa thảo (lúa)	90	235	206	270	162	963
2	Nhóm ngũ cốc (ngô)	50	80	100	92	62	384
3	Nhóm rau	302	263	208	168	269	1.210
4	Nhóm đậu	88	235	171	170	240	904
	Tổng	530	813	685	700	733	3.461

Nguồn: Báo cáo kết quả nhiệm vụ bảo tồn năm 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 [13 - 17]

Nhóm rau có số lượt mẫu tái sinh cao nhất (1.210 mẫu, chiếm ~35% tổng số), phản ánh sự suy giảm nhanh sức sống hạt hoặc đặc tính sinh học cần trẻ hóa thường xuyên. Năm 2021 ghi nhận số lượt mẫu cao nhất (813 mẫu), tăng gần 53% so với năm 2020, cho thấy nhu cầu tập trung bổ sung nhân mới nguồn gen nhóm này. Việc tái sinh được thực hiện đồng đều ở các nhóm cây trồng chính (lúa, ngô, rau, đậu), góp phần duy trì tính ổn định và bền vững của nguồn gen lưu giữ.

Công tác nhân tái sinh trẻ hóa nguồn gen gặp nhiều trở ngại do thời tiết bất lợi, đô thị hóa gây ô nhiễm nguồn nước, đất, không phù hợp với điều kiện sinh thái tương thích và thiếu cơ sở hạ tầng hỗ trợ dẫn đến khoảng 25% mẫu không đạt yêu cầu. Trong số đó, 58% mẫu có tỷ lệ sinh trưởng - ra hoa - kết quả thấp. Nhiều mẫu giống có tỷ lệ nảy mầm < 5%, nhiễm bệnh, sai giống do một số loài cây giao phấn, đặc biệt là các loài thuộc họ bầu bí (Cucurbitaceae) khiến ~27,7% mẫu không thu được hạt trong giai đoạn 2020 - 2024. Để khắc phục cần đầu tư hạ tầng tưới tiêu và kho làm khô hạt sau thu hoạch; phân lập thời vụ, chọn địa điểm nhân giống theo vùng sinh thái tương đồng; tuân

thủ cách ly nghiêm ngặt với cây thụ phấn chéo nhằm đảm bảo chất lượng và tính đúng giống của nguồn gen lưu giữ. Một số mẫu nguồn gen có sức sống thấp cần được tiến hành tái sinh trong điều kiện đặc biệt để cứu phôi.

Trong khi đó, tại CIMMYT (Mexico), IRRI (Philippines) và CIP (Peru) - những trung tâm gen toàn cầu, công tác tái sinh nguồn gen được tích hợp chặt chẽ với mô hình sinh thái vùng và phân tích di truyền trước khi nhân giống, nhằm đảm bảo đúng giống - đúng điều kiện. Chu kỳ tái sinh được lập kế hoạch tự động dựa trên phần mềm quản lý genbank (GRIN-Global, Genesys) và được giám sát nghiêm ngặt bằng chỉ thị phân tử để tránh thoái hóa hoặc sai giống [22, 23]. Hơn nữa, một số quốc gia như Nhật Bản và Hàn Quốc áp dụng mô hình “decentralized regeneration” - nhân trẻ hóa tại các điểm vệ tinh gần khu vực thu thập nhằm tối ưu hóa điều kiện sinh trưởng và giảm tổn thất. Họ cũng tích hợp công nghệ dự báo thời tiết và sinh thái học tính toán để lựa chọn thời vụ nhân giống phù hợp nhất [24, 25].

+ Cấp phát nguồn gen trong giai đoạn 2020 - 2024

Bảng 4. Số lượng nguồn gen cấp phát giai đoạn 2020 - 2024

Cây \ Năm	Năm 2020		Năm 2021		Năm 2022		Năm 2023		Năm 2024		Tổng
	Ngoài	Nội bộ	Ngoài	Nội bộ	Ngoài	Nội bộ	Ngoài	Nội bộ	Ngoài	Nội bộ	
Lúa	124	44	211	20	138	199	33	291	63	246	1.369
Ngô	-	1	14	-	31	-	7	-	10	-	63

Ngũ cốc	-	-	14	-	-	-	10	-	-	-	24
Rau	28	11	3	20	133	-	50	-	66	130	441
Đậu	-	48	142	33	148	111	232	-	60	93	867
Cây có củ	-	-		300		-	-	50	5	-	355
Tổng	152	104	384	373	450	310	332	341	204	469	3.119
Tổng theo năm	256	-	757	-	760	-	673	-	673	-	-

Nguồn: Báo cáo kết quả nhiệm vụ bảo tồn năm 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 [13 - 17]

Ghi chú: (-) là không cấp phát.

Ngân hàng gen đã cấp phát 3.119 nguồn gen, dao động từ 256 mẫu (năm 2020) đến 760 mẫu (năm 2023). Nguồn gen được cấp phát chủ yếu gồm lúa (1.369 mẫu), đậu (867), rau (441), cây có củ (355) và các nhóm khác (Bảng 4). Đối tượng sử dụng bao gồm viện nghiên cứu, trường đại học, hợp tác xã, công ty giống và nông dân, với mục đích phục vụ nghiên cứu chọn tạo giống, phục tráng, đánh giá đa dạng di truyền, nghiên cứu tính trạng chất lượng và sử dụng trong giảng dạy, sản xuất.

Các kết quả nổi bật từ hoạt động cấp phát bao gồm: Phân tích ADN barcode 48 giống lúa đã xác định thành công 144 đoạn mã vạch ADN (ITS, matK, rbcL), phát hiện các biến thể SNP là cơ sở nhận dạng chính xác phục vụ bảo hộ giống. Một kết quả khác về đánh giá chất lượng 21 nguồn gen lúa trên cơ sở phân tích 9 chỉ tiêu chất lượng (độ thơm, amylose, hình dạng, nhiệt độ hóa hồ...) góp phần chọn giống lúa bản địa chất lượng cao. Khảo sát 19 giống rau cải bản địa đã ghi nhận sự đa dạng hình thái và khả năng chịu nhiệt, phân loại thành 5 nhóm di truyền mở ra hướng cải tiến giống rau chịu nhiệt. Phân tích GWAS 177 giống lúa địa phương đã phát hiện 25 QTLs liên quan đến hợp chất chống oxy hóa (polyphenol, flavonoid, anthocyanin), xác định 19 gen tiềm năng là cơ sở chọn tạo giống lúa gạo đỏ/đen giàu dinh dưỡng.

Tuy nhiên, quy mô cấp phát của Việt Nam vẫn còn khiêm tốn, chủ yếu phục vụ trong nước và mục đích nghiên cứu. Trong khi đó, các ngân hàng gen quốc tế như CGIAR Genebanks (IRRI, CIP, CIMMYT...) cấp phát trung bình khoảng 115.000 mẫu/năm trong giai đoạn 2010 - 2019, với phạm vi phân phối đến hơn 40 - 90 quốc gia, phục

vụ cả nghiên cứu, bảo tồn và ứng dụng thương mại [22]. RDA-Genebank (Hàn Quốc) cũng cấp phát 770.000 mẫu trong 20 năm, trung bình 38.500 mẫu/năm, trong đó 99% phục vụ nội địa, còn lại được cấp phát quốc tế với quy mô nhỏ (RDA Genebank, 2022). So với các chuẩn mực quốc tế, Việt Nam cần mở rộng quy mô cấp phát nguồn gen, tăng cường chia sẻ tài nguyên di truyền thực vật và áp dụng các tiêu chuẩn quản lý hiện đại như SMTA và GRIN-Global để thúc đẩy sử dụng bền vững nguồn gen và nâng cao khả năng hội nhập quốc tế [26].

3.2. Kết quả đánh giá nguồn gen giai đoạn 2020 - 2024

Ngay sau thu thập, các nguồn gen được nhân giống và tiến hành đánh giá ban đầu nhằm nhận dạng, phân loại và loại bỏ mẫu trùng lặp. Trong giai đoạn 2020 - 2024, Ngân hàng gen cây trồng Quốc gia Việt Nam đã đánh giá nông sinh học cho 3.194 lượt mẫu (tương đương 11,1% tổng số mẫu gen bảo tồn ex-situ), tập trung vào các nhóm cây hòa thảo, rau, đậu và cây có củ. Ngoài ra, 2.160 lượt mẫu được đánh giá chi tiết, trong đó gồm: 440 mẫu phân tích chất lượng, 450 mẫu chịu mặn/hạn, 810 mẫu kháng sâu/bệnh và 460 mẫu phân tích đa dạng di truyền (Bảng 3). Đánh giá chi tiết được ưu tiên cho tập đoàn lúa với các mục tiêu: Xác định vật liệu khởi đầu, đánh giá chất lượng (amilose, độ thơm...), khả năng chống chịu mặn, hạn, sâu, bệnh và mức độ đa dạng di truyền. Dù đã có tiến bộ, tỷ lệ này vẫn thấp hơn so với một số genebank quốc tế. Ví dụ, tại IRRI và CIP (CGIAR), tỷ lệ đánh giá chi tiết gần với dữ liệu phân tử thường đạt trên 25 - 30% nhờ ứng dụng đồng bộ công nghệ sinh học và cơ sở dữ liệu lớn [27].

Bảng 3. Kết quả đánh giá nguồn gen giai đoạn 2020 - 2024

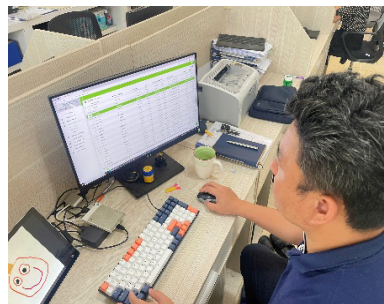
TT	Nội dung	Số lượt mẫu nguồn gen					Tổng số
		Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2024	
I	Mô tả đặc điểm nông sinh học	528	553	496	1.117	500	3.194
1	Nhóm hòa thảo	228	165	190	354	0	937
2	Nhóm rau	149	153	135	252	0	689
3	Nhóm đậu	151	235	171	170	0	727
4	Nhóm cây có củ	0	0	0	341	500	841
II	Đánh giá chi tiết	380	530	540	410	300	2.160
1	Đánh giá chất lượng	100	100	60	80	100	440
2	Đánh giá chịu mặn, hạn	100	100	150	100	-	450
3	Đánh giá tính kháng sâu bệnh	90	240	240	140	100	810
4	Đánh giá đa dạng di truyền	90	90	90	90	100	460
	Tổng I + II	908	1.083	1.036	1.527	800	5.354

Nguồn: Báo cáo kết quả nhiệm vụ bảo tồn năm 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 [13 - 17]

Trong số 460 nguồn gen lúa được đánh giá đa dạng di truyền bằng chỉ thị SSR, RAPD, AFLP, kết quả bước đầu cho thấy tiềm năng ứng dụng công nghệ phân tử tại Việt Nam. Tuy nhiên, so với các quốc gia như Nhật Bản, Hàn Quốc hay Trung Quốc - nơi đã áp dụng giải trình tự thế hệ mới (NGS), barcode ADN và chuẩn hóa dữ liệu theo hệ thống quốc tế như Genesys - thì năng lực trong nước vẫn còn hạn chế [28, 2]. Do đó, Việt

Nam cần mở rộng phạm vi đánh giá chi tiết, ưu tiên nhóm cây chiến lược và tích hợp chỉ thị phân tử vào quy trình chọn tạo giống. Việc tuân thủ hướng dẫn đánh giá của FAO (2022) [22] và tăng cường liên kết quốc tế sẽ giúp nâng cao khả năng khai thác nguồn gen và hội nhập với mạng lưới bảo tồn toàn cầu.

3.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu và thông tin tài nguyên thực vật



Tư liệu hoá dữ liệu thông tin nguồn gen

Website "Tài nguyên thực vật"

Hình 3. Cơ sở dữ liệu thông tin nguồn gen

Giai đoạn 2020 - 2024, Trung tâm Tài nguyên thực vật đã củng cố hệ thống cơ sở dữ liệu TNDTTV với 89.407 trường dữ liệu mô tả đặc điểm nông sinh học, 28.999 trường dữ liệu đánh giá chi tiết (chất lượng, tính chống chịu, chỉ thị phân tử), 10.433 trường dữ liệu hình ảnh và 128.839 trường dữ liệu thu thập nguồn gen (Bảng 4). Việc tích lũy và chuẩn hóa dữ liệu mô tả, đánh giá nguồn gen là nền tảng quan trọng để phục vụ

nghiên cứu chọn tạo giống, phân tích di truyền và bảo hộ giống cây trồng. Dữ liệu được cập nhật định kỳ, công khai trên website prc.org.vn, sử dụng phần mềm chuyên dụng GB1.5 và Access nhằm hỗ trợ lưu trữ, khai thác, chia sẻ thông tin hiệu quả. Tuy nhiên, việc xử lý dữ liệu trùng lặp và thiếu đồng nhất ở đầu vào khác nhau vẫn là thách thức trong quá trình làm sạch và chuẩn hóa thông tin.

Bảng 4. Kết quả cập nhật cơ sở dữ liệu thông tin tài nguyên thực vật giai đoạn 2020 - 2024

TT	Nội dung	Trường cơ sở dữ liệu thông tin về nguồn gen qua các năm					Tổng số
		Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2024	
1	Dữ liệu mô tả đánh giá tính trạng nông sinh học	12.712	11.651	23.259	21.396	20.389	89.407
2	Dữ liệu đánh giá chi tiết	18.333	10.666	-	-	-	28.999
3	Dữ liệu hình ảnh nguồn gen	6.250	1.003	1.128	1.052	1.000	10.433
4	Dữ liệu thu thập nguồn gen	-	34.025	29.160	22.788	16.686	128.839

Nguồn: Báo cáo kết quả nhiệm vụ bảo tồn năm 2020, 2021, 2022, 2023 và 2024 [14 - 18]

Ghi chú: (-) là không cấp phát.

Nhiều ngân hàng gen trên thế giới đã triển khai các nền tảng tích hợp như GRIN-Global, GENESYS và EURISCO cho phép liên kết và chia sẻ dữ liệu tài nguyên di truyền toàn cầu, đạt mức hàng triệu bản ghi với giao diện truy cập mở [26, 29]. Ví dụ, hệ thống GENESYS hiện lưu trữ dữ liệu của hơn 4 triệu mẫu từ 450 tổ chức thuộc 100 quốc gia [30]. Do đó, Việt Nam cần đẩy mạnh chuẩn hóa, tạo cơ sở dữ liệu lớn kết nối cơ sở dữ liệu quốc gia với mạng lưới quốc tế nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn gen và tăng cường hợp tác toàn cầu.

3.4. Khai thác sử dụng nguồn gen giai đoạn 2020 - 2024

Trung tâm Tài nguyên thực vật đã đẩy mạnh khai thác nguồn gen phục vụ phục tráng, chọn lọc và phát triển các giống cây trồng bản địa có tiềm năng. Một số giống lúa (Tẻ đỏ Hà Nhì, Chằm Đạo, Khẩu Cẩm Sắng, Tẻ Mèo, Tẻ cẩm, nếp cẩm), cây có củ (Dong riềng đỏ, Khoai sọ thơm, khoai lang mật), cây rau (bí đỏ Mộc Châu, bí thơm, cải củ hạt thơm, bí xanh pín xanh, cà chua thóc) đậu đỗ (lạc chay, lạc chay trắng) và cây ăn quả (mít Cổ Loa, mít dai vàng Thái Bình, bưởi đỏ Lũm, bưởi đào Quế Dương, ổi Bo Thái Bình) đã được phục tráng, bình tuyển và mở rộng sản xuất tại các địa phương. Hoạt động này góp phần nâng hiệu quả kinh tế từ 10 - 15%, đồng thời bảo tồn tri thức bản địa và đa dạng hóa sinh kế tại cộng đồng [30].

Trên thế giới, nhiều trung tâm như Bioversity International và các Genebank của CGIAR cũng thúc đẩy hướng tiếp cận “bảo tồn thông qua sử dụng” (conservation through use), coi việc đưa

nguồn gen trở lại sản xuất là cách hiệu quả để duy trì tính đa dạng di truyền [31, 32]. Chương trình như Seeds for Needs của Bioversity tại Ethiopia hay Ấn Độ cho thấy việc khai thác nguồn gen bản địa có thể tăng khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu, cải thiện sinh kế và thúc đẩy nông nghiệp bền vững [32]. So với quốc tế, hoạt động khai thác nguồn gen tại Việt Nam còn mang tính cục bộ, chưa mở rộng quy mô liên vùng và cơ chế chia sẻ lợi ích chưa rõ ràng.

3.5. Chiến lược bảo tồn nguồn gen thực vật nông nghiệp giai đoạn tới

Giai đoạn 2020 - 2024, Việt Nam mở rộng mạnh mẽ bảo tồn ex-situ, số mẫu tăng hơn 55%. Điểm mới là triển khai đồng thời kho lạnh, đồng ruộng, *in vitro* và bước đầu ứng dụng công cụ sinh học phân tử, cho thấy sự chuyển dịch từ bảo tồn thụ động sang gắn với khai thác. Tuy vậy, tỷ lệ đánh giá chi tiết (16,8%) và ứng dụng công nghệ hiện đại vẫn thấp hơn chuẩn quốc tế (25 - 30% tại IRRI, CIP, RDA). Do đó, cần ưu tiên đầu tư công nghệ phân tử, cơ sở dữ liệu số và hội nhập ITPGRFA. Nghiên cứu cung cấp bức tranh toàn diện, đề xuất định hướng: Tăng cường đánh giá, hiện đại hóa hạ tầng, thúc đẩy hợp tác quốc tế và gắn bảo tồn với sinh kế cộng đồng. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và xói mòn di truyền, chiến lược bảo tồn của Việt Nam cần dựa trên năm trụ cột sau:

Thứ nhất, tăng cường đánh giá chi tiết và khai thác có định hướng. Nguồn gen cần được mô tả và phân tích theo các đặc tính thích ứng với điều kiện bất lợi (hạn, mặn, ngập úng, sâu, bệnh), đồng thời

tích hợp công cụ phân tử hiện đại (GWAS, chỉ thị SSR, SNP), số hóa dữ liệu lớn và xây dựng ngân hàng trình tự gen. Đây là cơ sở khoa học để chọn lọc vật liệu ưu tú, phục tráng giống bản địa và phát triển giống mới có giá trị thương mại.

Thứ hai, phát triển mô hình bảo tồn đa tầng. Sự kết hợp giữa bảo tồn ex-situ (kho lạnh, *in vitro*, đồng ruộng) và *in-situ* (ngân hàng gen cộng đồng, vườn hộ gia đình, hệ thống canh tác truyền thống) và bảo tồn kép (sao lưu) sẽ đảm bảo duy trì tính đa dạng sinh học, bảo tồn tri thức bản địa, đồng thời gia tăng sự tham gia và chia sẻ lợi ích của cộng đồng địa phương.

Thứ ba, hiện đại hóa hạ tầng bảo tồn. Việc đầu tư kho lạnh thông minh, công nghệ xử lý mẫu tự động và hệ thống quản lý dữ liệu số liên thông sẽ giúp nâng cao hiệu quả lưu giữ, giảm thiểu rủi ro và đáp ứng tiêu chuẩn quốc tế. Đây là nền tảng để tích hợp dữ liệu vào các cơ sở dữ liệu toàn cầu như Genesys hay FAO-WIEWS.

Thứ tư, thúc đẩy hội nhập và hợp tác quốc tế. Tham gia Hiệp ước quốc tế ITPGRFA và các chương trình hợp tác của FAO, CGIAR, Bioversity International,... sẽ mở rộng khả năng tiếp cận, chia sẻ nguồn gen và nâng cao vị thế của Việt Nam trong hệ thống bảo tồn toàn cầu. Điều này không chỉ góp phần tăng tính minh bạch mà còn mở ra cơ hội tiếp cận nguồn lực tài chính và kỹ thuật quốc tế.

Thứ năm, nâng cao năng lực và nhận thức cộng đồng. Việc đào tạo nguồn nhân lực chuyên sâu, gắn bảo tồn với giáo dục và truyền thông, đồng thời lồng ghép với phát triển nông nghiệp hữu cơ, du lịch sinh thái và thương mại hóa giống đặc sản bản địa, sẽ góp phần tạo động lực xã hội và kinh tế cho bảo tồn bền vững.

Tổng thể, chiến lược dựa trên năm trụ cột này không chỉ nhằm duy trì và sử dụng hiệu quả nguồn gen thực vật nông nghiệp, mà còn định vị vai trò của Việt Nam trong mạng lưới bảo tồn và an ninh lương thực toàn cầu.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Giai đoạn 2020 - 2024, hệ thống bảo tồn nguồn gen thực vật nông nghiệp tại Việt Nam đã đạt được

những kết quả quan trọng. Ngân hàng gen thực vật quốc gia đã bảo tồn 31.881 mẫu gen bằng phương pháp chuyển chỗ với ba hình thức: Kho lạnh, *in vitro* và đồng ruộng với sự đa dạng về loài và nhóm cây, tập trung ở các nhóm lúa, rau, đậu và cây có củ. Công tác nhân trẻ hóa đạt 10,9%; đánh giá ban đầu 11,1% và đánh giá chi tiết 16,8%, trong đó có ứng dụng chỉ thị phân tử phục vụ chọn tạo giống. Hệ thống dữ liệu được số hóa với hơn 89.000 mô tả và gần 29.000 trường đánh giá. Song song với bảo tồn, việc khai thác nguồn gen được đẩy mạnh: Nhiều giống bản địa đặc sản đã được phục tráng, phát triển sản xuất tại cộng đồng, giúp tăng thu nhập 10 - 15%, bảo tồn tri thức bản địa và đa dạng sinh kế.

Tuy nhiên, hạ tầng kỹ thuật bảo tồn (như kho lạnh, số hóa và tự động hóa quy trình) còn hạn chế so với các quốc gia phát triển. Tỷ lệ ứng dụng công nghệ sinh học (giải trình tự, mã vạch ADN, GWAS) trong đánh giá nguồn gen đang lưu giữ còn thấp dẫn đến hiệu quả bảo tồn và khai thác sử dụng chưa cao. Đặc biệt, Việt Nam chưa gia nhập Hiệp ước ITPGRFA là một rào cản trong việc chia sẻ và tiếp cận nguồn gen ở cấp độ toàn cầu.

4.2. Đề nghị

Xây dựng và thực thi chiến lược bảo tồn nguồn gen thực vật nông nghiệp chi tiết, hiệu quả và hội nhập quốc tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Johannes & Ebert (2021). A critical review of the current global ex - situ conservation system for plant agrobiodiversity. I. History of the development of the global system in the context of the political/legal framework and its major conservation components. *Plants* (Basel), 10(8), 1557. Doi: 10.3390/plants10081557.
2. FAO (2023). The state of the world's Biodiversity for Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. AP News (2025). <https://apnews.com/hub/environmental-conservation>. Truy cập ngày 21/5/2025.
4. Nguyễn Thị Ngọc Huệ (2008). Tổng quan bảo tồn tài nguyên di truyền thực vật phục vụ mục

tiêu lương thực và nông nghiệp trên thế giới và Việt Nam. <http://ditruyen.mard.gov.vn>, truy cập 21/5/2025.

5. Lưu Ngọc Trinh (2005). Kết quả nghiên cứu bảo tồn tài nguyên di truyền thực vật. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, (1), 35 - 36.

6. Lưu Ngọc Trinh (2017). *Xây dựng hệ thống bảo tồn nguồn gen cây trồng quốc gia, những chặng đường đã qua*. Kỷ yếu 20 năm xây dựng và trưởng thành (1996 - 2016) của Trung tâm Tài nguyên thực vật. Nxb Nông nghiệp Hà Nội, 51 - 66.

7. Cục Thống kê (2023). *Báo cáo thống kê ngành nông nghiệp năm 2023*.

8. Handbooks for Genebanks No. 8 (2006).

9. FAO (2014). Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

10. Reed, B. M., Engelmann, F., Dulloo, M. E. & Engels, J. M. M. (2004). *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).

11. Lã Tuấn Nghĩa, Nguyễn Thị Ngọc Huệ, Phạm Hùng Cường, Vũ Đăng Toàn, Nguyễn Tiến Hưng, Vũ Linh Chi (2015). *Sổ tay bảo tồn nguồn gen thực vật nông nghiệp*. Nxb Nông nghiệp Hà Nội.

12. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2024). Quyết định số 523/QĐ-TTTN-KH về việc ban hành tiêu chuẩn cơ sở năm 2024.

13. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2020). *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ bảo tồn lưu nguồn gen thực vật nông nghiệp, năm 2020*. Hà Nội: Lưu hành nội bộ.

14. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2021). *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ bảo tồn lưu nguồn gen thực vật nông nghiệp, năm 2021*. Hà Nội: Lưu hành nội bộ.

15. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2022). *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ bảo tồn lưu nguồn gen thực vật nông nghiệp, năm 2022*. Hà Nội: Lưu hành nội bộ.

16. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2023). *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ bảo tồn lưu nguồn gen thực vật nông nghiệp, năm 2023*. Hà Nội: Lưu hành nội bộ.

17. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2024). *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ bảo tồn và khai thác nguồn gen thực vật nông nghiệp, giai đoạn 2020 - 2024*. Lưu hành nội bộ.

18. CGIAR Genebank Platform (2022). *In vitro conservation module*. Retrieved from [https://genebanks.cgiar.org/the-platform/conservation-module/in vitro/](https://genebanks.cgiar.org/the-platform/conservation-module/in-vitro/)

19. FAO (2024). Plant genetic resources conservation and sustainable use. Retrieved from <https://www.fao.org>

20. Valdivia, R., Gastelo, M. & López, Y. (2022). Efficient medium-term storage of potato germplasm under minimal growth conditions at CIP. *Genetic Resources*, 3(1), 45 - 52. <https://doi.org/10.46265/genresj.2022.3.1.45-52>

21. Kongsiri, K., Somchai, P. & Wattanapitaksakul, A. (2023). Long-term *in vitro* conservation of sweet potato using ABA under slow growth conditions. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 153(2), 289 - 298. <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02310-1>

22. FAO (2022). Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

23. Rao, N. K. *et al.* (2023). *Rejuvenation and regeneration protocols in genebanks: An overview of global practices*. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*. Cambridge University Press.

24. Yamamoto, K. *et al.* (2022). Optimization of regeneration sites using climate-smart tools. *Japanese Journal of Crop Science*, 91(4), 389 - 398.

25. Korea RDA (2023). *Annual report of National Agrobiodiversity Center*. Rural Development Administration, South Korea

26. FAO (2021). Standards and procedures for the exchange and use of plant genetic resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

27. CGIAR Genebank Platform (2022). *Annual report 2021*. Consultative Group on International Agricultural Research.

28. Smale, M., Bellon, M. R. & Aguirre, J. A. (2002). Dimensions of diversity in modern spring

bread wheat in developing countries from 1965 to 1994. *World Development*, 30(4), 661 - 678.

29. CGIAR Genebank Platform (2022). *Annual report 2021*. Consultative Group on International Agricultural Research.

30. Genesys PGR (2023). *Global gateway to information about plant genetic resources for food and agriculture*. Retrieved from <https://www.genesys-pgr.org>.

31. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2023). Báo cáo tổng kết nhiệm vụ bảo tồn lưu nguồn gen thực vật nông nghiệp. Hà Nội: Lưu hành nội bộ.

32. Halewood, M., López Noriega, I. & Louafi, S. (Eds.) (2013). *Crop genetic resources as a global commons: Challenges in international law and governance*. Routledge.

33. Vernooij, R., Sthapit, B. & Otieno, G. (2015). *Community seed banks: Origins, evolution and prospects*. Earthscan.

RESULTS OF EX-SITU CONSERVATION OF AGRICULTURAL PLANT GENETIC RESOURCES FOR THE PERIOD 2020 - 2024 AT THE NATIONAL PLANT GENE BANK

Le Thi Loan¹, Pham Hung Cuong¹, Doi Hong Hanh¹, Duong Thi Hanh¹,
Nguyen Thi Hoa¹, Nguyen Thi Thuy Hang¹, Nguyen Thi Bich Thuy¹

¹Plant Resources Center

Abstract

The National Plant Genebank plays a core role in the plant genetic resources conservation system in Vietnam, both as a strategic reserve to protect plant genetic resources from risks caused by natural disasters and climate change and as a foundation for research, breeding, ensuring food security and sustainable agricultural development. During the period 2020 - 2024, the National Plant Genebank has conserved 28,790 seed accessions of 125 species across five crop groups (including cereals, coarse grains, legumes, vegetables, and root crops), 3,041 clonal accessions of 18 asexually reproducing plants and 659 in vitro accessions. Regeneration was carried out for 10.9% (3,461 accessions), while initial and detailed evaluations accounted for 11.1% and 16.8% (5,354 accessions), respectively. More than 89,000 characterization records and 29,000 evaluation records were digitized and updated in the national database and on the website prc.org.vn. In addition, several local varieties were rejuvenated and reintroduced into production, contributing to a 10 - 15% increase in farmers' income. The results indicate that Vietnam has significantly expanded its conservation scale; however, the proportion of detailed evaluations and the application of modern biotechnology remain limited. Therefore, priority should be given to infrastructure investment, the integration of molecular tools, and the strengthening of international collaboration to improve the effectiveness of conservation and sustainable utilization of plant genetic resources.

Keywords: *Plant genetic resources, ex-situ conservation, evaluation, regeneration, documentation.*

Ngày nhận bài: 8/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 4/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

NGHIÊN CỨU NHÂN GIỐNG HOA LAY ON CF.21.09 TỪ CỦ *IN VITRO* TẠI TỈNH QUẢNG NINH

Nguyễn Thị Hồng Nhung^{1,*}, Bùi Thị Hồng Nhụy¹, Bùi Thị Hồng¹, Đặng Văn Đông²

¹Trung tâm Nghiên cứu và phát triển Hoa, Cây cảnh

²Viện Nghiên cứu Rau quả

*Email: hungmorecns510280@gmail.com

TÓM TẮT

Giống lay on CF.21.09 là giống hoa mới triển vọng được Viện Nghiên cứu Rau quả tạo ra bằng phương pháp lai hữu tính. Giống lay on này đang được phát triển rộng rãi tại tỉnh Quảng Ninh sử dụng phương pháp nhân giống vô tính từ tách củ. Nhằm xác định được nguồn vật liệu thích hợp sử dụng để sản xuất giống lay on CF.21.09, đã tiến hành các thí nghiệm trên hai giai đoạn nhân giống tạo củ nhỏ và tạo củ thương phẩm. Kết quả cho thấy, sử dụng củ *in vitro* giống lay on CF.21.09 có kết quả nhân giống tốt nhất (củ giống tạo ra đồng đều, tỷ lệ củ giống thương phẩm đạt 81,8%; khả năng nhân giống cao với 47,3 củ bi/cây). Sử dụng củ nhỏ có chu vi 4 - 6 cm ở giai đoạn tạo củ thương phẩm giống lay on CF.21.09 thu được củ giống có chất lượng cao hơn so với giống đối chứng (đường kính củ 3,6 cm; tổng khối lượng củ thu được/360 m² đạt 339,6 kg). Ngoài ra, sản phẩm trung gian là củ binhiều (31,7 củ/cây), tổng khối lượng củ bi cao 162,6 kg/360 m².

Từ khóa: Giống lay on mới, nhân giống, củ giống *in vitro*, củ bi, củ nhỏ, củ giống thương phẩm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoa lay on (*Gladiolus* sp.) là một loài hoa đẹp, bền, màu sắc phong phú, cành gọn nhẹ dễ vận chuyển đi xa và được trồng phổ biến trên thế giới. Diện tích và sản lượng hoa lay on trên thế giới xếp vị trí thứ 5 sau tulip (*Tulipa* spp.), lily (*Lilium* spp.), lan Nam Phi (*Freesia* spp.) và lan huệ (*Hippeastrum* spp.) [1].

Ở Việt Nam, hoa lay on rất được ưa chuộng, sản lượng của sản xuất hoa lay on thương phẩm chỉ đứng sau hoa cúc, hoa hồng, hoa lily. Hơn nữa, lay on là loại hoa dễ dàng mở rộng diện tích sản xuất và có tiềm năng xuất khẩu cao [2]. Hoa lay on được trồng từ rất lâu đời và đã hình thành nhiều vùng sản xuất lớn như: Hải Phòng, Quảng Ninh, Sơn La, Phú Yên và Lâm Đồng. Hàng năm, nhiều giống hoa lay on mới được nhập nội từ các nước như: Trung Quốc, Hà Lan... Năm 2019, số lượng củ lay on nhập nội khoảng 2,740 triệu củ, chỉ chiếm 10% nhu cầu củ giống lay on trong nước; số lượng củ giống còn lại được tự sản xuất tại các địa phương [3]. Các giống mới này cho năng suất, chất lượng hoa cao nhưng nhược điểm là chỉ trồng được trong vụ đông xuân ở vùng đồng bằng sông Hồng và nhiều vùng bị

ảnh hưởng của bệnh khô đầu lá dẫn tới năng suất và chất lượng thấp.

Kế thừa kết quả tạo giống lay on của đề tài “Nghiên cứu chọn tạo giống và gói kỹ thuật phát triển giống hoa lay on và hoa lan hồ điệp, năm 2016 - 2019” [3], Viện Nghiên cứu Rau quả tiếp tục đánh giá và phát triển giống lay on CF.21.09 tại tỉnh Quảng Ninh. Giống CF.21.09 có màu hồng cam được ưa chuộng, chất lượng cành hoa thương phẩm cao với chiều dài cành hoa từ 120 – 140 cm, 15 - 16 hoa/cành, tỷ lệ hoa thu hoạch >95% và đặc biệt không bị bệnh khô đầu lá.

Hiện tại, giống lay on CF.21.09 đang được người dân phường Bình Khê, tỉnh Quảng Ninh tự để giống bằng phương pháp tách củ tuy nhiên giống dễ bị thoái hóa sau vài năm. Bệnh hại trên cây lay on tích lũy và lây truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác qua nhân giống vô tính bằng củ làm cây sinh trưởng yếu, củ nhỏ, hệ số nhân củ thấp (Randhawa và Mukhopadhyay, 2012) [4]. Chính vì vậy, việc tìm ra được vật liệu nhân giống tối ưu để đảm bảo có thể tự sản xuất củ giống có chất lượng cao là rất cần thiết đối với các vùng sản xuất chuyên canh hoa lay on nói chung, phường Bình Khê nói riêng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu, thời gian và địa điểm nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu

Củ bi: Củ có chu vi từ 1 - 3 cm, sử dụng 2 loại củ bi là củ *in vitro* (củ bi được nhân giống bằng phương pháp nuôi cấy mô); củ bi *in vivo* (củ bi được nhân giống bằng phương pháp tách củ) của giống CF.21.09 và giống Đỏ 09 do người dân tự nhân giống.

Củ nhỡ: Củ được nhân bằng phương pháp tách củ từ nguồn củ *in vitro*. Củ có chu vi từ 4 - 6 cm, sử dụng củ nhỡ của 2 giống CF.21.09 và Đỏ 09.

- Thời gian nghiên cứu: Tháng 10/2023 - 3/2024.

- Địa điểm nghiên cứu: Phường Bình Khê, tỉnh Quảng Ninh.

- Điều kiện thí nghiệm: Các thí nghiệm nhân giống đều được triển khai đất chuyên canh trồng hoa lay ơn của phường Bình Khê, địa hình bằng phẳng, loại đất thịt pha cát, có độ phì ở mức trung bình.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- **Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn vật liệu củ bi đến hiệu quả nhân giống hoa lay ơn tại tỉnh Quảng Ninh**

CT1: Củ bi *in vitro* giống CF.21.09.

CT2: Củ bi *in vivo* giống CF.21.09.

CT3: Củ bi *in vivo* giống Đỏ 09 (Đối chứng).

Củ bi *in vivo* của hai giống CF.21.09 và Đỏ 09 đều được người dân tự nhân bằng phương pháp tách củ. Thí nghiệm được bố trí tuần tự không nhắc lại, mỗi công thức 7.200 củ, mật độ trồng 60 củ/m². Phương pháp theo dõi: Tỷ lệ củ thu hoạch tính trên tất cả củ trồng, các chỉ tiêu chất lượng tính trên 30 củ; tổng khối lượng củ tính quy ra 360 m². Các yếu tố phi thí nghiệm áp dụng theo quy

trình trồng và chăm sóc hoa lay ơn ban hành kèm theo Quyết định số 454/QĐ-VRQ-KH ngày 19/12/2019 của Viện Nghiên cứu Rau quả [5].

- **Thí nghiệm 2. Nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn vật liệu củ nhỡ đến hiệu quả nhân giống hoa lay ơn tại tỉnh Quảng Ninh**

CT1: Củ nhỡ giống CF.21.09.

CT2: Củ nhỡ giống Đỏ 09 (Đối chứng).

Củ nhỡ của hai giống CF.21.09 và Đỏ 09 đều được người dân tự nhân bằng phương pháp tách củ từ nguồn củ *in vitro*. Thí nghiệm được bố trí tuần tự không lặp lại. Mỗi công thức 6.000 củ, mật độ trồng 50 củ/m². Phương pháp theo dõi: Tỷ lệ củ thu hoạch tính trên tất cả củ trồng, các chỉ tiêu chất lượng tính trên 30 củ; tổng khối lượng củ tính quy ra 360 m². Các yếu tố phi thí nghiệm áp dụng theo quy trình trồng và chăm sóc hoa lay ơn ban hành kèm theo Quyết định số 454/QĐ-VRQ-KH ngày 19/12/2019 của Viện Nghiên cứu Rau quả [5].

- **Chỉ tiêu theo dõi:** Chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển như: Thời gian mọc mầm (ngày), tỷ lệ mọc mầm (%), thời gian thu hoạch (ngày), chiều cao cây (cm), số lá/cây (lá); các đặc điểm hình thái (màu sắc thân lá); năng suất tỷ lệ củ thương phẩm/củ nhỡ/củ bi thu được (%), tổng khối lượng củ/360 m² (kg), chất lượng củ giống (khối lượng củ (g); phân cấp sâu, bệnh hại cây theo TCVN 13268-6: 2022 [6].

- **Phương pháp xử lý số liệu thống kê:** Tham số thống kê cơ bản sai số chuẩn (Standard Error) được tính bằng phần mềm Excel 2019.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu nguồn vật liệu củ bi đến hiệu quả nhân giống hoa lay ơn tại tỉnh Quảng Ninh

Bảng 1. Khả năng mọc mầm và thời gian thu hoạch của các nguồn củ bi khác nhau tại tỉnh Quảng Ninh năm 2023

STT	Nguồn củ bi	Thời gian bắt đầu mọc mầm (ngày)	Thời gian kết thúc mọc mầm (ngày)	Tỷ lệ mọc mầm (%)	Thời gian thu hoạch (ngày)
1	Củ bi <i>in vitro</i> giống CF.21.09	10	15	100	165
2	Củ bi <i>in vivo</i> giống CF.21.09	9	18	96,3	157
3	Củ bi <i>in vivo</i> giống Đỏ 09 (Đối chứng)	5	21	93,7	148

So sánh thời gian mọc mầm của củ bi hai giống CF.21.09 và Đỏ 09, kết quả cho thấy, củ bi giống Đỏ 09 có thời gian bắt đầu mọc mầm sớm hơn so với củ bi giống CF.21.09 từ 2 - 4 ngày. Củ bi *in vivo* giống Đỏ 09 cho thời gian bắt đầu mọc mầm sớm nhất là 5 ngày sau trồng. Các loại củ bi còn lại có thời gian bắt đầu mọc mầm từ 9 - 10 ngày sau trồng.

Thời gian kết thúc mọc mầm khác nhau giữa các nguồn vật liệu. Giá trị này trên giống CF.21.09 sớm hơn so với giống Đỏ 09. Thời gian kết thúc sớm nhất là ở công thức trồng củ giống *in vitro* CF.21.09 với 15 ngày sau trồng. Tiếp theo là củ bi *in vivo* giống CF.21.09 với 18 ngày và kéo dài nhất là củ bi *in vivo* giống Đỏ 09 với 21 ngày.

Bảng 2. Một số đặc điểm thân, lá của cây giống từ các nguồn củ bi khác nhau tại tỉnh Quảng Ninh năm 2023

STT	Giống	Chiều cao cây (cm)	Số lá (lá)	Chiều rộng bẹ lá (cm)	Màu sắc lá
1	Củ bi <i>in vitro</i> giống CF.21.09	88,3 ± 3,11	6,1 ± 0,07	16,1 ± 1,02	Xanh đậm
2	Củ bi <i>in vivo</i> giống CF.21.09	79,7 ± 2,05	5,7 ± 0,05	14,5 ± 1,05	Xanh đậm
3	Củ bi <i>in vivo</i> giống Đỏ 09 (Đối chứng)	60,7 ± 2,17	4,5 ± 0,05	9,3 ± 0,61	Xanh nhạt

Chiều cao cây và chiều rộng bẹ lá của các cây từ 2 giống CF.21.09 và Đỏ 09 đều đạt cao. Giống CF.21.09 cho thấy khả năng sinh trưởng vượt trội so với giống Đỏ 09. Cụ thể, giống CF.21.09 có

Củ *in vitro* của giống CF.21.09 có tỷ lệ mọc mầm cao nhất 100%, trong khi đó giá trị này giảm còn 93,7 - 96,3% ở củ bi *in vivo* của giống CF.21.09 và Đỏ 09.

Thời gian thu hoạch củ chênh lệch lớn giữa các giống lay on thí nghiệm. Giống CF.21.09 có thời gian thu hoạch củ giống từ 157 - 165 ngày, giống lay on Đỏ 09 có thời gian thu hoạch củ giống ngắn hơn là 148 ngày.

Như vậy, giống CF.21.09 có khả năng mọc mầm (căn cứ vào thời gian mọc mầm và tỷ lệ mọc mầm) tập trung hơn so với giống Đỏ 09. Các củ bi *in vitro* giống CF.21.09 mặc dù mọc mầm muộn hơn nhưng khoảng thời gian mọc mầm được rút ngắn và tập trung hơn so với củ bi *in vivo*.

chiều cao cây từ 79,7 - 88,3 cm và bề rộng bẹ lá từ 14,5 - 16,1 cm tùy thuộc nguồn vật liệu nhân giống, trong khi đó giống Đỏ 09 có chiều cao cây từ 60,7 cm và bề rộng bẹ lá đạt 9,3 cm.

Bảng 3. Mức độ nhiễm sâu, bệnh hại của cây giống từ các nguồn củ bi khác nhau tại tỉnh Quảng Ninh năm 2023

STT	Giống	Sâu xanh (<i>Helicoverpa armigera</i> Hubner) (cấp)	Tỷ lệ cây bị bệnh héo vàng (<i>Fusarium</i> sp.) (%)	Tỷ lệ cây bị bệnh đốm lá (<i>Botrytis</i> sp.) (%)	Tỷ lệ cây bị bệnh thối khô (<i>Stromatinia</i> sp.) (%)	Mức độ khô đầu lá (cấp)
1	Củ bi <i>in vitro</i> giống CF.21.09	1	0,0	0,0	0,0	1
2	Củ bi <i>in vivo</i> giống CF.21.09	1	2,3	0,0	3,7	1
3	Củ bi <i>in vivo</i> giống Đỏ 09 (Đối chứng)	1	12,7	17,3	12,3	5

Số lá/cây của giống CF.21.09 từ 5,7 - 6,1 lá và giống Đỏ 09 từ 4,5 lá. Ở giai đoạn này, giống CF.21.09 với số lá/cây từ 5 - 7 lá thì đã đủ điều kiện để cây có thể xuất hiện ngồng hoa.

Mức độ nhiễm sâu xanh (*Helicoverpa armigera* Hubner) giữa các công thức là rất thấp (đều ở cấp 1), điều này cho thấy, không có sự khác biệt lớn về khả năng chống chịu sâu xanh giữa các phương pháp nhân giống (*in vitro* và *in vivo*) hay giữa hai giống lay on.

Các chỉ tiêu liên quan đến nấm bệnh thể hiện rõ ràng ảnh hưởng của các nguồn vật liệu nhân giống và giống đến khả năng chống chịu bệnh. Cây được trồng từ nguồn củ giống *in vitro* có khả năng chống chịu tốt với bệnh héo vàng (*Fusarium* sp.) và bệnh thối khô (*Stromatinia* sp.), cụ thể: không xuất hiện bệnh trên giống CF.21.09. Trong khi đó, củ bi *in vivo* của giống này có tỷ lệ cây bị bệnh héo vàng là 2,3% và bệnh thối khô là 3,7%.

Ở cả 2 nguồn vật liệu *in vitro* và *in vivo*, giống CF.21.09 thể hiện sự chống chịu rất tốt với bệnh đốm lá (*Botrytis* sp.) với tỷ lệ cây xuất hiện bệnh này là 0%, so với giống đối chứng Đỏ 09 là 17,3%.

Giống CF.21.09 có khả năng chống chịu rất tốt với bệnh khô đầu lá với cấp bệnh là cấp 1 khi sử dụng củ *in vitro* và củ *in vivo*. Trong khi đó, giống đối chứng Đỏ 09 cho thấy mức độ miễn cảm với bệnh khô đầu lá ở cấp 5.

Bảng 4. Năng suất và chất lượng củ giống thu được từ mô hình trồng các nguồn củ bi khác nhau tại tỉnh Quảng Ninh năm 2023

TT	Giống	Củ thương phẩm thu được			Củ nhỡ thu được			Củ bi thu được		
		Tỷ lệ củ thương phẩm (%)	Khối lượng củ (g)	Tổng khối lượng củ/360 m ² (kg)	Tỷ lệ củ nhỡ (%)	Khối lượng củ (g)	Tổng khối lượng củ/360 m ² (kg)	Khối lượng củ (g)	Số củ bi/cây (củ)	Tổng khối lượng củ bi/360 m ² (kg)
1	Củ bi <i>in vitro</i> giống CF.21.09	81,8	19,6 ± 0,21	346,3	18,2	9,7 ± 0,05	38,2	0,39	47,3 ± 2,32	398,5
2	Củ bi <i>in vivo</i> giống CF.21.09	19,5	17,2 ± 0,13	72,7	80,5	8,5 ± 0,07	148,6	0,31	30,5 ± 3,07	204,2
3	Củ bi <i>in vivo</i> giống Đỏ 09 (Đối chứng)	4,7	14,3 ± 0,22	14,6	95,3	8,0 ± 0,03	164,6	0,21	25,3 ± 1,66	114,8

Ghi chú: Củ thương phẩm có chu vi củ > 8 cm, củ nhỡ có chu vi củ 4 - 8 cm, củ bi có chu vi củ < 4cm

Tỷ lệ củ thương phẩm thu được cho thấy hiệu quả khi sử dụng củ giống *in vitro* cao hơn đáng kể so với sử dụng củ bi *in vivo*. Tỷ lệ củ thương phẩm thu được 81,8% khi sử dụng củ *in vitro* giống CF.21.09. Trong khi đó, tỷ lệ này chỉ đạt 19,5% khi sử dụng củ bi *in vivo* giống CF.21.09 và 4,7% khi sử dụng củ bi *in vivo* giống Đỏ 09. Kết quả về hiệu quả nhân giống từ củ *in vitro* cũng được Đặng Văn Đông (2020) [3] ghi nhận tương tự khi trồng củ *in vitro* của dòng lai J11 trên điều kiện phường Mộc Châu, tỉnh Sơn La.

Khối lượng củ thương phẩm của giống CF.21.09 thu được cao hơn so với giống Đỏ 09. Củ thương phẩm được tạo ra từ củ *in vitro* giống CF.21.09 đạt 19,6 g, củ bi *in vivo* giống CF.21.09

đạt 17,2 g trong khi đó củ thương phẩm của giống Đỏ 09 đạt 14,3 g.

Số lượng củ bi tạo ra là sản phẩm thứ cấp và thể hiện khả năng nhân giống. Giống lay on CF.21.09 cho thấy, khả năng nhân giống cao với số củ bi/cây từ 30,5 - 47,3 củ/cây trong khi đó giống lay on Đỏ 09 chỉ đạt 25,3 củ/cây. Trong cùng một giống CF.21.09 khi sử dụng vật liệu nhân giống là củ *in vitro* thì số củ bi/cây là 47,3 củ nhiều hơn so với vật liệu là củ bi *in vivo* (30,5 củ bi/cây). Đồng thời, củ bi tạo ra từ củ mẹ *in vitro* có khối lượng lớn hơn so với củ mẹ *in vivo*, tương ứng là 0,39 g và 0,31 g (giống CF.21.09).

3.2. Kết quả nghiên cứu nguồn vật liệu củ nhỡ đến hiệu quả nhân giống hoa lay on tại tỉnh Quảng Ninh

Bảng 5. Khả năng mọc mầm và thời gian sinh trưởng của củ nhỡ các giống lay on nghiên cứu tại tỉnh Quảng Ninh năm 2023

STT	Giống	Thời gian bắt đầu mọc mầm (ngày)	Thời gian kết thúc mọc mầm (ngày)	Tỷ lệ mọc mầm (%)	Thời gian thu hoạch (ngày)
1	Củ nhỡ giống CF.21.09	7	13	100	148
2	Củ nhỡ giống Đỏ 09 (Đối chứng)	6	17	98,4	141

Giai đoạn thứ 2 của quá trình nhân giống củ lay on ngoài đồng ruộng là tạo củ thương phẩm với đầu vào là củ nhỏ. Theo dõi thời gian bắt đầu và kết thúc mọc mầm của 2 giống lay on nghiên cứu cho thấy, giống CF.21.09 có quá trình mọc mầm tập trung và nhanh hơn so với giống Đỏ 09. Giống CF.21.09 bắt đầu mọc mầm sau 7 ngày và mất 6 ngày để hoàn tất mọc mầm với tỷ lệ 100%, trong khi giống Đỏ 09 phải 11 ngày cho quá trình mọc mầm với tỷ lệ 98,4%.

Thời gian thu hoạch củ thương phẩm của giống CF.21.09 là 148 ngày, dài hơn giống lay on Đỏ 09 chỉ 141 ngày. Khi so sánh thời gian sinh trưởng của củ nhỏ với củ bi ở cùng thời vụ trồng của cả hai giống lay on đều cho thấy tổng thời gian sinh trưởng của củ nhỏ ngắn hơn so với củ bi từ 7 - 9 ngày (cụ thể, thời gian sinh trưởng của củ bi *in vivo* của giống CF.21.09 là 157 ngày và của giống Đỏ 09 là 148 ngày). Kết quả này tương đồng với kết luận của Narayan và cs (2013) [7] củ giống lay on có kích thước càng lớn thì thời gian hoàn thành

nảy mầm và ra hoa càng sớm.

Giống lay on CF.21.09 có chất lượng củ thương phẩm rất cao với đường kính củ đạt 3,6 cm; chiều cao củ 1,9 cm và khối lượng trung bình 18,9 g, đều cao hơn so với giống đối chứng có đường kính củ đạt 3,5 cm; chiều cao củ 1,4 cm và khối lượng trung bình 16,9 g. Do khối lượng củ thu được cao hơn nên tổng khối lượng củ thương phẩm/360 m² của giống CF.21.09 đạt 339,6 kg; trong khi đó giống lay on Đỏ 09 chỉ đạt 300,2 kg. Kết quả nhân giống trong thí nghiệm này cao hơn so với kết quả nhân giống lay on Đỏ 09 của Trịnh Khắc Quang (2012) [8] khi sử dụng củ giống có chu vi 2 - 4 cm. Chỉ tiêu về chất lượng củ thương phẩm tương đương với kết quả nghiên cứu của Randhawa và Mukhopadhyay (2012) [4] khi nhân giống bằng củ nhỏ có đường kính 1,5 - 2 cm (tương đương chu vi 4,7 - 6,2 cm).

Tổng khối lượng củ bi/360 m² của giống CF.21.09 đạt 162,6 kg cao hơn rất nhiều so với giống đối chứng chỉ đạt 89,1 kg.

Bảng 6. Năng suất và chất lượng củ giống thu được từ mô hình trồng củ nhỏ của các giống lay on nghiên cứu tại tỉnh Quảng Ninh năm 2023

STT	Giống	Củ thương phẩm thu được				Củ bi thu được		
		Đường kính củ (cm)	Chiều cao củ (cm)	Khối lượng củ (g)	Tổng khối lượng củ/360 m ² (kg)	Khối lượng củ (g)	Số củ bi/cây (củ)	Tổng khối lượng củ bi/360 m ² (kg)
1	Củ nhỏ giống CF.21.09	3,6 ± 0,03	1,9 ± 0,01	18,9 ± 0,21	339,6	0,3 ± 0,02	31,7 ± 2,05	162,6
2	Củ nhỏ giống Đỏ 09 (Đối chứng)	3,5 ± 0,02	1,4 ± 0,03	16,9 ± 0,17	300,2	0,23 ± 0,01	24,3 ± 2,11	89,1

Ghi chú: Củ thương phẩm có chu vi củ > 8 cm, củ bi có chu vi củ < 4 cm

Củ bi thu được của cả hai giống lay on cũng cho thấy sự chênh lệch đáng kể về cả về khối lượng và số lượng. Cụ thể, giống CF.21.09 có khối lượng củ bi là 0,3 g và số lượng củ bi/cây là 31,7 củ; còn giống đối chứng có khối lượng củ bi là 0,23 g và số lượng củ bi/cây là 24,3 củ. Việc thu được củ bi nhiều góp phần tăng khả năng nhân giống và giảm chi phí sản xuất khi củ bi này được sử dụng

để trồng ở vụ sau.

4. KẾT LUẬN

- Sử dụng củ *in vitro* giống CF.21.09 nhân giống cho kết quả nhân giống tốt nhất (củ giống tạo ra đồng đều, tỷ lệ củ giống thương phẩm đạt 81,8%; khả năng nhân giống cao với 47,3 củ bi/cây).

- Sử dụng củ nhỏ giống CF.21.09 có chu vi 4 - 6 cm cho giai đoạn tạo củ thương phẩm thu được củ

giống có chất lượng cao hơn so với giống Đỏ 09 (đường kính củ 3,6 cm; tổng khối lượng củ thu được/360 m² đạt 339,6 kg). Sản phẩm trung gian là củ bi/cây nhiều với 31,7 củ, tổng khối lượng củ bi cao 162,6 kg/360 m².

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Singh P., Jyoti B. & Ahmad T. (2017). Gladiolus - queen of bulbous flowers. *Rashtriya Krishi*. 12(1): 67 - 69.
2. Nguyễn Văn Tĩnh (2020). Những thành tựu trong nghiên cứu và phát triển hoa, cây cảnh trên thế giới và Việt Nam. Hội thảo “Kết nối chuyển giao công nghệ cho ngành sản xuất hoa của Việt Nam”. Hà Nội, tháng 11/2020.
3. Đặng Văn Đông (2020). *Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu chọn tạo giống và gói kỹ thuật phát triển giống hoa lay ơn và hoa lan hồ điệp”. Đề tài trọng điểm cấp Bộ (2016 - 2019).*
4. Randhawa G.S. & Mukhopadhyay A. (2012). Floriculture in India. Allied Publishers Pvt Ltd. A-104 Mayapuri, Phase 11, New Delhi, 379 - 385
5. Viện Nghiên cứu Rau quả (2019). *Quy trình trồng và chăm sóc hoa lay ơn. Quyết định số 454/QĐ-VRQ-KH ngày 19/12/2019 của Viện Nghiên cứu Rau quả*
6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13268 - 6:2022 Bảo vệ thực vật - Phương pháp điều tra sinh vật gây hại - Phần 6.
7. Narayan K., Verma L.S. & Bisen Y. (2013). Effect of corm size and spacing on growth, flowering and yield attributes of gladiolus. *The Asian Journal of Horticulture*, 8(1), 230 - 233.
8. Trịnh Khắc Quang (2012). Nghiên cứu ảnh hưởng của biện pháp kỹ thuật nhân giống, bảo quản củ giống tới chất lượng hoa lay ơn đỏ 09. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 4, 50 - 55.

RESULTS OF SUITABLE MATERIALS FOR PROPAGATING GLADIOLUS VARIETY CF.21.09 USING CORMS DIVISION IN QUANG NINH PROVINCE

Nguyen Thi Hong Nhung¹, Bui Thi Hong Nhuy¹, Bui Thi Hong¹, Dang Van Dong²

¹ *Center for Ornamental, Flower Research and Development*

² *Fruit and Vegetable Research Institute*

Abstract

The CF.21.09 gladiolus variety is a promising new flower cultivar developed by the Fruit and Vegetable Research Institute through sexual hybridization. This variety is being widely propagated in Quang Ninh province using corm division. To determine suitable propagation materials for gladiolus CF.21.09, the study conducted experiments in two propagation stages: medium-sized corm production and commercial corm production. The results showed that using *in vitro* cormels for propagating CF.21.09 provided the the highest propagation efficiency, with commercial corms reaching rate of 81.8% and a high multiplication rate of 47.3 cormels per plant. In the commercial corm production stage, using propagation materials from medium-sized corms (4 - 6 cm in circumference) resulted in higher-quality corms than the control variety, with an average corm diameter of 3.6 cm and a mass of 339.6 kg per 360 m². The intermediate products were cormels, with 31.7 cormels per plant, and a total mass of 162.6 kg of cormels per 360 m².

Keywords: *New gladiolus variety, propagation, in vitro cormels, cormels, medium - sized corms, commercial corms.*

Ngày nhận bài: 6/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 11/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 3/7/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

PHÂN LẬP VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ĐỐI KHÁNG CỦA MỘT SỐ DÒNG VI KHUẨN ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ ĐẤT VƯỜN BƯỚI NĂM ROI TẠI TỈNH VINH LONG VỚI NẤM *Fusarium solani* VÀ *Sclerotium rolfsii* TRONG ĐIỀU KIỆN *in vitro*

Trần Trung Thành^{1*}, Phạm Thị Phương Thảo¹
Nguyễn Như Ý¹, Lê Thị Minh Thư¹, Lê Thanh Toàn¹

¹ Trường Nông Nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

*Email: trantrthanh@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã phân lập được 20 chủng vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Bacillus* từ 150 mẫu đất vườn bưởi Năm Roi tại phường Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Kết quả đánh giá khả năng đối kháng của 20 chủng vi khuẩn vùng rễ với nấm *S. rolfsii* gây bệnh thối gốc đã chọn được 6 chủng vi khuẩn vùng rễ có khả năng đối kháng trên 70% là VLND-0202, VLND-0802, VLND-0901, VLND-1202, VLND-1301, VLND-2002. Kết quả tiếp tục đánh giá khả năng đối kháng của 6 chủng vi khuẩn vùng rễ với nấm *F. solani* gây bệnh vàng lá thối rễ đã chọn được 3 chủng vi khuẩn vùng rễ có khả năng đối kháng tốt ở thời điểm 9 ngày sau bố trí là VLND-0802, VLND-1202 và VLND-1301 với hiệu suất đối kháng lần lượt là 58,50%; 60,50% và 66,50%. Bên cạnh đó, cả 3 chủng vi khuẩn vùng rễ VLND-0802, VLND-1202 và VLND-1301 đều có cơ chế phân giải lân ở thời điểm 7 ngày sau bố trí với đường kính vòng phân giải đồng nhất là 10 mm. Các chủng vi khuẩn hiệu quả sẽ được định danh và tiếp tục khảo sát hiệu quả phòng trừ sinh học trên cây trồng trong điều kiện nhà lưới.

Từ khóa: *S. rolfsii*, *F. solani*, vi khuẩn vùng rễ, đối kháng bệnh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bưởi là một trong những loại cây ăn quả chủ lực của Việt Nam. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê (2025) [1], diện tích nhóm cây ăn quả cả nước năm 2024 ước đạt 1.302,8 nghìn ha, tăng khoảng 2,6% so với năm trước, với sản lượng của một số loại trái cây: Sầu riêng đạt khoảng 1.503,2 nghìn tấn (tăng khoảng 25,7%), cam khoảng 1.888,8 nghìn tấn (tăng khoảng 3,6%), xoài khoảng 1.053,7 nghìn tấn (tăng khoảng 3,1%), thanh long khoảng 1.190,9 nghìn tấn (giảm khoảng 0,1%), sản lượng thu hoạch đạt khá cao chủ yếu là quả của nhóm cây có múi. Theo Chanh Tuy (2024) [2], xã Mỹ Hòa, thị xã Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long có khoảng 1.163 ha trồng Bưởi Năm Roi với năng suất trung bình 40 tấn/ha/năm và sản lượng hàng năm đạt 25.000-30.000 tấn.

Tuy nhiên, cùng với sự gia tăng về diện tích trồng, việc canh tác cây có múi hiện nay gặp

không ít khó khăn, đặc biệt trong khâu chăm sóc và quản lý dịch hại. Trong hội thảo giải pháp phục hồi và phát triển bền vững cây có múi ở Việt Nam ngày 24/11/2023 [3], các báo cáo cho biết tác động của biến đổi khí hậu (khô hạn, mưa bão, ngập lụt,...), nhiều đối tượng sâu, bệnh hại (với trên 30 loại sâu, bệnh hại, đặc biệt là bệnh vàng lá Greening, vàng lá thối rễ, thối rụng quả...) xuất hiện, gây hại tại khắp các vùng trồng cây có múi, nhất là vùng phát triển tự phát; ảnh hưởng lớn đến năng suất, chất lượng, quản lý an toàn thực phẩm, tuổi thọ vườn cây và làm tăng chi phí đầu tư, chăm sóc [4]. Nấm bệnh trên cây trồng vẫn luôn là nỗi lo lắng của nhà nông, vì nếu không phòng trị kịp thời, chúng sẽ gây thiệt hại đến năng suất cây trồng. Đồng thời, bệnh cây cũng là mối quan tâm rất lớn đối với các nhà khoa học trong lĩnh vực nông nghiệp. Đặc biệt là các nấm bệnh có nguồn gốc từ đất hoặc có khả năng lưu

tồn lâu trong đất như nấm *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium solani*.

Các loài vi khuẩn *Bacillus* spp. được báo cáo giúp phòng trị nhiều loại bệnh trên cây bưởi nói riêng, nhóm cây cam quýt nói chung [5]. Chế phẩm nano bao gồm 500 mg/L nano bạc, 10.000 mg/L nano oxiclơrua đồng, 50 g/L polyvinylpyrrolidone, 15 g/L nonyl phenol ethoxylate và 15 g/L trietanolamin, giúp chống bệnh rỉ sắt, thán thư, ghẻ nhám với hiệu quả đạt 71,5%, chống rậm vỏ quả bưởi đạt 80,6% ở nồng độ pha loãng 100 ml/10 L nước [6]. *Trichoderma asperellum* T-SP19 và *Trichoderma asperellum* T-SP32 có khả năng đối kháng lần lượt đạt 85,4–86,2% và 84,7 - 85,4% đối với nấm *Lasiodiplodia theobromae* gây thối cuống trái bưởi da xanh tại Bến Tre [7]. Do đó, nghiên cứu đã được thực hiện để phân lập và đánh giá khả năng đối kháng của vi khuẩn có lợi đối với nấm *F. solani* được phân lập từ mẫu bệnh vàng lá thối rễ bưởi và *S. rolfsii* được phân lập từ mẫu bệnh thối gốc trên cây cam quýt, cũng như hiệu quả đến sinh trưởng của bưởi Năm Roi.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phân lập vi khuẩn vùng rễ

Nguồn vi khuẩn vùng rễ (VKVR) được phân lập từ 150 mẫu đất vườn bưởi (5 mẫu x 30 vườn) thu thập từ các vườn cây bưởi Năm Roi tại Vĩnh Long. Các mẫu được thu liên tục trong 7 ngày, sau đó tiến hành phân lập vi khuẩn có lợi.

Nguồn nấm *F. solani* được phân lập từ mẫu bệnh vàng lá thối rễ bưởi và *S. rolfsii* được phân lập từ mẫu bệnh thối gốc trên cây cam quýt, được cung cấp từ Phòng thí nghiệm Phòng trừ Sinh học, Khoa Bảo vệ Thực vật, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ.

Tiến hành phân lập

Cân 1 g đất cho vào ống nghiệm chứa 9 ml nước cất thanh trùng, lắc 5 phút để vi sinh vật phân tán đều trong dung dịch đất. Dung dịch đất được pha loãng thành 3 mức độ khác nhau tương ứng với 10^{-1} , 10^{-2} và 10^{-3} . Hút 50 μ l huyền phù ở mỗi nồng độ cho vào trong đĩa petri chứa môi trường King's B và chà đều được ủ ở nhiệt độ phòng khoảng 48 giờ. Những khuẩn lạc khác nhau và

phát triển đơn lẻ được lựa chọn và cấy chuyển sang đĩa petri chứa môi trường King's B mới [8]. Vi khuẩn sau khi tách dòng sẽ được nuôi cấy trong ống eppendorf chứa môi trường King's B lỏng thêm dung dịch glycerol 20% trong hai ngày để ở nhiệt độ phòng, sau đó trữ ở nhiệt độ lạnh 4°C. Các mẫu này được sử dụng trong các thí nghiệm tiếp theo.

2.2. Đánh giá khả năng đối kháng của vi khuẩn vùng rễ trong điều kiện *in vitro*

2.2.1 Nấm *S.rolfsii*

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, một nhân tố, mỗi nghiệm thức gồm 4 lần lặp lại, tương ứng với mỗi đĩa petri là một lần lặp lại. Các chủng vi khuẩn có lợi phân lập ở nội dung 2.1 được sử dụng cho thí nghiệm này. Tiến hành: Nấm *S. rolfsii* cấy trên môi trường PDA khoảng 10-14 ngày. Khi nấm phát triển và sinh hạch nấm màu nâu thì dùng kẹp gấp hạch nấm đặt vào giữa đĩa petri chứa 10 ml môi trường PDA. Sau đó, khoan giấy thấm (có đường kính 5 mm) có tẩm dung dịch huyền phù vi khuẩn vùng rễ (10^8 cfu/ml) đặt đối diện với hạch nấm *S. rolfsii* và cách thành đĩa 1 cm. Đĩa petri được đặt trong điều kiện nhiệt độ phòng và đánh giá khả năng đối kháng của những chủng vi khuẩn vùng rễ với nấm *S. rolfsii*. Đối chứng được sử dụng bằng thuốc hóa học phối hợp Mancozeb + Metalaxyl ở nồng độ khuyến cáo. Miếng giấy thấm đường kính 5 mm tẩm dung dịch thuốc được đặt đối diện với hạch nấm *S. rolfsii* cách thành đĩa 1 cm trên đĩa petri chứa 10 ml PDA; 4 lần lặp lại. Đĩa đặt ở nhiệt độ phòng, đường kính phát triển của nấm được đo để tính phần trăm đối kháng so với đối chứng âm.

Chỉ tiêu ghi nhận: vào các ngày 3, 5, 7 và 9 ngày sau khi đặt hạch nấm, đo bán kính vùng sợi nấm (mm) về phía đối chứng (BKVS_{Nđc}) và về phía vi khuẩn (BKVS_{Nvk}) để tính hiệu suất đối kháng (HSDK, %) của các chủng vi khuẩn vùng rễ theo công thức của Moayedhi và Mostowfizadeh-ghalamfarsa (2009) [9]. $HSDK (\%) = [(C - T) / C] \times 100$. Trong đó: C là BKVS_{Nđc}, T là BKVS_{Nvk}. Thí nghiệm được thực hiện hai lần với kết quả thu được tương tự nhau. Từ kết quả thí nghiệm này, chọn các chủng vi khuẩn có HSDK cao để thực hiện thí nghiệm tiếp theo với nấm *F. solani*.

2.2.2. Nấm *F. solani*

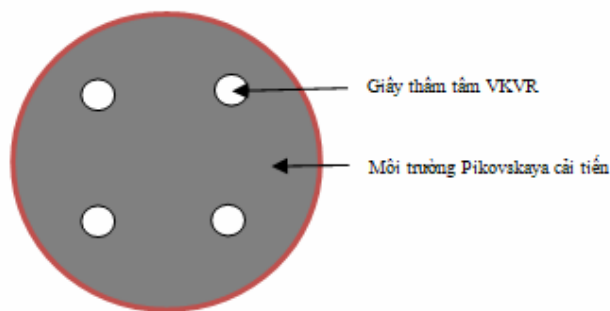
Thí nghiệm được bố trí và ghi nhận chỉ tiêu tương tự thí nghiệm 2.2.1, thay vị trí hạch nấm *Sclerotium* bằng khoanh khuẩn ty nấm *Fusarium*. Thí nghiệm được thực hiện hai lần với kết quả thu được tương tự nhau. Các chủng vi khuẩn có lợi được chọn để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

2.3. Khảo sát khả năng phân giải lân

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên một nhân tố, 4 lần lặp lại, mỗi nghiệm thức là một chủng vi khuẩn có lợi.

Tiến hành: Chuẩn bị môi trường Pikovskaya cải tiến (10 g glucose, 5 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, 0,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2 g NaCl, 0,2 g KCl, 0,5 g yeast extract, 0,1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,002 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,002 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 15 g agar, 1 L nước cất, pH 7) có bổ sung bromophenol blue (0,6%), chiết đĩa petri. Các mẫu VKVR được nhân nguồn trong môi trường King's B lỏng trên máy lắc ngang (tốc độ 150 vòng/phút) với thời gian 48 giờ, điều chỉnh mật số 10^9 cfu/ml. Trên mỗi đĩa petri đặt 4 khoanh giấy thấm ở 4 điểm cách đều nhau trên môi trường, mỗi miếng được tẩm với dung dịch huyền phù vi khuẩn vùng rễ (10^9 cfu/ml) (Hình 1). Các đĩa đặt trong tủ ổn định với nhiệt độ 30°C [10]. Theo dõi chỉ tiêu phân giải lân khó tan trong môi trường Pikovskaya cải tiến thông qua đường kính

vòng trong suốt theo 2 đường vuông góc tại tâm của khoanh giấy thấm.



Hình 1. Phương pháp khảo sát khả năng phân giải lân của VKVR

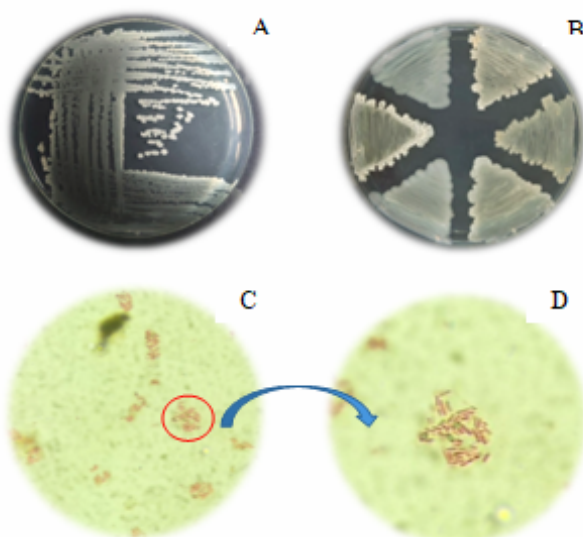
2.4. Xử lý số liệu

Các chỉ tiêu được nhập, xử lý số liệu bằng phần mềm Microsoft Excel. Xử lý thống kê các số liệu bằng phần mềm SPSS.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân lập VKVR

Kết quả trình bày ở hình 2 của đặc điểm khuẩn lạc và nhuộm nội bào tử đã cho thấy 20 chủng vi khuẩn phân lập được từ vùng rễ bưởi thuộc chi *Bacillus*, Gram dương và có khả năng hình thành nội bào tử (Hình 2). Các dòng vi khuẩn này được trữ lại trong ống nghiệm chứa môi trường King's B agar 2% ở nhiệt độ 4°C .



Hình 2. Đặc điểm của chi vi khuẩn *Bacillus*. A - Khuẩn lạc thuộc chi vi khuẩn *Bacillus*, B - Các chủng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* được cấy sau 48 giờ, C, D - Nội bào tử vi khuẩn *Bacillus* được chụp dưới vật kính 100X

3.2. Đánh giá khả năng đối kháng của VKVR trong điều kiện *in vitro*

3.2.1. HSĐK với nấm của các chủng vi khuẩn vùng rễ với nấm *S. rolfsii*

Sự đối kháng của 20 chủng VKVR với nấm *S. rolfsii* được đánh giá thông qua hiệu suất đối kháng thể hiện khả năng đối kháng sự phát triển của nấm. Từ kết quả bảng 1 cho thấy, 19 chủng VKVR (trừ (15) VLND-1502) đều có HSĐK tốt đối với nấm *S. rolfsii* ở thời điểm 3 NSTN trong khoảng từ 33,25-77,50%. Tuy nhiên không có sự khác biệt về mặt ý nghĩa so với đối chứng dương (thuốc có hoạt chất Metalaxyl, Mancozeb). Chủng (15) VLND-1502 có HSĐK thấp hơn và không khác biệt ý nghĩa so với đối chứng dương là 25,00%. Ở thời điểm 5 NSTN, 20 chủng VKVR đều có HSĐK tốt đối với nấm *S. rolfsii* so với đối chứng thuốc RidomilGold 68WG. Ở thời điểm 7 NSTN tất cả 20 chủng VKVR đều có HSĐK tốt đối với nấm *S. rolfsii* so với đối chứng dương. Chủng VKVR có HSĐK cao nhất ở thời điểm 7 NSTN là (8) VLND-0802 đạt 81,25% có khác biệt ý nghĩa 5% so với các chủng VKVR còn lại và đối chứng dương. Có 19 chủng VKVR (trừ (19) VLND-1901) có HSĐK tốt

với nấm *S. rolfsii* ở thời điểm 9 NSTN có khác biệt ý nghĩa 5% so với đối chứng dương. Chủng (19) VLND-1901 có HSĐK không khác biệt ý nghĩa 5% so với đối chứng dương. Chủng VKVR có HSĐK cao nhất là (2) VLND-0202 đạt 82,50%, thấp hơn là (8) VLND-0802, (12) VLND-1202 và (13) VLND-1301 đều đạt 79,25%, (20) VLND-2002 đạt 74,50%, (9) VLND-0901 đạt 72,50% (Bảng 1).

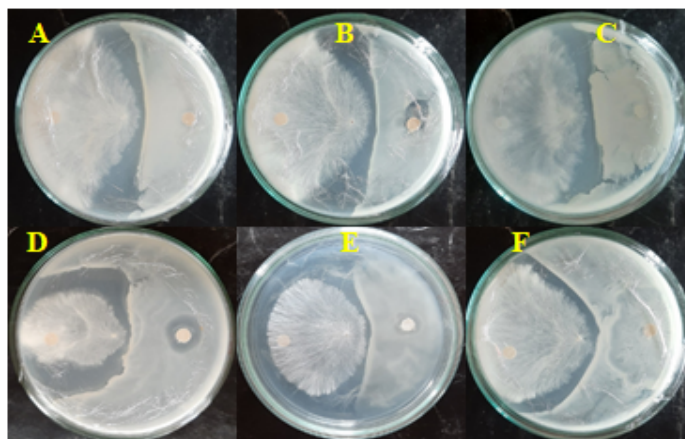
Qua kết quả của thí nghiệm được theo dõi ở các ngày 3, 5, 7 và 9 sau khi bố trí đã chọn ra được 6 chủng VKVR có HSĐK triển vọng đối kháng tốt với nấm *S. rolfsii* trên 70% (trừ chủng VKVR (20) VLND-2002 đạt 69% ở thời điểm 3 NSTN không khác biệt ý nghĩa 5% so với đối chứng dương đạt 32,75%) để tiếp tục làm thí nghiệm 2 là: (2) VLND-0202, (8) VLND-0802, (9) VLND-0901, (12) VLND-1202, (13) VLND-1301, (20) VLND-2002 (Hình 3). Khả năng đối kháng với nấm *Sclerotium rolfsii* Sacc. của các nghiệm thức vi khuẩn thể hiện sớm từ 3 NSTN có ý nghĩa quan trọng trong việc ngăn chặn sự gây hại và phát triển của nấm *Sclerotium rolfsii* Sacc. Nếu mầm bệnh xâm nhiễm trong giai đoạn đầu sinh trưởng của cây sẽ gây ra thiệt hại lớn về năng suất.

Bảng 1. HSĐK (%) của các chủng VKVR với nấm *S. rolfsii*

STT	Mã số	Ngày bố trí thí nghiệm			
		3	5	7	9
1	VLND-0101	63,75	68,25 a	68,75 ab	67,25 ab
2	VLND-0202	77,50	80,50 a	81,00 ab	82,50 a
3	VLND-0301	42,50	44,00 ab	37,75 ab	23,25 bc
4	VLND-0402	71,75	71,00 a	69,00 ab	71,25 ab
5	VLND-0502	65,00	64,50 a	62,75 ab	58,50 ab
6	VLND-0602	52,25	48,00 ab	43,75 ab	42,50 ab
7	VLND-0702	34,50	46,50 ab	43,50 ab	45,50 ab
8	VLND-0802	73,25	80,75 a	81,25 a	79,25 a
9	VLND-0901	74,75	75,75 a	73,75 ab	72,50 ab
10	VLND-1001	33,25	24,00 ab	41,75 ab	17,15 bc
11	VLND-1101	49,00	60,25 a	58,00 ab	55,25 ab
12	VLND-1202	70,25	75,50 a	81,00 ab	79,25 a
13	VLND-1301	74,25	81,25a	79,75 ab	79,25 a
14	VLND-1401	55,25	46,75 ab	35,00 ab	35,00 ab
15	VLND-1502	25,00	15,00 b	47,50 ab	26,25 ab
16	VLND-1602	63,75	66,50 a	67,25 ab	69,50 ab
17	VLND-1702	64,75	66,50 a	67,25 ab	67,50 ab
18	VLND-1801	58,00	54,25 ab	61,50 ab	61,75 ab

19	VLND-1901	49,00	50,00 ab	47,75 ab	0,00 c
20	VLND-2002	69,00	76,25 a	75,25 ab	74,50 ab
21	Đối chứng dương	32,75	9,50 b	22,75 b	0,00 c
Mức ý nghĩa		ns	*	*	*
CV (%)		31,72	32,91	38,07	37,10

Ghi chú: Trong cùng một cột các nhóm có giá trị trung bình được theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê Duncan, ns: không khác biệt về mặt ý nghĩa, *: Khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.



Hình 3. Khả năng đối kháng nấm *S. rolfsii* ở thời điểm 5 NSTN của 6 chủng VKVR. A. VLND-0202; B. VLND-0802; C. VLND-0901; D. VLND-1202; E. VLND-1301; F. VLND-2002

3.2.2. HSĐK với nấm của các chủng VKVR với nấm *F. solani*

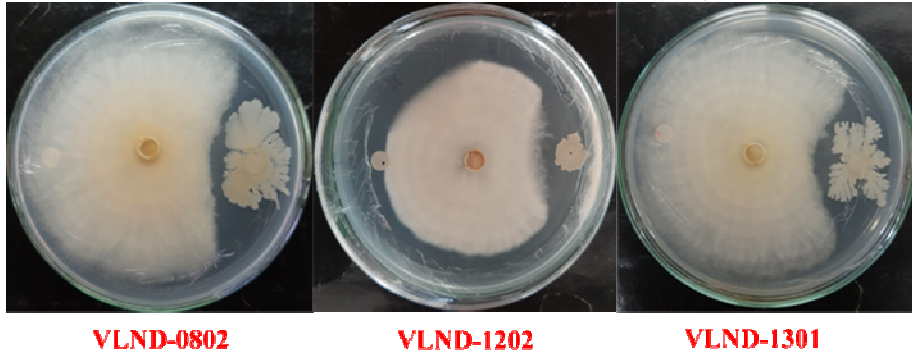
Sự đối kháng của 6 chủng VKVR với nấm *F. solani* được đánh giá thông qua hiệu suất đối kháng thể hiện khả năng đối kháng sự phát triển của nấm. Từ kết quả bảng 2 cho thấy, 6 chủng VKVR đều có HSĐK tốt hơn so với đối chứng dương trong khoảng từ 11% - 48%. 2 chủng VKVR có HSĐK tốt nhất là (12) VLND-1202 đạt 48% và (13) VLND-1301 đạt 40,75% có khác biệt ý nghĩa. Kế tiếp là 2 chủng VKVR (8) VLND-0802 đạt 36,25% và (20) VLND-2002 đạt 20,50% có khác biệt nhưng không ý nghĩa so với đối chứng dương. 2 chủng VKVR (9) VLND-0901 đạt 12% và (2) VLND-0202 đạt 11% không khác biệt ý nghĩa so với đối chứng dương đạt 5,50%. HSĐK của 6 chủng VKVR ở thời điểm 5 NSTN khác biệt ý nghĩa so với đối chứng dương. 3 chủng VKVR có HSĐK cao nhất là (8) VLND-0802 đạt 57,50%, (13) VLND-1301 đạt 55,25%, (12) VLND-1202 đạt 52,75% có khác biệt ý nghĩa so với 3 chủng VKVR còn lại và đối chứng dương đạt 5,25%. Thấp hơn là 3 chủng VKVR còn lại là (2) VLND-0202 đạt 22%,

(9) VLND-0901 và (20) VLND-2002 đều đạt 20,50%. Ở thời điểm 7 NSTN tất cả 6 chủng VKVR đều có HSĐK tốt đối với nấm *F. solani* so với đối chứng thuốc RidomilGold 68WG. 3 chủng VKVR có HSĐK cao nhất là (8) VLND-0802 đạt 65,75%, (13) VLND-1301 đạt 64,00%, (12) VLND-1202 đạt 62,75% có khác biệt ý nghĩa so với 3 chủng VKVR còn lại và đối chứng dương đạt 7,00%. Thấp hơn là 3 chủng VKVR còn lại là (9) VLND-0901 đạt 24,00%, (2) VLND-0202 và (20) VLND-2002 đều đạt 22,75%. Ở thời điểm 9 NSTN tất cả 6 chủng VKVR đều có HSĐK tốt đối với nấm *F. solani* so với đối chứng dương. 3 chủng VKVR có HSĐK cao nhất là (13) VLND-1301 đạt 66,50%, (12) VLND-1202 đạt 60,50%, (8) VLND-0802 đạt 58,50% có khác biệt ý nghĩa so với 3 chủng VKVR còn lại và đối chứng dương đạt 6,00%. Thấp hơn là 3 chủng VKVR còn lại là (2) VLND-0202, (9) VLND-0901, (20) VLND-2002 đều đạt 23,00% (Bảng 2). Qua kết quả của thí nghiệm, các chủng VKVR được chọn là (8) VLND-0802, (12) VLND-1202, (13) VLND-1301 (Hình 4) để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 2. HSDK (%) của các chủng VKVR với nấm *F. solani*

STT	Mã số	Ngày bố trí thí nghiệm			
		3	5	7	9
1	VLND-0202	11,00 b	22,00 b	22,75 b	23,00 b
2	VLND-0802	36,25 ab	57,50 a	65,75 a	58,50 a
3	VLND-0901	12,00 b	20,50 b	24,00 b	23,00 b
4	VLND-1202	48,00 a	52,75 a	62,75 a	60,50 a
5	VLND-1301	40,75 a	55,25 a	64,00 a	66,50 a
6	VLND-2002	20,50 ab	20,50 b	22,75 b	23,00 b
7	Đối chứng dương	5,50 b	5,25 c	7,00 c	6,00 c
Mức ý nghĩa		*	*	*	*
CV (%)		45,39	16,73	12,45	20,37

Ghi chú: Trong cùng một cột các nhóm có giá trị trung bình được theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê Duncan, *: Khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.



Hình 4. Khả năng đối kháng của 3 chủng VKVR VLND-0802, VLND-1202, VLND-1301 lần lượt đối kháng nấm *F. solani* ở thời điểm 7 NSTN

Vi khuẩn đối kháng hạn chế phát triển các tác nhân gây bệnh bằng nhiều cơ chế như tiết ra kháng sinh, các enzyme phân hủy vách tế bào và một số cơ chế khác như cạnh tranh thức ăn và nơi ở với sinh vật gây bệnh [11]. Các vi khuẩn đối kháng thể hiện khả năng đối kháng với nấm *Fusarium* spp. chủ yếu thuộc nhóm *Bacillus*. Nhóm vi khuẩn này được ghi nhận là có tiềm năng rất cao trong phòng trị sinh học nhiều bệnh hại trên cây trồng [12]. Chúng có khả năng đối kháng với các tác nhân gây bệnh bằng cách tiết ra các hợp chất trong quá trình tăng trưởng như tiết kháng sinh, tiết enzyme phân hủy vách tế bào nấm gây bệnh hoặc cạnh tranh về dinh dưỡng và nơi ở. Nhiều nghiên cứu ghi nhận các hợp chất kháng sinh, enzyme do vi khuẩn đối kháng tiết ra có khả năng kiểm chế các tác nhân gây bệnh cây trồng rất hiệu quả.

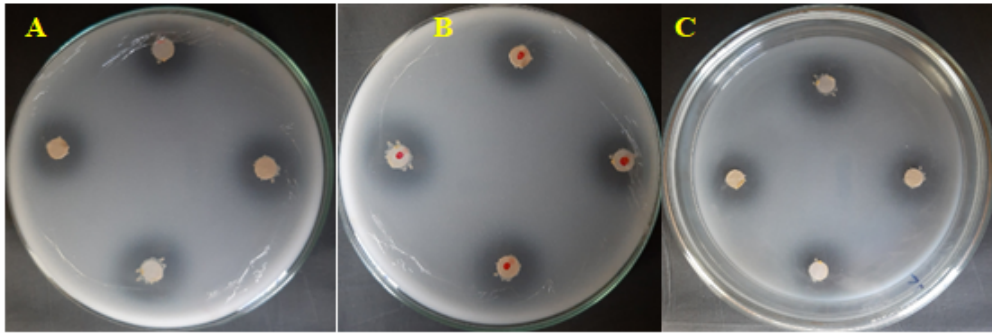
3.3. Khảo sát khả năng phân giải lân

Kết quả thí nghiệm được theo dõi từ ngày 2 (ngày bắt đầu xuất hiện vòng tròn trong suốt) đến ngày 7 sau khi bố trí thí nghiệm, cho thấy cả 3 chủng VKVR được chọn là VLND-0802, VLND-1202, VLND-1301 đều có khả năng phân giải lân. Trong đó, 2 chủng VLND-0802 và VLND-1202 có đường kính vòng tròn trong suốt khác biệt ý nghĩa ở mức 5% so với chủng VLND-1301 thời điểm từ 2 NSTN đến 6 NSTN. Ở thời điểm 2 NSTN có 2 chủng bắt đầu xuất hiện vòng tròn trong suốt. Chỉ duy nhất chủng VLND-1301 đến 3 NSTN mới bắt đầu xuất hiện vòng tròn trong suốt. Nhưng ở thời điểm 7 NSTN cả 3 chủng đều đạt đường kính vòng tròn trong suốt là 10 mm. Bảng 3 và hình 5, cho thấy, các chủng vi khuẩn khác nhau sẽ có khả năng phân giải lân khác nhau.

Bảng 3. Đường kính vòng phân giải lân (mm) của các chủng vi khuẩn vùng rễ ở thí nghiệm 2 qua các ngày sau bố trí thí nghiệm

STT	Mã số	Ngày bố trí thí nghiệm					
		2	3	4	5	6	7
1	VLND-0802	4,50 a	6,50 a	6,50 a	8,50 a	10,00 a	10,00
2	VLND-1202	3,00 b	5,00 a	7,00 a	9,00 a	10,00 a	10,00
3	VLND-1301	0,00 c	2,50 b	4,50 b	6,50 b	8,50 b	10,00
Mức ý nghĩa		*	*	*	*	*	ns
CV (%)		35,25	22,57	17,57	13,18	6,07	0,00

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê Duncan, ns: không khác biệt về mặt ý nghĩa, *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.*



Hình 5. Hiệu quả phân giải lân của 3 chủng VKVR ở thời điểm 7 NSTN lần lượt là A. VLND-0802; B. VLND-1202; C. VLND-1301

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân lập được 20 chủng vi khuẩn vùng rễ thuộc từ 150 mẫu đất vườn bưởi Năm Roi ở huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Qua đánh giá *in vitro*, có 6 chủng vi khuẩn (VLND-0202, VLND-0802, VLND-0901, VLND-1202, VLND-1301, VLND-2002) cho thấy khả năng đối kháng cao với nấm *Sclerotium rolfsii* gây bệnh thối gốc ($\geq 70\%$). Trong đánh giá tiếp theo với nấm *Fusarium solani* - tác nhân gây vàng lá thối rễ - có 3 chủng là VLND-0802, VLND-1202 và VLND-1301 thể hiện HSDK tốt lần lượt là 58,50%, 60,50% và 66,50% sau 9 ngày. Ngoài ra, cả ba chủng này đều có khả năng phân giải lân, với vòng phân giải đồng đều 10 mm sau 7 ngày.

Các chủng vi khuẩn hiệu quả sẽ được định danh và tiếp tục khảo sát hiệu quả đối kháng và kích thích sinh trưởng cây trồng trong điều kiện nhà lưới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổng cục Thống kê (2025). *Báo cáo kinh tế - xã hội năm 2024* (số liệu về nhóm cây ăn quả).

2. Chanh Tuy (2024). Bưởi Năm Roi cho thị trường Tết Nguyên đán ở Vĩnh Long dự kiến sẽ khan hiếm. *Báo điện tử Tiếng nói Việt Nam*, 25 tháng 10 2024.

3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Ủy ban nhân dân tỉnh Hòa Bình, Hội Làm vườn Việt Nam. Hội thảo “*Giải pháp phục hồi và phát triển bền vững cây có múi ở Việt Nam*”. Cổng thông tin điện tử Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. <https://www.mard.gov.vn/Pages/giai-phap-phuc-hoi-va-phat-trien-ben-vung-cay-co-mui-o-viet-nam.aspx>

4. Nguyễn Thị Duyên (2023). Hạn chế tối đa tình trạng gia tăng diện tích, phát triển nóng “theo phong trào” đối với cây cam, bưởi, nhất là tại các vùng không phù hợp. <http://vukehoach.mard.gov.vn/News.aspx?id=3124> . Truy cập ngày 22/8/2024.

5. Chen K., Tian Z., He H., Long C.A., Jiang F. (2020). *Bacillus* species as potential biocontrol agents against citrus diseases. *Biological Control* 151(104419): 1 - 9.

6. Hoàng Thanh Đức, Nguyễn Thế Hữu, Nguyễn Văn Mạnh, Phạm Hương Quỳnh (2020). Pha chế và thử nghiệm chế phẩm phòng chống bệnh nấm, rậm quả ở cây bưởi trên cơ sở ứng dụng các hợp chất nano. Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Trường ĐH Công nghiệp HN) 56(4): 129-132.
7. Khuong, N. Q.; Nhen, D. B.; Thu, L. T. M.; Trong, N. D.; Hiep, P. C.; Thuan, V. M.; Quang, L. T.; Thuc, L. V.; Xuan, D. T. (2023). Using *Trichoderma asperellum* to antagonize *Lasiodiplodia theobromae* causing stem-end rot disease on pomelo (*Citrus maxima*). *J. Fungi*, 9(981): 1-15. <https://doi.org/10.3390/jof9100981>.
8. Kumar V., Wingfield J. C., Dawson A., Ramenofsky M., Rani S., Bartell P. (2012). Biological clocks and regulation of seasonal reproduction and migration in birds. *Physiol. Biochem. Zool.*, 83: 827 - 835.
9. Moayedi, G. and Mostowfizadeh-ghalamfarsa, R. (2009). Antagonistic activities of *Trichoderma* spp. on *Phytophthora* root rot of sugar beet, Iran *Agricultural Research*. 28(2): 21 - 38.
10. Gupta R., Singal R., Shankar A., Chander Kuhad R., and Kumar Saxena R. (1994). A modified plate assay for screening phosphate solubilizing microorganisms. *J. Gen. Appl. Microbiol*, 40, 255 - 260.
11. Nguyễn Thị Thu Nga (2003). Khảo sát đặc tính sinh học, khả năng đối kháng của vi khuẩn *Burkholderia cepacia* TG17 đối với nấm *Rhizotonia solani* Kuhn và tìm môi trường nhân nuôi vi khuẩn này. Luận văn Thạc sĩ ngành Nông học. Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng. Trường Đại học Cần Thơ.
12. Siddiqui, Z. A (2006). PGPR: Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. In: PGPR: Biocontrol and biofertilization (Siddiqui, Z. A. (Eds.)). *Netherlands: springer*. pp. 111 - 142.

**ISOLATION AND ASSESSMENT OF ANTAGONISTIC ABILITY
OF SEVERAL BENEFICIAL BACTERIA FROM POMELO ORCHARD SOIL
IN VINH LONG PROVINCE AGAINST *Fusarium solani* AND *Sclerotium rolfsii***

Tran Trung Thanh¹, Pham Thi Phuong Thao¹

Nguyen Nhu Y¹, Le Thi Minh Thu¹, Le Thanh Toan¹

¹ College of Agriculture, Can Tho University

Abstract

The study isolated 20 root-associated *Bacillus* strains from 150 soil samples collected in pomelo orchards in Binh Minh Ward, Vinh Long Province. *In vitro* antagonism assays against *Sclerotium rolfsii*, causal agent of root rot, identified six strains - VLND-0202, VLND-0802, VLND-0901, VLND-1202, VLND-1301, VLND-2002 - that exhibited antagonistic activity above 70%. Further evaluation of these six strains against *Fusarium solani*, responsible for yellow-leaf root rot, selected three strains (VLND-0802, VLND-1202, VLND-1301) with strong antagonism at 9 days post inoculation, achieving inhibition efficiencies of 58.50%, 60.50%, and 66.50%, respectively. Moreover, all three selected root bacterial strains demonstrated phosphate-solubilizing ability; at 7 days after placement, they formed uniform phosphate-degrading clear zones of 10 mm diameter. These effective strains will be taxonomically identified and further tested for biocontrol efficacy under greenhouse conditions

Keywords: *S. rolfsii*, *F. solani*, rhizobacteria, against pathogens.

Ngày nhận bài: 26/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 6/8/2025

Ngày duyệt đăng: 23/9/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ TRỒNG VÀ LIỀU LƯỢNG PHÂN KALI ĐẾN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT CỦA GIỐNG TỎI TON8 (*Allium sativum* L.) TẠI VÙNG DUYÊN HẢI NAM TRUNG BỘ

Phạm Trung Hiếu¹, Nguyễn Văn Sơn¹, Trịnh Thị Vân Anh¹,

Trần Thị Thảo¹, Phan Công Kiên, Phạm Văn Phước¹

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

*Email: hieuristicad@yahoo.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali nhằm xác định được yếu tố tối ưu cho sinh trưởng, năng suất và hiệu quả kinh tế cho giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ. Một nghiên cứu được thực hiện tại các tỉnh: Ninh Thuận, Khánh Hoà và Quảng Ngãi gồm 2 nhân tố được bố trí theo kiểu lô chính và lô phụ (split plot design) với 3 lần lặp lại, với yếu tố chính là 3 mức mật độ (1.111.000, 952.000, 833.000 cây/ha) và yếu tố phụ là 4 mức kali (90, 100, 110, 120 kg/ha). Kết quả cho thấy, mật độ trồng và liều lượng phân bón kali khác nhau ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng, phát triển, năng suất và khả năng chống chịu sâu bệnh của giống tỏi TON8. Chiều cao cây, đường kính củ, trọng lượng củ và năng suất đạt được cao nhất khi trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha và bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha. Trong các công thức thí nghiệm, công thức trồng với mật độ 833.000 cây/ha kết hợp bón 110 và 120 kg/ha kali cho khối lượng củ lớn nhất (trung bình 20,2 g). Trong khi đó, trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha kết hợp bón 120 kg/ha kali cho năng suất cao nhất (trung bình 12,6 tấn/ha). Tuy nhiên, xét về tỷ suất lợi nhuận cho thấy khi trồng với mật độ 952.000 cây/ha kết hợp liều lượng phân kali 120 kg/ha cho tỷ suất lợi nhuận đạt cao nhất (1,07). Do đó, đối với giống tỏi TON8, để đạt hiệu quả kinh tế cao nhất, tiết kiệm chi phí mua giống khuyến cáo trồng mật độ 952.000 cây/ha kết hợp bón kali với liều lượng 120 kg/ha.

Từ khóa: Tỏi TON8, mật độ, kali.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỏi (*Allium sativum* L.) là một trong những loại rau lấy củ rất quan trọng ở Việt Nam và được trồng ở nhiều địa phương trong cả nước. Do đó, việc cải thiện năng suất tỏi bằng cách phát triển các giống cải tiến và chuẩn hóa quy trình công nghệ sản xuất tốt hơn là rất cần thiết. Mật độ trồng thích hợp và bón phân hoá học cân đối (trong đó có kali) là cần thiết để đạt năng suất cao nhất. Canh tác tỏi khác với nhiều loại rau khác, giống tỏi luôn chiếm tỷ lệ phần trăm cao trong chi phí sản xuất, ngay cả ở mật độ trồng thấp và kích thước tép tỏi nhỏ. Hầu hết các nghiên cứu được thực hiện cho đến nay về mật độ trồng đều chỉ ra ảnh hưởng trực tiếp của nó đến năng suất, cây tỏi

thường nhạy cảm với thay đổi mật độ trồng, khi mật độ trồng tăng lên thì kích thước củ nhỏ, ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng và giá trị thị trường khi tỏi được sản xuất để bán tươi [1]. Castillo và cs (1996) [1] đã nghiên cứu mật độ từ 104.000 - 400.000 cây/ha trong điều kiện Địa Trung Hải và kết quả cho thấy, tác động thuận lợi của mật độ cây cao đến năng suất là do chỉ số diện tích lá (LAI) tăng và thời gian tồn tại của lá trên cây. Kết quả của nghiên cứu này khuyến nghị nên xử lý mật độ cây từ 140.000 - 180.000 cây/ha để đảm bảo đường kính củ tốt, vì chất lượng củ sẽ giảm ở mật độ cao. Đối với kali, cây tỏi phản ứng tốt với việc bón kali [2, 3] nhờ hệ thống rễ nông và không phân nhánh [4] và vai trò quan trọng của

kali trong việc kích hoạt hơn 80 loại enzyme khác nhau chịu trách nhiệm vận chuyển carbohydrate từ lá xuống củ, khử nitrat, quang hợp... [5, 6].

Trong giai đoạn từ 2021 - 2024, thông qua chương trình “*Nghiên cứu chọn tạo giống và biện pháp kỹ thuật canh tác cây hành tím và cây tỏi tại vùng duyên hải Nam Trung bộ*” Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển nông nghiệp Nha Hồ đã chọn tạo được giống tỏi TON8. Nhằm chuẩn hoá quy trình cho giống tỏi TON8, nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến khả năng sinh trưởng và năng suất của giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Giống tỏi: Giống TON8 do Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển nông nghiệp Nha Hồ tuyển chọn;

- Phân bón K_2SO_4 (50% K_2O , 18% S).

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ thu đông năm 2023 tại 3 tỉnh thuộc khu vực Nam Trung bộ gồm huyện Ninh Hải - tỉnh Ninh Thuận; huyện Ninh Hoà - tỉnh Khánh Hoà và huyện đảo Lý Sơn - tỉnh Quảng Ngãi.

2.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

- Yếu tố thí nghiệm: Gồm 2 yếu tố: Yếu tố chính là 3 mức mật độ bao gồm: M1: 1.111.000 cây/ha, khoảng cách 15 x 6 cm; M2: 952.000 cây/ha, khoảng cách 15 x 7 cm; M3: 833.000 cây/ha, khoảng cách 15 x 8 cm. Yếu tố phụ là 4 mức phân bón kali (K_2O) bao gồm: P1: 90 kg K_2O /ha; P2: 100 kg K_2O /ha; P3: 110 kg K_2O /ha; P4: 120 kg K_2O /ha.

Nền phân bón cho 1 ha: 20 tấn phân chuồng + 90 kg N + 45 kg P_2O_5 và 500 kg vôi bột. Bón lót toàn bộ 20 tấn phân chuồng và 500 kg vôi + 100% P_2O_5 + 20% N + 15% K_2SO_4 . Bón thúc 4 định kỳ: Định kỳ 1 (20 - 25 ngày sau trồng) bón 23% N + 15% K_2SO_4 ; định kỳ 2 (30 - 35 ngày sau trồng) bón 23% N + 15% K_2SO_4 ; định kỳ 3 (40 - 45 ngày sau trồng) bón 20% N + 23% K_2SO_4 ; định kỳ 4 (55 - 60 ngày sau trồng) bón 14% N + 33% K_2SO_4 .

- Phương pháp bố trí: Các công thức được bố trí theo phương pháp lô chính, lô phụ (split plot design); lặp lại 3 lần. Diện tích ô cơ sở là 20 m², diện tích toàn thí nghiệm là 720 m² không kể khu bảo vệ, rãnh và đường đi.

2.4. Các chỉ tiêu theo dõi

- Các chỉ tiêu sinh trưởng: Chiều cao cây (cm) và số lá/cây (lá) được đo đếm vào thời điểm sau trồng 100 ngày.

- Kích thước củ: Chiều cao củ (cm), đường kính củ (cm).

- Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất: Số tép/củ (tép), khối lượng củ (g): Mỗi lần lặp đo, đếm 50 củ rồi tính trung bình cho công thức.

+ Năng suất củ khô (ẩm độ khoảng 60%) thực thu (tấn/ha): Mỗi lần lặp cân khối lượng củ trên 1 m², sau đó quy ra đơn vị tấn/ha.

- Sâu, bệnh hại chính: Áp dụng theo phương pháp điều tra sinh vật gây hại - Phần 2: Nhóm cây rau (TCVN 13268-2:2021) [7].

+ Đối tượng theo dõi: Sâu xanh da láng (con/m²), dòi đục lá (con/m²); bệnh thối nhũn và bệnh khô đầu lá.

+ Tính tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh:

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ bệnh (\%)} &= \frac{\text{Số lá bị bệnh}}{\text{Tổng số lá điều tra}} \times 100 \\ \text{Chỉ số bệnh (\%)} &= \frac{(N_1 \times 1) + (N_3 \times 3) + \dots + (N_n \times n)}{N \times 9} \times 100 \end{aligned}$$

Trong đó: N: Tổng số lá điều tra; N₁-N_n: Số lá bị bệnh ở các cấp tương đương; 9 là cấp bệnh cao nhất trong thang phân cấp.

- Hiệu quả kinh tế: Tính hiệu quả kinh tế theo các tiêu chí sau: Tổng thu = năng suất x giá bán trung bình; tổng chi = chi phí vật tư + chi phí công lao động + chi phí năng lượng + lãi suất vốn đầu tư; lợi nhuận = tổng thu - tổng chi; tỷ suất lãi so với vốn đầu tư = lợi nhuận/tổng chi.

2.5. Thu thập và xử lý số liệu

Xử lý thông kê sinh học qua các phần mềm MSTATC, Microsoft Excel 2010.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến khả năng sinh trưởng của giống tỏi TON8

- Chiều cao cây: Giống là yếu tố di truyền quyết định đến sự sinh trưởng và phát triển của cây, tuy nhiên mật độ trồng và phân bón cũng là yếu tố quan trọng nhằm phát huy được tiềm năng của giống. Phân bón đúng loại, đúng liều lượng, đúng thời kỳ và đúng cách, bón phân cân đối, hợp lý sẽ góp phần nâng cao năng suất cây trồng [8]. Chiều cao cây của giống tỏi TON8 tăng trưởng theo mật độ trồng và liều lượng phân bón kali. Kết quả bảng 1 cho thấy, chiều cao cây trung bình ở các mật độ trồng khác nhau tại 3 điểm dao động từ 50,5 - 56,8 cm, khác biệt có ý nghĩa. Trồng với mật độ 833.000 cây/ha, giống tỏi TON8 có chiều cao cây thấp nhất (trung bình 50,5 cm) thấp hơn khi trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha (trung bình 56,8 cm) khác biệt có ý nghĩa thống kê. Như vậy, khi tăng mật độ thì chiều cao cây có xu hướng tăng, kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Muneer và cs (2017) [9] khi nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ trồng đến khả năng sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cây tỏi ở Rawalakot, Azad Kashmir. Kết quả nghiên cứu của Trần Thế Dân (2019) [10] lại báo cáo rằng, chiều cao cây của 2 giống tỏi Lý Sơn và Ninh Thuận có xu hướng giảm khi mật độ trồng tăng.

Liều lượng phân bón kali cũng tác động đến chiều cao cây của giống tỏi TON8, khi bón liều lượng kali khác nhau chiều cao cây trung bình ở 3 điểm thí nghiệm dao động từ 51,3 - 56,0 cm. Trong đó, bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha có chiều cao cây cao nhất (trung bình 56,0 cm), cao hơn công thức

bón với liều lượng 90 kg/ha (trung bình 51,3 cm) có ý nghĩa thống kê. Kết quả này cho thấy, khi tăng liều lượng kali chiều cao cây của giống tỏi TON8 có xu hướng tăng. Kết quả nghiên cứu của Trần Văn Khang và cs (2022) [11] cũng cho rằng, khi tăng liều lượng phân bón kali từ 110 kg/ha lên 200 kg/ha chiều cao cây tỏi có xu hướng tăng và đạt cao nhất khi bón 200 kg/ha.

Xét sự tương tác giữa mật độ trồng và liều lượng phân bón kali cho giống tỏi TON8 cho thấy, không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê đến chiều cao cây ở cả 3 điểm nghiên cứu, chiều cao cây trung bình của 3 điểm dao động từ 48,4 - 59,5 cm.

- Số lá/cây: Khi trồng với các mật độ khác nhau số lá/cây trung bình của 3 điểm thí nghiệm dao động từ 7,1 - 7,6 lá/cây. Số lá/cây cao nhất khi trồng với mật độ 833.000 cây/ha (trung bình 7,6 lá/cây) cao hơn khi trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha (trung bình 7,1 lá/cây) có ý nghĩa thống kê, điều này cho thấy mật độ tăng số lá/cây có xu hướng giảm. Kết quả nghiên cứu của Trần Thế Dân (2019) [10] lại cho rằng, không có sự khác biệt về số lá/cây của 2 giống tỏi Lý Sơn và Ninh Thuận khi trồng ở các mật độ khác nhau. Tương tự, khi bón phân kali với các liều lượng khác nhau số lá/cây cũng có sự khác nhau, số lá/cây cao nhất khi bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha (trung bình 7,9 lá/cây) cao hơn khi bón với liều lượng 90 kg/ha (6,9 lá/cây) có ý nghĩa thống kê.

Xét tương tác giữa yếu tố mật độ và liều lượng bón phân kali, số lá trên cây của các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt về mặt thống kê tại 3 điểm nghiên cứu.

Bảng 1. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến sinh trưởng của giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ (vụ thu đông năm 2023)

Chỉ tiêu theo dõi	Địa điểm	Mật độ (M)	Liều lượng phân kali (K)				TB (M)
			K1	K2	K3	K4	
Chiều cao cây (cm)	Tỉnh Ninh Thuận	M1	53,6	56,7	56,6	59,1	56,5 ^a
		M2	52,1	54,8	55,5	55,9	54,6 ^b
		M3	52,4	52,5	54,2	54,9	53,5 ^b
		TB (K)	52,7 ^b	54,7 ^{ab}	55,4 ^{ab}	56,6 ^a	
	$CV(\%) = 5,05; F_M = 16,55^*; F_K = 3,11^*; F_{MK} = 0,28^{ns}$						
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	53,3	55,7	55,9	58,3	55,8 ^a
		M2	50,2	52,5	53,9	55,1	52,9 ^b

Số lá trên cây (cm)		M3	45,3	47,5	48,9	50,3	48,0 ^c
		TB (K)	49,6 ^b	51,9 ^{ab}	52,9 ^a	54,5 ^a	
		$CV(\%) = 5,14; F_M = 104,67^{**}; F_K = 5,32^{**}; F_{MK} = 0,05^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	54,9	57,9	58,4	61,0	58,1 ^a
		M2	52,2	54,5	56,1	57,5	55,1 ^b
		M3	47,4	49,5	51,2	51,9	50,0 ^c
		TB (K)	51,5 ^a	54,0 ^{ab}	55,3 ^a	56,8 ^a	
		$CV(\%) = 5,59; F_M = 63,12^{**}; F_K = 4,87^{*}; F_{MK} = 0,06^{ns}$					
	Tỉnh Thuận	M1	6,2	6,8	7,4	7,5	7,0 ^b
		M2	6,9	6,9	7,1	7,4	7,1 ^b
		M3	7,2	7,1	7,5	7,9	7,4 ^a
		TB (K)	6,8 ^c	6,9 ^{bc}	7,3 ^{ab}	7,6 ^a	
		$CV(\%) = 6,23; F_M = 7,14^{*}; F_K = 6,30^{**}; F_{MK} = 0,81^{ns}$					
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	6,0	6,9	7,2	7,9	7,0 ^b
		M2	6,9	6,9	7,6	7,7	7,3 ^{ab}
		M3	7,0	7,2	8,1	8,3	7,6 ^a
		TB (K)	6,6 ^c	7,0 ^{bc}	7,6 ^{ab}	8,0 ^a	
		$CV(\%) = 9,70; F_M = 9,37^{*}; F_K = 6,35^{**}; F_{MK} = 0,38^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	6,6	7,1	7,7	7,9	7,3 ^a
		M2	7,4	7,0	7,9	8,1	7,6 ^{ab}
		M3	7,6	7,7	8,4	8,1	7,9 ^a
		TB (K)	7,2 ^b	7,3 ^b	8,0 ^a	8,0 ^a	
		$CV(\%) = 6,31; F_M = 6,62^{*}; F_K = 7,08^{**}; F_{MK} = 0,58^{ns}$					

Ghi chú: Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các số có cùng ký tự đi kèm thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: Không có ý nghĩa; (): Khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; (**): Khác biệt rất có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$.*

3.2. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến kích thước củ giống tỏi TON8

- Chiều cao củ là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến khối lượng củ. Kết quả ở bảng 2 cho thấy, mật độ trồng khác nhau có ảnh hưởng đến chiều cao củ, trung bình dao động từ 3,2 - 3,5 cm. Chiều cao củ cao nhất khi trồng ở mật độ 833.000 cây/ha (trung bình 3,5 cm), cao hơn khi trồng ở mật độ 1.111.000 cây/ha (trung bình 3,2 cm) có ý nghĩa thống kê.

Tác động của liều lượng kali cũng ảnh hưởng nhiều đến chiều cao củ của giống tỏi TON8, bón kali với liều lượng 120 kg/ha cho chiều cao củ cao nhất (trung bình 3,6 cm), cao hơn các công thức bón kali với liều lượng 90 kg/ha và 100 kg/ha có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, khi xét tương tác giữa 2 yếu tố mật độ trồng và liều lượng phân bón kali cho thấy, chiều cao củ của giống tỏi TON8 không có sự sai khác về mặt thống kê ở cả 3 điểm nghiên cứu.

- Đường kính củ cũng là một trong những yếu tố hình thành nên khối lượng củ. Đường kính củ ảnh hưởng đến thị hiếu người tiêu dùng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các mật độ trồng khác nhau có sự khác nhau về đường kính củ, đường kính củ trung bình của 3 điểm nghiên cứu dao động từ 3,5 - 3,8 cm. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Thế Dân (2019) [10]. Kết quả nghiên cứu của Burba và cs (1987) [12] cho rằng, kích thước củ bị ảnh hưởng bởi mật độ trồng.

Tác động của các liều lượng phân kali khác nhau đến đường kính củ dao động trong khoảng 3,5 - 3,8 cm và khác biệt có ý nghĩa thống kê. Bón kali với liều lượng 120 kg/ha cho đường kính củ trung bình cao nhất ở cả 3 điểm nghiên cứu (trung bình 3,8 cm) khác biệt không có ý nghĩa với liều lượng bón 110 kg/ha (trung bình 3,7 cm) và khác biệt có ý nghĩa với liều lượng bón 90 kg/ha (trung bình 3,5 cm); điều này cho thấy đường kính củ tăng dần khi tăng liều lượng bón kali, kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Văn Khang và cs (2022) [11].

Sự tương tác giữa yếu tố mật độ trồng và liều lượng kali đối với đường kính củ trung bình từ 3,4 - 3,9 cm. Trồng với mật độ 833.000 cây/ha kết hợp với bón kali với liều lượng 120 kg/ha cho

đường kính củ lớn nhất (trung bình 3,9 cm); tuy nhiên không có sự sai khác có ý nghĩa với các công thức thí nghiệm khác ở cả 3 điểm nghiên cứu.

Bảng 2. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến kích thước củ của giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ (vụ thu đông năm 2023)

Chỉ tiêu theo dõi	Địa điểm	Mật độ (M)	Liều lượng phân kali (K)				TB (M)
			K1	K2	K3	K4	
Chiều cao củ (cm)	Tỉnh Ninh Thuận	M1	2,8	3,1	3,2	3,4	3,1 ^b
		M2	3,2	3,1	3,2	3,4	3,2 ^b
		M3	3,3	3,2	3,5	3,6	3,4 ^a
		TB (K)	3,1 ^b	3,1 ^b	3,3 ^{ab}	3,5 ^a	
		$CV (%) = 8,1; F_M=25,35^*; F_K=3,65^*; F_{MK}=0,36^{ns}$					
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	2,8	3,1	3,3	3,6	3,2 ^b
		M2	3,1	3,1	3,4	3,4	3,3 ^b
		M3	3,4	3,3	3,6	3,7	3,5 ^a
		TB (K)	3,1 ^b	3,2 ^b	3,4 ^{ab}	3,6 ^a	
		$CV (%) = 11,6; F_M=8,55^*; F_K=3,30^*; F_{MK}=0,28^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	3,0	3,3	3,5	3,6	3,4 ^b
		M2	3,4	3,4	3,6	3,6	3,5 ^{ab}
		M3	3,6	3,5	3,7	3,9	3,7 ^a
		TB (K)	3,3 ^c	3,4 ^{bc}	3,6 ^{ab}	3,7 ^a	
		$CV (%) = 8,2; F_M=11,59^*; F_K=3,54^*; F_{MK}=0,32^{ns}$					
Đường kính củ (cm)	Tỉnh Ninh Thuận	M1	3,5	3,6	3,6	3,7	3,6 ^c
		M2	3,6	3,8	3,8	3,8	3,7 ^b
		M3	3,7	3,7	4,0	4,1	3,9 ^a
		TB (K)	3,6 ^c	3,7 ^{bc}	3,8 ^{ab}	3,9 ^a	
		$CV (%) = 4,0; F_M=26,02^{**}; F_K=5,59^{**}; F_{MK}=1,81^{ns}$					
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	3,3	3,5	3,5	3,7	3,5 ^b
		M2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,5 ^b
		M3	3,5	3,7	3,7	3,8	3,7 ^a
		TB (K)	3,4 ^b	3,6 ^a	3,6 ^a	3,7 ^a	
		$CV (%) = 5,1; F_M=224,42^{**}; F_K=5,42^{**}; F_{MK}=0,09^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	3,2	3,5	3,6	3,7	3,5 ^b
		M2	3,3	3,5	3,7	3,8	3,6 ^b
		M3	3,7	3,8	3,8	3,9	3,8 ^a
		TB (K)	3,4 ^b	3,6 ^{ab}	3,7 ^a	3,8 ^a	
		$CV (%) = 5,9; F_M=21,52^{**}; F_K=5,39^{**}; F_{MK}=0,52^{ns}$					

Ghi chú: Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các số có cùng ký tự đi kèm thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: Không có ý nghĩa; (*): Khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; (**): Khác biệt rất có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$.

3.3. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của giống tỏi TON8

- Số tép/củ: Số tép trên củ nhiều hay ít phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc tính của giống,

điều kiện thời tiết, biện pháp kỹ thuật canh tác. Những củ có kích thước tương đương nhưng số tép/củ ít thì số kích thước tép to, phù hợp với thị hiếu của người tiêu dùng hơn. Kết quả ở bảng 3 cho thấy, số tép/củ của 3 mức mật độ khác nhau

có số lượng tép/củ khác nhau, trồng với mật độ 833.000 cây/ha cho số tép trên củ nhiều nhất (trung bình 22,5 tép/củ), ít nhất ở mật độ trồng 1.111.000 cây/ha (trung bình 20,8 tép/củ) và có sự khác biệt có ý nghĩa về mật thống kê. Nghiên cứu của Trần Thế Dân (2019) [10] cũng cho rằng, khi tăng mật độ trồng từ 666.600 cây/ha lên 1.111.000 cây/ha số tép/củ có xu hướng giảm và thấp nhất khi trồng ở mật độ 1.111.000 cây/ha.

Bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha cho số tép/củ nhiều nhất (trung bình 25,5 tép/củ), tuy nhiên không có sự sai khác về mật thống kê so với các liều lượng kali còn lại ở cả 3 điểm nghiên cứu.

Tương tác giữa 2 yếu tố mật độ trồng và liều lượng kali cho thấy, công thức trồng với mật độ 83.800 cây/ha kết hợp bón 120 kg K/ha cho số tép/củ nhiều nhất (trung bình 23,1 tép/củ) và ít nhất khi trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha kết hợp bón 90 kg K/ha (trung bình 18,4 tép/củ); tuy nhiên, không có sự sai khác về mật thống kê giữa các công thức mật độ kết hợp với liều lượng phân kali khác nhau ở cả 3 địa điểm nghiên cứu.

- Khối lượng củ: Kết quả ở bảng 3 cho thấy, khối lượng củ đạt cao nhất khi trồng với mật độ 833.000 cây/ha (trung bình 19,6 g) và thấp nhất khi trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha (trung bình 18,1 g), có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở cả 3 điểm nghiên cứu; như vậy tăng mật độ trồng làm giảm khối lượng củ, kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Thế Dân (2019) [10].

Cây tỏi phản ứng tốt với việc bón kali [2, 3] nhờ hệ thống rễ nông và không phân nhánh [4]. Kali làm tăng áp suất thẩm thấu của tế bào thực vật, tăng quá trình trao đổi chất cho cây và góp phần tăng năng suất cây trồng. Tuy kali không tham gia vào cấu trúc tế bào nhưng lại cần trong quá trình hình thành tế bào, cần thiết trong quá trình đồng hóa cacbon khi quang hợp, tổng hợp protein và góp phần tăng năng suất [8, 13]. Do vậy, bón kali là cần thiết giúp cho khối lượng củ tỏi tăng. Liều lượng bón kali khác nhau cho khối lượng củ khác nhau, trung bình dao động từ 17,3 - 19,6 g. Khối lượng củ lớn nhất khi bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha (trung bình 19,6 g), lớn hơn công thức bón với liều lượng 90 kg/ha (trung

bình 17,3 g) có ý nghĩa thống kê và tương đương với 2 công thức còn lại. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Văn Khang và cs (2022) [11] khi cho rằng, khối lượng củ bị ảnh hưởng bởi liều lượng bón kali và có xu hướng tăng khi tăng liều lượng bón kali.

Xét tác động tương tác giữa 2 yếu tố mật độ trồng và liều lượng kali đối với giống tỏi TON8 cho thấy, công thức trồng với mật độ 83.800 cây/ha kết hợp bón 110 kg K/ha và trồng với mật độ 83.800 cây/ha kết hợp bón 120 kg K/ha cho khối lượng củ lớn nhất (trung bình 20,2 g) và nhỏ nhất khi trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha kết hợp bón 90 kg K/ha (trung bình 16,3 g); tuy nhiên, không có sự sai khác về mật thống kê giữa các công thức mật độ kết hợp với liều lượng phân kali khác nhau ở cả 3 địa điểm nghiên cứu.

- Năng suất: Mật độ trồng có ảnh hưởng khá lớn đến năng suất của giống tỏi TON8, khi trồng ở mật độ 1.111.000 cây/ha năng suất tỏi thu được cao nhất (trung bình 12,0 tấn/ha) cao hơn công thức trồng với mật độ 952.000 cây/ha (trung bình 11,2 tấn/ha) và 833.000 cây/ha (9,5 tấn/ha) có ý nghĩa thống kê. Trên vùng đất cát tại huyện Tuy Hoà, tỉnh Phú Yên năng suất của 02 giống tỏi Lý Sơn và Ninh Thuận đạt cao nhất khi trồng với mật độ 833.000 cây/ha [10]. Như vậy, mật độ trồng có ảnh hưởng lớn đến năng suất tỏi; kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Duimovic và Bravo (1979) [14], Lucero và cs (1982) [15] khi cho rằng, năng suất tỏi bị ảnh hưởng bởi mật độ trồng.

Đối với các liều lượng phân kali khác nhau năng suất giống tỏi TON8 biến động từ 10,3 - 11,7 tấn/ha và khác biệt có ý nghĩa. Khi bón kali với liều lượng 120 kg/ha năng suất giống tỏi TNO8 cao nhất (trung bình 11,7 tấn/ha), khác biệt có ý nghĩa thống kê với lượng phân bón kali 90 kg/ha (trung bình 10,3 tấn) và không có sự khác biệt với các liều lượng phân kali còn lại. Đồng thời năng suất tỏi TON8 tăng khi tăng liều lượng phân bón kali. Kết quả tăng liều lượng phân bón kali trong nghiên cứu của Trần Văn Khang và cs (2022) [11] cho thấy, bón liều lượng kali tăng từ 110 - 200 kg/ha thì các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất tỏi tăng.

Sự kết hợp giữa 2 yếu tố mật độ trồng và liều lượng phân kali cho năng suất thực thu không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các công thức ở cả 3 điểm nghiên cứu khác nhau. Công thức trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha kết hợp bón kali

với liều lượng 120 kg/ha cho năng suất cao nhất (trung bình 12,6 tấn/ha) và năng suất thấp nhất (trung bình 9,5 tấn/ha) khi kết hợp trồng với mật độ 833.000 cây/ha với liều lượng phân kali 90 kg/ha.

Bảng 3. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ (vụ thu đông năm 2023)

Chỉ tiêu theo dõi	Địa điểm	Mật độ (M)	Liều lượng phân kali (K)				TB (M)
			K1	K2	K3	K4	
Số tép/củ (tép)	Tỉnh Ninh Thuận	M1	20,1	22,3	23,6	23,1	22,3 ^b
		M2	22,7	22,5	23,3	24,2	23,2 ^{ab}
		M3	23,7	23,3	23,9	24,4	23,8 ^a
		TB (K)	22,2	22,7	23,6	23,9	
		$CV(\%) = 7,7; F_M = 7,43^*; F_K = 1,75^{ns}; F_{MK} = 0,59^{ns}$					
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	18,1	21,0	21,5	22,7	20,8 ^b
		M2	21,5	21,1	21,2	21,7	21,4 ^{ab}
		M3	21,6	21,0	23,3	23,2	22,3 ^a
		TB (K)	20,4	21,0	22,0	22,6	
		$CV(\%) = 9,2; F_M = 7,33^*; F_K = 2,2^{ns}; F_{MK} = 0,93^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	17,1	19,4	20,2	20,0	19,2 ^b
		M2	19,9	19,5	20,7	20,1	20,1 ^{ab}
		M3	21,3	21,2	21,0	21,6	21,3 ^a
		TB (K)	19,4	20,0	20,6	20,6	
		$CV(\%) = 7,1; F_M = 9,29^*; F_K = 1,35^{ns}; F_{MK} = 0,99^{ns}$					
Khối lượng củ (g)	Tỉnh Ninh Thuận	M1	17,1	19,1	19,7	20,1	19,0 ^b
		M2	18,6	19,2	19,9	20,1	19,4 ^b
		M3	19,7	19,8	20,8	21,2	20,4 ^a
		TB (K)	18,5 ^b	19,3 ^{ab}	20,1 ^a	20,5 ^a	
		$CV(\%) = 7,7; F_M = 24,47^*; F_K = 3,20^*; F_{MK} = 0,29^{ns}$					
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	16,7	18,7	19,4	19,6	18,6 ^b
		M2	18,2	19,5	19,9	19,8	19,4 ^{ab}
		M3	18,7	20,2	20,4	21,0	20,1 ^a
		TB (K)	17,9 ^b	19,5 ^a	19,9 ^a	20,1 ^a	
		$CV(\%) = 5,9; F_M = 7,69^*; F_K = 7,29^*; F_{MK} = 0,24^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	15,2	16,7	17,0	17,5	16,6 ^c
		M2	15,4	16,5	18,0	19,1	17,2 ^b
		M3	16,3	19,4	19,3	18,5	18,3 ^a
		TB (K)	15,6 ^b	17,5 ^a	18,1 ^a	18,3 ^a	
		$CV(\%) = 8,8; F_M = 28,35^*; F_K = 5,69^*; F_{MK} = 0,72^{ns}$					
Năng suất (tấn/ha)	Tỉnh Ninh Thuận	M1	11,3	12,4	12,8	13,0	12,4 ^a
		M2	11,1	11,4	11,9	12,4	11,7 ^b
		M3	10,3	10,4	11,0	11,0	10,7 ^c
		TB (K)	10,9 ^b	11,4 ^{ab}	11,9 ^a	12,1 ^a	
		$CV(\%) = 7,8; F_M = 373,50^*; F_K = 3,22^*; F_{MK} = 0,23^{ns}$					
	Tỉnh Khánh Hòa	M1	11,1	12,1	12,6	12,8	12,2 ^a
		M2	10,8	11,6	11,8	12,1	11,6 ^b
		M3	9,5	10,2	10,3	10,9	10,2 ^c

		TB (K)	10,4 ^b	11,3 ^a	11,6 ^a	11,9 ^a	
		$CV (%) = 5,9; F_M = 45,72^{**}; F_K = 8,21^{**}; F_{MK} = 0,18^{ns}$					
	Tỉnh Quảng Ngãi	M1	10,5	11,6	11,8	11,9	11,5 ^a
		M2	9,3	10,0	10,5	11,3	10,3 ^b
		M3	8,7	9,8	9,9	9,7	9,5 ^c
		TB (K)	9,5 ^b	10,5 ^a	10,8 ^a	11,0 ^a	
		$CV (%) = 8,1; F_M = 63,91^{**}; F_K = 5,24^{**}; F_{MK} = 0,32^{ns}$					

Ghi chú: Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các số có cùng ký tự đi kèm thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: Không có ý nghĩa; (): Khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; (**): Khác biệt rất có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$*

3.4. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến khả năng phát sinh và gây hại của một số sâu, bệnh hại chính trên giống tỏi TON8

Mật độ trồng khác nhau có ảnh hưởng đến khả năng phát sinh và gây hại của một số loại sâu bệnh hại chính, khi trồng với mật độ cao khả năng gây hại của các loại sâu, bệnh hại như bệnh thối nhũn, bệnh khô đầu lá, sâu xanh da láng và dòi đục lá cao hơn so với khi trồng ở mật độ thấp hơn. Trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha có tỷ lệ bệnh thối nhũn (4,2%); tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh khô đầu lá (27,3 và 3,8% tương ứng); mật độ sâu xanh

da láng (13,9 con/m²) và mật độ dòi đục lá (10,8 con/m²) cao nhất, cao hơn khi trồng với mật độ 833.000 cây/ha với tỷ lệ bệnh thối nhũn (2,8%); tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh khô đầu lá (15,9 và 1,9% tương ứng); mật độ sâu xanh da láng (8,2 con/m²) và mật độ dòi đục lá (5,5 con/m²) có ý nghĩa thống kê ở cả 3 điểm nghiên cứu.

Xét tương tác giữa yếu tố mật độ và liều lượng bón phân kali, số lá trên cây của các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt về mặt thống kê tại 3 điểm nghiên cứu.

Bảng 4. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến tình hình sâu bệnh hại chính trên giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ (vụ thu đông năm 2023)

Chỉ tiêu theo dõi		Mật độ (M)	Liều lượng phân kali (K)				TB (M)
			K1	K2	K3	K4	
Tỷ lệ bệnh thối nhũn		M1	5,0 ^a	4,2 ^b	3,8 ^{bc}	3,8 ^{bc}	4,2 ^a
		M2	2,8 ^d	3,5 ^{bcd}	2,8 ^d	3,2 ^{cd}	3,1 ^b
		M3	3,5 ^{bcd}	2,8 ^d	2,9 ^d	1,8 ^e	2,8 ^b
		TB (K)	3,8 ^a	3,5 ^{ab}	3,2 ^{bc}	2,9 ^c	
		$CV\ (\%) = 12,5; F_M=15,59^*; F_K= 6,39^{**}; F_{MK}= 4,02^{**}$					
Bệnh khô đầu lá	Tỷ lệ bệnh	M1	27,6	27,3	27,3	27,0	27,3 ^a
		M2	26,1	21,0	20,6	20,1	22,0 ^b
		M3	17,3	15,9	14,8	15,3	15,9 ^c
		TB (K)	23,7	21,4	20,9	20,8	
		$CV\ (\%) = 11,2; F_M= 569,37^{**}; F_K= 2,81^{ns}; F_{MK}= 0,89^{ns}$					
	Chỉ số bệnh	M1	4,2 ^a	3,9 ^a	3,8 ^a	3,5 ^a	3,8 ^a
		M2	3,6 ^a	2,9 ^b	2,8 ^b	2,5 ^{bc}	2,9 ^b
		M3	2,3 ^{cd}	2,0 ^{cd}	1,8 ^d	1,7 ^d	1,9 ^c
		TB (K)	3,3 ^a	2,9 ^b	2,8 ^b	2,6 ^b	
		$CV\ (\%) =12,4; F_M= 231,26^{**}; F_K= 7,09^{**}; F_{MK}= 0,46^{ns}$					
Sâu xanh da láng		M1	13,3	14,7	14,3	13,4	13,9 ^a
		M2	10,6	11,1	11,0	10,7	10,8 ^b
		M3	8,2	8,2	8,4	7,9	8,2 ^c
		TB (K)	10,7	11,3	11,3	10,7	
		$CV\ (\%) = 11,8; F_M= 454,71^{**}; F_K= 0,64^{ns}; F_{MK}= 0,14^{ns}$					

Dòi đục lá	M1	10,3	11,6	11,3	10,0	10,8 ^a
	M2	7,6	7,6	7,1	7,6	7,4 ^b
	M3	5,3	5,0	5,8	6,0	5,5 ^c
	TB (K)	7,7	8,0	8,1	7,9	
	$CV(\%) = 13,3; F_M = 373,67^*; F_K = 0,22^{ns}; F_{MK} = 1,00^{ns}$					

Ghi chú: Số liệu là giá trị trung của 3 điểm. Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các số có cùng ký tự đi kèm thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: Không có ý nghĩa; (): Khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; (**): Khác biệt rất có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$.*

3.5. Hiệu quả kinh tế của các mật độ trồng và liều lượng phân kali khác nhau cho giống tỏi TON8

Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế cho thấy, đối với giống tỏi TON8 trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha kết hợp bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha cho hiệu quả kinh tế cao nhất (trung bình đạt 375,008 triệu đồng), tiếp theo là trồng với mật độ 952.000 cây/ha kết hợp bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha cho hiệu quả kinh tế trung bình đạt 369,4 triệu đồng. Hiệu quả kinh tế thấp nhất khi

trồng với mật độ 833.000 cây/ha kết hợp bón phân kali với liều lượng 90 kg/ha (trung bình chỉ đạt 252,5 triệu đồng). Xét về tỷ suất lãi so với vốn đầu tư cho thấy, tỷ suất lãi của công thức M1P4 (1.111.000 cây/ha và 120 kg K₂O/ha) là 0,99 và công thức M2P4 (952.000 cây/ha và 120 kg K₂O/ha) là 1,07 đạt cao nhất; thấp nhất là công thức M1P1 (833.000 cây/ha và 90 kg K₂O/ha) với tỷ suất lãi là 0,75. Do đó, để đạt được năng suất và hiệu quả kinh tế cao nhất đối với giống tỏi TON8 nên trồng với mật độ 952.000 cây/ha và bón kali với 120 kg K₂O/ha.

Bảng 5. Ảnh hưởng của mật độ trồng và liều lượng phân kali đến hiệu quả kinh tế của giống tỏi TON8 tại vùng duyên hải Nam Trung bộ (thu đông năm 2023)

Công thức	Tổng thu (triệu đồng/ha)			Tổng chi (triệu đồng/ha)			Lợi nhuận (triệu đồng/ha)				Tỷ suất lãi so với vốn đầu tư			
	NT	KH	QN	NT	KH	QN	NT	KH	QN	TB	NT	KH	QN	TB
M1P1	678	666	630	375,8	375,3	374,1	302,2	290,7	255,9	282,9	0,80	0,77	0,68	0,75
M1P2	744	726	696	378,1	377,5	376,5	365,9	348,5	319,5	344,6	0,97	0,92	0,85	0,91
M1P3	768	756	708	379,1	378,8	377,2	388,9	377,2	330,8	365,6	1,03	1,00	0,88	0,97
M1P4	780	768	714	379,8	379,4	377,7	400,2	388,6	336,3	375,0	1,05	1,02	0,89	0,99
M2P1	666	648	558	344,2	343,7	340,6	321,8	304,3	217,4	281,2	0,93	0,89	0,64	0,82
M2P2	684	696	600	345,0	345,5	342,2	339,0	350,5	257,8	315,8	0,98	1,01	0,75	0,92
M2P3	714	708	630	346,2	346,1	343,5	367,8	361,9	286,5	338,7	1,06	1,05	0,83	0,98
M2P4	744	726	678	347,5	347,1	345,1	396,5	379,0	332,9	369,4	1,14	1,09	0,96	1,07
M3P1	618	570	522	319,0	317,7	315,8	299,1	252,4	206,2	252,5	0,94	0,79	0,65	0,79
M3P2	624	612	588	319,4	319,3	318,3	304,6	292,7	269,7	289,0	0,95	0,92	0,85	0,91
M3P3	660	618	594	320,9	319,7	318,6	339,1	298,4	275,4	304,3	1,06	0,93	0,86	0,95
M3P4	660	654	582	321,1	321,2	318,6	338,9	332,8	263,4	311,7	1,06	1,04	0,83	0,97

Ghi chú: NT: Ninh Thuận, KH: Khánh Hoà, QN: Quảng Ngãi, TB: Trung bình, giá bán tỏi thương phẩm 60.000.000 đồng/tấn

4. KẾT LUẬN

Mật độ trồng và liều lượng phân bón kali khác nhau ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng, phát

triển, năng suất và khả năng chống chịu sâu bệnh của giống tỏi TON8. Mật độ trồng cao (1.111.000 cây/ha) chiều cao cây, số tép/củ và năng suất thực

thu đạt cao nhất, còn trồng với mật độ thấp (833.000 cây/ha) chiều cao củ, đường kính củ và trọng lượng củ đạt cao nhất. Bón phân kali với liều lượng 120 kg/ha các chỉ tiêu sinh trưởng, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất đạt được cao nhất.

Trong các công thức thí nghiệm, công thức trồng với mật độ 833.000 cây/ha kết hợp với các liều lượng phân kali 110 và 120 kg/ha cho khối lượng củ lớn nhất (trung bình 20,2 g). Trong khi, trồng với mật độ 1.111.000 cây/ha kết hợp với liều lượng phân kali 120 kg/ha cho năng suất cao nhất (trung bình 12,6 tấn/ha). Tuy nhiên, xét về tỷ suất lợi nhuận cho thấy khi trồng với mật độ 952.000 cây/ha kết hợp liều lượng phân kali 120 kg/ha cho tỷ suất lợi nhuận đạt cao nhất (1,07). Do đó, đối với giống tỏi TON8, để đạt hiệu quả kinh tế cao nhất, tiết kiệm chi phí mua giống khuyến cáo trồng mật độ 952.000 cây/ha kết hợp bón kali với liều lượng 120 kg/ha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Castillo, J.E., L. López-Bellido, E.J. Fernández, and F.J. López. 1996. Influence of planting geometry on growth, yield and quality of rainfed garlic (*Allium sativum* L.) cultivated under Mediterranean conditions. *J. Hort. Sci*, 71(6), 867 - 879.
2. Yadav R. S., Sammauria R and Rathore M. S. (2007). Effect of nitrogen and potassium on the growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum*) in light textured soils of Rajasthan. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 77(3), 168 - 169.
3. El Sayed H. A. and E. I. Morsy A. H. A. (2012). Response of productivity and storability of garlic (*Allium sativum* L.) to some potassium levels and foliar spray with mepiquat chloride (PIX). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2(7), 298 - 305.
4. Diriba-Shiferaw G (2016). Garlic nutrient management in Ethiopia - a review. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 25(2), 91 - 103.
5. Bidari B. I. and Hebsur N. S. (2011). Potassium in relation to yield and quality of selected vegetable crops. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 55 - 99.
6. Brady N. C. and Weil R. R. (2014). The Nature and Properties of Soils - Fourteenth Edition, 700 - 713. Dorling Kindersley (India) Pvt. Ltd., Noida, India.
7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13268-2:2021. Bảo vệ thực vật - Phương pháp điều tra sinh vật gây hại - Phần 2: Nhóm cây rau.
8. Hoàng Minh Tấn, Vũ Quang Sáng, Nguyễn Kim Thanh (2006). Giáo trình Sinh lý thực vật. Nxb Đại học Sư phạm, 392 trang.
9. Muneer N., Hussain M., Ahmad M. J., Khan N., Hussain N., Hussain B. (2017). Effect of planting density on growth, yield and quality of Garlic at Rawalakot, Azad Kashmir. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 10(1), 42 - 51.
10. Trần Thế Dân (2019). Ảnh hưởng mật độ trồng đến khả năng sinh trưởng của hai giống tỏi trắng (*Allium sativum* L.) trên đất cát tại Tuy Hòa, Phú Yên. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Phú Yên*, 2, 35 - 40.
11. Trần Văn Khang, Huỳnh Đạt, Bùi Minh Trí, Phan Hải Văn, Phạm Văn Hiền (2022). Ảnh hưởng của loại và liều lượng phân kali đến sự sinh trưởng và năng suất giống tỏi Phan Rang (*Allium sativum* L.). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển - Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh*, 21(4), 17 - 24.
12. Burba, J. L., J. A. Saluzzo, and M. P. Blanci (1987). Propuesta de modificación del sistema de manejo cultural del ajo. I: Efecto de la densidad de plantación y el tamaño del bulbillo "semilla" sobre el rendimiento de Ajo (*Allium sativum* L.) T. C. Rosado paraguayo. *Horticultura Argentina*, 6(12 - 14), 137 - 145.
13. Bùi Trang Việt (2000). Sinh Lý Thực Vật Đại Cương. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 349 trang.
14. Duimovic, M. and A. Bravo (1979). Efectos del peso de bulbillos semilla y población de plantas sobre el rendimiento y calidad del ajo blanco. (Effects of seed-bulbils weight and plant

population on yield and quality of white garlic). *Cienc. Invest. Agrar*, 6, 99 - 103.

15. Lucero J. C., C. Andreoli, M. Reyzaabal and V. Larreguy (1982). Infl uencia del peso del

bulbillo y densidad de plantación sobre el rendimiento y calidad de ajo Colorado (*Allium sativum* L.). *Anales de Edafol. Agrobiol*, 40, 1807 - 1811.

EFFECT OF PLANTING DENSITY AND POTASSIUM FERTILIZER DOSAGE ON GROWTH AND YIELD OF GARLIC VARIETY TON8 (*Allium sativum* L.) IN THE SOUTH CENTRAL COASTAL REGION

**Pham Trung Hieu¹, Nguyen Van Son¹, Trinh Thi Van Anh¹,
Tran Thi Thao¹, Phan Cong Kien, Pham Van Phuoc¹**

¹Nha Ho Research Institute for Cotton and Agricultural Development

Abstract

Research the effects of planting density and potassium fertilizer dosage to determine the optimal factors for growth, yield and economic efficiency of TON8 garlic variety in the South Central Coast region. The experiment was conducted in Ninh Thuan, Khanh Hoa and Quang Ngai provinces including 2 factors arranged in the main plot and sub-plot design with 3 replications, with the main factor being 3 density levels (1.111.000 plants/ha; 952.000 plants/ha and 833.000 plants/ha), and the secondary factor being 4 potassium levels (90 kg/ha, 100 kg/ha, 110 kg/ha and 120 kg/ha). The results showed that different planting densities and potassium fertilizer doses affected the growth, development, yield and pest resistance of the TON8 garlic variety. Plant height, bulb diameter, bulb weight and yield were highest when planted at a density of 1.111.000 plants/ha and applied potassium fertilizer at a dose of 120 kg/ha. In the experimental formulas, the formula of planting at a density of 833.000 plants/ha combined with 110 kg/ha and 120 kg/ha of potassium gave the largest bulb mass (average 20.2g). Meanwhile, planting at a density of 1.111.000 plants/ha combined with 120 kg/ha of potassium gave the highest yield (average 12.6 tons/ha). However, in terms of profit margin, it shows that planting at a density of 952.000 plants/ha combined with a potassium fertilizer dose of 120 kg/ha gives the highest return on sales (1.07). Therefore, for the TON8 garlic variety, to achieve the highest economic efficiency and save on seed purchase costs, it is recommended to plant at a density of 952.000 plants/ha combined with potassium fertilizer at a dose of 120 kg/ha.

Keywords: *TON8 garlic variety, K₂O, density, yield.*

Ngày nhận bài: 8/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 12/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 04/9/2025

Ngày duyệt đăng: 18/9/2025

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUY TRÌNH CHẾ BIẾN QUẢ HỒ TIÊU ĐỎ BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẤY LẠNH KẾT HỢP VỚI BỨC XẠ HỒNG NGOẠI

Nguyễn Văn Lợi^{1*}, Trần Văn Quy¹, Lê Anh Tuấn¹,

Nguyễn Đức Tiến², Đỗ Thị Hạnh³, Phạm Hoàng Nam⁴

¹ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

² Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch

³ Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁴ Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội

*Email: nguyenvanloi@hus.edu.vn

TÓM TẮT

Tỉnh Quảng Trị là địa phương có điều kiện tự nhiên thuận lợi để phát triển cây hồ tiêu. Hồ tiêu ở tỉnh Quảng Trị được thị trường trong và ngoài nước rất ưa chuộng, bởi hồ tiêu nhỏ, rắn, có hương thơm và vị cay đặc trưng. Các thành phần hóa học thường gặp trong hồ tiêu là tinh dầu và alkaloid... Tuy nhiên, tinh dầu, alkaloid, các hợp chất có hoạt tính sinh học và các sắc tố của quả hồ tiêu rất dễ bị biến đổi, hao hụt trong quá trình làm khô. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng thành công quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ bằng phương pháp sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại để hạn chế sự biến đổi đó. Thí nghiệm được thực hiện theo 5 công thức với các thông số kỹ thuật khác nhau. Phân tích đánh giá các chỉ tiêu dinh dưỡng, chỉ tiêu vi sinh và chỉ tiêu cảm quan của sản phẩm ở 5 công thức này, từ đó lựa chọn một công thức phù hợp để xây dựng quy trình chế biến. Quy trình chế biến được thực hiện với vận tốc gió là 1,5 m/s, nhiệt độ sấy là 35°C, độ dày thích hợp của lớp nguyên liệu trên khay sấy là 18,6 mm (3 lớp), khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại là 10 cm, thời gian sấy mỗi mẻ quả hồ tiêu đỏ là 39 giờ 15 phút, độ ẩm đạt 12 - 13%. Sản phẩm sau khi sấy có hàm lượng tinh dầu 2,56%, hàm lượng alkaloid 0,07%, không phát hiện sự có mặt của nấm mốc, sản phẩm có màu vàng phớt đỏ, mùi thơm đặc trưng, vị cay đặc trưng và vỏ ít nhăn.

Từ khóa: Bức xạ hồng ngoại, hồ tiêu đỏ, phương pháp sấy lạnh, quy trình chế biến.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Quảng Trị là địa phương có điều kiện tự nhiên thuận lợi để phát triển cây hồ tiêu. Hồ tiêu ở tỉnh Quảng Trị được thị trường trong và ngoài nước rất ưa chuộng, bởi hồ tiêu nhỏ, rắn, có hương thơm và vị cay đặc trưng [1]. Trong hồ tiêu thường có chứa các thành phần tạo mùi thơm và vị cay, các thành phần có hoạt tính sinh học. Các thành phần hóa học thường gặp trong hồ tiêu là tinh dầu và alkaloid [2 - 4]. Tinh dầu có nhiều trong hồ tiêu, thường chiếm khoảng 1,5 - 2,7% tùy từng giống hồ tiêu và tùy từng độ già thu hoạch. Tinh dầu thường tập trung ở vỏ quả, vì vậy hồ tiêu sọ thường ít tinh dầu hơn các sản phẩm hồ tiêu khác. Các alkaloid

có trong hồ tiêu bao gồm piperin và chavixin, piperin có công thức là $C_{17}H_{19}O_3N$ và có trong hồ tiêu từ 5 - 9% [2, 4, 5]. Bên cạnh tinh dầu và alkaloid, trong hồ tiêu còn có protein, lipid, glucid, vitamin và chất khoáng [1]. Hồ tiêu đỏ là hồ tiêu chín đỏ hay là hồ tiêu chín cây hoặc được thu hái khi rất già rồi ủ chín, đã được sấy khô, lúc hồ tiêu còn tươi mới thu hoạch về sẽ có màu đỏ tươi, sau khi được sấy khô lớp vỏ sẽ khô và chuyển màu đen ánh đỏ. Màu đỏ của quả tiêu được giữ lại bằng cách ngâm vào dung dịch nước muối cùng với chất bảo quản thực phẩm, sau đó được khử nước bằng phương pháp sấy lạnh kết hợp với sấy hồng ngoại [5, 6]. Hiện nay, ở tỉnh Quảng Trị nói riêng và ở

nước ta nói chung, quả hồ tiêu chủ yếu sử dụng phương thức chế biến là phơi khô, sấy khô còn nhỏ lẻ, hệ thống trang thiết bị chưa đồng bộ, do đó tính đa dạng của sản phẩm còn khiêm tốn [1].

Sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại là phương pháp sấy nguyên liệu trong điều kiện nhiệt độ thấp kết hợp với các bóng đèn phát tia hồng ngoại để làm khô nguyên liệu, nhiệt độ sấy thường từ 30 - 60°C. Tia hồng ngoại là tia ánh sáng đỏ không nhìn thấy, có bản chất là sóng điện từ, với bước sóng điện từ dao động từ 0,7 - 1 μm [7]. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng thành công quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ bằng phương pháp sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại, góp phần đa dạng hoá sản phẩm chế biến từ quả hồ tiêu.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu, dụng cụ, máy móc thiết bị và địa điểm thực hiện

2.1.1. Nguyên liệu

Nguyên liệu sử dụng là quả hồ tiêu đỏ tại thời điểm thu hoạch từ 225 - 230 ngày kể từ khi đậu quả tại các xã Vĩnh Linh, Cửa Tùng, Tân Lập... của tỉnh

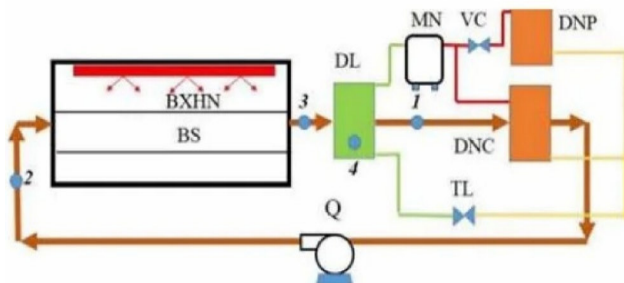
Quảng Trị. Nguyên liệu này phải đảm bảo độ tươi mới, nguyên vẹn, không bị tổn thương, không bị sâu, bệnh [1]. Sau khi thu hái, các quả hồ tiêu này được chứa đựng trong thùng xốp đục lỗ và vận chuyển bằng ô tô có máy điều hoà không khí đến phòng thí nghiệm để tiến hành nghiên cứu chế biến sản phẩm hồ tiêu đỏ.

2.1.2. Vật liệu và hoá chất

Vật liệu và hoá chất sử dụng trong nghiên cứu này gồm: Nước sạch, muối ăn, axit citric, axit ascorbic... Các vật liệu và hoá chất đảm bảo tiêu chuẩn chất lượng và có nguồn gốc xuất xứ rõ ràng.

2.1.3. Dụng cụ, máy móc và thiết bị

Dụng cụ, máy móc và thiết bị sử dụng trong nghiên cứu gồm: Tủ sấy có hệ thống điều chỉnh nhiệt độ, điều chỉnh quạt gió và đèn hồng ngoại, là thiết bị sử dụng đồng thời hai phương pháp là sấy lạnh và sấy hồng ngoại để làm khô sản phẩm. Sấy lạnh giúp loại bỏ độ ẩm ở nhiệt độ thấp, bảo toàn chất lượng sản phẩm, trong khi sấy hồng ngoại cung cấp năng lượng để đẩy nhanh quá trình bay hơi nước.



Hình 1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống thiết bị sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại

Ghi chú: B: Buồng sấy; BXHN: Bức xạ hồng ngoại; DL: Dàn lạnh; DNC: Dàn nóng chính; DNP: Dàn nóng phụ; MN: Máy nén; Q: Quạt; TL: Tiết lưu; V: Van chặn.

Dòng tác nhân sấy sau khi ra khỏi buồng sấy trạng thái (3), sẽ đi qua dàn lạnh được làm lạnh, tách ẩm đạt trạng thái (1). Sau đó, dòng tác nhân sấy đi qua dàn nóng chính được gia nhiệt đến nhiệt độ yêu cầu trạng thái (2) rồi đưa vào buồng sấy. Tại buồng sấy, dòng tác nhân sấy kết hợp với bức xạ hồng ngoại thực hiện quá trình gia nhiệt và tách ẩm ra khỏi vật liệu. Dòng tác nhân sấy sau khi ra khỏi buồng sấy lại tiếp tục đi qua dàn và thực hiện một vòng tuần hoàn.



Hình 2. Thiết bị sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại

Bên cạnh đó, sử dụng chiết quang kế ATAGO N-1a của Nhật Bản, thiết bị ly tâm, cân đĩa Nhon Hòa loại 5 kg, cân phân tích 4 số lẻ (ABT 220-5DNM) của hãng Kern - Đức... Ngoài ra, còn sử dụng một số dụng cụ như: Thước kẹp hiện số, pipet, ống đong, ống nghiệm, bình định mức, nhiệt kế và lưới sắt mắt nhỏ.

2.1.4. Địa điểm thực hiện

Thí nghiệm được thực hiện tại Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Khoa học và Công nghệ thực phẩm, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Phòng thí nghiệm Khoa Cơ điện và Công nghệ

thực phẩm, Trường Đại học Nông Lâm Bắc Giang. Phòng thí nghiệm thuộc Viện Kiểm nghiệm và Kiểm định chất lượng VNTEST.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu

Quả hồ tiêu đỏ được lấy mẫu theo TCVN 9017:2011 [8].

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

- Thí nghiệm 1: Xác định tỷ lệ phụ gia phù hợp

Từ kết quả nghiên cứu thăm dò đưa ra mô hình thí nghiệm gồm 5 công thức như sau:

TT	Tỷ lệ nguyên liệu	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A	CT-B	CT-C	CT-D	CT-E
1	Quả hồ tiêu đỏ (g)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
2	Nước lọc (ml)	0	5.000	5.000	5.000	5.000
3	Muối ăn (g)	0	6	6	6	6
4	Axit citric (g)	0	10	8	6	4
5	Axit ascorbic (g)	0	8	10	12	14

Các yếu tố cố định gồm: Nhiệt độ sấy là 35°C, vận tốc gió là 1,5 m/s, độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 18,6 mm (3 lớp). Trong 5 công thức thí nghiệm này, tiến hành phân tích xác định các chỉ tiêu cơ lý, dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan. Sau đó, lựa chọn công thức phù hợp nhất để xây dựng quy trình sấy hồ tiêu đỏ.

- Thí nghiệm 2: Xác định ảnh hưởng của vận tốc gió trong buồng sấy

Tiến hành sấy quả hồ tiêu đỏ với tốc độ gió là 0,5 m/s, 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s và 2,5 m/s. Các yếu tố cố định bao gồm: Tỷ lệ phụ gia như công thức CT-C, độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 18,6 mm (3 lớp), nhiệt độ sấy là 35°C [9].

- Thí nghiệm 3: Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ sấy

Thí nghiệm sấy ở dải nhiệt độ 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°C. Các yếu tố cố định gồm: Tỷ lệ phụ gia như công thức CT-C, độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 18,6 mm (3 lớp) và vận tốc gió là 1,5 m/s [9].

- Thí nghiệm 4: Xác định ảnh hưởng của độ dày lớp vật liệu sấy

Tiến hành thí nghiệm với độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 6,2 mm (1 lớp), 12,4 mm (2 lớp), 18,6 mm (3 lớp), 24,8 mm (4 lớp) và 31 mm (5 lớp) quả hồ tiêu đỏ. Các yếu tố cố định gồm: Tỷ lệ phụ gia như công thức CT-C, nhiệt độ sấy là 35°C và vận tốc gió là 1,5 m/s [9].

- Thí nghiệm 5: Xác định khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại đến bề mặt vật liệu sấy

Thí nghiệm sấy ở các khoảng cách 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm và 25 cm. Các yếu tố cố định gồm: Tỷ lệ phụ gia như công thức CT-C, nhiệt độ sấy là 35°C, vận tốc gió là 1,5 m/s và độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 18,6 mm (3 lớp) [9].

2.2.3. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu cơ lý, dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan

Phương pháp xác định chỉ tiêu cơ lý:

Phương pháp xác định khối lượng của quả hồ tiêu: Khối lượng của quả hồ tiêu được xác định bằng phương pháp cân, sử dụng cân phân tích 5 số lẻ (ABT 220-5DNM) của hãng Kern - Đức [1].

Phương pháp xác định độ ẩm: Độ ẩm của hồ tiêu được xác định bằng phương pháp sấy đến

khối lượng không đổi ở 105°C. Độ ẩm của mẫu được tính theo công thức:

$$X = \frac{(G_1 + G_2)}{(G_1 - G)} \times 100\%$$

Trong đó: X là độ ẩm của hồ tiêu (%), G_1 là khối lượng cốc sấy và mẫu thử trước khi sấy (g), G_2 là khối lượng cốc thử và mẫu thử sau khi sấy (g), G là khối lượng cốc sấy (g). Mức độ biến đổi độ ẩm trong quá trình sấy được tính theo công thức:

$$W_2 = 100 - \frac{G_1(100 - W_1)}{G_2} (\%)$$

Trong đó: G_1 , G_2 là khối lượng của hồ tiêu trước và sau khi sấy (g), W_1 , W_2 là độ ẩm của hồ tiêu trước và sau khi sấy (%) [1].

Phương pháp phân tích chỉ tiêu dinh dưỡng:

Phương pháp xác định hàm lượng tinh dầu: Hàm lượng tinh dầu trong hồ tiêu đỏ được xác định bằng cách cân 100 g mẫu đã được nghiền nhỏ và đóng 500 ml nước cất (sao cho nguyên liệu ngập trong nước), cho vào bình cầu 1.000 ml rồi đem chưng cất tinh dầu theo phương pháp chưng cất lôi cuốn theo hơi nước bằng bộ xác định hàm lượng tinh dầu nhẹ cleverger ($d < 1$) cùng với sinh hàn hồi lưu [1]. Hàm lượng tinh dầu có trong nguyên liệu được xác định theo công thức:

$$X = \frac{V.d.10^4}{m.(100 - w)} (\%)$$

Trong đó: X là hàm lượng tinh dầu có trong nguyên liệu (%), m là khối lượng nguyên liệu đem chưng cất (g), d là tỷ trọng của tinh dầu, w là hàm lượng nước của nguyên liệu (%), V là thể tích tinh dầu thu được ở dụng cụ đo (ml).

Phương pháp xác định hàm lượng alcaloid: Mẫu hồ tiêu đỏ được ngâm chiết bằng ethanol 96%, NH_4OH 12,5% và ngâm chiết kiệt bằng ethanol 96%. Dịch chiết được chưng cất loại dung môi để thu hồi cặn, hòa tan cặn bằng H_2SO_4 2%, lọc lấy dịch lọc (các alcaloid lúc này ở dạng muối, không tan được trong CHCl_3). Đem dịch lọc loại tạp chất bằng CHCl_3 , rồi đưa về pH = 9 bằng NH_4OH đậm đặc (các alcaloid khi này ở dạng base tự do, tan được trong CHCl_3) và chiết lấy alcaloid bằng CHCl_3 . Lọc dịch chiết CHCl_3 qua giấy lọc và có

Na_2SO_4 khan trên giấy lọc, rửa giấy lọc và Na_2SO_4 khan bằng CHCl_3 , rồi cho bốc hơi CHCl_3 (bằng cách cô quay chân không ở 50°C) thu được cặn alcaloid toàn phần. Sau đó, định lượng alcaloid toàn phần tinh khiết trong cặn alcaloid toàn phần bằng phương pháp chuẩn độ axit-base [10].

Phương pháp xác định hàm lượng glucid tổng số: Hàm lượng glucid tổng số của hồ tiêu đỏ được xác định bằng phương pháp phân cực. Nguyên tắc của phương pháp dựa trên tính chất cơ bản của glucid có khả năng phân cực ánh sáng. Khi ánh sáng đi qua dung dịch chứa glucid sẽ tạo thành một góc quay cực, trị số góc quay cực phụ thuộc vào nồng độ của chúng trong dung dịch, sử dụng phân cực kế hoặc đường kế để phân tích glucid tổng số [11].

Phương pháp xác định hàm lượng một số chất dinh dưỡng khác: Hàm lượng protein tổng số được xác định theo TCVN 9936:2013 [12]. Vitamin A được xác định theo TCVN 8972-1:2011 [13]. Vitamin B1 được xác định theo TCVN 5164:2008 [14]. Vitamin B2 được xác định theo tiêu TCVN 8975:2018 [15]. Vitamin PP được xác định theo TCVN 9045:2012 [16]. Canxi, photpho, kali và natri được xác định theo TCVN 10641:2014 [17].

Phương pháp xác định tổng số nấm mốc:

Tổng số nấm mốc được xác định theo TCVN 8275-1:2010 [18].

Phương pháp xác định chỉ tiêu cảm quan:

Chỉ tiêu cảm quan của hồ tiêu đỏ được xác định theo TCVN 3215:1979 [19]. Với loại tốt (18,6 - 20 điểm), loại khá (15,2 - 18,5), loại trung bình (11,2 - 15,1), loại kém (7,2 - 11,1), loại rất kém (4,0 - 7,2) và loại hỏng (0 - 3,9). Hệ số quan trọng được hội đồng thống nhất là: Màu sắc (1,1), mùi (0,9), vị (1,3), cấu trúc và hình thái (0,7).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng 5 công thức thí nghiệm sấy hồ tiêu đỏ

3.1.1. Ảnh hưởng của kỹ thuật tiền xử lý hồ tiêu đỏ trước khi sấy

Thí nghiệm được thực hiện theo 5 công thức như mục 2.2.2, kết quả được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của kỹ thuật tiền xử lý đến một số chỉ tiêu cơ lý, dinh dưỡng và cảm quan của hồ tiêu đỏ

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A1	CT-B1	CT-C1	CT-D1	CT-E1
1	Khối lượng quả sau khi sấy (g/quả)	0,034 ± 0,002	0,036 ± 0,001	0,038 ± 0,001	0,037 ± 0,001	0,037 ± 0,002
2	Hàm lượng tinh dầu (%)	1,97 ± 0,01	2,05 ± 0,02	2,53 ± 0,03	2,34 ± 0,03	2,07 ± 0,04
3	Hàm lượng alcaloid (%)	0,04 ± 0,001	0,05 ± 0,002	0,06 ± 0,001	0,05 ± 0,002	0,05 ± 0,002
4	Màu sắc	3,49	3,56	3,61	3,59	3,47
		Nâu đen	Vàng nhạt	Vàng phớt đỏ	Vàng xen lẫn đen	Vàng xen lẫn đen
	Mùi	3,58	3,67	4,07	4,03	4,04
		Thơm nhẹ	Thơm nhẹ	Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng
	Vị	3,37	3,63	4,12	4,07	3,38
		Vị cay	Vị cay	Vị cay đặc trưng	Vị cay đặc trưng	Vị cay đặc trưng
	Cấu trúc và hình thái	4,19	4,17	4,24	4,23	4,15
		Nhăn nheo	Nhăn nheo	Ít nhăn	Ít nhăn	Nhăn
	Xếp loại	14,63	15,03	16,04	15,92	15,04
		Trung bình	Trung bình	Khá	Khá	Trung bình

Bảng 1 cho thấy, trong 5 công thức thí nghiệm, quả hồ tiêu ở CT-C1 có nhiều ưu điểm hơn các công thức thí nghiệm khác. Cụ thể, sau khi sấy khối lượng của quả hồ tiêu ở CT-C1 là $0,038 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,53 \pm 0,03\%$, hàm lượng alcaloid là $0,06 \pm 0,001\%$, cao hơn các công thức thí nghiệm khác. Quả hồ tiêu có màu sắc vàng phớt đỏ, mùi thơm đặc trưng, vị cay đặc trưng, cấu trúc ít nhăn và hình thái khô giòn, được hội đồng đánh giá và xếp loại khá. Trong khi đó, quả hồ tiêu ở CT-A1 có khối lượng quả sau khi sấy là $0,034 \pm 0,002$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $1,97 \pm 0,01\%$, hàm lượng alcaloid là $0,04 \pm 0,001\%$ và chỉ tiêu cảm quan được xếp loại trung bình. Quả hồ tiêu ở CT-E1 có khối lượng quả sau khi sấy là $0,037 \pm 0,002$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,07 \pm 0,04\%$, hàm lượng alcaloid là

$0,05 \pm 0,002\%$ và chỉ tiêu cảm quan được xếp loại trung bình. Quả hồ tiêu ở CT-B1 có khối lượng quả sau khi sấy là $0,036 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,05 \pm 0,02\%$, hàm lượng alcaloid là $0,05 \pm 0,002\%$ và chỉ tiêu cảm quan được xếp loại trung bình. Quả hồ tiêu ở CT-D1 có khối lượng quả sau khi sấy là $0,037 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,34 \pm 0,03\%$, hàm lượng alcaloid là $0,05 \pm 0,002\%$ và chỉ tiêu cảm quan được xếp loại khá. Vì vậy, dựa vào các chỉ tiêu ở bảng 1, chọn công thức CT-C1 để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

3.1.2. Ảnh hưởng của vận tốc gió đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

Thí nghiệm được thực hiện theo 5 công thức như mục 2.2.2, kết quả được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của vận tốc gió đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A2	CT-B2	CT-C2	CT-D2	CT-E2
1	Thời gian sấy (giờ)	46,35	41,25	39,15	39,05	38,45
2	Độ ẩm (%)	13,1 - 13,7	12,6 - 13,2	12 - 13	12 - 13	12 - 13
3	Khối lượng quả sau khi sấy (g/quả)	0,036 ± 0,002	0,037 ± 0,001	0,037 ± 0,001	0,036 ± 0,002	0,036 ± 0,002
4	Hàm lượng tinh dầu (%)	2,09 ± 0,02	2,36 ± 0,02	2,54 ± 0,01	2,32 ± 0,02	2,16 ± 0,03

5	Hàm lượng alcaloid (%)	0,05 ± 0,001	0,06 ± 0,002	0,06 ± 0,001	0,05 ± 0,001	0,04 ± 0,002
6	Màu sắc	3,46	3,64	3,67	3,52	3,41
		Vàng xen lẫn đen	Vàng nhạt	Vàng phớt đỏ	Vàng nhạt	Vàng nhạt
	Mùi	3,63	3,96	4,14	3,76	3,94
		Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng	Thơm nhẹ	Thơm nhẹ
	Vị	3,41	4,13	4,19	3,48	3,43
		Vị cay	Vị cay đặc trưng	Vị cay đặc trưng	Vị cay	Vị cay
	Cấu trúc và hình thái	4,24	4,28	4,32	4,27	4,16
		Ít nhân	Ít nhân	Ít nhân	Nhân nheo	Nhân nheo
	Xếp loại	14,74	16,01	16,32	15,03	14,94
		Trung bình	Khá	Khá	Trung bình	Trung bình

Bảng 2 cho thấy, khi sấy với tốc độ gió 0,5 m/s thì thời gian sấy là 46 giờ 35 phút. Do tốc độ gió thấp nên chất lượng quả hồ tiêu đỏ không đều trong buồng sấy, những nơi ở cuối luồng gió quả hồ tiêu đỏ bị ẩm nhiều. Vì lượng gió không đủ mang hơi ẩm của quả hồ tiêu đỏ đi, dẫn tới thời gian sấy kéo dài, đồng thời xảy ra hiện tượng thủy phân và oxy hóa làm giảm chất lượng của sản phẩm. Khi tăng tốc độ gió là 1 m/s thì thời gian sấy là 41 giờ 25 phút, tăng vận tốc gió 1,5 m/s thì thời gian sấy là 39 giờ 15 phút, vận tốc gió là 2 m/s thì thời gian sấy là 39 giờ 05 phút. Tuy nhiên, khi tăng vận tốc gió lên 2,5 m/s thời gian sấy giảm không đáng kể so với vận tốc gió 2 m/s. Khi tăng tốc độ gió quá cao, dẫn tới quá trình tách ẩm mạnh ở bề mặt quả hồ tiêu đỏ, làm cho bề mặt quả khô nhanh, do quá trình khuếch tán ngoại mạnh hơn quá trình khuếch tán nội, làm cho bề mặt sản phẩm bị biến dạng mạnh, co nhân, làm bay hơi hàm

lượng chất thơm của sản phẩm. Hơn nữa, gió lớn cần quạt có công suất cao, tăng chi phí năng lượng cho quá trình sấy. Đối với chỉ tiêu dinh dưỡng và chỉ tiêu cảm quan, kết quả cho thấy, sản phẩm hồ tiêu đỏ khi sấy với vận tốc gió 1,5 m/s (công thức CT-C2) có nhiều ưu điểm hơn sấy với vận tốc gió ở các công thức khác. Cụ thể, hồ tiêu đỏ sấy ở CT-C2 có khối lượng quả sau khi sấy là $0,037 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,54 \pm 0,01\%$, hàm lượng alcaloid là $0,06 \pm 0,001\%$, sản phẩm có tổng điểm cảm quan là 16,32 điểm và được xếp loại khá. Do đó, để đảm bảo chất lượng, tiết kiệm thời gian và chi phí năng lượng cho quá trình sấy, vận tốc gió thích hợp là 1,5 m/s (công thức CT-C2) để sấy hồ tiêu đỏ.

3.1.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

Thí nghiệm được thực hiện theo 5 công thức như mục 2.2.2, kết quả được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A3	CT-B3	CT-C3	CT-D3	CT-E3
1	Thời gian sấy (giờ)	44,15	39,05	37,25	35,15	33,25
2	Độ ẩm (%)	12,5 - 13,7	12 - 13	12 - 13	12 - 13	12 - 13
3	Khối lượng quả sau khi sấy (g/quả)	$0,037 \pm 0,002$	$0,038 \pm 0,001$	$0,037 \pm 0,002$	$0,035 \pm 0,001$	$0,035 \pm 0,005$
4	Hàm lượng tinh dầu (%)	$2,34 \pm 0,02$	$2,56 \pm 0,01$	$2,37 \pm 0,01$	$2,31 \pm 0,02$	$2,23 \pm 0,01$
5	Hàm lượng alcaloid (%)	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$
6	Màu sắc	3,86	3,91	3,53	3,49	3,42
		Vàng nhạt	Vàng phớt đỏ	Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng xen lẫn đen

	Mùi	4,07	4,14	3,87	3,98	3,93
		Thơm đặc trung	Thơm đặc trung	Thơm đặc trung	Thơm nhẹ	Thơm nhẹ
	Vị	4,31	4,46	3,94	3,46	3,41
		Vị cay đặc trung	Vị cay đặc trung	Vị cay	Vị cay	Vị cay
	Cấu trúc và hình thái	4,18	4,27	3,71	3,69	3,67
		Ít nhăn	Ít nhăn	Nhăn nheo	Nhăn nheo	Nhăn nheo
	Xếp loại	16,42	16,78	15,05	14,62	14,43
		Khá	Khá	Trung bình	Trung bình	Trung bình

Bảng 3 cho thấy, khi sấy quả hồ tiêu ở nhiệt độ 30°C thì thời gian sấy là 44 giờ 15 phút, khi tăng nhiệt độ sấy lên 35°C thì thời gian sấy là 39 giờ 05 phút, nhiệt độ sấy là 40°C thì thời gian sấy là 37 giờ 25 phút, tiếp tục tăng nhiệt độ sấy lên 45°C thì thời gian sấy là 35 giờ 15 phút. Tương tự, khi sấy ở nhiệt độ 50°C thì thời gian sấy là 33 giờ 25 phút. Điều này cho thấy, khi tăng nhiệt độ thì quá trình bay hơi nước càng nhanh, làm cho thời gian sấy càng giảm. So sánh với sấy ở nhiệt độ 45°C và 50°C, kết quả cho thấy, sự chênh lệch về thời gian không đáng kể. Đặc biệt, khi sấy ở nhiệt độ quá cao sẽ làm mất mùi thơm của quả hồ tiêu, làm giảm hàm lượng tinh dầu, các cấu tử tạo mùi thơm sẽ bị phân hủy bởi nhiệt độ cao, đồng thời làm cho quả hồ tiêu có thể bị cháy. So sánh chỉ tiêu dinh dưỡng và chỉ tiêu cảm quan của sản phẩm hồ tiêu sấy ở các mức nhiệt độ khác nhau. Kết quả cho thấy, sản phẩm hồ tiêu sấy ở nhiệt

độ 35°C (công thức CT-B3) có nhiều ưu điểm hơn sấy ở các công thức khác. Cụ thể, sản phẩm hồ tiêu sấy ở nhiệt độ 35°C (công thức CT-B3) có khối lượng quả sau khi sấy là $0,038 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,56 \pm 0,01\%$, hàm lượng alkaloid là $0,06 \pm 0,001\%$, tổng điểm cảm quan là 16,78 điểm và được xếp loại khá. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Mathieu và cs (2014) [3], Hosain và cs (2014) [20]. Vì vậy, để giữ mùi thơm cho sản phẩm hồ tiêu sau khi sấy, hạn chế sự hao hụt hàm lượng tinh dầu cũng như các chất dinh dưỡng khác và tiết kiệm thời gian, tiết kiệm điện năng trong quá trình sấy, chọn nhiệt độ 35°C để sấy hồ tiêu là phù hợp.

3.1.4. Ảnh hưởng của chiều dày lớp nguyên liệu đưa vào sấy đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

Thí nghiệm được thực hiện theo 5 công thức như mục 2.2.2, kết quả được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của chiều dày lớp nguyên liệu đưa vào sấy đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A4	CT-B4	CT-C4	CT-D4	CT-E4
1	Thời gian sấy (giờ)	30,35	36,15	39,15	44,35	48,25
2	Độ ẩm (%)	12 - 13	12 - 13	12 - 13	13,1 - 14,2	13,6 - 14,2
3	Khối lượng quả sau khi sấy (g/quả)	$0,037 \pm 0,002$	$0,038 \pm 0,001$	$0,038 \pm 0,001$	$0,037 \pm 0,001$	$0,036 \pm 0,005$
4	Hàm lượng tinh dầu (%)	$2,46 \pm 0,02$	$2,51 \pm 0,01$	$2,54 \pm 0,01$	$2,54 \pm 0,02$	$2,52 \pm 0,01$
5	Hàm lượng alkaloid (%)	$0,03 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$
6	Màu sắc	3,74	3,86	3,97	3,63	3,54
		Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng phớt đỏ	Vàng xen lẫn đen	Vàng xen lẫn đen
	Mùi	3,95	4,05	4,18	3,92	3,89
		Thơm nhẹ	Thơm đặc trung	Thơm đặc trung	Thơm nhẹ	Thơm nhẹ
	Vị	3,57	4,38	4,49	3,51	3,46
		Vị cay	Vị cay đặc trung	Vị cay đặc trung	Vị cay	Vị cay

	Cấu trúc và hình thái	3,72	4,14	4,12	3,79	3,63
		Nhăn nheo	Ít nhẵn	Ít nhẵn	Nhăn nheo	Nhăn nheo
	Xếp loại	14,98	16,43	16,76	14,85	14,52
		Trung bình	Khá	Khá	Trung bình	Trung bình

Bảng 4 cho thấy, khi độ dày của lớp nguyên liệu càng mỏng thì thời gian sấy càng nhanh. So sánh giữa sấy với độ dày lớp nguyên liệu là 24,8 mm (4 lớp) và 31 mm (5 lớp) quả hồ tiêu đỏ thì sự chênh lệch thời gian sấy không lớn như khi sấy ở độ dày lớp nguyên liệu thấp hơn. Khi chiều dày của lớp nguyên liệu tăng, quá trình thoát hơi nước bị hạn chế, do diện tích tiếp xúc của bề mặt nguyên liệu với môi trường bị hạn chế, nguyên liệu phía dưới bị nguyên liệu phía trên che phủ. Các quả hồ tiêu đỏ ở phía trên bề mặt có quá trình thoát ẩm mạnh sẽ được làm khô trước, các quả hồ tiêu đỏ ở phía dưới do quá trình thoát ẩm kém nên được làm khô sau. Do đó, dẫn tới thời gian sấy kéo dài, gây ra hiện tượng biến đổi xấu về trạng thái, hình dạng và màu sắc. Nhưng nếu sấy với độ dày thấp thì thời gian sấy sẽ nhanh hơn, nhưng sẽ không tận dụng được thể tích hữu ích của thiết bị sấy. So sánh về chỉ tiêu dinh dưỡng và chỉ tiêu cảm

quan của sản phẩm hồ tiêu sấy ở các công thức khác nhau. Kết quả cho thấy, sản phẩm hồ tiêu đỏ sấy ở công thức CT-C4 có nhiều ưu điểm hơn sấy ở các công thức khác như khối lượng quả sau khi sấy là $0,038 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu là $2,54 \pm 0,01\%$, hàm lượng alcaloid là $0,05 \pm 0,001\%$ và tổng điểm cảm quan là 16,76 điểm, được xếp loại khá. Kết quả của nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Roslan và Yudin (2019) [5]. Vì vậy, để thời gian sấy không quá cao và không quá thấp, chất lượng cảm quan không bị biến đổi xấu thì chọn độ dày thích hợp của lớp nguyên liệu trên khay sấy là 18,6 mm (3 lớp: Công thức CT-C4) để sấy quả hồ tiêu đỏ.

3.1.5. Ảnh hưởng của khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

Thí nghiệm được thực hiện theo 5 công thức như mục 2.2.2, kết quả được trình bày ở bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy đến chỉ tiêu dinh dưỡng, cảm quan và thời gian sấy

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A5	CT-B5	CT-C5	CT-D5	CT-E5
1	Thời gian sấy (giờ)	37,45	39,25	42,05	47,15	52,35
2	Độ ẩm (%)	12 - 13	12 - 13	12,3 - 13,1	13 - 14	13,6 - 14,2
3	Khối lượng quả sau khi sấy (g/quả)	$0,036 \pm 0,002$	$0,038 \pm 0,001$	$0,038 \pm 0,002$	$0,038 \pm 0,002$	$0,037 \pm 0,001$
4	Hàm lượng tinh dầu (%)	$2,52 \pm 0,02$	$2,54 \pm 0,01$	$2,54 \pm 0,01$	$2,53 \pm 0,02$	$2,48 \pm 0,01$
5	Hàm lượng alcaloid (%)	$0,03 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,03 \pm 0,001$
6	Màu sắc	3,42	3,56	3,49	3,37	3,25
		Vàng nhạt	Vàng phớt đỏ	Vàng phớt đỏ	Vàng xen lẫn đen	Vàng xen lẫn đen
	Mùi	3,71	4,07	4,03	3,96	3,76
		Thơm nhẹ	Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng	Thơm nhẹ	Thơm nhẹ
	Vị	3,95	4,31	4,27	3,61	3,83
		Vị cay	Vị cay đặc trưng	Vị cay đặc trưng	Vị cay	Vị cay
	Cấu trúc và hình thái	3,86	4,23	4,02	3,84	3,72
		Nhăn nheo	Ít nhẵn	Ít nhẵn	Nhăn nheo	Nhăn nheo
	Xếp loại	14,94	16,17	15,82	14,78	14,56
		Trung bình	Khá	Khá	Trung bình	Trung bình

Bảng 5 cho thấy, khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy có ảnh hưởng đến sự biến đổi thời gian sấy, chỉ tiêu dinh dưỡng và chỉ tiêu cảm quan của sản phẩm. Với khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy là 20 cm (công thức CT-D5) thì thời gian sấy là 47 giờ 15 phút và khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy là 25 cm (công thức CT-E5) thì thời gian sấy cũng tăng lên 52 giờ 35 phút. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, với khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy là 5 cm (công thức CT-A5) và 10cm (công thức CT-B5) thì thời gian sấy không có sự chênh lệch nhiều. Nhưng khi tăng khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy lên 15cm (công thức CT-C5), 20cm (công thức CT-D5) và 25 cm (công thức CT-E5) thì thời gian sấy đã tăng đáng kể. Sản phẩm hồ tiêu đỏ sấy với khoảng cách giữa đèn hồng ngoại với nguyên liệu sấy là 10 cm (công thức CT-B5) có nhiều ưu điểm hơn ở các công thức thí nghiệm khác. Cụ thể, độ ẩm 12 - 13%, khối lượng quả sau khi sấy

$0,038 \pm 0,001$ g/quả, hàm lượng tinh dầu $2,54 \pm 0,01\%$, hàm lượng alcaloid $0,05 \pm 0,001\%$, tổng điểm cảm quan đạt 16,17 điểm và được xếp loại khá. Kết quả của nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Yurtsever và cs (2018) [6]. Vì vậy, dựa vào các chỉ tiêu này, chọn khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại là 10 cm (công thức CT-B5) để nghiên cứu sấy hồ tiêu đỏ.

3.2. Phân tích đánh giá chất lượng, xác định các chỉ tiêu dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan của sản phẩm hồ tiêu đỏ tại các công thức thí nghiệm

Sau khi xác định được các thông số kỹ thuật như: Kỹ thuật tiền xử lý, nhiệt độ sấy, vận tốc gió, khoảng cách từ bóng đèn phát tia hồng ngoại đến bề mặt nguyên liệu sấy, bề dày lớp nguyên liệu, thí nghiệm được lập với các thông số kỹ thuật được xác định ở mục 3.1 với các mức tiền xử lý khác nhau. Chất lượng sản phẩm được phân tích và đánh giá với các chỉ tiêu dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Các chỉ tiêu cơ lý, dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan của sản phẩm

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Các công thức thí nghiệm				
		CT-A6	CT-B6	CT-C6	CT-D6	CT-E6
1	Khối lượng (g/quả)	0,035	0,037	0,038	0,038	0,038
2	Hàm lượng tinh dầu (%)	1,98	2,07	2,56	2,32	2,03
3	Hàm lượng alcaloid (%)	0,04	0,05	0,07	0,05	0,05
4	Hàm lượng glucid tổng số (%)	32,16	32,17	34,21	33,27	32,18
5	Hàm lượng protein tổng số (%)	5,97	6,23	6,54	6,13	6,02
6	Hàm lượng vitamin A (mg/kg)	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
7	Hàm lượng vitamin B1 (mg/kg)	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05
8	Hàm lượng vitamin B2 (mg/kg)	0,32	0,36	0,56	0,48	0,42
9	Hàm lượng vitamin PP (mg/kg)	2,06	2,17	2,53	2,37	2,28
10	Hàm lượng canxi (mg/kg)	629	674	725	713	709
11	Hàm lượng phospho (mg/kg)	31	33	39	34	31
12	Hàm lượng kali (mg/kg)	1.096	1.147	1.154	1.069	1.043
13	Hàm lượng natri (mg/kg)	32,5	34	42	39	37
14	Nấm mốc (CFU/g)	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện
15	Màu sắc	Nâu đen	Vàng nhạt	Vàng phớt đỏ	Vàng xen lẫn đen	Vàng xen lẫn đen

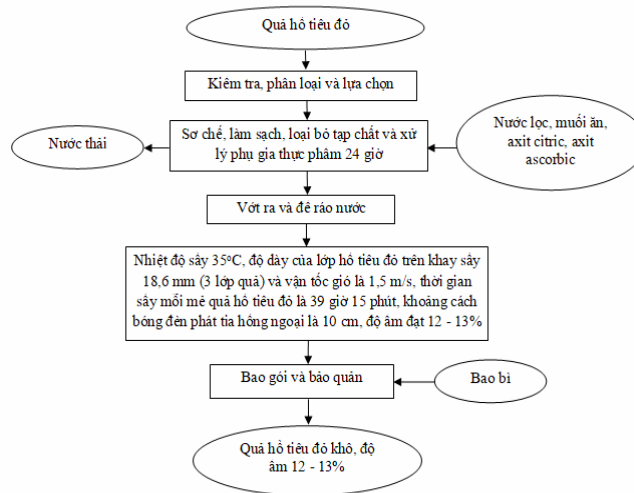
15	Mùi	Thơm nhẹ	Thơm nhẹ	Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng	Thơm đặc trưng
16	Vị	Vị cay	Vị cay	Cay đặc trưng	Cay đặc trưng	Cay đặc trưng
17	Cấu trúc	Nhăn nheo	Nhăn nheo	Ít nhăn	Ít nhăn	Nhăn

Kết quả nghiên cứu cho thấy, công thức CT-C6 có nhiều ưu điểm hơn các công thức thí nghiệm khác. Từ các kết quả nghiên cứu này, chọn công thức CT-C6 với tỷ lệ nước lọc 5.000 ml, muối ăn 6 g, axit citric 8 g và axit ascorbic 10 g xử lý cho 2.000 g quả hồ tiêu đỏ, với vận tốc gió là 1,5 m/s, nhiệt độ sấy là 35°C, độ dày thích hợp của lớp

nguyên liệu trên khay sấy là 18,6 mm (3 lớp), khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại là 10 cm để xây dựng quy trình chế biến sản phẩm hồ tiêu đỏ.

3.3. Đề xuất quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ

3.3.1. Sơ đồ quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ



Hình 3. Sơ đồ quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ

3.3.2. Thuyết minh quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ



Hình 4. Quả hồ tiêu đỏ thu hoạch ở thời điểm 230 ngày kể từ khi đậu quả



Hình 5. Sản phẩm hồ tiêu đỏ sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại

Bước 1. Lựa chọn quả hồ tiêu đỏ: Nguyên liệu sử dụng là quả hồ tiêu đỏ tại thời điểm thu hoạch từ 225 - 230 ngày kể từ khi đậu quả tại tỉnh Quảng Trị. Nguyên liệu này đảm bảo độ tươi mới, nguyên vẹn, không bị tổn thương và không bị sâu, bệnh.

Bước 2. Sơ chế, làm sạch, loại bỏ tạp chất và xử lý phụ gia thực phẩm 24 giờ: Sau khi lựa chọn được quả hồ tiêu đỏ đạt tiêu chuẩn, tiến hành loại

bỏ các tạp chất, loại bỏ các phần không sử dụng được, tách quả ra khỏi buồng, rửa sạch đất bẩn và lá cây còn bám trên vỏ quả. Sau đó, các quả hồ tiêu đỏ được ngâm trong dung dịch gồm: Nước lọc 5.000 ml, muối ăn 6 g, axit citric 8 g và axit ascorbic 10 g xử lý cho 2.000 g quả hồ tiêu đỏ, với thời gian ngâm là 24 giờ.

Bước 3. Vớt ra và để ráo nước: Sau khi ngâm xong, các quả hồ tiêu đỏ được vớt ra và để ráo nước. Trong quá trình vớt, các thao tác phải nhẹ nhàng, tránh tác động cơ học làm tổn thương quả gây ra biến màu và hao hụt các chất dinh dưỡng. Dụng cụ vớt sử dụng vớt bằng inox có mắt lưới nhỏ.

Bước 4. Sấy khô quả hồ tiêu đỏ: Quả hồ tiêu đỏ được sấy khô bằng thiết bị chuyên dụng, với vận tốc gió là 1,5 m/s, nhiệt độ sấy là 35°C, độ dày thích hợp của lớp nguyên liệu trên khay sấy là 18,6 mm (3 lớp), khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại là 10 cm, thời gian sấy mỗi mẻ quả hồ tiêu đỏ là 39 giờ 15 phút, độ ẩm đạt 12 - 13%.

Bước 5. Bao gói và bảo quản quả hồ tiêu đỏ khô. Quả hồ tiêu đỏ sau khi được làm khô, để nguội và bao gói trong bao bì nylon dày và dai. Sản phẩm được bao gói kín và để trong kho, nơi bảo quản quả hồ tiêu đỏ phải khô ráo, tránh mưa, nắng tác động trực tiếp và tránh côn trùng xâm nhập. Không được để quả hồ tiêu đỏ khô trực tiếp xuống nền kho, phải để trên các giá kê, cách nền kho ít nhất 50 cm, cách tường và trần nhà ít nhất 30 cm để hạn chế hiện tượng hút ẩm.

4. KẾT LUẬN

Xác định được tỷ lệ nước lọc 5.000 ml, muối ăn 6 g, axit citric 8 g và axit ascorbic 10 g xử lý cho 2.000 g quả hồ tiêu đỏ để xây dựng quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ. Công thức CT-C6 có nhiều ưu điểm hơn các công thức thí nghiệm khác, cụ thể, sau khi sấy khối lượng là 0,038 g/quả, hàm lượng tinh dầu là 2,56%, hàm lượng alcaloid là 0,07%, không phát hiện sự có mặt của nấm mốc. Sản phẩm có màu vàng phớt đỏ, mùi thơm đặc trưng, vị cay đặc trưng và vỏ ít nhăn. Đồng thời, đã xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế biến quả hồ tiêu đỏ là vận tốc gió, nhiệt độ sấy, chiều dày lớp nguyên liệu đưa vào sấy, khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại. Từ các yếu tố này, đã xây dựng được quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ với các thông số kỹ thuật: Vận tốc gió là 1,5 m/s, nhiệt độ sấy là 35°C, độ dày thích hợp của lớp nguyên liệu trên khay sấy là 18,6 mm (3 lớp), khoảng cách bóng đèn phát tia hồng ngoại là 10 cm, thời gian sấy mỗi mẻ quả hồ tiêu đỏ là 39 giờ 15 phút, độ ẩm đạt 12 - 13%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Lợi, Lê Anh Tuấn, Trần Văn Quy, Nguyễn Đức Tiến (2024). Nghiên cứu xác định thời điểm thu hoạch quả hồ tiêu thích hợp cho quá trình chế biến sản phẩm hồ tiêu đỏ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 7, 42 - 50.
2. Đỗ Tất Lợi (2014). *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. Nxb Y học, 370 - 372.
3. Mathieu W, Frederic D, Alain S. C. S, Renaud B, Mathilde H, Annaig L, Philippe B (2014). Postharvest treatments of wild pepper (*Piper* spp.) in Madagascar. *Fruits*, 69(5): 371 - 380.
4. Onwubuya E. A, Okporie E. O, Nenna M. G (2009). Nsukka yellow pepper processing and preservation techniques among women farmers in Enugu State. *African Journal of Agricultural Research*, 4(9): 859 - 863.
5. Roslan M. N. F, Yudin A. S. M (2019). Drying process of black pepper in a swirling fluidized bed dryer using experimental method. *Symposium on Energy Systems*, 1 - 9.
6. Yurtsever Soysal, Muharrem Keskin, Aysel Arslan, Yunus Emre Sekerli (2018). Infrared drying characteristics of pepper at different maturity stages. Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Turkey. *International Conference on Energy Research*, 214 - 221.
7. Nguyễn Thị Mỹ Trang, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thị Hương, Hoàng Thái Hà, Đặng Xuân Cường (2016). Nghiên cứu tối ưu hóa công đoạn sấy rong nho (*Caulerpa lentillifera*) bằng kỹ thuật sấy lạnh kết hợp bức xạ hồng ngoại. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, 4(6): 73 - 79.
8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9017:2011. Quả tươi - Phương pháp lấy mẫu trên vườn sản xuất.
9. Nguyễn Văn Lợi (2021). Nghiên cứu hoàn thiện quy trình công nghệ sấy quả thảo quả Hà Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 12(1): 100 - 106.
10. Trần Thị Văn Thi, Trần Thanh Minh (2011). Nghiên cứu phân lập và nhận dạng cấu trúc alkaloid trong dịch chiết từ lá vòng nem (*Erythrina orientalis* L. *Fabaceae*) Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, 65, 225 - 230.
11. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4594:1988. Đồ hộp - Phương pháp xác định đường tổng số, đường khử và tinh bột.
12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9936:2013. Tinh bột và sản phẩm tinh bột - Xác định hàm lượng nitơ bằng phương pháp Kjeldahl - Phương pháp chuẩn độ.
13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8972-1:2011. Thực phẩm - Xác định vitamin A bằng sắc ký lỏng

hiệu năng cao - Phần 1: Xác định 13-cis-retinol và tất cả các đồng phân trans-retinol.

14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5164:2008 (EN 14122:2003). Thực phẩm - Xác định vitamin B₁ bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC).

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8975:2018 (EN 14152:2014). Thực phẩm - Xác định vitamin B₂ bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC).

16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9045:2012 (EN 15652:2009). Thực phẩm - Xác định niacin bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC).

17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10641:2014. Thực phẩm - Xác định hàm lượng canxi, đồng, sắt, magie, mangan, phospho, kali, natri và kẽm trong

thức ăn công thức dành cho trẻ sơ sinh - Phương pháp đo phổ phát xạ plasma cảm ứng cao tần.

18. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8275-1:2010. Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng nấm men và nấm mốc - Phần 1: Kỹ thuật đếm khuẩn lạc trong các sản phẩm có hoạt độ nước lớn hơn 0,95.

19. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215:1979. Sản phẩm thực phẩm - Phân tích cảm quan - Phương pháp cho điểm.

20. Hosain D, Abbas R. A, Ali A, Mohsen A, Gholamhassan N, Jalal K (2014). Study of the drying kinetics of pepper. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13, 130 - 138.

STUDY ON THE DEVELOPING PROCESS PROCESSING RED PEPPER BY FREEZE DRYING METHOD COMBINED WITH INFRARED RADIATION

Nguyen Van Loi¹, Tran Van Quy¹, Le Anh Tuan¹,

Nguyen Duc Tien², Do Thi Hanh³, Pham Hoang Nam⁴

¹*University of Science, Vietnam National University, Hanoi*

²*Vietnam Institute of Agricultural Engineering and Postharvest Technology*

³*Hanoi University of Industry*

⁴*University of Science and Technology of Hanoi*

Abstract

Quang Tri province is a locality with favorable natural conditions for growing pepper. Pepper in Quang Tri province is very popular in domestic and foreign markets because the pepper is small, solid, with a characteristic aroma and spicy taste. Common chemical components in pepper are essential oils and alkaloids. Essential oils, alkaloids, bioactive compounds and pigments of pepper fruits are very susceptible to change and loss during the drying process. Therefore, the goal of this study on the develop process processing red pepper by freeze drying method combined with infrared radiation to limit that change. The experiment was conducted according to 5 formulas with different technical parameters. Analyze and evaluate the nutritional, microbiological and sensory indicators of the product in these 5 formulas, thereby selecting a suitable formula to develop process processing. The process processing is carried out with a wind speed of 1.5 m/s, a drying temperature of 35°C, the appropriate thickness of the raw material layer on the drying tray is 18.6 mm (three layers), the distance between the infrared lamps is 10 cm, the drying time for each batch of red pepper is 39 hours and 15 minutes, the humidity reaches 12 - 13%. The product after drying has an essential oil content of 2.56%, an alkaloid content of 0.07%, no mold is detected, the product has a reddish yellow color, a characteristic aroma, a characteristic spicy taste and a less wrinkled shell.

Keywords: *Infrared radiation, red pepper, freeze drying method, process processing.*

Ngày nhận bài: 10/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 16/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 15/7/2025

Ngày duyệt đăng: 22/9/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA MÀNG BAO SÁP ONG KẾT HỢP DỊCH CHIẾT LÔ HỘI ĐẾN SỰ THAY ĐỔI CHẤT LƯỢNG CỦA QUẢ TÁO (*Ziziphus mauritiana*) SAU THU HOẠCH

Nguyễn Lê Yến Nhi¹, Trần Minh Phúc¹, Nguyễn Minh Trọng¹, Nguyễn Trung Trực^{1,*}

¹ Khoa Sinh hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

*Email: trucnt@vlute.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả của màng bao sáp ong kết hợp dịch chiết lô hội đến chất lượng của quả táo trong 8 ngày tồn trữ. Thí nghiệm được thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên với bốn nghiệm thức bao gồm: (i) đối chứng (không bao màng), (ii) màng bao chứa 3% w/v sáp ong kết hợp 20% dịch chiết lô hội (AV-BW-3), (iii) màng bao chứa 6% w/v sáp ong kết hợp 20% dịch chiết lô hội (AV-BW-6) và (iv) màng bao chứa 9% w/v sáp ong kết hợp 20% dịch chiết lô hội (AV-BW-9). Kết quả cho thấy, tất cả các mẫu có bao màng đều hạn chế sự suy giảm chất lượng tốt hơn so với mẫu đối chứng. Trong đó, nghiệm thức AV-BW-9 đạt hiệu quả cao nhất đối với sự giảm hao hụt khối lượng (9,9%), duy trì hàm lượng TSS 8,0 - 8,3 độ Brix, độ cứng 2,35 - 2,32 N, hạn chế tổn thất hàm lượng vitamin C 89,58 - 69,52 mg/100 g và hàm lượng phenolic 113,34 - 78,16 mg GAE/100 g. Ngược lại, mẫu đối chứng ghi nhận sự suy giảm chất lượng đáng kể đối với sự hao hụt khối lượng lên đến 19,6%, hàm lượng TSS là 9,8 độ Brix, độ cứng giảm 2,06 N. Đáng chú ý, mẫu đối chứng có sự hao hụt đáng kể đối với hàm lượng vitamin C 30,63 mg/100 g và hàm lượng phenolic 20,66 mg GAE/100 g. Bên cạnh đó, vào cuối giai đoạn bảo quản (ngày 8), các mẫu có màng bao vẫn duy trì được màu sắc cho quả, góp phần tăng khả năng chấp nhận của người tiêu dùng. Kết quả cho thấy, việc sử dụng màng bao AV-BW duy trì chất lượng và kéo dài thời gian sử dụng của quả táo.

Từ khóa: Chất lượng sau thu hoạch, gel lô hội, màng bao, sáp ong, táo ta.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Táo ta (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) là một loại cây ăn quả phổ biến vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, thuộc họ Rhamnaceae [1]. Ở châu Á, táo được trồng phổ biến ở nhiều quốc gia như: Trung Quốc, Pakistan, Thái Lan, Hàn Quốc, Iran và Việt Nam. Quả táo có nhiều hình dạng, từ hình bầu dục đến thuôn dài và hình trứng, chiều dài từ 2,5 - 6,25 cm. Táo được xem là nguồn cung cấp dồi dào các vitamin như: Vitamin C, vitamin A, vitamin nhóm B cùng các khoáng chất gồm: Ca, Mg, K, Br... Hơn nữa, táo còn chứa một số hợp chất phenolic axit có giá trị như: p-hydroxybenzoic, caffeine, ferulic và p-coumaric [2]. Tuy nhiên, táo dễ bị mất nước, co ngót, vỏ quả chuyển màu từ màu xanh sang màu vàng nâu và hư hỏng nhanh chóng, do tốc độ hô hấp cao và hoạt động của enzyme nội sinh trong quá trình bảo quản sau thu hoạch [1].

Lô hội (*Aloe barbadensis* Miller), thuộc họ Aloaceae, có nguồn gốc từ vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, với hơn 500 loài được phân bố rộng rãi trên toàn cầu. Gel từ lá lô hội là một dịch nhầy không màu, được thu nhận từ các tế bào nhu mô, có thành phần chính là nước (khoảng 99,2%). Phần còn lại bao gồm carbohydrate, trong đó monosaccharide chủ yếu là glucomannan cùng với một lượng nhỏ arabinan và galactan. Bên cạnh đó, gel lô hội chứa protein, vitamin, khoáng chất và hàm lượng lipid rất thấp (0,07 - 0,42%) tùy loài. Trong công nghiệp thực phẩm, lô hội được ứng dụng phổ biến trong sản xuất đồ uống, nước giải khát và kem [3, 4].

Những năm gần đây, việc sử dụng màng bao ăn được nổi lên như một giải pháp tiềm năng giúp giảm tình trạng hư hỏng của trái cây sau thu hoạch. Lớp phủ này tạo thành một lớp màng bám

trên bề mặt quả, hình thành rào cản giữa môi trường khí quyển bên trong và bên ngoài, từ đó giúp hạn chế tốc độ hô hấp, kiểm soát quá trình trao đổi khí (O_2 và CO_2) và giảm mất độ ẩm. Do đó, màng bao có khả năng duy trì màu sắc, độ cứng, các thuộc tính chất lượng và kéo dài thời gian tồn trữ [5]. Gần đây, gel lô hội được chú ý khi ứng dụng làm màng bao sinh học an toàn và thân thiện với môi trường trong bảo quản sau thu hoạch. Màng bao được tạo từ gel lô hội đã được chứng minh có hiệu quả làm giảm tốc độ hô hấp, hạn chế mất khối lượng, biến đổi màu sắc và sự sản sinh ethylene trên nhiều loại trái cây như: Đu đủ [6], dâu tây [7], nho [8]. Tuy nhiên, do hàm lượng lipid trong gel lô hội rất thấp nên rào cản khí bị hạn chế, trong khi hàm lượng protein, vitamin và khoáng chất cao lại có thể tạo môi trường thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật. Để khắc phục hạn chế này, nghiên cứu đã đề xuất bổ sung sáp ong (lipid) vào gel lô hội nhằm tăng tính kỵ nước và cải thiện hiệu quả bảo quản của lớp phủ. Sáp ong, một vật liệu có cấu trúc hóa học của lipid được tiết ra từ tuyến sáp của ong mật, với đặc tính kỵ nước, thích hợp để tạo màng bao ăn được. Sáp ong giúp ngăn ngừa tổn thất khối lượng, tăng cường các thuộc tính vật lý - cơ học cho màng bao và duy trì vẻ ngoài căng bóng cho bề mặt quả [9]. Màng bao sáp ong được ứng dụng hiệu quả trên quả cà tím [10], xoài [11] và ổi [12]. Từ các nghiên cứu trên cho thấy, sáp ong có tiềm năng kết hợp với lô hội nhằm cải thiện một số đặc tính màng bao như: Tăng độ dẻo dai, khả năng bám dính của màng, đồng thời nâng cao hiệu quả kiểm soát khí và làm chậm quá trình thoát hơi nước từ trái cây. Do vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả của màng bao sáp ong kết hợp dịch chiết lô hội đến sự thay đổi các chỉ tiêu chất lượng của quả táo sau thu hoạch.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Táo được thu mua tại chợ thuộc phường Long Châu, tỉnh Vĩnh Long sau khi tiếp nhận từ vườn. Quả được vận chuyển ngay đến phòng thí nghiệm, rửa sạch để loại bỏ bụi bẩn, sau đó để ráo tự nhiên ở nhiệt độ môi trường. Táo được lựa chọn những quả đồng nhất về màu sắc, hình dạng, kích thước,

bề mặt quả không có dấu hiệu hư hỏng hoặc bị tổn thương cơ học [13].

Lá lô hội (*Aloe vera* L.) được mua tại chợ địa phương, chọn những lá có chất lượng tốt, không có dấu hiệu bệnh hoặc tổn thương cơ học, có chiều dài khoảng 40 cm và khối lượng trên 500 g. Lá được chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 2 giờ.

Sáp ong (bee wax): Được mua ở Công ty TNHH Nam Hà (thành phố Cần Thơ), sáp có màu trắng sáng tự nhiên, nhiệt độ nóng chảy từ 61 - 65°C, chỉ số ester là 77,08 mg/g, axit 18,83 mg/g và xà phòng hóa 95,91 mg/g.

Hóa chất: Axit metaphosphoric (HPO_3 , Trung Quốc), thiourea (CH_4N_2S , Trung Quốc), diindophenol ($C_{12}H_6Cl_2NO_2Na.2H_2O$, Ấn Độ), 2,4-Dinitrophenol ($C_6H_4N_2O_5$, Trung Quốc), axit sulfuric (H_2SO_4 , Trung Quốc), methanol (CH_3OH , Trung Quốc), folin-Ciocalteu's (Ấn Độ), natri carbonat (Na_2CO_3 , Trung Quốc), glycerol ($C_3H_8O_3$, Trung Quốc), Tween 80 ($C_{64}H_{124}O_{26}$, Trung Quốc).

Thiết bị: Bể ổn định nhiệt (Mettmert - Đức), cân phân tích PA241 (Ohaus, Mỹ), máy đo quang phổ BioSpectrometer Basic (Eppendorf, Đức), máy so màu cầm tay MiniScan EZ 4500S (Hunterlab, Mỹ), máy đo cấu trúc Food Technology TMS-Pro (Mỹ).

2.2. Chuẩn bị chiết xuất gel lô hội

Lô hội được chuẩn bị theo phương pháp của Farina và cs (2020) [14]: Lá lô hội được cắt 2 bên để loại bỏ gai dọc theo mép lá và loại lớp vỏ bên ngoài để thu được phần thịt quả. Tiếp theo, phần gel được rửa bằng nước cất để loại bỏ nhựa cây màu vàng. Thịt lá (500 g) thu được sau đó được cắt nhỏ và xay nhuyễn với 100 mL nước cất và được lọc qua rây để tách gel khỏi phần xơ. Gel thu được dùng để bổ sung vào dung dịch tạo màng ở bước tiếp theo, với tỷ lệ bổ sung là 20% (v/v) so với tổng thể tích dung dịch tạo màng. Nồng độ này được lựa chọn dựa trên cơ sở nghiên cứu trước đây cho kết quả đảm bảo duy trì các đặc tính hoá lý và hoạt tính chống oxy hoá của quả [15]. Bên cạnh đó, qua khảo sát với tỷ lệ 20% lô hội, đảm bảo màng bao có độ nhớt thích hợp khi phối trộn với các thành phần của màng bao.

2.3. Chuẩn bị màng bao sáp ong và lô hội

Màng bao được chuẩn bị từ gel lô hội (20% v/v), sáp ong (3%, 6%, 9% w/v), glycerol (0,5% v/v) và Tween 80 (0,5% v/v), tỷ lệ còn lại là nước cất.

Tiến hành tạo màng bao: Sáp ong được cân ở các tỷ lệ khác nhau và hoà tan cùng với nước cất bằng máy khuấy từ có gia nhiệt ở 70°C cho đến khi sáp tan hoàn toàn. Tiếp theo, glycerol và Tween 80 được bổ sung vào hỗn hợp và khuấy đều trong 5 phút. Sau đó, hỗn hợp được làm nguội xuống 50°C trước khi bổ sung gel lô hội và khuấy đều trong 15 phút. Cuối cùng, dung dịch được làm nguội ở nhiệt độ phòng trước khi bao màng.

Chuẩn bị 148 quả táo theo yêu cầu ở mục 2.1 được sử dụng cho nghiên cứu, các quả táo được chia thành bốn nhóm, tương ứng với 4 nghiệm thức bao gồm: AV-BW-3 (gel lô hội kết hợp với 3% sáp ong, w/v), AV-BW-6 (gel lô hội kết hợp với 6% sáp ong, w/v), AV-BW-9 (gel lô hội kết hợp với 9% sáp ong, w/v) và mẫu đối chứng không xử lý bao màng. Các nghiệm thức được nhúng vào lớp phủ đã chuẩn bị trong 1 phút và nghiệm thức đối chứng được nhúng vào nước cất trong 1 phút. Sau khi xử lý, các mẫu được để ráo trên khay và để khô tự nhiên ở nhiệt độ môi trường. Kết thúc quá trình, các mẫu được cho vào bao bì polypropylene đã đục lỗ (8 lỗ mỗi túi, lỗ có đường kính 6 mm) và bảo quản ở nhiệt độ môi trường trong 8 ngày để quan sát và phân tích các chỉ tiêu như sự thay đổi màu sắc, tỷ lệ hao hụt khối lượng, độ cứng, tổng số hàm lượng chất khô hoà tan, hàm lượng phenolic tổng số, hàm lượng vitamin C, sau mỗi 4 ngày trong suốt quá trình. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại.

2.4. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu theo dõi

2.4.1. Sự thay đổi màu sắc

Sự thay đổi màu sắc của quả táo được xác định dựa vào thiết bị đo màu Hunter Lab (MH-C800 4500L, Mỹ). Các giá trị L^* , a^* , b^* được ghi nhận [16].

2.4.2. Tỷ lệ hao hụt khối lượng

Sự giảm khối lượng của mẫu được thực hiện dựa trên sự thay đổi khối lượng của mẫu theo thời gian bảo quản sau mỗi 4 ngày theo phương pháp của Martínez-Romero và cs (2006) [17].

Tỷ lệ hao hụt khối lượng (%) = $[(\text{Khối lượng ban đầu} - \text{Khối lượng cuối}) / \text{Khối lượng ban đầu}] \times 100$.

2.4.3. Độ cứng của thịt quả

Độ cứng của thịt quả táo được xác định theo Eshetu và cs (2019) [18] dựa trên thiết bị đo cấu trúc Food Technology TMS-Pro (Mỹ). Đầu dò hình trụ có đường kính 3 mm được sử dụng để xuyên sâu 5 mm vào quả táo với tốc độ 5 mm/s. Giá trị độ cứng được biểu thị bằng Newton (N).

2.4.4. Tổng hàm lượng chất khô hoà tan (TSS)

TSS của dịch táo được xác định bằng cách sử dụng khúc xạ kế cầm tay Atago Master-20M được mô tả bởi Zewdie và cs (2022) [19].

2.4.5. Hàm lượng phenolic tổng số

Hàm lượng phenolic tổng số được xác định theo phương pháp của Singleton và cs (1999) [20] với một số điều chỉnh. Sử dụng 1 g mẫu cho vào 10 mL methanol lạnh, vortex trong 1 phút, hỗn hợp được lọc qua giấy lọc thu được dịch trích dùng để thực hiện phản ứng. Hỗn hợp phản ứng gồm: 100 μ L dịch trích (mẫu blank dùng methanol thay cho dịch trích), 250 μ L thuốc thử Folin-Ciocalteu, 750 μ L sodium carbonate 7,5% (w/v) và 2 mL nước cất. Hỗn hợp được vortex và ủ trong bể ổn định nhiệt ở 40°C trong 30 phút. Độ hấp thụ bước sóng 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.

2.4.6. Hàm lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C được phân tích theo Pongsri và cs (2021) [21], với một số điều chỉnh. Hỗn hợp của phản ứng bao gồm: 0,4 mL dịch quả được lọc qua giấy lọc trong điều kiện lạnh, 0,6 mL di-indophenol 0,02%, 0,8 mL thiourea 2% và 0,6 mL dinitrophenol hydrazine 2%, sau đó vortex và ủ trong bể ổn định nhiệt độ ở 50°C trong 1 giờ. Tiếp đến, 1 mL của axit sulfuric 85% được 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.

2.5. Xử lý số liệu

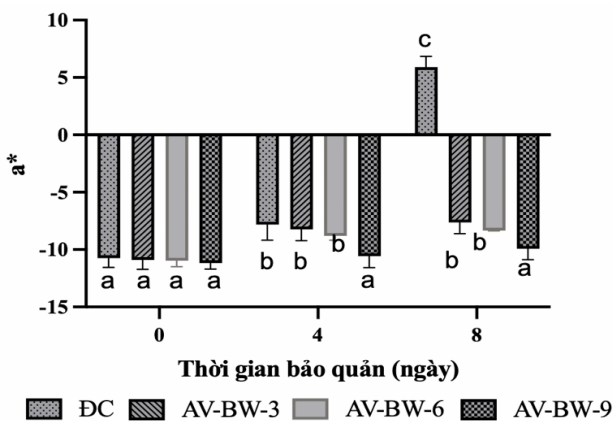
Tất cả các thí nghiệm được lặp lại ba lần và kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình và

độ lệch chuẩn (SD). So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức được thực hiện với phân tích phương sai ANOVA ($p < 0,05$) bằng phần mềm thống kê Stagraphics Centurion XVIII. Các giá trị trung bình của nghiệm thức được so sánh bằng phương pháp LSD ở mức ý nghĩa 5%. Biểu đồ được vẽ trên phần mềm GraphPad Prism 10.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến sự thay đổi màu sắc của quả táo sau thu hoạch

Màu sắc là một trong những chỉ tiêu được dùng để đánh giá sự chấp nhận của người tiêu dùng. Giá trị a^* trong hệ màu L^*, a^*, b^* là một chỉ số quan trọng phản ánh quá trình thay đổi màu sắc của quả từ xanh lá cây (giá trị âm) sang đỏ (giá trị dương). Kết quả ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến sự thay đổi màu sắc của quả táo sau thu hoạch được trình bày ở hình 1.



Hình 1. Sự thay đổi giá trị a^* của quả táo trong quá trình bảo quản

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một nhóm ở một ngày thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD, giá trị thể hiện trung bình và độ lệch chuẩn.

Bảng 1. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến tỷ lệ hao hụt khối lượng của quả táo sau thu hoạch

Nghiệm thức	Tỷ lệ hao hụt khối lượng (%)		
	Thời gian tồn trữ (ngày)		
	0	4	8
Đối chứng	-	13,1 ^a ± 3,8	19,6 ^a ± 3,6
AV-BW-3	-	11,3 ^b ± 1,8	12 ^b ± 2,8
AV-BW-6	-	9,1 ^c ± 2,9	10,2 ^c ± 2,1
AV-BW-9	-	8,7 ^d ± 2,7	9,9 ^d ± 2,9

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt đáng kể ($P < 0,05$).

Kết quả ở hình 1 cho thấy, sự thay đổi màu sắc vỏ quả có sự khác biệt giữa mẫu đối chứng và mẫu có màng bao trong thời gian bảo quản ($P < 0,05$). Nhìn chung, giá trị a^* của quả táo ở tất cả các nghiệm thức đều tăng dần trong thời gian bảo quản. Tuy nhiên, các nghiệm thức được xử lý bằng màng bao có giá trị a^* tăng chậm hơn so với nghiệm thức đối chứng, cụ thể ở các mẫu bao màng dao động trong khoảng từ -11,17 đến -7,63, trong khi ở mẫu đối chứng có sự biến động lớn hơn, từ -10,75 - 5,9. Trong các mẫu được bao màng, mẫu AV-BW-9 (chứa tỷ lệ sáp ong cao nhất) thể hiện khả năng duy trì màu xanh tốt nhất, với giá trị a^* tăng chậm nhất đạt giá trị -10,91 ở ngày 0 và -9,93 ở ngày 8. Những kết quả trên cho thấy, màng bao lô hội kết hợp sáp ong có khả năng làm chậm quá trình chuyển màu ở vỏ quả, từ màu xanh sang màu vàng, nâu. Nguyên nhân do màng bao tạo thành rào cản hạn chế oxy tiếp xúc với quả, từ đó ức chế quá trình tổng hợp ethylene, đây là một hormone thúc đẩy hoạt động của enzyme chlorophyllase, chịu trách nhiệm phân hủy diệp lục, đồng thời thúc đẩy quá trình tổng hợp carotenoid, dẫn đến sự chuyển màu ở quả [22]. Kết quả nghiên cứu của Tosif và cs (2023) [23] cũng cho thấy, quả táo được phủ màng bao lô hội, carboxymethyl cellulose có màu sắc ít thay đổi hơn so với mẫu đối chứng.

3.2. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến tỷ lệ hao hụt khối lượng của quả táo sau thu hoạch

Sự giảm khối lượng là một trong những chỉ số đánh giá độ tươi của trái cây, hiện tượng này là kết quả của quá trình hô hấp và mất nước của quả sau khi thu hoạch [11]. Sự hao hụt khối lượng của quả táo được xử lý bằng màng bao lô hội kết hợp sáp ong ở các tỷ lệ khác nhau được thể hiện ở bảng 1.

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, tất cả các mẫu được xử lý bao màng có mức độ hao hụt khối lượng thấp hơn so với mẫu đối chứng trong thời gian bảo quản. Cụ thể, sự giảm khối lượng ở các mẫu bao màng dao động trong khoảng từ 8,7 - 12%, trong khi ở mẫu đối chứng có sự biến động lớn hơn, từ 13,1 - 19,6%. Trong thời gian bảo quản, các mẫu đều ghi nhận sự hao hụt khối lượng đáng kể nhất từ ngày 0 đến ngày 4 (dao động từ 0 - 13,1%). Trong các mẫu được bao màng, mẫu AV-BW-9 (chứa tỷ lệ sáp ong cao nhất) có mức hao hụt khối lượng thấp nhất, với tỷ lệ hao hụt là 8,7% ở ngày 4 và 9,9% ở ngày 8. Điều này cho thấy, màng bao lô hội kết hợp sáp ong có hiệu quả làm giảm sự hao hụt khối lượng ở quả táo. Hơn nữa, kết quả cũng chỉ ra rằng, tỷ lệ hao hụt khối lượng càng giảm khi tăng dần tỷ lệ sáp ong bổ sung vào màng bao. Sự cải thiện này có thể giải

thích, bởi đặc tính kỵ nước tăng lên của lớp phủ khi nồng độ sáp ong tăng, tạo ra hàng rào chắn hơi nước hiệu quả hơn, từ đó giảm tốc độ thoát ẩm từ mô quả, giúp hạn chế sự mất khối lượng trong quá trình bảo quản [24]. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Dadzie và cs (2023) [10], ghi nhận kết quả tương tự về hiệu quả của màng bao sáp ong trong việc hạn chế hao hụt khối lượng ở quả cà tím.

3.3 Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến độ cứng của quả táo sau thu hoạch

Độ cứng là chỉ số quan trọng phản ánh chất lượng cảm quan và độ chín của quả trong quá trình bảo quản [25]. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến độ cứng của quả táo sau thu hoạch được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến độ cứng của quả táo sau thu hoạch

Thí nghiệm	Độ cứng (N)		
	Thời gian tồn trữ (ngày)		
	0	4	8
Đối chứng	2,36 ^a ± 0,3	2,10 ^d ± 0,2	2,06 ^d ± 0,1
AV-BW-3	2,33 ^a ± 0,1	2,23 ^c ± 0,3	2,09 ^c ± 0,2
AV-BW-6	2,38 ^a ± 0,2	2,26 ^b ± 0,2	2,21 ^b ± 0,1
AV-BW-9	2,35 ^a ± 0,1	2,35 ^a ± 0,1	2,32 ^a ± 0,1

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt đáng kể ($P < 0,05$).

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, độ cứng của quả ở tất cả các thí nghiệm đều giảm dần từ 2,38 xuống 2,06 N trong thời gian bảo quản. Đối với các thí nghiệm được xử lý bằng màng bao cho giá trị độ cứng cao hơn so với thí nghiệm đối chứng tại thời điểm ngày thứ 8, cụ thể là AV-BW-3 đạt 2,09 N, AV-BW-6 đạt 2,21 N và AV-BW-9 đạt cao nhất với giá trị là 2,32 N. Trong khi thí nghiệm đối chứng đạt giá trị thấp nhất là 2,06 N. Kết quả này cho thấy, màng bao lô hội kết hợp sáp ong có hiệu quả trong việc duy trì độ cứng của quả sau thu hoạch. Nguyên nhân có thể do lớp màng bao lô hội và sáp ong tạo thành hàng rào bán thấm giúp giảm tốc độ thoát hơi nước và trao đổi khí, từ đó duy trì cấu trúc tế bào và chậm quá trình làm mềm quả [26]. Ngoài ra, lớp màng còn có tác dụng ức chế hoạt động của enzyme phân hủy thành tế bào như: Cellulase, pectin esterase, polygalacturonase, các

enzyme này đóng vai trò xúc tác quá trình thủy phân cellulose và pectin trong thành tế bào [16]. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Amin và cs (2021) [26] cũng chứng minh nồng độ sáp ong trong màng bao càng cao, càng có hiệu quả trong việc duy trì độ cứng của quả xoài.

3.4 Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến tổng chất khô hòa tan (TSS) của quả táo sau thu hoạch

Sự gia tăng hàm lượng TSS là dấu hiệu cho thấy quá trình chín diễn ra nhanh ở trái cây, từ đó rút ngắn thời gian bảo quản sau thu hoạch. Tuy nhiên, quá trình này có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng các loại màng bao ăn được phù hợp [27]. Sự ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng TSS của quả táo sau thu hoạch lần lượt được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng TSS của quả táo sau thu hoạch

Thí nghiệm	Hàm lượng TSS (°Bx)		
	Thời gian tồn trữ (ngày)		
	0	4	8
Đối chứng	8,0 ^a ± 0,1	8,8 ^a ± 0,1	9,8 ^a ± 1,2
AV-BW-3	8,2 ^a ± 0,2	8,7 ^b ± 0,9	9,1 ^b ± 0,5
AV-BW-6	8,1 ^a ± 0,0	8,3 ^c ± 0,8	8,7 ^c ± 0,3
AV-BW-9	8,0 ^a ± 0,0	8,1 ^d ± 0,1	8,3 ^d ± 0,2

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt đáng kể ($P < 0,05$).

Kết quả phân tích thống kê cho thấy, việc xử lý màng bao AV-BW trên quả táo sau thu hoạch có ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng TSS ($P < 0,05$). Bảng 3 cho thấy, hàm lượng TSS có xu hướng tăng trong thời gian bảo quản ở tất cả các thí nghiệm, dao động trong khoảng từ 8,0 - 9,8 °Bx. Đáng chú ý, TSS ở thí nghiệm AV-BW-9 thấp hơn so với thí nghiệm còn lại là AV-BW-6, AV-BW-3 và đối chứng ở ngày 4 và 8. Sự gia tăng TSS ở mẫu đối chứng nhanh hơn so với mẫu có xử lý màng bao có thể do quá trình hô hấp diễn ra mạnh hơn [28]. Sự gia tăng hàm lượng TSS có mối liên hệ trực tiếp với các quá trình sinh lý và sinh hóa diễn ra trong quả trong thời gian bảo quản, bao gồm sự biến đổi của các thành phần pectin, quá trình thủy phân tinh bột thành các loại đường đơn, cũng như hiện tượng mất nước [29]. Ngoài ra, sự phân hủy các polysaccharide như pectin và cellulose trong thành tế bào cũng đóng vai trò quan trọng trong việc làm gia tăng TSS. Ngược lại, quả được xử lý bao màng làm chậm tốc độ tăng TSS bằng cách tạo ra một

hàng rào vật lý giúp hạn chế quá trình thoát hơi nước và thay đổi môi trường bên trong quả, làm tăng nồng độ CO₂ và giảm nồng độ O₂, từ đó dẫn đến giảm quá trình hô hấp của quả [30]. Khi tốc độ hô hấp chậm lại, quá trình chuyển hóa carbohydrate thành đường hòa tan diễn ra chậm hơn, do đó hàm lượng TSS trong quả táo được duy trì ở hàm lượng thấp hơn [19]. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Eshetu và cs (2019) [18], khi quả xoài được bao màng bởi sáp ong và chitosan 2% làm chậm đáng kể tốc độ tăng hàm lượng TSS trong quả.

3.5. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng phenolic của quả táo sau thu hoạch

Hợp chất phenolic được xem như chất chuyển hóa thứ cấp quan trọng có trong hầu hết các loài thực vật, đóng vai trò thiết yếu trong việc bảo vệ và duy trì chất lượng quả. Kết quả ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng phenolic của quả táo sau thu hoạch được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng phenolic của quả táo sau thu hoạch

Thí nghiệm	Hàm lượng phenolic (mg GAE/100g)		
	Thời gian tồn trữ (ngày)		
	0	4	8
Đối chứng	114,33 ^a ± 3,4	33,99 ^d ± 1,3	20,66 ^d ± 1,7
AV-BW-3	113,03 ^a ± 2,4	62,04 ^c ± 4,0	33,99 ^c ± 1,3
AV-BW-6	112,53 ^a ± 4,1	72,85 ^b ± 0,7	66,14 ^b ± 0,3
AV-BW-9	113,34 ^a ± 2,7	92,33 ^a ± 4,6	78,16 ^a ± 0,3

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt đáng kể ($P < 0,05$).

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, hàm lượng phenolic đều giảm ở tất cả các thí nghiệm trong thời gian bảo quản. Tuy nhiên, những thí nghiệm được phủ màng bao có mức độ giảm ít hơn đáng

kể so với thí nghiệm đối chứng. Cụ thể, vào ngày thứ 8, thí nghiệm AV-BW-9 duy trì được hàm lượng phenolic trong quả cao nhất (78,16 mg GAE/100 g), tiếp đến là thí nghiệm AV-BW-6

(66,14 mg GAE/100 g). Trong khi đó, nghiệm thức đối chứng cho thấy sự giảm đáng kể hàm lượng phenolic từ 114,33 xuống còn 20,66 mg GAE/100 g, lần lượt vào ngày 0 và 8. Kết quả cũng chỉ ra rằng, màng bao có tỷ lệ sáp ong càng cao thì khả năng giữ lại hợp chất phenolic càng tốt. Nguyên nhân có thể do, phần lớn phenolic tồn tại dưới dạng liên kết cộng hoá trị với các thành phần của thành tế bào và khi cấu trúc tế bào bị phá vỡ trong quá trình lão hoá, các hợp chất này dễ bị oxy hoá, dẫn đến giảm hàm lượng phenolic. Tuy nhiên, khi quả được phủ màng bao, lớp màng này đóng vai trò như một hàng rào bán thấm, giúp duy trì cấu trúc thành tế bào và hạn chế oxy tiếp xúc với mô quả, qua đó làm chậm quá trình oxy hoá

phenolic do enzyme trong quả, từ đó giúp duy trì hàm lượng phenolic tốt hơn [24]. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Mendy và cs (2019), lớp phủ gel lô hội 50% cũng giúp duy trì hàm lượng phenolic cao hơn đáng kể so với mẫu đối chứng trong bảo quản quả đu đủ [30].

3.6. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng vitamin C của quả táo sau thu hoạch

Vitamin C là hoạt chất chống oxi hoá nhạy cảm, dễ bị mất đi trong quá trình bảo quản trái cây sau thu hoạch, do các yếu tố như oxy, nhiệt độ, độ ẩm và enzyme [31]. Kết quả về ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng vitamin C của quả táo sau thu hoạch được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của màng bao AV-BW đến hàm lượng vitamin C của quả táo sau thu hoạch

Nghiệm thức	Hàm lượng vitamin C (mg/100 g)		
	Thời gian tồn trữ (ngày)		
	0	4	8
Đối chứng	89,08 ^a ± 5,0	64,37 ^d ± 1,1	30,63 ^d ± 6,2
AV-BW-3	90,18 ^a ± 4,6	67,52 ^c ± 3,6	52,27 ^c ± 9,0
AV-BW-6	88,21 ^a ± 5,6	74,69 ^b ± 1,3	59,53 ^b ± 2,6
AV-BW-9	89,58 ^a ± 5,3	80,60 ^a ± 5,5	69,52 ^a ± 1,1

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt đáng kể ($P < 0,05$).

Bảng 5 cho thấy, hàm lượng vitamin C đều giảm dần ở tất cả các nghiệm thức trong thời gian bảo quản. Tuy nhiên, những nghiệm thức được phủ màng bao có mức độ giảm ít hơn đáng kể so với nghiệm thức đối chứng. Cụ thể, vào ngày thứ 8, nghiệm thức AV-BW-9 duy trì được hàm lượng vitamin C trong quả cao nhất (69,52 mg/100 g), tiếp đến là nghiệm thức AV-BW-6 (59,53 mg/100 g). Trong khi đó, nghiệm thức đối chứng cho thấy sự giảm đáng kể hàm lượng vitamin C từ 89,18 xuống còn 30,63 mg/100 g, tương ứng với thời gian bảo quản từ ngày 0 - 8. Việc giữ lại hàm lượng vitamin C ở các mẫu có màng bao cao hơn so với mẫu đối chứng cho thấy hiệu quả bảo vệ của màng bao trong việc làm chậm quá trình oxy hóa axit ascorbic thành axit dehydroascorbic. Nguyên nhân được giải thích, bởi khả năng giảm tốc độ hô hấp của quả và điều chỉnh quá trình khuếch tán khí (O_2 và CO_2) của màng bao, từ đó hạn chế sự tiếp xúc của quả với oxy. Bên cạnh đó, hoạt động của các enzyme như oxidase và polyphenol

oxidase (PPO) là tác nhân xúc tác quá trình oxy hóa vitamin C và phụ thuộc vào sự hiện diện của oxy cũng bị ức chế bởi lớp màng phủ [32]. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Jahan và cs (2020) [22] về hiệu quả của màng bao trong việc duy trì hàm lượng vitamin C trong dưa chuột trong quá trình bảo quản.

4. KẾT LUẬN

Màng bao AV-BW có hiệu quả trong việc duy trì chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản của quả táo ta. Lớp màng bao này có tác dụng làm giảm đáng kể sự hao hụt khối lượng và duy trì tốt các đặc tính hoá lý và chất lượng của quả táo sau thu hoạch ở 8 ngày bảo quản. Trong đó, nghiệm thức AV-BW-9 là nghiệm thức tốt nhất. Cụ thể, hao hụt khối lượng là 9,9%, hàm lượng TSS 8,3 độ Brix và độ cứng 2,32 N, hàm lượng vitamin C 69,52 mg/100 g và hàm lượng phenolic 78,16 mg GAE/100 g. Phương pháp sử dụng màng bao này có ưu điểm là chi phí thấp, nguồn nguyên liệu tạo màng khá phổ biến. Đồng thời, góp phần hạn chế

sử dụng chất bảo quản hoá học, từ đó đảm bảo an toàn cho người tiêu dùng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chen, H., Sun, Z. & Yang, H. (2019). Effect of carnauba wax-based coating containing glycerol monolaurate on the quality maintenance and shelf-life of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit during storage. *Sci Hortic*, 244, 99 - 106. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.039>.
2. Al-Reza, S. M., Yoon, J. I., Kim, H. J., Kim, J. S. & Kang, S. C. (2010). Anti-inflammatory activity of seed essential oil from *Zizyphus jujuba*. *Food Chem Toxicol*, 48(2), 530 - 535. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.11.045>.
3. Jati, I. R. A., Setijawaty, E., Utomo, A. R. & Darmoatmodjo, L. M. Y. (2022). The application of Aloe vera gel as coating agent to maintain the quality of tomatoes during storage. *Coatings*, 12(10), 1480. <https://doi.org/10.3390/coatings12101480>.
4. Singh, J., Pareek, S., Maurya, V. K., Sagar, N. A., Kumar, Y., Badgujar, P. C. & Fawole, O. A. (2022). Application of Aloe vera gel coating enriched with cinnamon and rosehip oils to maintain quality and extend shelf life of pomegranate arils. *Foods*, 11(16), 2497. <https://doi.org/10.3390/foods11162497>.
5. Iahtisham-Ul-Haq, Zulfiqar, S., Hadiya, Shahbaz, S., Alsulami, T., Sharma, A., Jagdale, Y. D., Mugabi, R. & Nayik, G. A. (2025). Aloe vera and chitosan-based coatings: A strategy to enhance quality and shelf life of fresh jujube (*Zizyphus mauritiana*). *Int J Food Prop*, 28(1), 2504659. <https://doi.org/10.1080/10942912.2025.2504659>.
6. Marpudi, S. L., Abirami, L. S. S., Pushkala, R. & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using aloe vera based antimicrobial coating. *Indian J Biotechnol*, 10(1), 83 - 86.
7. Vahdat, S., Ghazvini, R. F. & Ghasemnezhad, M. (2010). Effect of aloe vera gel on maintenance of strawberry fruits quality. *In Acta Horticulturae*, 877, 919 - 923. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.877.122>.
8. Serrano, M., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D. & Valero, D. (2006). Use of aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes. *J Agric Food Chem*, 54(11), 3882 - 3886. <https://doi.org/10.1021/jf060168p>.
9. Hosseini, S. F., Mousavi, Z. & McClements, D. J. (2023). Beeswax: A review on the recent progress in the development of superhydrophobic films/coatings and their applications in fruits preservation. *Food Chem*, 424, 136407. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136407>.
10. Dadzie, R. G., Ampofo-Asiama, J., Quaye, B., Kizzie-Hayford, N., Amoako-Andoh, F., Abano, E. E. & Amoah, R. S. (2023). Effect of beeswax coating on the quality of eggplant fruit during cold storage and optimization of coating conditions. *J FoodQual*, 1, 5879085. <https://doi.org/10.1155/2023/5879085>.
11. Fithriyah, N. H., Nugrahani, R. A. & Hakim, R. J. (2020). The performance of beeswax coating containing vegetable oil-based lecithin as an emulsifier on weight loss and shelflife estimation of mango. *Jurnal Natural*, 20(2), 90 - 94. <https://doi.org/10.24815/jn.v20i2.16758>.
12. Oliveira, V. R. L., Santos, F. K. G., Leite, R. H. L., Aroucha, E. M. M. & Silva, K. N. O. (2018). Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest conservation of guavas. *Food Chem*, 259, 55 - 61. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.101>.
13. Sarkar, A., Sadaf, N., Alam, M., Miah, M. S., Roy, P. & Rahman, M. (2025). Enhancing the Postharvest quality of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana*) using aloe vera gel and ascorbic acid-based edible coatings. *Asian Food Science Journal*, 24(3), 22 - 33. doi:10.9734/afsj/2025/v24i3774.
14. Farina, V., Passafiume, R., Tinebra, I., Scuderi, D., Saletta, F., Gugliuzza, G., Gallotta, A., Sortino, G. (2020). Postharvest application of aloe vera gel-based edible coating to improve the quality and storage stability of fresh-cut papaya. *J.Food Qual*, 1, 1 - 10. <https://doi.org/10.1155/2020/8303140>.
15. Arrubla Vélez, J. P., Guerrero Álvarez, G. E., Vargas Soto, M. C., Cardona Hurtado, N.,

- Pinzón, M. I. & Villa, C. C. (2021). Aloe vera gel edible coating for shelf life and antioxidant proprieties preservation of Andean blackberry. *Processes*, 9(6), 999. <https://doi.org/10.3390/pr9060999>.
16. Klangmuang, P. & Sothornvit, R. (2018). Active hydroxypropyl methylcellulose-based composite coating powder to maintain the quality of fresh mango. *LWT - Food Sci Technol*, 91, 447 – 455. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.089>.
17. Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol Technol*, 39(1), 93 - 100. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.09.006>.
18. Eshetu, A., Ibrahim, A. M., Forsido, S. F. & Kuyu, C. G. (2019). Effect of beeswax and chitosan treatments on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Heliyon*, 5(1), e01116. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e01116>.
19. Zewdie, B., Shonte, T. T. & Woldetsadik, K. (2022). Shelf life and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as affected by neem leaf extract dipping and beeswax coating. *Int J Food Prop*, 25(1), 836 - 850. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2053709>.
20. Singleton, V. L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299, 152 - 178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
21. Pongsri, R., Aiamla-or, S., Srilaong, V., Uthairatanakij, A. & Jitareerat, P. (2021). Impact of electron-beam irradiation combined with shellac coating on the suppression of chlorophyll degradation and water loss of lime fruit during storage. *Postharvest Biol Technol*, 172, 111364. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111364>.
22. Jahan, S. E., Hassan, M. K., Roy, S., Ahmed, Q. M., Hasan, G. N., Muna, A. Y. & Sarkar, M. N. (2020). Effects of different postharvest treatments on nutritional quality and shelf life of cucumber. *Asian J Crop Soil Sci Plant Nutr*, 2(1), 47 - 53. <https://doi.org/10.18801/ajcsp.020120.08>.
23. Tosif, M. M., Bains, A., Dhull, S. B., Chawla, P. & Goksen, G. (2023). Effect of Aloe vera and carboxymethyl cellulose-derived binary blend edible coating on the shelf life of fresh-cut apple. *Food Sci. Nutr.*, 11(11), 6987 - 6999. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3623>.
24. Riaz, A., Aadil, R. M., Amoussa, A. M. O., Bashari, M., Abid, M. & Hashim, M. M. (2021). Application of chitosan-based apple peel polyphenols edible coating on the preservation of strawberry (*Fragaria ananassa* cv Hongyan) fruit. *J Food Process Preserv*, 45(1), e15018. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15018>.
25. Ziv, C. & Fallik, E. (2021). Postharvest storage techniques and quality evaluation of fruits and vegetables for reducing food loss. *Agronomy*, 11(6), 1163. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061163>.
26. Amin, U., Khan, M. K. I., Khan, M. U., Akram, M. E., Pateiro, M., Lorenzo, J. M. & Maan, A. A. (2021). Improvement of the performance of chitosan-aloe vera coatings by adding beeswax on postharvest quality of mango fruit. *Foods*, 10(10), 2240. <https://doi.org/10.3390/foods10102240>.
27. Raghav, P. K., Agarwal, N. & Saini, M. (2016). Edible coating of fruits and vegetables: A review. *Education*, 1(2), 188 - 204. doi: 10.37273/chesci.cs205312557.
28. Saleem, M. S., Ejaz, S., Anjum, M. A., Ali, S., Hussain, S., Nawaz, A., Naz, S., Maqbool, M. & Abbas, A. M. (2022). Aloe vera gel coating delays softening and maintains quality of stored persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruits. *J Food Sci Technol*, 59(8), 3110 - 3120. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05412-5>.
29. Adhikary, T., Gill, P. P. S., Jawandha, S. K. & Sinha, A. (2022). Chitosan coating modulates cell wall degrading enzymes and preserved postharvest quality in cold-stored pear fruit. *J. Food meas. charact*, 16(2), 1395 - 1403. doi:10.1007/s11694-022-01291-8.

30. Mendy, T. K., Misran, A., Mahmud, T. M. M. & Ismail, S. I. (2019). Application of aloe vera coating delays ripening and extends the shelf life of papaya fruit. *Sci Horti*, 246, 769 - 776. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.054>.
31. Mditshwa, A., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z. & Opara, U. L. (2017). Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review. *Sci Horti*, 218, 95 - 104. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.014>.
32. Panahirad, S., Naghshband-Hassani, R., Bergin, S., Katam, R. & Mahna, N. (2020). Improvement of postharvest quality of plum (*Prunus domestica* L.) using polysaccharide-based edible coatings. *Plants*, 9(9), 1148. <https://doi.org/10.3390/plants9091148>.

EFFECT OF ALOE VERA EXTRACT AND BEESWAX COATING ON THE QUALITY CHANGES OF JUJUBE FRUITS (*Ziziphus mauritiana*)

Nguyen Le Yen Nhi¹, Tran Minh Phuc¹, Nguyen Minh Trong¹, Nguyen Trung Truc¹

¹*Faculty of Biochemistry and Food technology, Vinh Long University of Technology Education*

Abstract

The study evaluated the effectiveness of beeswax-aloe vera extract coatings on the quality of apples during 8 days of storage. A completely randomized design was employed with four treatments: (i) control (uncoated), (ii) coating containing 3% w/v beeswax combined with 20% aloe vera extract (AV-BW-3), (iii) coating containing 6% w/v beeswax combined with 20% aloe vera extract (AV-BW-6) and (iv) coating containing 9% w/v beeswax combined with 20% aloe vera extract (AV-BW-9). Results indicated that all coated samples exhibited better preservation of quality compared to the control. Among the treatments, AV-BW-9 showed the highest effectiveness in reducing weight loss (9.9%), maintaining total soluble solids (TSS) at 8.0 - 8.3 °Brix, firmness at 2.35 - 2.32 N and limiting the loss of vitamin C (89.58 - 69.52 mg/100 g) as well as phenolic content (113.34 - 78.16 mg GAE/100 g). In contrast, the control recorded a substantial deterioration in quality, with weight loss reaching 19.6%, TSS at 9.8 °Brix, firmness reduced by 2.06 N and sharp declines in vitamin C (30.63 mg/100 g) and phenolic content (20.66 mg GAE/100 g). Notably, at the end of the storage period (day 8), coated samples retained more desirable color attributes, enhancing consumer acceptability. Overall, the findings demonstrated that AV-BW coatings are effective in maintaining the quality and extending the shelf life of apples.

Keywords: *Aloe vera gel, beeswax, edible coating, jujube, post-harvest quality.*

Ngày nhận bài: 20/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 25/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 30/7/2025

Ngày duyệt đăng: 15/9/2025

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG KHÔNG GIAN - THỜI GIAN VÀ CÁC NGUỒN Ô NHIỄM NƯỚC MẶT TẠI TỈNH AN GIANG BẰNG THỐNG KÊ ĐA BIẾN

Nguyễn Xuân Lan^{1,2}, Nguyễn Thanh Giao³, Huỳnh Vương Thu Minh^{3,*}

¹ Nghiên cứu sinh Môi trường Đất và nước, Đại học Cần Thơ

² Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường An Giang,
Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh An Giang

³ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

*Email: hvtminh@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này ứng dụng các phương pháp thống kê đa biến, bao gồm: Phân tích cụm (CA) và phân tích thành phần chính (PCA), nhằm đánh giá các quy luật biến động và xác định những nguồn gây ô nhiễm chính ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt tại tỉnh An Giang. Phân tích được thực hiện trên bộ dữ liệu gồm 10 thông số chất lượng nước (nhiệt độ, pH, DO, COD, BOD₅, TSS, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻ và coliform), được thu thập tại 62 vị trí trong giai đoạn 2021 - 2023. Kết quả CA cho thấy, mạng lưới quan trắc có thể được tối ưu hóa hiệu quả bằng cách giảm số vị trí giám sát từ 62 xuống còn 46 vị trí và điều chỉnh tần suất lấy mẫu từ 6 đợt xuống 4 đợt mỗi năm, nhưng vẫn đảm bảo tính đại diện cho toàn khu vực. Trong khi đó, PCA đã xác định các yếu tố chi phối sự suy giảm chất lượng nước chủ yếu là nhóm ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng và vi sinh vật. Sự biến động của các thông số này có nguồn gốc từ các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội như: Sinh hoạt đô thị, thâm canh nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, bên cạnh các quá trình tự nhiên trong lưu vực. Những phát hiện của nghiên cứu cung cấp luận cứ khoa học quan trọng, hỗ trợ các nhà quản lý trong việc tái thiết kế mạng lưới quan trắc và ưu tiên các giải pháp kiểm soát ô nhiễm, góp phần quản lý bền vững tài nguyên nước.

Từ khóa: An Giang, chất lượng nước mặt, phân tích thành phần chính, phân tích cụm, thống kê đa biến.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý chất lượng nước mặt đóng vai trò nền tảng trong việc bảo vệ sức khỏe con người, duy trì đa dạng sinh học và đảm bảo sự phát triển kinh tế - xã hội bền vững. Tuy nhiên, dữ liệu quan trắc truyền thống thường rất lớn, đa chiều, khó diễn giải. Trước thách thức đó, phương pháp phân tích thống kê đa biến (multivariate statistical analysis) đặc biệt là PCA và CA đã được sử dụng phổ biến, đã chứng tỏ hiệu quả vượt trội [1 - 3]. PCA cho phép nhận diện các thông số trọng yếu và các nguồn ô nhiễm tiềm tàng [1], [4], trong khi CA hỗ trợ phân nhóm các vị trí quan trắc hoặc các thời điểm lấy mẫu có những đặc điểm chất lượng nước tương đồng vào cùng một cụm [4], từ đó cho phép

tối ưu hóa mạng lưới quan trắc về cả không gian và thời gian, giúp tiết kiệm đáng kể chi phí và nhân lực nhưng vẫn đảm bảo tính đại diện [2], [5].

Tại Việt Nam, đặc biệt là vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), chất lượng nước đang suy giảm đáng báo động do chịu tác động cộng hưởng từ đô thị hóa, nông nghiệp thâm canh, nuôi trồng thủy sản quy mô lớn [6], [7], xây dựng các đập thủy điện và biến đổi khí hậu. Một số nghiên cứu đã áp dụng PCA và CA như: Đánh giá chất lượng nước trên sông Hậu [8 - 10], hay tại tỉnh Bến Tre [11], các nghiên cứu này mới dừng ở phạm vi hẹp, chưa có nghiên cứu hệ thống quy mô cấp tỉnh, đặc biệt là tại tỉnh An Giang, với vị trí chiến lược ở thượng nguồn ĐBSCL [12] và mạng lưới sông ngòi

dày đặc, đang đối diện áp lực ô nhiễm cục bộ [13], [14] nhưng chưa có đánh giá toàn diện bằng công cụ hiện đại.

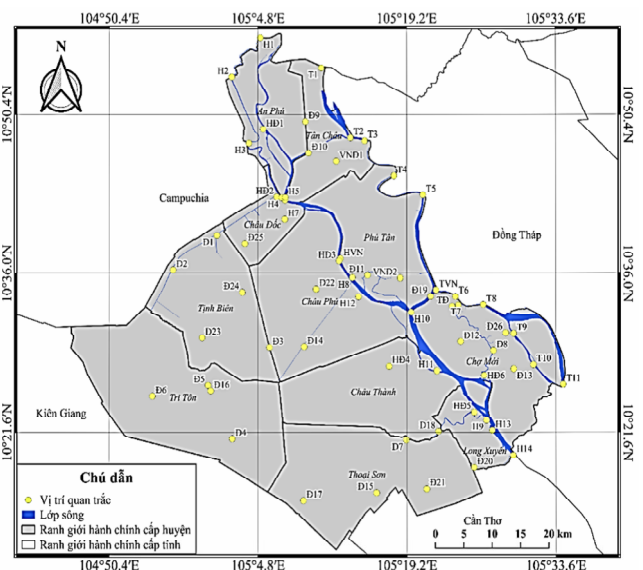
Từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm ứng dụng các phương pháp phân tích đa biến để làm rõ mối tương quan giữa các chỉ số chất lượng nước, xác định các nguồn ô nhiễm chính và tối ưu hóa mạng lưới quan trắc môi trường nước mặt tại tỉnh An Giang. Để đạt được mục tiêu tổng quát, nghiên cứu tập trung vào ba mục tiêu cụ thể: (1) Phân loại các khu vực nước mặt theo mức độ tương đồng về chất lượng nước nhằm xác định các vùng ô nhiễm trọng điểm; (2) Xác định các thông số quan trắc chính yếu và nhận dạng các nguồn ô nhiễm chủ đạo; (3) đề xuất một mạng lưới quan trắc chất lượng nước mặt được tối ưu hóa về không gian (vị trí) và thời gian (tần suất), giúp nâng cao hiệu quả và giảm thiểu chi phí cho công tác giám sát môi trường của tỉnh. Nghiên cứu sử dụng bộ dữ liệu quan trắc chất lượng nước mặt của tỉnh An Giang trong ba năm liên tiếp (2021 – 2023), bao gồm các hệ thống sông chính và kênh rạch nội đồng. Kết quả của nghiên cứu được kỳ vọng sẽ cung cấp những luận cứ khoa học xác đáng, giúp các nhà quản lý môi trường có cái nhìn toàn diện về hiện trạng và các yếu tố tác động đến chất lượng nước, từ đó xây dựng các chiến lược và chính sách quản lý, bảo vệ tài nguyên nước một cách hiệu quả, phù hợp với định hướng phát triển kinh tế - xã hội bền vững của tỉnh An Giang trong giai đoạn tới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng bộ dữ liệu thứ cấp về chất lượng nước mặt tỉnh An Giang trong giai đoạn 2021 - 2023, được thu thập từ các báo cáo của Sở Tài nguyên và Môi trường (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh An Giang) [15 - 17]. Dữ liệu bao gồm kết quả quan trắc của 10 thông số: Nhiệt độ, pH, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy hóa học (COD), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_5), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), amoni ($N-NH_4^+$), nitrate ($N-NO_3$), orthophosphat ($P-PO_4^{3-}$) và coliform tại 62 vị trí trên sông Tiền, sông Hậu và hệ thống kênh rạch nội đồng.

Toàn bộ số liệu được tổng hợp, xử lý sơ bộ bằng phần mềm Microsoft Excel, sau đó được

phân tích chuyên sâu bằng phần mềm Primer. Phương pháp tiếp cận chính của nghiên cứu là áp dụng các kỹ thuật thống kê đa biến, trong đó CA và PCA là hai phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trong các nghiên cứu đánh giá chất lượng nước [12], [18]. Các phương pháp này được dùng để đánh giá các quy luật biến động theo không gian, thời gian và xác định các nguồn gây ô nhiễm tiềm tàng. CA được thực hiện nhằm mục tiêu phân nhóm các vị trí và thời điểm quan trắc dựa trên sự tương đồng về đặc điểm chất lượng nước, từ đó tối ưu hóa mạng lưới giám sát [2]. Kỹ thuật phân nhóm theo phương pháp liên kết của Ward (Ward's method) và thước đo khoảng cách Euclide bình phương (squared Euclidean distance) đã được sử dụng để xác định các cụm có tính đồng nhất nội nhóm cao và khác biệt ngoại nhóm lớn [19], [20]. Kết quả phân cụm được trực quan hóa bằng biểu đồ hình cây (dendrogram), làm cơ sở cho việc đề xuất điều chỉnh mạng lưới quan trắc. PCA được áp dụng để giảm chiều dữ liệu và xác định các yếu tố hoặc nguồn chính gây ra sự thay đổi chất lượng nước [4], [2]. Các thành phần chính (PC) có giá trị riêng (Eigenvalue) lớn hơn 1 được xem là có ý nghĩa và được giữ lại để diễn giải [21]. Mức độ đóng góp và tầm quan trọng của từng thông số ban đầu vào mỗi PC được đánh giá thông qua hệ số tải (factor loadings), từ đó giúp nhận dạng các nguồn ô nhiễm tiềm tàng như từ hoạt động nông nghiệp, sinh hoạt hay các quá trình tự nhiên [11].



Hình 1. Vị trí thu mẫu tỉnh An Giang

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích biến động chất lượng nước theo không gian và hiện trạng ô nhiễm

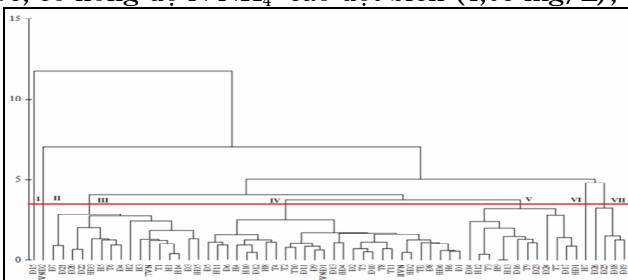
Phân tích biến động chất lượng nước theo không gian là bước đi nền tảng nhằm mục tiêu "vẽ bản đồ" các vùng có đặc tính ô nhiễm tương đồng, từ đó xác định các điểm nóng (hotspots) cần được ưu tiên quản lý. Nghiên cứu này đã tiến hành CA trên bộ dữ liệu của từng năm riêng lẻ từ năm 2021 đến năm 2023 để theo dõi sự thay đổi trong cấu trúc ô nhiễm. Kết quả cho thấy, một quy luật phân hóa không gian rõ rệt và tương đối ổn định qua các năm.

Cụ thể, vào năm 2021, 62 vị trí quan trắc đã được phân thành 7 cụm riêng biệt (Hình 2). Nổi bật nhất là cụm 1, chỉ bao gồm một vị trí duy nhất (Đ15), thể hiện mức độ ô nhiễm hữu cơ và vi sinh cực kỳ nghiêm trọng, với nồng độ COD 150,6 mg/L và BOD₅ 98,0 mg/L, vượt xa các giới hạn cho phép của QCVN 08:2023/BTNMT [22], kể cả mức C dành cho giao thông thủy. Mật độ coliform tại đây cũng ở mức báo động (8.041.667 MPN/100 mL). Vị trí này nằm trên kênh nội đồng, được xác định chịu tác động trực tiếp từ nước thải sinh hoạt của khu đô thị tập trung, không qua xử lý [15]. Các cụm 3 (16 vị trí) và cụm 4 (27 vị trí) bao gồm phần lớn các điểm quan trắc, có mức độ ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng thấp hơn nhưng vẫn ở mức đáng quan ngại, cho thấy sự ảnh hưởng lan tỏa từ các hoạt động nông nghiệp và dân sinh dọc các tuyến sông. Đáng chú ý, cụm 5 (12 vị trí) có chỉ số DO trung bình rất thấp (3,95 mg/L), dưới ngưỡng cho phép tại mức C (≥ 4 mg/L), báo hiệu tình trạng thiếu hụt oxy nghiêm trọng có thể gây hại cho hệ thủy sinh. Cụm 6, đại diện bởi vị trí gần khu xử lý nước thải tập trung của thành phố Châu Đốc, có nồng độ N-NH₄⁺ cao đột biến (4,05 mg/L),

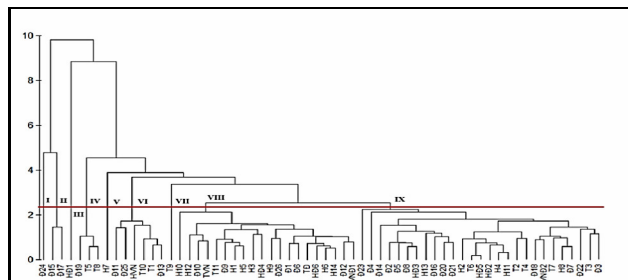
chỉ rõ đây là một nguồn điểm gây ô nhiễm amoni cần được kiểm soát chặt chẽ.

Bước sang năm 2022, cấu trúc phân cụm có sự thay đổi nhẹ, phân thành 9 cụm (Hình 3), tuy nhiên các quy luật cơ bản vẫn được duy trì. Kết quả cho thấy, các vị trí nội đồng như Đ24 (cụm 1), Đ15 và Đ17 (cụm 2) tiếp tục là những điểm ô nhiễm nặng nhất. Vị trí giao giữa sông Hậu và kênh nội đồng (HĐ1) thuộc cụm 3 cũng cho thấy hàm lượng hữu cơ cao, khẳng định vai trò của các kênh rạch trong việc gom chất ô nhiễm từ các khu dân cư ra sông chính [16]. So với năm 2021, chất lượng nước năm 2022 có xu hướng giảm nhẹ ở một số chỉ tiêu hữu cơ tại các cụm lớn, nhưng vấn đề ô nhiễm amoni và vi sinh vẫn còn rất phổ biến. Phát hiện này tương đồng với kết quả các nghiên cứu khác tại ĐBSCL, vốn xác định ô nhiễm hữu cơ và vi sinh là hai thách thức môi trường hàng đầu của vùng [5].

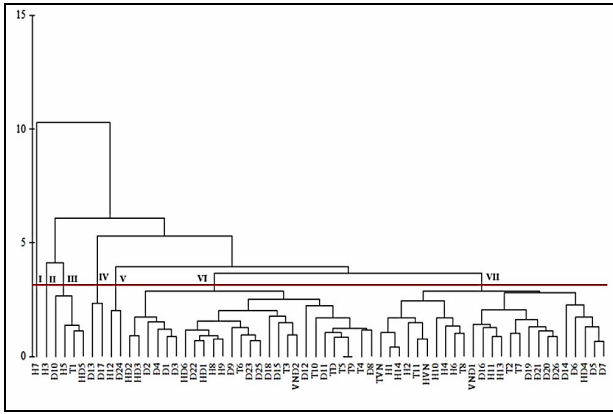
Phân tích của năm 2023 (Hình 4) tiếp tục củng cố các nhận định trên. Chất lượng nước được phân thành 7 cụm, với các vị trí nội đồng và các khu vực chịu ảnh hưởng từ điểm xả thải tập trung vẫn là những nơi có chất lượng nước kém nhất. Một điểm đáng chú ý trong năm 2023 là nồng độ TSS và coliform tại cụm 4 và 5 tương đối cao, cho thấy sự gia tăng ảnh hưởng từ xói mòn và cuốn trôi bề mặt, có thể liên quan đến các hoạt động xây dựng hoặc thay đổi sử dụng đất ven bờ, bên cạnh các nguồn thải từ chăn nuôi [5]. Nhìn chung, phân tích riêng lẻ từng năm khẳng định một thực trạng đáng lo ngại: Các kênh rạch nội đồng tại tỉnh An Giang đang hoạt động như những "ống dẫn" tập trung chất ô nhiễm từ các hoạt động dân sinh, kinh tế và đổ ra các dòng sông chính, trong khi khả năng tự làm sạch của chúng rất hạn chế do mật độ hẹp và lưu lượng thấp.



Hình 2. Diễn biến chất lượng nước mặt theo không gian tại tỉnh An Giang năm 2021



Hình 3. Diễn biến chất lượng nước mặt theo không gian tại tỉnh An Giang năm 2022

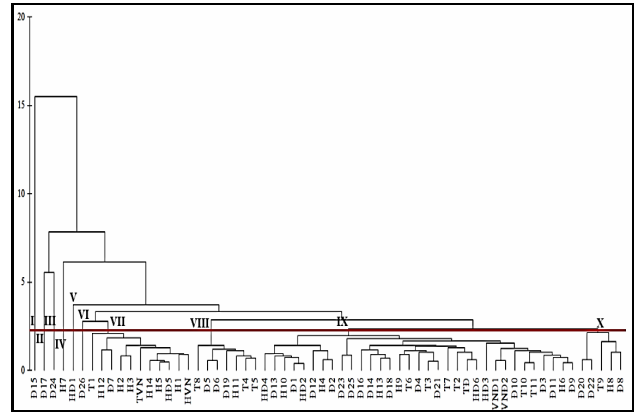


Hình 4. Diễn biến chất lượng nước mặt theo không gian tại tỉnh An Giang năm 2023

3.2. Nghiên cứu mạng lưới quan trắc không gian dựa trên CA

Việc phân tích dữ liệu riêng lẻ từng năm cung cấp cái nhìn về sự biến động, tuy nhiên để đưa ra các đề xuất mang tính chiến lược và dài hạn cho mạng lưới quan trắc, cần dựa trên những quy luật ổn định và bền vững nhất. Do đó, nghiên cứu đã tiến hành CA trên bộ dữ liệu trung bình của cả giai đoạn 2021 - 2023. Phương pháp này giúp loại bỏ các biến động ngẫu nhiên hoặc bất thường trong một năm cụ thể, từ đó làm nổi bật lên cấu trúc không gian cốt lõi của chất lượng nước. Kết quả được trình bày ở hình 5 là cơ sở khoa học vững chắc nhất để tái cấu trúc mạng lưới quan trắc.

Phân tích tổng hợp đã nhóm 62 vị trí thành 10 cụm, phản ánh một cách chi tiết hơn các mức độ ô



Hình 5. Diễn biến chất lượng nước mặt trung bình năm 2021 - 2023 theo không gian

nhiễm khác nhau. Các cụm từ 1 - 6, mỗi cụm chỉ gồm một vị trí, đại diện cho những điểm dị biệt và ô nhiễm nặng nhất, bao gồm: Đ15, Đ17, Đ24, H7, HĐ1 và Đ26. Các vị trí này cần được xem là các "điểm nóng" và phải được giám sát chặt chẽ, thậm chí với tần suất cao hơn. Các cụm còn lại có quy mô lớn hơn: Cụm 7 (11 vị trí), cụm 8 (7 vị trí), cụm 9 (33 vị trí) và cụm 10 (5 vị trí). Sự hình thành các cụm lớn này, đặc biệt là cụm 9 cho thấy một vùng không gian rộng lớn bao gồm các vị trí trên sông chính và các kênh lớn có đặc tính chất lượng nước tương đối đồng nhất. Đây chính là cơ hội để tối ưu hóa mạng lưới. Việc duy trì quan trắc tại tất cả các vị trí trong cùng một cụm lớn có thể dẫn đến sự dư thừa thông tin và lãng phí nguồn lực.

Bảng 1. Các vị trí quan trắc cụm 9 có đặc tính giống nhau

Ký hiệu vị trí	Năm	Thông số quan trắc									
		pH	Nhiệt độ (°C)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Coliform (MPN/100 mL)
HĐ2	2021	7,17	30,07	4,93	21,33	14,00	54,33	0,29	0,85	0,06	21.100
	2022	7,11	29,40	5,49	16,67	10,33	50,00	0,09	0,43	0,04	18.017
	2023	7,15	29,98	5,04	20,83	13,33	55,67	0,47	0,35	0,05	16.150
H4	2021	7,17	29,17	4,68	16,67	10,67	49,00	0,14	0,34	0,05	30.600
	2022	7,03	28,73	4,64	16,33	10,50	50,17	0,10	0,30	0,04	16.067
	2023	7,13	29,62	5,13	18,17	11,50	55,17	0,28	0,35	0,04	14.517
Đ23	2021	7,23	30,43	0,00	18,67	12,33	48,67	0,05	0,44	0,00	14.200
	2022	7,15	28,80	3,96	16,83	11,00	45,17	0,03	0,34	0,01	13.717
	2023	7,14	29,12	4,56	23,83	15,33	60,67	0,25	0,61	0,03	16.800
H13	2021	7,13	30,33	0,00	21,33	13,67	46,33	0,22	0,58	0,00	14.500
	2022	7,16	29,15	4,27	32,50	21,00	81,17	0,12	0,81	0,18	32.500
	2023	7,19	29,63	4,54	20,00	13,17	56,67	0,30	0,58	0,04	13.650

Dựa trên nguyên tắc này, nghiên cứu đưa ra đề xuất cốt lõi: Giảm số lượng vị trí quan trắc từ 62 xuống còn 46 vị trí, tức là giảm 16 điểm. Các vị trí được đề xuất loại bỏ bao gồm: H3, H4, H5, H8, H9, T8, Đ5, Đ7, Đ11, Đ19, Đ21, Đ22, Đ23, TĐ, HVN và HĐ2. Việc lựa chọn các vị trí này dựa trên sự tương đồng ổn định của chúng với các vị trí khác được giữ lại trong cùng một cụm qua nhiều năm. Ví dụ, trong cụm 9, các vị trí HĐ2, H4, Đ23, H13 có đặc tính rất giống nhau; do đó, việc giữ lại một hoặc hai vị trí đại diện là đủ để theo dõi xu hướng chung của tiểu vùng. Đề xuất này không chỉ giúp tiết kiệm chi phí vận hành, lấy mẫu và phân tích, mà quan trọng hơn, nó cho phép tái phân bổ nguồn lực để thiết lập các điểm quan trắc mới tại những khu vực đang phát triển công nghiệp hoặc đô thị hóa nhanh, nơi có nguy cơ phát sinh các nguồn ô nhiễm mới. Cách tiếp cận này sử dụng CA để hợp lý hóa mạng lưới giám sát, đã được cộng đồng khoa học quốc tế công nhận và áp dụng thành công tại nhiều quốc gia, chứng tỏ tính hiệu quả và khoa học của nó trong công tác quản lý môi trường hiện đại [3]. Do đó, việc áp dụng đề xuất này sẽ giúp chương trình quan trắc của tỉnh An Giang trở nên hiệu quả, linh hoạt và khoa học hơn.

3.3. Phân tích biến động chất lượng nước theo thời gian và giảm tần suất quan trắc

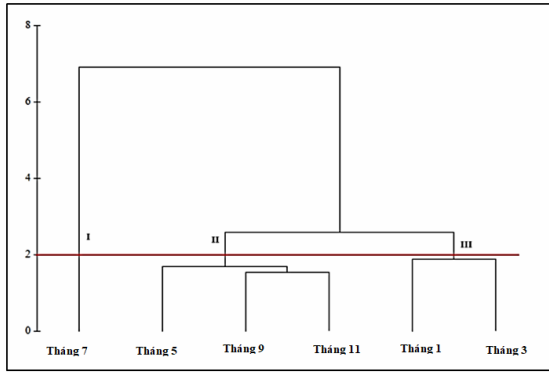
Bên cạnh biến động không gian, chất lượng nước mặt còn chịu sự chi phối mạnh mẽ của yếu tố thời gian, đặc biệt là quy luật mùa trong năm. CA theo thời gian đã được thực hiện để làm rõ quy luật này và đề xuất tối ưu hóa tần suất lấy mẫu. Kết quả phân tích cho cả năm 2022 và 2023 đều cho thấy một sự phân tách rõ ràng giữa các tháng mùa mưa và các tháng mùa khô.

Cụ thể, kết quả phân tích năm 2022 (Hình 6) đã nhóm 6 đợt quan trắc thành 3 cụm. Cụm 3 bao gồm tháng 1 và 3, đại diện cho mùa khô. Cụm 1 (tháng 7) và cụm 2 (tháng 5, 9, 11) đại diện cho mùa mưa. Đặc điểm chất lượng nước của hai mùa này rất khác biệt. Vào mùa mưa, đặc biệt là đầu mùa, nồng độ TSS thường tăng cao (58,2 mg/L tại cụm 1) do sự xói mòn và rửa trôi các chất từ bề mặt

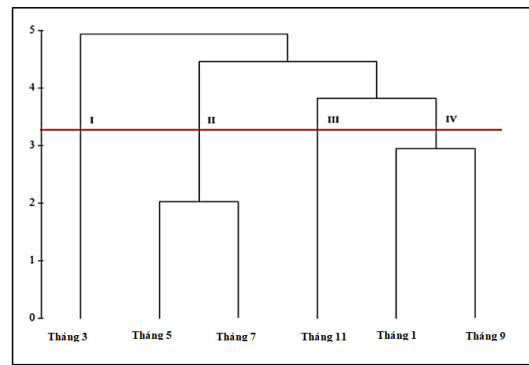
lưu vực [23]. Ngược lại, vào mùa khô (cụm 3), nồng độ các chất ô nhiễm hữu cơ như COD (20,8 mg/L) và BOD₅ (13,4 mg/L) có xu hướng thấp hơn do dòng chảy ổn định và ít bị xáo trộn. Tuy nhiên, nồng độ N-NH₄⁺ tại cụm 3 (0,35 mg/L) lại cao hơn cụm 2 (0,24 mg/L), có thể do lưu lượng nước thấp làm giảm khả năng pha loãng chất ô nhiễm từ các nguồn thải.

Quy luật này tiếp tục được khẳng định trong năm 2023 (Hình 7). Bốn cụm được hình thành, nhưng vẫn thể hiện sự khác biệt mùa rõ rệt. Cụm 2 (tháng 5, 7) đại diện cho giai đoạn đầu và giữa mùa mưa, có nồng độ các chất ô nhiễm cao nhất. Điều này có thể được giải thích bởi hiện tượng "cuốn trôi đầu mùa" (first flush), khi lượng mưa đầu mùa mang theo một lượng lớn chất ô nhiễm tích tụ từ mùa khô vào sông [24]. Cụm 3 (tháng 11), đại diện cho cuối mùa mưa, lại có chất lượng nước tốt nhất, với chỉ số COD (19,1 mg/L) đã nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 08:2023/BTNMT [22] tại mức C. Điều này có thể do các chất ô nhiễm đã được rửa trôi ở các đợt mưa trước đó, đồng thời lượng mưa lớn làm tăng khả năng pha loãng và tái tạo oxy trong nước [8]. Cụm 4 (tháng 1, 9) đại diện cho giai đoạn chuyển tiếp giữa hai mùa, có đặc tính chất lượng nước trung gian.

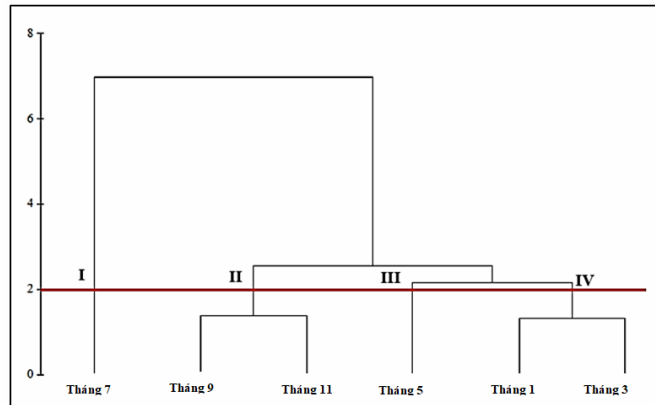
Khi tổng hợp dữ liệu trung bình năm 2022 và 2023 (Hình 8), quy luật phân tách mùa mưa - mùa khô càng trở nên rõ nét. Sự tương đồng giữa các tháng trong cùng một mùa (tháng 1 và 3 trong cụm 4; tháng 9 và 11 trong cụm 2) cho thấy, việc lấy mẫu ở tất cả các tháng này có thể không cần thiết. Do đó, nghiên cứu đề xuất có thể giảm tần suất quan trắc từ 6 đợt xuống còn 4 đợt mỗi năm. Việc lựa chọn 4 đợt này cần đảm bảo tính đại diện cho các giai đoạn đặc trưng: Đỉnh mùa khô, cuối mùa khô - đầu mùa mưa, đỉnh mùa mưa và cuối mùa mưa - đầu mùa khô. Đề xuất này không chỉ giúp tối ưu hóa nguồn lực mà còn đảm bảo chương trình quan trắc vẫn nắm bắt được đầy đủ các xu hướng biến động chất lượng nước quan trọng nhất trong năm, phù hợp với các nghiên cứu về ảnh hưởng của mùa và thủy triều đến chất lượng nước trong khu vực [9].



Hình 6. Diễn biến chất lượng nước mặt theo thời gian tại tỉnh An Giang năm 2022



Hình 7. Diễn biến chất lượng nước mặt theo thời gian tại tỉnh An Giang năm 2023



Hình 8. Diễn biến chất lượng nước mặt trung bình năm 2022 - 2023 theo thời gian

3.4. Nhận dạng các nguồn ô nhiễm tiềm tàng bằng PCA

Phân tích PCA theo không gian qua các năm (Bảng 2 - 4) luôn cho thấy sự nổi bật của một vài PC đầu tiên, giải thích phần lớn sự biến thiên của dữ liệu. PC thứ nhất (PC1) hầu như luôn có hệ số tải (loading) cao với các chỉ tiêu COD, BOD₅, N-NH₄⁺ và đôi khi là coliform. Điều này cho thấy, nhóm các chỉ tiêu này luôn biến động cùng nhau. Do đó, PC1 có thể được định danh là "yếu tố ô nhiễm nhân tạo", đại diện cho sự tác động tổng hợp của các nguồn thải giàu chất hữu cơ và dinh

dưỡng. Nguồn gốc của yếu tố này chủ yếu đến từ nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý từ các khu dân cư, nước thải từ các hoạt động chăn nuôi và các làng nghề, dư lượng phân bón từ hoạt động nông nghiệp và chất thải từ các khu nuôi trồng thủy sản [25]. Thành phần chính thứ hai (PC2) thường có hệ số tải cao với các thông số vật lý như: Nhiệt độ, pH, DO. PC2 có thể được xem là "yếu tố thủy văn - tự nhiên", phản ánh các quá trình tự nhiên như sự thay đổi nhiệt độ theo mùa, mối quan hệ nghịch đảo giữa nhiệt độ và khả năng hòa tan oxy và các quá trình quang hợp/hô hấp của thủy sinh vật.

Bảng 2. Thành phần ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt năm 2021 theo không gian

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH	-0,117	-0,394	0,45	-0,041	-0,491
Nhiệt độ (°C)	0,132	-0,331	0,342	-0,701	-0,014
DO (mg/L)	-0,258	0,376	0,415	-0,249	0,309
COD (mg/L)	0,505	0,008	0,09	0,084	0,051
BOD ₅ (mg/L)	0,505	0,01	0,092	0,085	0,054
TSS (mg/L)	0,339	0,284	0,057	-0,125	-0,172
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	-0,105	0,254	0,58	0,511	-0,286
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,358	0,25	-0,164	-0,134	-0,53
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	-0,063	0,613	0,071	-0,328	-0,019

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Coliform (MPN/100 mL)	0,367	-0,096	0,346	0,167	0,515
Giá trị riêng	3,76	1,85	1,18	0,89	0,79
% phương sai	37,6	18,5	11,8	8,9	7,9
% tích lũy	37,6	56,1	67,9	76,8	84,7

Bảng 3. Thành phần ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt năm 2022 theo không gian

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH	0,076	-0,629	-0,255	0,034	-0,194
Nhiệt độ (°C)	0,032	-0,518	-0,144	0,448	0,534
DO (mg/L)	0,335	0,073	-0,041	0,27	0,268
COD (mg/L)	-0,475	-0,008	-0,114	0,13	-0,068
BOD ₅ (mg/L)	-0,474	-0,008	-0,126	0,128	-0,07
TSS (mg/L)	-0,185	-0,228	-0,286	-0,731	0,356
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,046	0,49	-0,462	-0,013	0,496
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	-0,437	-0,071	0,096	-0,075	0,062
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	-0,386	0,181	-0,26	0,388	-0,055
Coliform (MPN/100 mL)	-0,233	-0,028	0,715	0,012	0,465
Giá trị riêng	4,15	1,76	1,07	0,93	0,8
% phương sai	41,5	17,6	10,7	9,3	8
% tích lũy	41,5	59,1	69,7	79	87

Bảng 4. Thành phần ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt năm 2023 theo không gian

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH	-0,099	-0,465	0,367	-0,168	0,365
Nhiệt độ (°C)	-0,117	-0,429	0,229	-0,545	-0,289
DO (mg/L)	-0,297	-0,393	-0,043	-0,065	0,175
COD (mg/L)	0,486	-0,155	-0,072	-0,04	0,173
BOD ₅ (mg/L)	0,486	-0,155	-0,069	-0,038	0,176
TSS (mg/L)	0,161	0,341	0,466	-0,132	0,607
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,015	0,217	-0,583	-0,719	0,195
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,431	-0,147	0,09	-0,063	-0,399
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0,422	-0,275	-0,144	0,122	0,032
Coliform (MPN/100 mL)	0,161	0,369	0,464	-0,338	-0,355
Giá trị riêng	3,71	2,21	1,14	0,88	0,8
% phương sai	37,1	22,1	11,4	8,8	8
% tích lũy	37,1	59,2	70,6	79,5	87,5

PCA theo thời gian (Bảng 5 - 6) tiếp tục củng cố mô hình này. Các kết quả cho thấy, sự biến động theo mùa của chất lượng nước là sự tương tác giữa hai yếu tố chính trên. Vào mùa khô, do lưu lượng thấp, ảnh hưởng của "yếu tố ô nhiễm nhân tạo" (PC1) trở nên rõ rệt hơn do khả năng pha loãng kém. Ngược lại, vào mùa mưa, "yếu tố thủy văn - tự nhiên" (PC2) trở nên mạnh mẽ hơn, với sự gia tăng của TSS do xói mòn và sự thay đổi của DO do xáo trộn dòng chảy.

Một điểm thảo luận quan trọng là sự liên kết chặt chẽ giữa kết quả của PCA và CA. Các vị trí được CA xếp vào nhóm "ô nhiễm nặng" (Đ15, Đ24) chính là những vị trí có điểm số (factor scores) cao nhất trên "yếu tố ô nhiễm nhân tạo" (PC1) của PCA. Sự tương thích này không chỉ làm tăng độ tin cậy của cả hai phương pháp mà còn khẳng định một cách mạnh mẽ rằng, các điểm nóng ô nhiễm không gian tại tỉnh An Giang bị chi phối chủ yếu bởi các nguồn thải nhân tạo. Tóm lại,

PCA đã cung cấp một bức tranh toàn cảnh về các "động lực" đằng sau sự thay đổi chất lượng nước, chỉ rõ rằng, để cải thiện môi trường nước, các nỗ

lực quản lý cần phải tập trung vào việc kiểm soát và giảm thiểu các nguồn thải từ hoạt động dân sinh, nông nghiệp và thủy sản.

Bảng 5. Thành phần ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt năm 2022 theo thời gian

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH	-0,117	-0,502	-0,021	0,038	-0,011
Nhiệt độ (°C)	-0,266	-0,063	0,677	0,518	0,262
DO (mg/L)	-0,231	-0,335	-0,3	0,556	-0,369
COD (mg/L)	-0,436	0,196	0,06	-0,162	0,155
BOD ₅ (mg/L)	-0,438	0,188	0,059	-0,171	0,116
TSS (mg/L)	0,398	0,185	-0,12	0,454	0,016
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,146	0,461	-0,284	0,188	0,235
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	-0,295	0,354	-0,229	0,35	0,195
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	-0,392	0,268	-0,132	-0,025	-0,627
Coliform (MPN/100 mL)	0,246	0,339	0,528	0,04	-0,52
Giá trị riêng	4,38	3,73	0,99	0,79	0,11
% phương sai	43,8	37,3	9,9	7,9	1,1
% tích lũy	43,8	81,1	91	98,9	100

Bảng 6. Thành phần ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt năm 2023 theo thời gian

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH	-0,363	-0,247	-0,082	0,487	-0,533
Nhiệt độ (°C)	-0,313	-0,229	-0,472	-0,447	0,142
DO (mg/L)	-0,136	-0,476	0,038	-0,558	-0,106
COD (mg/L)	-0,445	0,042	-0,095	0,055	0,102
BOD ₅ (mg/L)	-0,445	0,047	-0,093	0,073	0,053
TSS (mg/L)	0,14	-0,475	0,314	-0,049	-0,483
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,25	-0,41	-0,265	0,276	0,269
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,257	-0,433	0,087	0,152	0,413
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	-0,272	0,023	0,744	-0,152	0,234
Coliform (MPN/100 mL)	-0,364	-0,274	0,148	0,344	0,375
Giá trị riêng	4,95	3,4	1,11	0,43	0,11
% phương sai	49,5	34	11,1	4,3	1,1
% tích lũy	49,5	83,5	94,6	98,9	100

4. KẾT LUẬN

Bằng cách áp dụng các phương pháp thống kê đa biến, nghiên cứu đã giải mã thành công các quy luật phức tạp chi phối chất lượng nước mặt trên địa bàn tỉnh An Giang. Kết quả khẳng định, hiện trạng môi trường nước chịu sự tác động của một hệ thống kép: Các nguồn ô nhiễm nhân tạo và các yếu tố thủy văn theo mùa. Về mặt khoa học, nghiên cứu đã xác định ô nhiễm hữu cơ (BOD₅, COD), dinh dưỡng (N-NH₄⁺) và vi sinh vật (coliform) là những yếu tố chính gây suy giảm chất lượng nước, trong đó các kênh rạch nội đồng đóng vai trò là

những "điểm nóng" tích tụ và lan truyền ô nhiễm. Từ những phát hiện này, nghiên cứu cung cấp hai ý nghĩa ứng dụng quan trọng cho công tác quản lý. Thứ nhất, đưa ra luận cứ khoa học vững chắc để tái cấu trúc mạng lưới quan trắc, đề xuất giảm số vị trí giám sát từ 62 xuống 46 và tần suất lấy mẫu từ 6 xuống 4 đợt mỗi năm. Việc tối ưu hóa này giúp tiết kiệm đáng kể chi phí mà vẫn đảm bảo hiệu quả giám sát toàn diện. Thứ hai, chỉ rõ các nhà quản lý cần ưu tiên nguồn lực để kiểm soát chặt chẽ các nguồn thải từ hoạt động sinh hoạt đô thị và thâm canh nông nghiệp, vốn là nguyên nhân chính gây

ra tình trạng ô nhiễm tại các điểm nóng. Nghiên cứu không chỉ đóng góp tri thức mới vào việc tìm hiểu môi trường nước tại ĐBSCL mà còn cung cấp một công cụ hỗ trợ ra quyết định dựa trên bằng chứng, hướng tới việc quản lý tài nguyên nước tại tỉnh An Giang một cách bền vững và hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Feher, I. C., Moldovan, Z. & Oprean, I. (2016). Spatial and seasonal variation of organic pollutants in surface water using multivariate statistical techniques. *Water Science and Technology*, 74(7), 1726 - 1735.
2. Giao, N. T. & Minh, V. Q. (2022). The categorized of surface water quality variation using multivariate statistical approaches: A case study of Ben Tre province, Vietnam. *Trends in Science*, 19, 1 - 12.
3. Giao, N. T. & Nhien, H. T. H. (2022). Assessment of surface water quality and monitoring in Southern Vietnam using multicriteria statistical approaches. *Sustainable Environment Research*, 32(1), 1 - 12.
4. Chounlamany, V., Tanchuling, M. A. & Inoue, T. (2017). Spatial and temporal variation of water quality of a segment of Marikina river using multivariate statistical methods. *Water Science and Technology*, 76(6), 1510 - 1522.
5. Hong, T. T. K. & Giao, N. T. (2022). Assessment of surface water quality Duyen hai district, Tra Vinh province, VietNam. *Journal of Energy Technology and Environment*, 4(4), 1 - 11.
6. Jung, S. Y. & Kim, I. K. (2017). Analysis of water quality factor and correlation between water quality and Chl-a in middle and downstream weir section of Nakdong river. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 39, 89 - 96.
7. Karroum, L. A., Baghdadi, M. E., Barakat, A., Meddah, R., Aadraoui, M., Oumenskou, H. & Ennaji, W. (2019). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: El Abid river, Middle Atlas, Morocco as a case study. *Desalination and water treatment*, 143, 118 - 125.
8. Kong, Z., Song, Y., Shao, Z. & Chai, H. (2021). Biochar-pyrite bi-layer bioretention system for dissolved nutrient treatment and by-product generation control under various stormwater conditions. *Water Research*, 206, 117737.
9. Lee, K., Kang, T., Ryu, H., Hwang, S. & Kim, K. (2020). Analysis of spatiotemporal variation in river water quality using clustering techniques: A case study in the Yeongsan river, Republic of Korea. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 29327 - 29340.
10. Ni, D. V., Viet, L. H. & Ly, N. H. T. (2022). Seasonal and tidal influence on surface water quality - A case study in the Hau river segment, Vietnamese Mekong Delta province. *Journal of Ecological Engineering*, 23(8), 290 - 298.
11. Liu, C. W., Lin, K. H. & Kuo, Y. M. (2003). Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a blackfoot disease area in Taiwan. *Science of the Total Environment*, 313(1 - 3), 77 - 89.
12. Mutea, F. G., Nelson, H. K., Au, H. V., Huynh, T. G. & Vu, U. N. (2021). Assessment of water quality for aquaculture in Hau river, Mekong Delta, Vietnam using multivariate statistical analysis. *Water*, 13(22), 3307.
13. Nguyễn Thanh Giao (2020). Chất lượng nước mặt tại các nhánh sông tiếp giáp sông Hậu thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 15, 79 - 86.
14. Wehrheim, C., Lübken, M., Stolpe, H. & Wichern, M. (2023). Identifying key influences on surface water quality in freshwater areas of the Vietnamese Mekong Delta from 2018 to 2020. *Water*, 15(7), 1295.
15. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang (2021). *Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc chất lượng môi trường tỉnh An Giang năm 2021*.
16. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang (2022). *Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc chất lượng môi trường tỉnh An Giang năm 2022*.
17. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang (2023). *Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc chất lượng môi trường tỉnh An Giang năm 2023*.
18. Nguyễn Thanh Giao, Phùng Thị Hằng, Dương Văn Ni, Lê Thị Diễm Mi & Huỳnh Bá Lộc (2021). Đánh giá chất lượng nước mặt huyện Kế Sách, tỉnh Sóc Trăng sử dụng phương pháp phân tích đa biến. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*.

trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, (35), 68 - 79.

19. Ward, J. H. (1963). Ward's method. *Journal of American Statistical Association*, 58, 236 – 246.

20. Salah, E. A., Turki, A. M. & Al-Othman, E. M. (2012). Assessment of water quality of Euphrates river using cluster analysis. *Journal of Environmental Protection*, 3(12), 1629.

21. Zhang, Q., Li, Z., Zeng, G., Li, J., Fang, Y., Yuan, Q., Wang, Y. & Ye, F. (2009). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques in red soil hilly region: A case study of Xiangjiang watershed, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 123 - 131.

22. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08:2023/BTNMT về Chất lượng nước mặt.

23. Võ Thị Ngọc Giàu, Phan Thị Bích Tuyền & Nguyễn Hiếu Trung (2019). Đánh giá biến động chất lượng nước mặt sông Cần Thơ giai đoạn 2010 - 2014 bằng phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước (WQI). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 55(2), 105 - 113.

24. Yuan, H., Yin, H., Yang, Z., Yu, J., Liu, E., Li, Q., Tai, Z. & Ca, Y. (2020). Diffusion kinetic process of heavy metals in lacustrine sediment assessed under different redox conditions by DGT and DIFS model. *Science of The Total Environment*, 741, 140418.

25. Wang, X., Cuthbertson, A., Gualtieri, C. & Shao, D. (2020). A review on mariculture effluent: Characterization and management tools. *Water*, 12(11), 2991.

SPATIOTEMPORAL VARIATION AND POLLUTION SOURCE APPORTIONMENT OF SURFACE WATER IN AN GIANG PROVINCE USING MULTIVARIATE STATISTICS

Nguyen Xuan Lan^{1,2}, Nguyen Thanh Giao³, Huynh Vuong Thu Minh³

¹PhD student in Soil and Water Environment,

College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

²Center of Monitoring Environment and Resources An Giang,

Department of Agriculture and Environment of An Giang province

³College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

Abstract

This study applies multivariate statistical methods, including Cluster Analysis (CA) and Principal Component Analysis (PCA), to assess variation patterns and identify the main pollution sources affecting surface water quality in An Giang province. The analysis was performed on a dataset of 10 water quality parameters (temperature, pH, DO, COD, BOD₅, TSS, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻ and coliform), collected from 62 locations from 2021 to 2023. The Cluster Analysis results indicated that the monitoring network could be effectively optimized by reducing the number of monitoring sites from 62 to 46 and adjusting the sampling frequency from six to four times per year, while still ensuring representativeness for the entire area. Meanwhile, Principal Component Analysis identified that the governing factors of water quality degradation are primarily organic, nutrient and microbiological pollution. The variation in these parameters originates from socioeconomic activities such as urban wastewater, intensive agriculture and aquaculture, in addition to natural processes within the catchment area. The findings of this study provide a crucial scientific basis to support managers in redesigning the monitoring network and prioritizing pollution control measures, thus contributing to the sustainable management of water resources.

Keywords: Surface water quality, multivariate statistics, Principal Component Analysis, Cluster Analysis, An Giang.

Ngày nhận bài: 25/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 3/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 25/7/2025

Ngày duyệt đăng: 19/9/2025

CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐIỀU TIẾT TRÊN DÒNG CHÍNH SÔNG MÃ

Lương Ngọc Chung¹, Nguyễn Nguyên Hoàn^{1*}, Nguyễn Văn Tuấn¹

¹Viện Quy hoạch Thủy lợi

*Email: nguyenhoaniwarp@gmail.com

TÓM TẮT

Vấn đề hạ thấp mực nước, xâm nhập mặn vùng hạ du sông Mã những năm gần đây đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến khai thác, sử dụng nước phục vụ phát triển kinh tế - xã hội trên địa bàn tỉnh Thanh Hoá. Việc nghiên cứu đề xuất các giải pháp xây dựng công trình điều tiết nguồn nước trên dòng chính sông Mã đã được địa phương quan tâm và trở nên cấp bách. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu và đề xuất giải pháp tổng thể về vùng tuyến nhằm xây dựng công trình điều tiết, khai thác đa mục tiêu góp phần đảm bảo an ninh nguồn nước, phát triển kinh tế - xã hội, bảo vệ môi trường cho vùng hạ du sông Mã.

Từ khoá: Sông Mã, hạ thấp mực nước, kinh tế - xã hội, công trình điều tiết.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trải qua nhiều thời kỳ phát triển, việc khai thác, bảo vệ nguồn nước các dòng sông luôn được các quốc gia trên thế giới quan tâm nghiên cứu, trong đó có Việt Nam. Đặc biệt, những năm gần đây, nhiều dòng sông đang suy thoái nghiêm trọng và khan hiếm nước diễn ra tại nhiều nơi khiến cho vấn đề an ninh nguồn nước không chỉ là vấn đề của một quốc gia mà đã trở thành vấn đề toàn cầu. Để đảm bảo an ninh nguồn nước, đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội, ngoài các giải pháp quản lý, khai thác sử dụng nước hợp lý, các quốc gia đã tập trung nghiên cứu và triển khai xây dựng nhiều công trình điều hòa nguồn nước, công trình điều tiết nước ở phía thượng nguồn, trung du và hạ lưu các con sông. Điển hình trên thế giới là dự án xây dựng hệ thống đập dâng trên sông Murray (Úc); dự án khôi phục 4 dòng sông chính giai đoạn 2009 - 2014 ở Hàn Quốc... Ở Việt Nam, những năm gần đây là dự án xây dựng đập Vân Phong ở tỉnh Bình Định, cống Cái Lớn - Cái Bé ở vùng đồng bằng sông Cửu Long đã giải quyết tốt tình trạng hạn hán, thiếu nước, ô nhiễm nguồn nước trên các lưu vực sông. Một số lưu vực sông cũng đang được nghiên cứu xây dựng công trình điều tiết nước để khắc phục tình trạng hạ thấp mực nước, xâm nhập mặn như cụm công trình điều tiết nước trên sông Hồng [1], đập dâng trên sông Cả [2].

Nhờ lợi thế về địa hình, nguồn nước, khoảng 20 năm qua (từ năm 2005 đến nay), trên dòng chính sông Mã đã xây dựng trên 10 công trình thủy điện có quy mô vừa và lớn. Điển hình như hồ Cửa Đạt, thủy điện Hủa Na trên nhánh sông Chu, thủy điện Trung Sơn, Thành Sơn, Bá Thước 1, Bá Thước 2, Cẩm Thủy 1. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển các bậc thang thủy điện, tình trạng hạ thấp mực nước ngày càng nghiêm trọng đã ảnh hưởng rất lớn đến khả năng cấp nước các hệ thống thủy lợi phía hạ du, đặc biệt là vùng Bắc sông Mã và hạ du sông Bưởi. Đây là cực kinh tế quan trọng của tỉnh Thanh Hoá, tập trung gần 1 triệu người, hơn 30.000 ha trồng lúa và nhiều khu công nghiệp, khu du lịch trọng điểm. Vì vậy, việc nghiên cứu giải pháp xây dựng công trình điều hòa nguồn nước sau các bậc thang thủy điện trên dòng chính sông Mã là rất cần thiết. Tuy nhiên, đây là công trình quan trọng có quy mô rất lớn, tính chất kinh tế - kỹ thuật phức tạp nên cần phải được nghiên cứu kỹ và toàn diện cơ sở khoa học và thực tiễn đảm bảo tính khả thi.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp phân tích các tài liệu thực đo, tài liệu lịch sử

Thống kê, phân tích thủy văn để đánh giá biến động chế độ thủy văn dòng chảy dựa trên chuỗi số liệu do Cục Khí tượng Thủy văn cung cấp. Dựa vào

thời gian vận hành các công trình hồ chứa Cửa Đạt, Trung Sơn để phân chia giai đoạn so sánh biến động dòng chảy.

2.2. Phương pháp mô hình toán

Mô hình Mike Hydro Basin được sử dụng để tính toán cân bằng nước theo nhu cầu dùng nước hiện tại và đến năm 2030. Mô hình Mike 11 được lựa chọn để phục vụ diễn toán chế độ thủy lực tại các công trình khai thác sử dụng nước như trạm bơm Yên Tôn, Hoàng Khánh. Bộ dữ liệu mô hình đã được kế thừa từ các kết quả nghiên cứu của Viện Quy hoạch Thủy lợi trước đây trên lưu vực sông Mã, cập nhật tài liệu về địa hình lòng dẫn và kiểm định bộ thông số qua các số liệu mực nước, lưu lượng thu thập được đến năm 2021.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các nghiên cứu về giải pháp công trình điều tiết nước trên dòng chính sông Mã

Nhằm khai thác tài nguyên nước vùng đồng bằng tả và hữu ngạn sông Mã, trước năm 1930 các kỹ sư người Pháp đã cho nghiên cứu thiết kế đập Cẩm Hoàng để tưới cho đồng bằng bình nguyên sông Mã với diện tích tưới khoảng 37.751 ha, trong đó: Vùng hữu ngạn sông Mã là 28.329 ha (bao gồm diện tích canh tác của toàn bộ huyện Yên Định, một phần diện tích phía tả sông Chu của huyện Thiệu Hóa và Thọ Xuân), vùng tả ngạn sông Mã là 9.422 ha (gồm diện tích canh tác của huyện Vĩnh Lộc và một phần của huyện Thạch Thành) [3].

Trong những năm 1931, 1932, các kỹ sư của Pháp đã đề cập đến việc đầu tư xây dựng công

trình tưới cho vùng Vĩnh Lộc, Hoàng Hóa, Hậu Lộc và Nga Sơn, với diện tích trên 20.000 ha bằng hệ thống tưới tự chảy. Đến năm 1936, đập Cẩm Hoàng được thiết kế hoàn chỉnh và dự kiến khởi công vào năm 1939. Tuy nhiên, với bối cảnh hạ thấp mực nước, xâm nhập mặn trên sông Mã như hiện nay, đập Cẩm Hoàng được tiếp tục nghiên cứu trong Quy hoạch phòng chống thiên tai và thủy lợi Quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 [4].

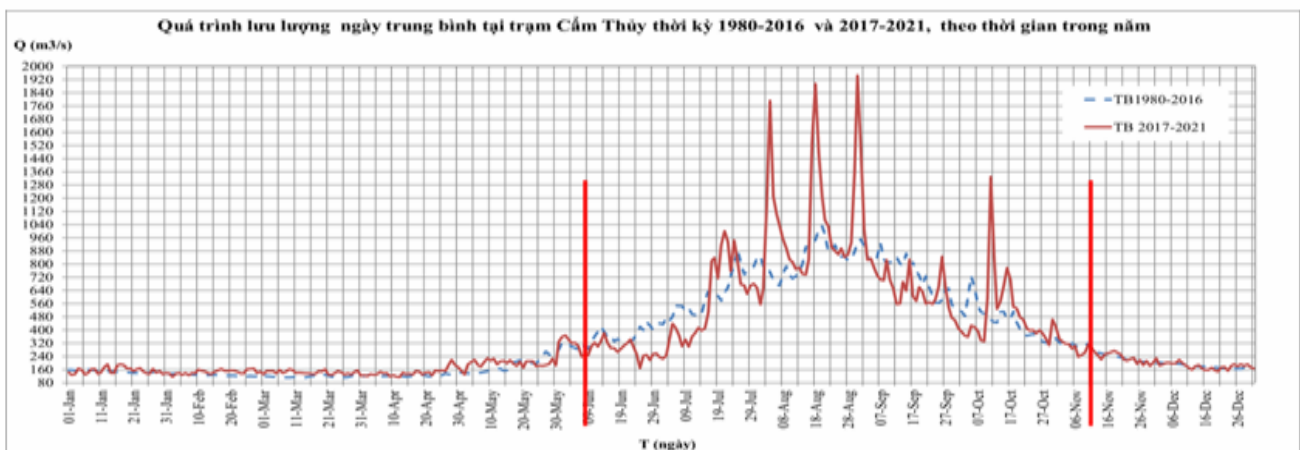
3.2. Cơ sở đề xuất giải pháp công trình điều tiết nước trên dòng chính sông Mã

3.2.1. Thực trạng nguồn nước sau các bậc thang thủy điện

Để phân tích và đánh giá diễn biến sự thay đổi đặc trưng về dòng chảy (lưu lượng và mực nước) trên dòng chính sông Mã sau các bậc thang thủy điện, đã sử dụng tài liệu quan trắc thực đo tại một số trạm thủy văn giai đoạn từ 1980 - 2021.

- *Biến đổi về lưu lượng*: Phân tích xu thế biến đổi lưu lượng tại Trạm Thủy văn Cẩm Thủy (là trạm duy nhất đo lưu lượng vùng hạ du sông Mã).

Kết quả phân tích từ năm 1980 - 2021 cho thấy, hệ số biến động Cv dao động từ 0,20 - 0,35 cho thấy mức độ biến đổi trong dòng chảy mùa kiệt trong suốt các giai đoạn khác nhau tương đối thấp và ổn định. Lưu lượng dòng chảy kiệt dao động 127,2 - 158,3 m³/s. Giai đoạn 2017 - 2021 khi thủy điện Trung Sơn đi vào vận hành cho thấy, lưu lượng tại Cẩm Thủy có xu hướng cao hơn so với giai đoạn trước đó khoảng 14%.

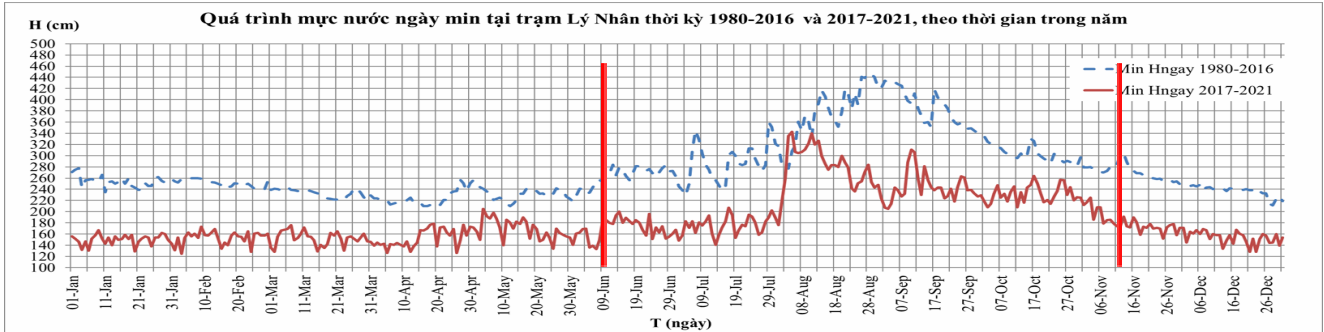


Hình 1. Diễn biến lưu lượng mùa kiệt tại Trạm Thủy văn Cẩm Thủy

- Biến đổi về mực nước

Tại Trạm Thủy văn Lý Nhân (trạm đo mực nước, cách trạm Cẩm Thủy khoảng 39 km về hạ du): Mực nước trung bình ngày và mực nước nhỏ nhất trong ngày thời kỳ 2017 - 2021 có xu thế giảm

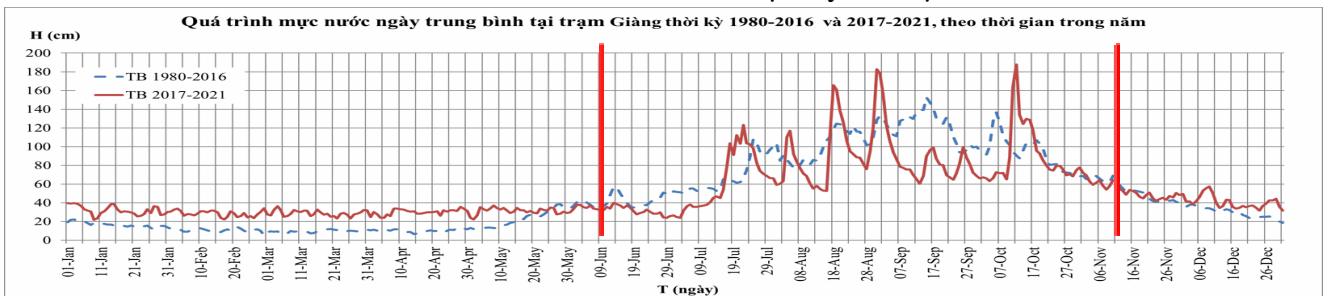
manh, mức giảm từ 0,9 - 1,0 mét so với thời kỳ 1980 - 2016. Vào mùa mưa, mực nước cao nhất giai đoạn 2017 - 2021 có thể đạt ngang bằng với mực nước trung bình ngày nhiều năm giai đoạn trước khi có hồ (1980 - 2016).



Hình 2. Diễn biến mực nước tại Trạm Thủy văn Lý Nhân

Tại Trạm Thủy văn Kim Tân (trên sông Bưởi) có xu thế tương tự như trạm Lý Nhân: Mực nước trung bình các tháng trong mùa kiệt (giảm 0,4 -1,6 m so với trung bình nhiều năm của thời kỳ trước đó (1985 - 2009). Mực nước nhỏ nhất các tháng trong mùa kiệt giảm 0,6 - 2,0 m so với trung bình nhiều năm của thời kỳ trước đó (1985 - 2009) và mực nước nhỏ nhất năm giảm 0,3 - 0,4 m so với mực nước nhỏ nhất thời kỳ 1985 - 2009.

Tại trạm Giàng (hạ du sông Mã - Chu): (sau ngã ba sông Mã và sông Chu): Đây là vị trí trong thời kỳ mùa cạn chịu ảnh hưởng mạnh của chế độ thủy triều. Qua phân tích số liệu trong mùa cạn (từ tháng 11 - 5), khi so sánh mực nước trung bình ngày và mực nước nhỏ nhất ngày thời kỳ có hồ (2017 - 2021) đều cao hơn thời kỳ trước khi có hồ (1980 - 2016) từ 10 - 15 cm. Điều đó cho thấy, tại Trạm Giàng chỉ chịu ảnh hưởng của điều tiết hồ chứa phía thượng nguồn và chế độ thủy triều tại Cửa Hới.



Hình 3. Diễn biến mực nước tại Trạm Thủy văn Giàng

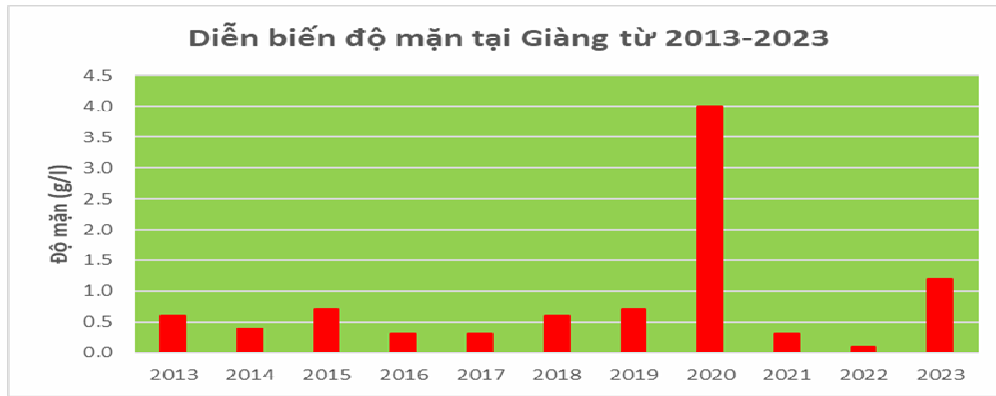
Trên sông Chu, tại Trạm Thủy văn Xuân Khánh: Trong giai đoạn từ 1963 - 2021 mực nước có xu thế giảm mạnh. Mực nước giai đoạn trước khi có hồ Cửa Đạt (1963 - 2009) và sau khi có hồ (2010 - 2021) có sự thay đổi lớn. Mực nước trung bình trong giai đoạn 2010 - 2021 giảm 75 cm so với giai đoạn 1963 - 2021 và giảm 91 cm so với giai đoạn 1963 - 2009 mặc dù đã có hồ Cửa Đạt điều hoà, bổ sung lưu lượng trong mùa cạn.

3.2.2. Thực trạng xâm nhập mặn vùng hạ du

Theo số liệu điều tra đo mặn hàng năm của Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Thanh Hoá (nay là

Sở Nông nghiệp và Môi trường) từ năm 2013 - 2023, vùng cửa sông dòng chính sông Mã, ranh mặn 1‰ có xu thế đi sâu vào nội đồng, tương đồng với tình trạng hạ thấp mực nước phía thượng lưu và vượt qua ngã ba Giàng (cách cửa biển 25 km).

So với giai đoạn trước năm 2023, mặc dù độ mặn lớn nhất các năm gần đây không bằng năm 1990, 1999, 2010 (một phần do các năm trên là các năm hạn lớn, dòng chảy trên sông nhỏ), tuy nhiên, thời gian có độ mặn 1‰ có xu thế tăng nên, ảnh hưởng đến thời gian vận hành các trạm bơm dọc sông Mã từ ngã ba Giàng đến cầu Nguyệt Viên.



Hình 4: Diễn biến độ mặn trên sông Mã tại Giàng

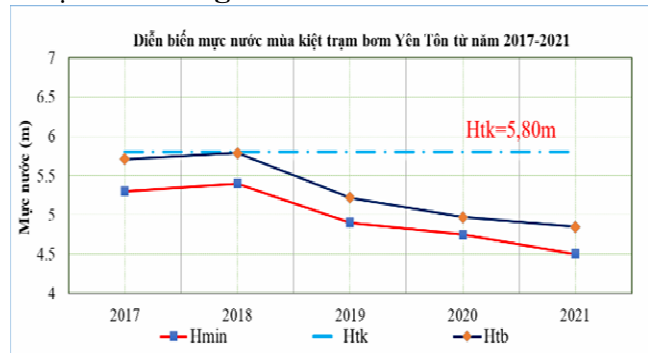
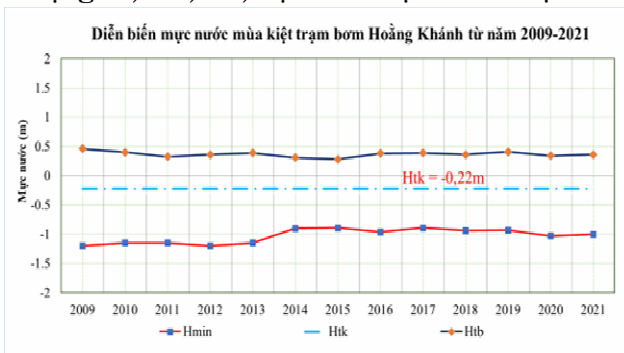
3.2.3. Thực trạng khai thác sử dụng nước và cân bằng nước lưu vực sông Mã

- Thực trạng khai thác sử dụng nước

Khu vực từ Cẩm Thủy đến Giàng là vùng tập trung hầu hết các trạm bơm lấy nước phục vụ tưới cho 2 bờ Nam, Bắc sông Mã. Tình trạng hạ thấp mực nước liên tục trong mùa cạn khiến cho nhiều trạm bơm lớn không thể hoạt động hoặc hoạt động không hết công suất, ảnh hưởng đến sản xuất, đặc biệt là các thời kỳ gieo cấy, đỗ ải... Điển hình tại một số công trình lớn như: Trạm bơm Yên Tôn: Vị trí cách thủy điện Cẩm Thủy 1 là 12 km, qua theo dõi vào các tháng mùa cạn, mực nước tại trạm bơm Yên Tôn luôn ở mức thấp dưới mực nước thiết kế bơm +5,8 m (mực nước trong ngày không ổn định thường xuyên dao động chênh lệch giữa sáng và chiều khoảng 40 cm, cụ thể từ 7 - 13 giờ: Mực nước dao động +4,9 - 5,0 m, trạm bơm vận hành được 8 - 9

máy; từ 13 - 18 giờ, mực nước đạt +4,7 - 4,8 m trạm bơm vận hành 6 - 7 máy; từ 18 - 6 giờ, mực nước đạt +5,1 - 5,2 m trạm bơm vận hành được 11 máy) nên không đảm bảo dẫn nước tưới kịp thời vùng cuối kênh gieo cấy và tưới dưỡng.

Tại Trạm bơm Hoàng Khánh, là trạm bơm lớn nhất dọc sông Mã, cách thượng lưu ngã ba Giàng 6 km, có nhiệm vụ tưới cho 11.815 ha thuộc thành phố Thanh Hoá, huyện Hoàng Hoá và Hậu Lộc. Mực nước trung bình mùa kiệt thời kỳ 2009 - 2021 chỉ đạt 0,38 m, thấp hơn mực nước trung bình mùa kiệt thời kỳ 2000 - 2009 gần 0,3 m. Do mực nước trước cống từ năm 2019 đến nay nhiều thời điểm chỉ dao động từ (-1,15 m) - (-1,2 m), không lấy đủ nước vào bể hút dẫn đến thời gian chạy máy giảm. Thời gian chạy đủ 7 máy trong ngày chỉ khoảng 10 - 12 giờ, còn lại chỉ chạy 1 - 6 máy giảm dần theo mực nước trong bể hút



Hình 5. Mực nước tại vị trí Trạm bơm Yên Tôn và Hoàng Khánh

Theo thống kê qua các thời kỳ từ 2011 - 2020, diện tích hạn hán, thiếu nước khu tưới dọc sông Mã và các sông nhánh thuộc sông Mã từ 2.000 - 10.000 ha. Điển hình như năm 2020, diện tích thiếu nước gieo cấy và tưới dưỡng là 6.013 ha, 364 ha phải chuyển đổi cây trồng khác [5].

- Cân bằng nước

Dựa trên nguyên tắc khai thác sử dụng mô hình Mike Hyddro Basin, lưu vực sông Mã phân thành 8 vùng sử dụng nước: (1) Vùng 1: Vùng thượng lưu sông Mã, bao gồm khu vực tỉnh Điện Biên, Sơn La, Mai Châu. (2) Vùng 2: Vùng thượng lưu sông Bưởi: Bao gồm huyện Tân Lạc, Lạc Sơn, Yên Thủy thuộc tỉnh Hòa Bình (cũ). (3) Vùng 3:

Vùng hạ du sông Bưởi: Bao gồm huyện Thạch Thành và Vĩnh Lộc (tỉnh Thanh Hóa). (4) Vùng 4: Vùng Bắc sông Mã: Bao gồm 6 huyện Hà Trung, Nga Sơn, Hoằng Hóa, Hậu Lộc, thị xã Bỉm Sơn, 1 phần huyện Vĩnh Lộc và 1 phần thành phố Thanh Hoá. (5) Vùng 5: Vùng Nam sông Mã - sông Bắc Chu là khu tưới kênh Bắc Cửa Đạt. (6) Vùng 6: Vùng sông Âm, bao gồm huyện Lang Chánh, 5 xã huyện Ngọc Lặc và 2 xã huyện Thường Xuân. (7) Vùng 7: Vùng thượng lưu sông Chu gồm huyện

Thường Xuân, 6 xã huyện Như Xuân và 1 xã huyện Như Thanh. (8) Vùng 8: Vùng Nam sông Chu.

Kết quả cân bằng nước cho thấy, khu vực hạ du sông Mã bao gồm vùng hạ du sông Bưởi, vùng Bắc sông Mã, vùng Nam sông Chu là 3 vùng thường xuyên thiếu nước, trong đó vùng Bắc sông Mã là vùng thiếu nước nhiều nhất. Thời kỳ thiếu nước tập trung vào mùa kiệt từ tháng 1 - 5 (trùng với thời kỳ mặn xâm nhập sâu vào vùng cửa sông).

Bảng 1. Kết quả tính toán cân bằng nước trên lưu vực sông Mã

Vùng	Hạng mục	Tháng											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Q thừa	13,0				4,0	18,6	134,4	163,2	135,5	65,1	43,3	24,3
	Q thiếu		-2,7	-6,4	-5,6								
II	Q thừa					26,1	1,9	51,5	165,0	250,3	87,3	47,3	19,1
	Q thiếu	-0,6	-6,4	-14,0	-11,5								
III	Q thừa		2,9	3,5	12,4	49,2	99,9	93,7	210,9	283,7	74,0	30,9	16,4
	Q thiếu	-2,3											
IV	Q thừa						31,3	86,5	152,1	139,6	80,1	32,0	12,8
	Q thiếu	-12,3	-11,8	-14,6	-13,6	-1,2							
V	Q thừa	6,9	18,0	10,3	11,7	15,0	17,3	26,5	46,5	65,7	60,0	37,7	32,2
	Q thiếu												
VI	Q thừa	0,6	0,7	2,3	2,0	3,6	9,6	15,4	28,5	42,4	33,9	14,5	2,4
	Q thiếu												
VII	Q thừa					2,0	4,2	7,9	16,3	24,8	20,2	8,9	
	Q thiếu	-0,6	-1,5	-2,8	-2,5								-0,7
VIII	Q thừa		11,0			19,1	69,1	76,6	226,2	320,6	271,1	111,7	20,6
	Q thiếu	-3,9		-10,6	-1,5								

Ghi chú: Q là lưu lượng nước các khu vực, đơn vị m³/s.

Để giải quyết vấn đề thiếu nước trên lưu vực sông Mã, trong báo cáo “Quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Mã đến năm 2025, định hướng đến năm 2030 được Bộ Nông nghiệp và PTNT phê duyệt theo Quyết định số 2886/QĐ-BNN-TCTL ngày 4/7/2017” đã đề xuất nhiều giải pháp công trình và phi công trình. Tuy nhiên, các giải pháp đề cập trong quy hoạch trên chưa đánh giá hết xu hướng hạ thấp mực nước trên sông Mã. Theo nghiên cứu của Nguyễn Thanh Hùng (2015) [6], Kết quả dự báo lòng sông Mã từ Cẩm Thủy đến Giàng sẽ tiếp tục bị hạ thấp từ 0,7 - 3,4 m từ nay đến năm 2035 ở tất cả các kịch bản. Vì vậy đối với vấn đề hạ thấp mực nước, thiếu nước và xâm nhập mặn vùng hạ

du sông Mã cần nghiên cứu thêm giải pháp công trình điều tiết nguồn nước một cách bền vững và hiệu quả.

3.3. Đề xuất một số giải pháp công trình điều tiết trên sông Mã

3.3.1. Một số giải pháp địa phương đã thực hiện

Để khắc phục tình trạng hạ thấp mực nước và xâm nhập mặn vùng hạ du sông Mã, các nhà quản lý đã thực hiện một số biện pháp sau:

- Giải pháp phi công trình: Các địa phương và Công ty Khai thác công trình thủy lợi Bắc sông Mã lập kế hoạch tưới cho từng khu vực trên cơ sở tình hình nguồn nước. Rà soát các khu vực nguồn nước khó khăn để chuyển đổi cơ cấu cây trồng.

- Giải pháp công trình:

+ Công ty TNHH MTV Khai thác thủy lợi Nam sông Mã đã thực hiện phương án ngăn sông tại vị trí trạm bơm bằng xà lan, được bơm đầy cát vào các khoang để hạ thấp đáy sông, chặn dòng, nâng mực nước các trạm bơm lên theo thiết kế. Đối với Trạm bơm Yên Tôn, Công ty áp dụng giải pháp xây dựng trạm bơm trước cửa lấy nước.

+ Nối dài ống hút cho các trạm bơm. Lắp đặt hơn 100 máy bơm dầu công suất 320 - 540 m³/h để



Hình 6. Kè mở hàn tại Trạm bơm Hoàng Khánh

3.3.2. Đề xuất giải pháp công trình điều tiết trên sông Mã

Với xu thế lòng dẫn tiếp tục bị hạ thấp trong bối cảnh các công trình thượng nguồn tiếp tục được xây dựng và khai thác cát trên các triền sông [7], các giải pháp hiện nay mới chỉ mang tính xử lý tình huống, chưa giải quyết được vấn đề một cách căn cơ. Xuất phát từ các cơ sở khoa học ở trên, kết hợp với nghiên cứu về đập Cẩm Hoàng trước đây của các kỹ sư người Pháp, đã đề xuất phương án vùng tuyến xây dựng giải pháp công trình điều tiết trên sông Mã như sau:

- *Tiêu chí xác định vùng tuyến*

Để giải quyết các vấn đề khó khăn về nguồn nước và đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội khu vực hạ du, phù hợp với các quy hoạch, chiến lược phát triển ngành thủy lợi trong tương lai, nhóm nghiên cứu đề xuất một số tiêu chí gồm: (1) Tiêu chí 1: Khai thác đa mục tiêu, ưu tiên vị trí công trình có khả năng đảm bảo cấp nước đa ngành kết hợp phát điện, giao thông, du lịch; (2) Tiêu chí 2: Đảm bảo tưới tự chảy là một tiêu chí quan trọng để thay thế hệ thống trạm bơm thường xuyên lấy nước khó khăn do hạ thấp mực nước; (3) Tiêu chí 3: Đảm bảo yêu cầu thoát lũ và an toàn đề

bơm truyền cho các vùng cao cục bộ, vùng cuối kênh. Riêng vùng Bắc sông Mã lắp 50 máy gồm: Hoàng Hoá 24 máy, Hậu Lộc 5 máy, Bim Sơn 6 máy, Hà Trung 4 máy, Nga Sơn 11 máy.

+ Làm kè mở hàn phía bờ đối diện Trạm bơm Hoàng Khánh, Yên Tôn nhằm tạo ra dòng chảy xiết về phía cửa lấy nước của trạm bơm để phá bồi lấp. Điều này dẫn đến dòng chảy sông Mã bị thay đổi, làm sạt lở một số khu vực bãi bồi.



Hình 7. Trạm bơm cấp trước Trạm bơm Yên Tôn
điều; (4) Tiêu chí 4: Đảm bảo hài hòa giữa lợi ích và tác động công trình đến dòng chảy hạ du; (5) Tiêu chí 5: Phù hợp với quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội.

- *Xác định vùng tuyến xây dựng công trình*

Vùng tuyến 1 - từ thủy điện Cẩm Thủy 1 đến ngã ba sông Mã - Bưởi (Vĩnh Khang). Vùng tuyến này có chiều dài 40 km tính từ thủy điện Cẩm Thủy 1 (là bậc thang cuối cùng của sơ đồ bậc thang thủy điện trên dòng chính sông Mã hiện nay) đến ngã ba Vĩnh Khang. Đây là khu vực có địa hình 2 bên đồi núi nên rất thuận lợi để xây dựng các công trình thủy lợi, thủy điện, với độ cao trung bình (so với mặt nước biển) từ +16 - +20 m. Đoạn sông này độ dốc lớn, cao độ và địa hình có thể bố trí được công trình điều hòa nguồn nước, kết hợp phát điện và cầu giao thông đường bộ.

So sánh với các tiêu chí trên đối với vùng tuyến 1:

+ Về cấp nước: Công trình có thể phát huy hiệu quả tưới tự chảy cho khu vực hạ du sông Mã, nhờ lợi thế địa hình và gần như bao trùm các khu hưởng lợi của các trạm bơm hạ lưu như: Trạm bơm Yên Tôn, Vĩnh Hùng, Hoàng Khánh, vùng hạ du sông Bưởi... Công trình sẽ khắc phục được

tình trạng mực nước trên sông ngày càng bị hạ thấp do biến đổi lòng dẫn và thời tiết cực đoan. Đảm bảo nhiệm vụ cấp nước cho sản xuất nông nghiệp và nhu cầu nước cho các ngành khác, đặc biệt là khu vực ven biển (huyện Hoàng Hóa, Hậu Lộc, Nga Sơn) có ngành dịch vụ, du lịch ngày càng phát triển.

+ Về khả năng kết hợp với giao thông đường bộ: Qua phân tích nghiên cứu các vị trí có thể xây dựng được công trình điều hòa nguồn nước và kết hợp xây dựng cầu giao thông đường bộ, vừa đáp ứng được cấp nước và thuận lợi cho giao thông đường bộ giữa 2 bên bờ sông Mã.

+ Khả năng kết hợp phát điện: Qua nghiên cứu địa hình vùng tuyến này, công trình điều hòa nguồn nước có thể kết hợp với nhiệm vụ phát điện để tăng hiệu quả đầu tư công trình.

+ Phù hợp với quy hoạch tỉnh Thanh Hóa thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt năm 2023.

- Vùng tuyến 2 - từ ngã ba Vĩnh Khang đến cửa sông Mã (cửa Hới). Sông Mã từ ngã ba Vĩnh Khang đến cửa Hới có chiều dài khoảng 55 km, có diện tích phần lớn là đồng bằng, được bảo vệ bởi các tuyến đê tả hữu sông Mã, tả sông Chu, đê sông Lèn, đê sông Lạch Trường...

So sánh với các tiêu chí trên đối với vùng tuyến 2:

+ Về cấp nước: Nếu xây dựng công trình ở khu vực này, khu vực hưởng lợi chỉ tập trung được chủ yếu cho đồng bằng Bắc sông Mã (Hoàng Hóa, Hậu Lộc...). Các khu hưởng lợi của trạm bơm trên sông Mã phía thượng lưu ngã ba Vĩnh Khang (Yên Tôn, Nam sông Mã...), vùng hạ lưu sông Bưởi hiện nay đang chịu tác động rất lớn của hạ thấp mực nước trên sông sẽ không được cải thiện so với hiện nay.

+ Do đoạn sông từ ngã ba Vĩnh Khang đến cửa Hới nằm trong vùng đồng bằng, vì vậy khả năng kết hợp với nhiệm vụ phát điện sẽ không mang lại hiệu quả như mong muốn.

+ Khi xây dựng công trình trong vùng tuyến này sẽ phải sử dụng độ cao của các tuyến đê để dâng nước, do đó sẽ ảnh hưởng đến an toàn của

các tuyến đê sông Mã do đê phải ngâm trong nước thường xuyên.

+ Có thể kết hợp giữa công trình cấp nước và giao thông đường bộ, tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế - xã hội hai bên bờ Nam, Bắc sông Mã, nơi tập trung đông dân cư, các khu kinh tế tập trung.

Qua nghiên cứu thực tế, đánh giá tính hiệu quả về mặt cấp nước, khả năng kết hợp với các nhiệm vụ khác như phát điện, an toàn của các tuyến đê sông Mã... để xây dựng công trình có nhiệm vụ đa mục tiêu, đáp ứng được tiêu chí cấp nước tự chảy tối đa cho những khu vực có nguồn nước đang bị suy giảm, trong nghiên cứu này lựa chọn vùng tuyến 1 từ Thủy điện Cẩm Thủy 1 đến ngã ba sông Mã - Bưởi (Vĩnh Khang) để tập trung nghiên cứu đề xuất vị trí, quy mô và hình thức công trình khả thi nhất.

3.4. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ hạ thấp mực nước, xâm nhập mặn tại các trạm thủy văn phía hạ du bậc thang thủy điện trên sông Mã ngày càng nghiêm trọng, tác động lớn tới khả năng khai thác hệ thống trạm bơm khu vực hạ sông Bưởi và Bắc sông Mã thuộc tỉnh Thanh Hoá. Vì vậy, việc xây dựng công trình điều tiết nước là hết sức cần thiết và cấp bách. Nghiên cứu đã phân tích điều kiện lựa chọn vị trí vùng tuyến xây dựng công trình dựa trên các tiêu chí cụ thể và xác định vị trí vùng tuyến 1 từ hạ lưu thủy điện Cẩm Thủy 1 đến ngã ba Vĩnh Khang là phù hợp để xây dựng công trình. Kết quả này là bước đầu để luận chứng xây dựng vùng tuyến công trình, để xác định được vị trí tuyến cụ thể nhóm tác giả cần thu thập, khảo sát thêm tài liệu địa chất, dân cư, cơ sở hạ tầng nằm trong vùng ảnh hưởng khi xây dựng công trình.

4. KẾT LUẬN

Vùng hạ du tả ngạn sông Mã là khu vực tập trung dân cư, kinh tế quan trọng của tỉnh Thanh Hoá. Với xu thế hạ thấp lòng dẫn, thiếu nước, xâm nhập mặn ngày càng diễn ra nghiêm trọng như hiện nay, việc nghiên cứu xây dựng công trình điều tiết dòng chảy sau các bậc thang thủy điện là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, giải pháp cần được nghiên

cứu công trình khai thác nguồn nước trên sông cần đảm bảo khai thác đa mục tiêu tạo điều kiện phát triển kinh tế - xã hội bền vững, góp phần bảo vệ môi trường. Nghiên cứu này chỉ mới dừng lại ở việc xác định các cơ sở và đề xuất giải pháp tổng thể về vùng tuyến để giải quyết những vấn đề hiện hữu. Việc xác định vị trí, quy mô, hiệu quả và những tác động khác do giải pháp này tạo ra sẽ được tiếp tục nghiên cứu và được giới thiệu ở các kết quả nghiên cứu khác.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo là một phần nội dung kết quả nghiên cứu từ đề tài nghiên cứu cấp Nhà nước mã số ĐTĐL.CN-03/23 “Nghiên cứu giải pháp công trình điều hòa nguồn nước ở hạ du dòng chính sông Mã sau các bậc thang thủy điện đảm bảo nguồn nước bền vững vùng hạ du”. Nhóm thực hiện chân thành cảm ơn Ban chủ nhiệm Đề tài đã tạo điều kiện giúp đỡ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đình Hoà (2018). *Báo cáo nghiên cứu giải pháp tổng thể công trình đập dâng nước nhằm ứng phó tình trạng hạ thấp mực nước, đảm bảo an ninh nguồn nước cho vùng hạ du sông Hồng.*

2. Lương Ngọc Chung (2024). *Báo cáo nghiên cứu đánh giá, dự báo tác động của hạ thấp mực nước đến hiệu quả hoạt động của công trình thủy lợi vùng hạ du sông Cả và đề xuất giải pháp khắc phục.*

3. Hội Khoa học Thủy lợi Thanh Hoá (2016). *Báo cáo Đề xuất nghiên cứu hệ thống thủy lợi - thủy điện Cẩm Hoàng.*

4. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2023). Quy hoạch phòng chống thiên tai và thủy lợi Quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

5. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Thanh Hoá (2020). *Báo cáo tình hình hạn hán trên địa bàn tỉnh Thanh Hoá năm 2020.*

6. Nguyễn Thanh Hùng (2015). Báo cáo Đề tài KC08-32/11-15 “Nghiên cứu đánh giá tác động của hồ thượng nguồn đến biến động lòng dẫn hạ du, cửa sông ven biển hệ thống sông Mã và đề xuất giải pháp hạn chế tác động bất lợi nhằm phát triển bền vững”.

7. Tổng cục Thủy lợi (2021). Nhiệm vụ “Khảo sát, đánh giá tác động của việc hạ thấp mực nước đến khả năng lấy nước của các công trình thủy lợi dọc sông Mã, sông Cả”.

SCIENTIFIC BASIS FOR PROPOSED SOLUTIONS FOR CONSTRUCTING REGULATORY WORKS ON THE MAIN TRAIL OF THE MA RIVER

Luong Ngoc Chung¹, Nguyen Nguyen Hoan¹, Nguyen Van Tuan¹

¹ *Institute of Water Resources planning*

Abstract

In recent years, the declining water levels and saline intrusion in the downstream area of the Ma river have significantly impacted the exploitation and use of water for socio-economic development in Thanh Hoa province. Researching and proposing solutions for constructing water resource regulation works along the Ma river has garnered local attention and is now deemed urgent. This article presents the findings from the research conducted on scientific principles and suggests comprehensive solutions for the area, aiming to build multi-purpose regulatory structures. These efforts will help ensure water security, promote socio-economic development, and protect the environment in the downstream region of the Ma river.

Keywords: *Ma river, water level decline, socio-economic, regulation works.*

Ngày nhận bài: 12/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 23/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 11/8/2025

Ngày duyệt đăng: 15/9/2025

ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ VÀ LÂM HỌC LOÀI HOÀNG ĐÀN GIẢ (*Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall) TẠI KHU BẢO TỒN THIÊN NHIÊN KON CHU RĂNG, TỈNH GIA LAI

La Ánh Dương¹, Nguyễn Tuấn Dương², Trương Tất Đơ^{3,*}

¹ Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

² Trường Đại học Nông Lâm Bắc Giang

³ Cục Lâm nghiệp và Kiểm lâm

* Email: truongtatdo@gmail.com

TÓM TẮT

Hoàng đàn giả (*Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall) thuộc họ Kim giao (Podocarpaceae), là loài cây gỗ quý hiếm, gỗ có tính chất tốt, mịn, thơm thẳng, đẹp, hơi cứng, nặng trung bình và thuộc nhóm II theo TCVN 12619-2:2019. Kết quả nghiên cứu tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng tỉnh Gia Lai cho thấy, Hoàng đàn giả thường phân bố ở những nơi có độ cao từ 887 - 1.076 m so với mực nước biển, trong kiểu rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng. Trong các lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố, mật độ tầng cây cao dao động từ 480 - 640 cây/ha, đường kính $D_{1.3}$ trung bình từ 22,6 - 27,7 cm, chiều cao vút ngọn trung bình từ 19,3 - 21,1 m. Mật độ Hoàng đàn giả đạt từ 80 - 240 cây/ha và tham gia vào nhóm ưu thế trong tổ thành tầng cây cao của các lâm phần nghiên cứu. Mật độ cây tái sinh trong lâm phần có Hoàng đàn giả từ 3.840 - 7.040 cây/ha. Trong 03 OTC có 2 OTC có Hoàng đàn giả tái sinh với mật độ dao động từ 3.280 - 3.680 cây/ha, hầu hết đều tái sinh bằng hạt (82,9 - 95,7%), có phẩm chất tốt (72,3 - 82,6%). Tuy nhiên, cây Hoàng đàn giả tái sinh chủ yếu ở cấp chiều cao nhỏ hơn 20 cm, số lượng cây có triển vọng thấp, ảnh hưởng đến số lượng cây trưởng thành trong tương lai. Vì vậy, các nghiên cứu, các giải pháp bảo tồn và xúc tiến tái sinh cây Hoàng đàn giả là cần thiết để tạo lớp cây Hoàng đàn giả thay thế ở Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng.

Từ khóa: Hoàng đàn giả, phân bố, đặc điểm lâm học, Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoàng đàn giả hay còn gọi là Hồng tùng, có tên khoa học là *Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall, thuộc họ Kim giao (Podocarpaceae), là loài cây gỗ lớn, thường xanh, cao 25 - 30 m, đường kính 80 - 90 cm. Lá 2 dạng: lá cây non và cành phía dưới cây to hình mũi dùi, thường hơi cong, dài 1,5 - 2 cm; lá của cành phía trên cây to và lá già tương đối ngắn, hình mũi dùi dạng vẩy, cong vào trong, dài 3 - 5 mm, lưng có gờ dọc, đầu nhọn tù. Cây mang hoa đơn tính, khác gốc. Nón đực hình trụ ngắn ở nách lá. Nón cái đơn độc ở đầu cành hay gần đầu cành, gốc có vài lá bắc. Hạt không cuống, hình trứng, nằm nghiêng có vỏ giả bọc 1/3 ở gốc, khi chín có màu đỏ [1, 2]. Hoàng đàn giả phân bố ở một số khu vực như: Quảng Ninh (Uông Bí), Tuyên

Quang, Hà Tĩnh, Quảng Trị, Tp Huế, Đà Nẵng đến Quảng Ngãi, Gia Lai (K'Bang), Đắk Lắk, Lâm Đồng, Khánh Hòa [3, 4]. Trên thế giới, Hoàng đàn giả phân bố ở Lào, Campuchia, Thái Lan, Malaysia, Indonesia [5].

Hoàng đàn giả là loài gỗ quý, cho gỗ tốt, cứng, gỗ thẳng, thơm gỗ mịn và đẹp, được sử dụng trong xây dựng, sản xuất các sản phẩm nội thất và làm đồ thủ công mỹ nghệ. Gỗ Hoàng đàn giả thuộc nhóm II theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12619-2:2019 [6]. Gỗ chứa tinh dầu màu vàng - lục; có mùi thơm với hàm lượng từ 3,5% (gỗ tươi) đến 4,5% (gỗ khô). Tinh dầu Hoàng đàn giả thường được sử dụng để làm các thuốc trong dân gian chữa một số bệnh khá hiệu quả như: đau bụng hay tê thấp [5].

Nghiên cứu gần nhất về cây Hoàng đàn giả được thực hiện tại tỉnh Quảng Ninh. Nghiên cứu đã xác định được mật độ, đường kính, chiều cao và khả năng tái sinh của cây Hoàng đàn giả và lâm phần có cây Hoàng đàn giả phân bố. Tuy nhiên, các chỉ tiêu điều tra của Hoàng đàn giả tại tỉnh Quảng Ninh khá thấp: Về mật độ (chỉ từ 10 - 30 cây/ha) và khả năng tái sinh chỉ ghi nhận ở một ô tiêu chuẩn (OTC) trong số 10 OTC được lập. Do đó, cần thiết phải có các chính sách bảo tồn để phục hồi lại quần thể [7].

Do là cây gỗ quý, tốt nên Hoàng đàn giả bị khai thác mạnh, số lượng cá thể trưởng thành bị giảm sút nhanh và ngày càng trở nên khan hiếm. Mặc dù loài Hoàng đàn giả có vùng phân bố rộng, nhưng bị chia cắt, cùng với nạn chặt phá rừng dẫn đến nhiều vùng phân bố trước đây nay cũng không gặp được những cá thể trưởng thành có kích thước lớn như mô tả. Tuy nhiên, có rất ít các nghiên cứu cụ thể về cấu trúc và tái sinh Hoàng đàn giả để có các biện pháp nuôi dưỡng, phục hồi và bảo tồn phát triển [8]. Bài báo này cung cấp những thông tin cụ thể về đặc điểm phân bố và lâm học cũng như khả năng tái sinh của cây Hoàng đàn giả tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng, tỉnh Gia Lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Loài Hoàng đàn giả (*Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall) phân bố tự nhiên tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng, tỉnh Gia Lai.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Điều tra xác định khu phân bố loài Hoàng đàn giả

Tham vấn cán bộ kỹ thuật của Khu Bảo tồn để xác định các khu vực có phân bố Hoàng đàn giả, dựa vào bản đồ địa hình để lập 3 tuyến điều tra chính, tổng chiều dài của 3 tuyến khoảng 9,5 km. Các tuyến điều tra cắt qua tất cả các dạng địa hình và sinh cảnh hay trạng thái rừng khác nhau như: Thung lũng, núi đất, núi đá, vị trí chân, sườn, đỉnh; sông suối, bãi bồi, nương rẫy, các trạng thái rừng phục hồi, rừng nghèo, rừng trung bình, rừng giàu và rừng trồng [9, 10]); quan sát

hai bên mỗi tuyến rộng 20 m để xác định sự xuất hiện của loài, tần số bắt gặp và phân bố (tọa độ) của loài làm cơ sở chọn cây đại diện, theo dõi vật hậu, thu mẫu và nghiên cứu sinh thái, mô tả nhanh điều kiện nơi mọc (độ cao, độ dốc, kiểu rừng...) [11].

2.2.2. Đánh giá đặc điểm lâm học Hoàng đàn giả

Trên các tuyến có phân bố tự nhiên Hoàng đàn giả lập 3 OTC điển hình, diện tích mỗi OTC là 2.000 m² (kích thước OTC: 50 x 40 m) bằng địa bàn cầm tay và thước dây với sai số khép kín là 1/200. Tiến hành điều tra thu thập thông tin gồm: Tên loài, đường kính ngang ngực tầng cây cao ($D_{1,3} \geq 6$ cm), đường kính ngang ngực tầng cây dưới tán ($D_{1,3} < 6$ cm) và chiều cao vút ngọn ($H_{vn} > 2$ m), chiều cao tầng cây tái sinh ($H_{vn} \leq 2$ m), độ tàn che của lâm phần, đường kính tán (D_t), phân cấp chất lượng (tốt, trung bình (TB), xấu), vv...

Trong mỗi OTC bố trí lập 5 ô dạng bản, mỗi ô có diện tích 25 m² (kích thước ô: 5 x 5 m) tại 4 góc và ở trong tâm OTC. Tại mỗi ô dạng bản xác định tên loài, chiều cao, chất lượng của cây tái sinh. Chiều cao cây tái sinh được chia thành 4 cấp: < 20 cm, 20 - 50 cm, 50 - 100 cm, > 100 cm. Những cây có chiều cao > 100 cm (chiều cao trung bình tầng cây bụi) được coi là những cây có triển vọng.

2.2.3. Phương pháp xử lý nội nghiệp

- Tỷ lệ tổ thành tầng cây cao: Tỷ lệ tổ thành của từng loài cây trên 1 ha được tính theo Daniel Marmillod [12], thông qua các chỉ tiêu: Mật độ (N%) và tiết diện ngang (G%). Mỗi loài được xác định tỷ lệ tổ thành theo chỉ số quan trọng $IV_i\%$ (*Importance Value Index*) theo công thức sau:

$$IV_i\% = \frac{N\% + G\%}{2} \quad (2-1)$$

Theo Daniel Marmillod (1982), những loài cây nào có chỉ số $IV_i > 5\%$ là những loài có ý nghĩa về mặt sinh thái [12].

- Tính toán các chỉ tiêu thống kê cho các nhân tố điều tra như mật độ, đường kính ngang ngực trung bình, đường kính tán trung bình, chiều cao trung bình, tổng tiết diện ngang, trữ lượng lâm phần. Những chỉ tiêu này được tính toán bằng phần mềm Excel.

- Tổ thành cây tái sinh: Hệ số tổ thành được

tính theo công thức sau:

$$K_i = \frac{N_i}{N} \times 10 \quad (2 - 2)$$

Trong đó: K_i là hệ số tổ thành loài thứ i ; N_i là số lượng cá thể loài i ; N là tổng số cá thể điều tra.

- Mật độ cây tái sinh: Là chỉ tiêu biểu thị số lượng cây tái sinh trên một đơn vị diện tích (ha), được xác định theo công thức sau:

$$N/ha = \frac{10.000 \times n}{S_{dt}} \quad (2 - 3)$$

Trong đó: S_{dt} là tổng diện tích các ô dạng bản điều tra tái sinh (m^2); n là số cây tái sinh điều tra được.

- Chất lượng cây tái sinh: Tỷ lệ % cây tái sinh tốt, trung bình, xấu được tính theo công thức sau:

$$N\% = \frac{n}{N} \times 100 \quad (2 - 4)$$

Trong đó: $N\%$ là tỷ lệ % cây tái sinh theo cấp chất lượng; n là số cây tái sinh theo cấp chất lượng, N là tổng số cây tái sinh điều tra trong OTC.

- Phân bố số cây tái sinh theo chiều cao: Phân chia chiều cao thành 4 cấp: Cấp I ($H < 20$ cm), cấp II (H từ 20 - 50 cm), cấp III (H từ 50 - 100 cm) và cấp IV ($H > 100$ cm).

- Tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng được tính theo công thức:

$$X\% = \frac{n}{N} \times 100 \quad (2 - 5)$$

Trong đó: n là số cây tái sinh có triển vọng; N là tổng số cây tái sinh điều tra.

Số liệu điều tra được tính toán, xử lý theo phương pháp phân tích thống kê trong lâm nghiệp, bằng việc sử dụng các phần mềm Excel và SPSS 13.0.

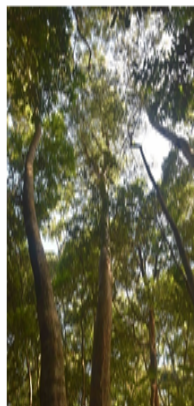
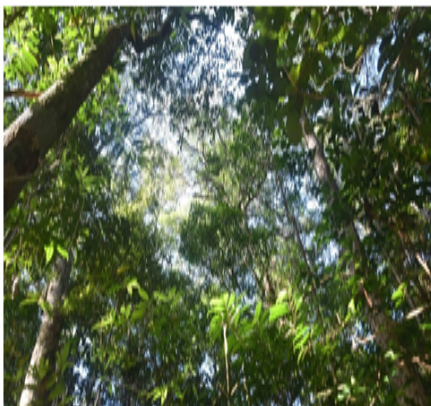
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm phân bố và lâm học của Hoàng đàn giả

3.1.1. Đặc điểm phân bố của Hoàng đàn giả

Bảng 1. Chi tiết các tuyến điều tra

Tuyến	Tọa độ điểm đầu (X, Y)	Tọa độ điểm cuối (X, Y)	Độ cao so với mực nước biển (m)	Chiều dài tuyến (km)	Kiểu rừng điển hình trên tuyến	Tần suất bắt gặp
1	N14°28'36" E108°32'22"	N14°30'02" E108°33'17"	887	3,5	Rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng	Thường xuyên
2	N14°29'20" E108°34'10"	N14°30'01" E108°34'29"	974	3	Rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng	Rất thường xuyên
3	N14°30'19" E108°34'41"	N14°31'16" E108°36'13"	1.076	3	Rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng	Rất thường xuyên



Hình 1. Kiểu rừng nơi có cây Hoàng đàn giả

Kết quả điều tra cho thấy, Hoàng đàn giả phân bố ở cả tuyến 3 với tần suất bắt gặp khá thường

xuyên, tập trung chủ yếu trong kiểu rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng, với độ cao trong khoảng từ 887 - 1.076 m so với mực nước biển.

3.1.2. Đặc điểm lâm học của Hoàng đàn giả

3.1.2.1. Cấu trúc mật độ và một số chỉ tiêu sinh trưởng

Mật độ tầng cây cao và một số chỉ tiêu sinh trưởng của lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố được thể hiện qua bảng 2.

Kết quả bảng 2 cho thấy, mật độ tầng cây cao của lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố dao động từ 480 - 640 cây/ha. Đường kính ngang ngực

trung bình không chênh lệch nhiều giữa 3 OTC dao động từ 22,6 - 27,7 cm. Chiều cao trung bình 3 OTC dao động từ 19,3 - 21,1 m không có sự chênh lệch đáng kể. Mặc dù kiểu rừng cây Hoàng đàn giả phân bố tại các OTC đều là kiểu rừng hỗn giao lá kim và lá rộng nhưng trữ lượng của từng OTC lại có sự biến động lớn. Ở OTC ký hiệu

GL03 với trữ lượng lớn nhất đạt 665,6 m³, còn tại 2 OTC ký hiệu GL01 và GL02 có trữ lượng thấp hơn, tương ứng với 268,1 m³ và 318 m³. Trong các OTC điều tra, đa số các cây Hoàng đàn giả thuộc tầng cây cao có phẩm chất tốt. Tại OTC ký hiệu GL03, có tới 75% số cây Hoàng đàn giả có phẩm chất tốt.

Bảng 2. Mật độ và các chỉ tiêu sinh trưởng của lâm phần có Hoàng đàn giả

Ô tiêu chuẩn (OTC)		N (cây/ha)	D _{1.3} (cm)	Hvn (m)	M/ha (m ³)	Chất lượng (%)		
						A	B	C
GL01	Hoàng đàn giả	80	45,8	24,2	168,6	69,0	31,0	0,0
	Lâm phần	480	24,0	19,3	318,1	60,0	34,0	6,0
GL02	Hoàng đàn giả	240	27,6	21,4	182,1	68,8	31,2	0,0
	Lâm phần	500	22,6	19,6	268,1	57,0	35,0	8,0
GL03	Hoàng đàn giả	115	44,7	25,9	285,3	82,6	17,4	0,0
	Lâm phần	640	27,7	21,1	665,6	75,0	19,5	5,5

Ghi chú: GL01 là OTC số 1 tại Gia Lai; GL02 là OTC số 2 tại Gia Lai; GL03 là OTC số 3 tại Gia Lai; N là số cây trên 1 hecta; D_{1.3} là trung bình đường kính ngang ngực; Hvn là chiều cao vút ngọn; M/ha là trữ lượng trên 1 hecta.

Mật độ Hoàng đàn giả trong các lâm phần nhìn chung là khá cao, từ 80 - 240 cây/ha. Các chỉ tiêu sinh trưởng về đường kính và chiều cao trung bình của Hoàng đàn giả đều vượt hơn so với các chỉ tiêu trung bình của lâm phần. Đường kính ngang ngực trung bình cao nhất là OTC GL01 (45,8 cm), gấp 1,9 lần so với lâm phần. Tiếp đến là các OTC GL02 và GL03, gấp 1,6 và 1,2 lần so với lâm phần. Chiều cao trung bình của Hoàng đàn giả thấp nhất tại OTC GL02 là 21,4 m và cao nhất tại OTC GL03 là 25,9 m. Trữ lượng gỗ của Hoàng đàn giả tại OTC GL03 là cao nhất với 285,3 m³, còn tại OTC GL01 là thấp nhất với 168,6 m³. Số lượng cây Hoàng đàn giả có phẩm chất tốt cao trên cả 3 lâm phần, đạt từ 68,8% tại OTC GL02 đến 82,6% tại OTC GL03 trên tổng số cá thể Hoàng đàn giả tầng

cây cao trong lâm phần.

Các chỉ số về đường kính, chiều cao và chất lượng cây Hoàng đàn giả tại cả 3 OTC đều cao hơn so với lâm phần cho thấy cây Hoàng đàn giả thích ứng tốt với các điều kiện môi trường và sinh thái tại Gia Lai. Cây Hoàng đàn giả cũng cho trữ lượng gỗ lớn so với lâm phần (bằng 0,4 đến 0,6 lần so với lâm phần), cho thấy Hoàng đàn giả có tiềm năng để phát triển thành cây trồng phục hồi rừng trong tương lai.

3.1.2.2. Cấu trúc tổ thành tầng cây cao

Tại khu vực nghiên cứu, thành phần loài tham gia vào tầng cây cao rất đa dạng với số loài dao động từ 16 đến 36 loài/OTC. Số loài chính tham gia vào công thức tổ thành của từng OTC là 5 - 7 loài, cụ thể tại bảng 3.

Bảng 3. Tổ thành tầng cây cao trong các lâm phần có Hoàng đàn giả

OTC	Tổng số loài trong OTC	Số loài tham gia vào công thức tổ thành	Công thức tổ thành	IV _i % của Hoàng đàn giả
GL01	36	6	16,7 Hoàng đàn giả + 12,5 Trâm tía + 8,3 Trâm wight + 7,3 Cóc đá + 5,2 Còng tía + 5,2 Gội nếp + 44,8 Loài khác	16,7
GL02	16	6	48,0 Hoàng đàn giả + 11,0 Còng tía + 8,0 Trâm wight + 6,0 Trâm tía + 5,0 Cóc đá + 5,0 Chò xốt + 17,0 Loài khác	48,0
GL03	30	7	18,0 Hoàng đàn giả + 12,5 Trâm tía + 12,5 Còng tía + 10,2 Trâm wight + 6,3 Cóc đá + 5,5 Gội đồng bắc bộ + 5,5 Chò xốt + 29,7 Loài khác	18,0

Từ kết quả của bảng 3 cho thấy, tại OTC ký hiệu GL01 có 6 loài chiếm ưu thế gồm Hoàng đàn giả,

Trâm tía, Trâm wight, Cóc đá, Còng tía, Gội nếp. Tại OTC ký hiệu GL02 có 6 loài chiếm ưu thế gồm

Hoàng đàn giả, Còng tía, Trâm wight, Trâm tía, Cóc đá, Chò xốt. Tại OTC ký hiệu GL03 có 5 loài chiếm ưu thế là Hoàng đàn giả, Trâm tía, Còng tía, Trâm wight, Cóc đá, Gò đồng bắc bộ và Chò xốt.



Hình 2. Điều tra tầng cây cao tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng

Theo Daniel Marmilod (1982) trong rừng nhiệt đới, loài cây nào có trị số $IVI\% > 5\%$ là loài ưu thế của lâm phần [12]. Theo kết quả nghiên cứu của Thái Văn Trưng (1978), tỷ lệ chung của nhóm dưới 10 loài chiếm trên 40% được coi là nhóm loài ưu thế [4]. Dựa vào hai quan điểm trên thì 3 công thức tổ thành tầng cây cao đều đáp ứng đủ yêu cầu là nhóm loài ưu thế; trong đó Hoàng đàn giả là loài ưu thế với hệ số tổ thành hay chỉ số IVI khá cao, từ 17,7% (OTC GL01) đến 48% (OTC GL02).

Từ các chỉ tiêu điều tra cho thấy, Hoàng đàn giả tại khu vực nghiên cứu có sinh trưởng và phát triển tốt, mật độ Hoàng đàn giả khá cao tại đây là do có điều kiện khí hậu thích hợp và những năm

gần đây rừng được bảo vệ tốt. Các loài cây gỗ quý, đặc biệt như Hoàng đàn giả, trước đây từng bị khai thác mạnh, những cây còn lại hiện nay đều là cây tái sinh điển hình cho rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng đang trong quá trình phục hồi sau tác động. Các loài chiếm ưu thế trong công thức tổ thành hầu hết là các loài cây đặc trưng của khu vực núi đất trong vùng nghiên cứu.

Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu trước đây về loài Hoàng đàn giả. Từ kết quả nghiên cứu về cấu trúc mật độ, đặc điểm sinh trưởng và cấu trúc tổ thành tầng cây cao cho thấy, có thể áp dụng các biện pháp lâm sinh như khoanh nuôi xúc tiến tái sinh không trồng bổ sung hoặc có trồng bổ sung Hoàng đàn giả vào trạng thái rừng phục hồi, làm giàu rừng bằng loài Hoàng đàn giả ở trạng thái rừng nghèo để tạo nên kiểu rừng hỗn giao Hoàng đàn giả với các loài cây bạn như Trâm tía, Trâm wight, Còng tía và Cóc đá, trong đó Hoàng đàn giả thuộc nhóm cây tầng cao, chiếm ưu thế trong lâm phần.

3.2. Đặc điểm tái sinh tự nhiên nơi có Hoàng đàn giả phân bố

3.2.1. Mật độ, tổ thành tầng cây tái sinh của các lâm phần có Hoàng đàn giả

Kết quả điều tra tái sinh tự nhiên của các lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố về mật độ và tổ thành tầng cây được tổng hợp tại bảng 4.

Bảng 4. Mật độ, tổ thành tầng cây tái sinh trong các lâm phần có Hoàng đàn giả

OTC	Loài cây	Mật độ (cây/ha)	Số loài	Tổ thành cây tái sinh
GL01	Hoàng đàn giả	0	11	18,8 Dung khác thường + 14,6 Re lá bạc + 12,5 Trâm sung + 12,5 Trâm wight + 6,3 Chòi mòi lông + 6,3 Trâm tía + 29,2 loài khác
	Lâm phần	3.840		
GL02	Hoàng đàn giả	3.680	5	58,2 Hoàng đàn giả + 10,1 Trâm wight + 6,3 Sứ nhật + 5,1 Re lá bạc + 5,1 Trâm tía + 15,2 Loài khác
	Lâm phần	6.320		
GL03	Hoàng đàn giả	3.280	6	47,1 Hoàng đàn giả + 9,2 Kháo thơm + 8,0 Sứ lá thon + 8,0 Re lá bạc + 6,9 Trâm wight + 5,7 Bứa + 14,9 loài khác
	Lâm phần	7.040		

Kết quả tại bảng 4 cho thấy, mật độ cây tái sinh tại các lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố dao động lớn từ 3.840 đến 7.040 cây/ha. Thành phần các loài tái sinh rất đa dạng, các lâm phần đều có từ 5 - 11 loài được xác định là có cây tái sinh. Tổ thành cây tái sinh chủ yếu là những cây ưu thế như: Hoàng đàn giả, Trâm tía, Trâm wight, Dung khác thường, Chòi mòi lông, Re lá bạc, Sứ nhật, Kháo thơm, v.v...

Phân tích số liệu từ bảng 4 cho thấy, cây Hoàng đàn giả có mật độ tái sinh khá lớn (từ 3.280 đến 3.680 cây/ha) và được phân bố ở các cấp chiều cao khác nhau từ < 20 cm đến >100 cm. Trong sự phát triển đó, cây Hoàng đàn giả đã có sự tương hỗ để phát triển cùng nhiều loài và các loài tương hỗ chủ yếu với cây Hoàng đàn giả là cây Kháo thơm, Re lá bạc, Sứ lá thon (thuộc họ Long não) và Trâm sung, Trâm wight, Trâm tía (thuộc họ Sim).

Khả năng phát triển tốt của Hoàng đàn giả biểu hiện bằng mật độ lớn và tham gia nhóm loài ưu thế trong công thức tổ thành tại 2 lâm phần là OTC GL02 và OTC GL03 cho thấy, điều kiện tự nhiên tại khu vực nghiên cứu là phù hợp với sinh trưởng và phát triển của Hoàng đàn giả. Riêng đối với OTC GL01 không ghi nhận có cây Hoàng đàn giả tái sinh, trong khi mật độ tái sinh tổng các loài chỉ bằng 54,5% OTC GL03 và 60,7% OTC GL02, có thể do khu vực này có một số yếu tố về sinh thái làm ảnh hưởng đến lớp cây tái sinh, đặc biệt cây tái sinh Hoàng đàn giả dẫn đến cây không thể phát triển được, trong đó yếu tố độ tàn che tương đối cao và nhiều dây leo và tầng cây bụi khá dày là nguyên nhân không nhỏ ảnh hưởng đến lớp cây tái sinh. Vì vậy, để xúc tiến tái sinh các loài cây tầng cao nói chung, loài Hoàng đàn giả nói riêng cần thiết thực hiện các biện pháp kỹ thuật như phát luống dây leo, cây bụi nhằm hỗ trợ cây tái sinh

phát triển vượt qua tầng cây bụi để vươn lên quang hợp trong điều kiện thuận lợi.

3.2.2. Nguồn gốc, chất lượng và phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao

3.2.2.1. Nguồn gốc, chất lượng và phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao của lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố

Năng lực tái sinh của các trạng thái rừng có Hoàng đàn giả phân bố được đánh giá theo các chỉ tiêu về phân cấp chiều cao, chất lượng và nguồn gốc tái sinh. Năng lực tái sinh phản ánh mức độ thuận lợi của điều kiện hoàn cảnh đối với quá trình phát tán, nảy mầm hạt giống và quá trình sinh trưởng của cây mẹ, cây con. Trên cơ sở số điều tra, các chỉ tiêu về nguồn gốc, chất lượng và phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao của lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố được tổng hợp ở bảng 5.

Bảng 5. Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, cấp chất lượng và theo nguồn gốc của lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố

OTC	Chiều cao (%)				Chất lượng (%)			Nguồn gốc (%)	
	< 20 cm	20 - 50 cm	50 - 100 cm	>100 cm	Tốt	Trung bình	Xấu	Hạt	Chồi
GL01	4,2	16,7	29,1	50,0	83,3	12,5	4,2	87,5	12,5
GL02	48,1	12,7	12,7	26,5	82,3	12,6	5,1	92,4	7,6
GL03	54,0	4,6	13,8	28,7	77,0	14,9	8,1	87,4	12,6

Kết quả tại bảng 5 cho thấy, phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao là giảm dần, trong đó nhiều nhất là lớp cây nhỏ, ở đây là < 20 cm; điều này đúng với OTC ký hiệu GL02 và GL03, nhưng OTC ký hiệu GL01 cho kết quả ngược lại có thể do ảnh hưởng bởi các yếu tố về sinh thái. Cây tái sinh của lâm phần ở cấp chiều cao nhỏ hơn 20 cm có tỷ lệ cao nhất là 54,0% tại OTC ký hiệu GL03; tỷ lệ cây tái sinh ở chiều cao từ 20 - 50 cm đạt 16,7% tại OTC GL01; tỷ lệ cây tái sinh ở chiều cao từ 50 đến 100 cm đạt 29,1% tại OTC ký hiệu GL01; tỷ lệ cây tái sinh triển vọng (có chiều cao trên 100 cm) chiếm

tỷ lệ cao nhất tại OTC ký hiệu GL01 với tỷ lệ đạt 50,0%. Về nguồn gốc, hầu hết cây tái sinh tại khu vực nghiên cứu có nguồn gốc từ hạt, tỷ lệ cây hạt cao nhất đạt 92,4% ở OTC ký hiệu GL02 và thấp nhất là 87,4% ở OTC ký hiệu GL03. Về chất lượng, tỷ lệ cây tái sinh có chất lượng tốt cao nhất tại OTC ký hiệu GL01 là 83,3%, thấp nhất tại OTC ký hiệu GL03 là 77%; ngược lại tỷ lệ cây chất lượng xấu ở OTC ký hiệu GL01 là ít nhất 4,2% và ở OTC ký hiệu GL03 cao nhất là 8,1%.

3.2.2.2. Nguồn gốc, chất lượng và phân bố cây tái sinh Hoàng đàn giả theo cấp chiều cao

Bảng 6. Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, cấp chất lượng và theo nguồn gốc của loài Hoàng đàn giả tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng

OTC	Chiều cao (%)				Chất lượng (%)			Nguồn gốc (%)	
	< 20 cm	20 - 50 cm	50 - 100cm	>100 cm	Tốt	Trung bình	Xấu	Hạt	Chồi
GL01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GL02	82,6	8,7	0,0	8,7	82,6	17,4	0,0	95,7	4,3
GL03	100,0	0,0	0,0	0,0	72,3	17,0	10,7	82,9	17,1

Nguồn gốc cây Hoàng đàn giả tái sinh sẽ quyết định đến đặc điểm và tính chất cây trưởng thành

trong tương lai. Với tái sinh hạt sẽ giúp cây Hoàng đàn giả con khỏe mạnh và có bộ rễ chắc chắn, đảm

bảo cung cấp đủ dinh dưỡng cho quá trình phát triển về sau. Ngược lại, tái sinh chồi sẽ đảm bảo nhanh chóng có tỷ lệ cây Hoàng đàn giả con cao trên nền thân cây đã trưởng thành nhưng nhược điểm là cây có sức sống yếu, giảm khả năng chống chịu [12]. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của cây Hoàng đàn giả, bao gồm nguồn gốc, chất lượng và phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, tại khu vực nghiên cứu được thể hiện trong bảng 6.

Kết quả bảng 6 cho thấy, trong 3 OTC cây Hoàng đàn giả chỉ tái sinh tại OTC ký hiệu GL02 và OTC ký hiệu GL03, tại OTC ký hiệu GL01 không ghi nhận cây Hoàng đàn giả có cây con tái sinh. Đây có thể là do ảnh hưởng của một số yếu tố sinh thái dẫn đến cây con Hoàng đàn giả không thể phát triển được. Nhưng với 2 OTC còn lại, cây

Hoàng đàn giả con lại có điều kiện tốt về sinh thái để phát triển.

Chiều cao cây Hoàng đàn giả tái sinh chủ yếu là ở cấp chiều cao nhỏ hơn 20 cm, tỷ lệ cây tái sinh triển vọng rất thấp dẫn đến khả năng phát triển của rừng Hoàng đàn giả trong tương lai bị hạn chế. Cây Hoàng đàn giả con tại khu vực nghiên cứu chủ yếu có nguồn gốc tái sinh từ hạt với 95,7% tại OTC ký hiệu GL02, chất lượng cây tái sinh tốt đạt 82,6%. Mặc dù Hoàng đàn giả tái sinh chủ yếu bằng hạt có nhiều khả năng phát triển thành rừng tốt do có bộ rễ cắm sâu vào lòng đất giúp cây chắc khỏe và cung cấp đủ dinh dưỡng nhưng cũng cần thực hiện một số biện pháp kỹ thuật xúc tiến tái sinh tự nhiên, đảm bảo nâng cao hơn tỷ lệ cây tái sinh triển vọng cho tầng cây cao trong tương lai.



Hình 3. Cây Hoàng đàn giả tái sinh tự nhiên tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng

Từ kết quả nghiên cứu về mật độ, tổ thành, nguồn gốc và chất lượng cây tái sinh Hoàng đàn giả cho thấy, mặc dù mật độ cây tái sinh khá cao, tổ thành cây tái sinh gần tương đồng với tầng cây cao, nguồn gốc cây tái sinh hầu hết là từ cây hạt và tỷ lệ cây tái sinh có chất lượng tốt chiếm tỷ lệ khá lớn. Tuy nhiên, hầu hết cây tái sinh ở cấp chiều cao nhỏ hơn 20 cm, có nghĩa là chưa phải là cây tái sinh triển vọng vì chưa vươn lên được qua tầng cây bụi để phát triển thành cây trưởng thành, tham gia vào tầng tán chính trong tương lai. Để xúc tiến tái sinh, cần triển khai các biện pháp kỹ thuật lâm sinh để nâng cao tỷ lệ cây tái sinh phân bố đều theo các cấp chiều cao, bảo đảm các cây lớp kế cận sẵn sàng tham gia vào tầng cây cao trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Kon Chư Răng đã ghi nhận phân bố của loài Hoàng đàn giả trong các lâm phần rừng tự nhiên hỗn giao lá kim và lá rộng, chủ yếu ở khu vực có độ cao khoảng 887 - 1.076 m so với mực nước biển. Tại các lâm phần có Hoàng đàn giả phân bố thì Hoàng đàn giả là loài ưu thế, mật độ tầng cây cao của lâm phần dao động từ 480

- 640 cây/ha, mật độ cây tái sinh của lâm phần từ 3.840 - 7.040 cây/ha.

Cây Hoàng đàn giả tham gia vào các công thức tổ thành tầng cây cao tại cả OTC nghiên cứu, mật độ cây Hoàng đàn giả ở tầng cao phân bố không đồng đều dao động từ 80 - 240 cây/ha. Cây Hoàng đàn giả chỉ tái sinh trong 02 OTC được nghiên cứu (GL02 và GL03), OTC ký hiệu GL01 không có cây con Hoàng đàn giả tái sinh. Số lượng cây Hoàng đàn giả tái sinh trong lâm phần cao dao động từ 3280 - 3680 cây/ha, hầu hết đều tái sinh bằng hạt (82,9 - 95,7%), có phẩm chất tốt (72,3 - 82,6%). Tuy nhiên, số lượng cây tái sinh khá nhiều, nhưng chủ yếu tập trung chiều cao nhỏ hơn 20 cm, tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng rất thấp. Vì vậy, cần thiết phải thực hiện các nghiên cứu về sinh thái và các biện pháp kỹ thuật lâm sinh để xúc tiến tái sinh để tạo thế hệ cây tái sinh Hoàng đàn giả kế cận cho rừng Hoàng đàn giả trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tiến Bản (2003/2005). Danh lục các loài thực vật Việt Nam. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Nguyễn Nghĩa Thìn (1997). Cẩm nang nghiên

cứu đa dạng sinh vật. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 223 trang.

3. Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường (1997). Sách Đỏ Việt Nam, Phần Thực vật. Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 484 trang.

4. Thái Văn Trùng (1978). Thảm thực vật rừng Việt Nam. Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.

5. Nguyễn Đức Tố Lưu, Philip Ian Thomas (2004). Cây lá kim Việt Nam. Nxb Thế giới.

6. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12619 - 2:2019. Gỗ - Phân loại. Phần 2: Theo tính chất vật lý và cơ học, Hà Nội.

7. La Anh Dương, Hoàng Thanh Sơn, Doãn Hoàng Sơn, Trịnh Văn Hiệu, Hà Huy Nhật (2022). Hiện trạng phân bố và đặc điểm lâm học loài Hoàng đàn giả (*Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall) tại Rừng quốc gia Yên Tử, Quảng Ninh. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 4, 122 - 131.

8. Đỗ Đình Sâm, Nguyễn Hoàng Nghĩa (2001).

Nghiên cứu rừng tự nhiên. Nxb Thống kê.

9. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018). Thông tư số 29/2018/TT-BNNPTNT ngày 16 tháng 11 năm 2018 về quy định các biện pháp lâm sinh.

10. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2023). Thông tư số 16/2023/TT-BNNPTNT ngày 15 tháng 12 năm 2023 sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 29/2018/TT-BNNPTNT ngày 16 tháng 11 năm 2018.

11. Viện Khoa học Lâm Nghiệp Việt Nam (FSIV) - Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA) (2002). Sử dụng cây bản địa vào trồng rừng ở Việt Nam. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

12. Daniel Marmillod (1982). "Methodology and results of studies on the composition and structure of a terrace forest in Amazonia. Doctorate". Georg - August - Universität Göttingen., Göttingen.

DISTRIBUTION AND SILVICULTURAL CHARACTERISTICS OF *Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall IN KON CHU RANG NATURE RESERVE, GIA LAI PROVINCE

La Anh Duong¹, Nguyen Tuan Duong², Truong Tat Do³

¹*Vietnamese Academy of Forest Sciences*

²*Bac Giang Agriculture and Forestry University*

³*Vietnam Administration of Forestry*

Abstract

Dacrydium elatum (Roxb.) Wall, belonging to the family Podocarpaceae, is a rare and valuable timber species. Its wood is fine-textured, straight-grained, aesthetically pleasing, moderately hard, of medium weight, and classified in Group II according to TCVN 12619-2:2019. Field investigations in the Kon Chu Rang Nature Reserve, Gia Lai province, revealed that *D. elatum* occurs at elevations ranging from 887 to 1.076 m above sea level, within mixed coniferous-broadleaf natural forests. In forest stands where *D. elatum* is present, the density of the upper tree layer ranges from 480 to 640 trees/ha, with mean diameter at breast height (D1.3) from 22,6 to 27,7 cm and mean total height from 19,3 to 21,1 m. The density of *D. elatum* itself ranges from 80 to 240 trees/ha, and the species contributes to the dominant group in the stand composition of the upper tree layer. Natural regeneration in these stands reaches densities of 3.840 to 7.040 seedlings/ha. Among the three sample plots, two contained regenerating *D. elatum*, with densities ranging from 3.280 to 3.680 seedlings/ha. Most individuals regenerated from seeds (82,9 - 95,7%) and were of good quality (72,3 - 82,6%). However, regeneration is mainly concentrated in the height class below 20 cm, with few seedlings showing good growth potential, which may limit the number of mature individuals in the future. Therefore, further research as well as conservation and silvicultural measures to promote regeneration of *D. elatum* are essential to ensure the establishment of replacement cohorts in the Kon Chu Rang Nature Reserve.

Keywords: *Dacrydium elatum*, distribution, silvicultural characteristics, Kon Chu Rang Nature Reserve.

Ngày nhận bài: 15/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 02/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 05/8/2025

Ngày duyệt đăng: 26/9/2025

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ THỰC HIỆN QUY HOẠCH, KẾ HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT HÀNG NĂM TẠI HUYỆN NGA SƠN, TỈNH THANH HÓA GIAI ĐOẠN 2021 - 2024

Nguyễn Đình Trung¹, Nguyễn Quang Thi^{2,*}

¹ Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

*Email: nguyenquangthi@tuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả thực hiện quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất (QHKHSDĐ) giai đoạn 2021 - 2024 huyện Nga Sơn (nay là các xã: Nga Sơn, Nga Thắng, Hồ Vương, Tân Tiến, Nga An, Ba Đình, tỉnh Thanh Hóa). Các phương pháp nghiên cứu sử dụng là: Điều tra thứ cấp, điều tra sơ cấp, đánh giá theo thang đo 5 cấp của Likert, đánh giá theo chỉ tiêu sử dụng đất (SDĐ) và kết quả thực hiện các công trình, dự án. Kết quả nghiên cứu cho thấy, QHKHSDĐ được duyệt rất chậm so với quy định; tên gọi các chỉ tiêu SDĐ giữa các thời kỳ có sự khác biệt rất nhiều. Có 74/96 chỉ tiêu SDĐ (chiếm 77,08%) đạt mức thực hiện rất tốt (28 chỉ tiêu đất nông nghiệp, 42 chỉ tiêu đất phi nông nghiệp, 4 chỉ tiêu đất chưa sử dụng). Có tới 15 chỉ tiêu SDĐ (chiếm 15,63%) thực hiện ở mức rất kém (100% là đất phi nông nghiệp). Kết quả điều tra 30 cán bộ cho thấy, 3/8 tiêu chí được đánh giá ở mức rất tốt; 5 tiêu chí ở mức tốt. Từ đó đề xuất giải pháp để nâng cao hiệu quả lập và thực hiện QHKHSDĐ.

Từ khóa: Chỉ tiêu sử dụng đất, kế hoạch sử dụng đất, huyện Nga Sơn, quản lý đất đai.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

QHKHSDĐ là cơ sở để thực hiện việc giao đất, cho thuê đất, cho phép chuyển mục đích SDĐ và cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất (GCNQSDĐ). Kế hoạch sử dụng đất (KHSDĐ) là việc phân kỳ quy hoạch sử dụng đất (QHSDĐ) theo thời gian để thực hiện [1]. Thời gian qua, QHKHSDĐ được thực hiện theo hướng tiếp cận tổng hợp, liên ngành, tính đặc thù, liên kết, bảo đảm sự cân bằng giữa nhu cầu SDĐ của các ngành, lĩnh vực, địa phương và trở thành công cụ quan trọng để Nhà nước thống nhất quản lý, phân bổ và SDĐ đai [2], đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội (KTXH), đảm bảo quốc phòng, an ninh. QHKHSDĐ là cơ sở để thực hiện chuyển dịch cơ cấu SDĐ đồng bộ với cơ cấu KTXH, cơ cấu đầu tư và chuyển dịch cơ cấu lao động [3]. Bên cạnh đó, công tác này vẫn tồn tại một số bất cập cần khắc phục, tháo gỡ [4].

Ngày 28/9/2021, UBND tỉnh Thanh Hóa ban hành Quyết định số 3770/QĐ-UBND về việc phê

duyet QHSDĐ thời kỳ 2021 - 2030 và KHSDĐ năm 2021 huyện Nga Sơn [5] (nay là các xã: Nga Sơn, Nga Thắng, Hồ Vương, Tân Tiến, Nga An, Ba Đình, tỉnh Thanh Hóa). Hàng năm, KHSDĐ được UBND huyện lập và UBND tỉnh phê duyệt. Đây chính là cơ sở pháp lý thực hiện giao đất, cho thuê đất, cho phép chuyển mục đích SDĐ và cấp GCNQSDĐ trên địa bàn huyện Nga Sơn. Tuy nhiên, việc lập và thực hiện QHKHSDĐ chưa có đánh giá tổng thể về kết quả thực hiện trong thời gian qua. Chính vì vậy, việc đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp nâng cao kết quả thực hiện QHKHSDĐ huyện Nga Sơn, tỉnh Thanh Hóa là rất cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả công tác quản lý nhà nước về đất đai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- *Phương pháp thu thập số liệu.* Số liệu thứ cấp được thu thập từ các sở, ban, ngành của tỉnh Thanh Hóa; các phòng, ban tại huyện Nga Sơn trước đây. Số liệu sơ cấp được thu thập qua điều tra 30 cán bộ chuyên môn trong lĩnh vực nông

ng nghiệp, địa chính, xây dựng tại các xã/thị trấn và các phòng, ban của huyện.

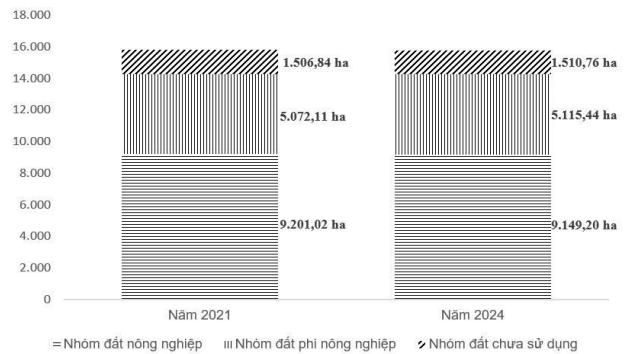
- *Phương pháp xử lý số liệu:* Sử dụng phần mềm SPSS để phân tích và xử lý các số liệu điều tra. Thực trạng thực hiện KHSDĐ được đánh giá thông qua 3 nhóm tiêu chí: (1) Kết quả lập và phê duyệt QHKHSDĐ theo các quy định của pháp luật; (2) Chỉ tiêu SDĐ được đánh giá thông qua việc so sánh về diện tích giữa kết quả thực hiện với QHKHSDĐ đã duyệt, bao gồm so sánh giá trị tuyệt đối (theo diện tích ha) và so sánh tương đối (tỉ lệ %). Về tỉ lệ % được chia thành các nhóm theo tỉ lệ chênh lệch d (d được tính bằng giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa tỉ lệ thực hiện và quy hoạch (QH) với 5 mức đánh giá, tương ứng với 5 điểm: $|dl| < 10\%$ - tương ứng với mức rất tốt; $10\% \leq |dl| < 20\%$: mức tốt; $20,01\% \leq |dl| < 30\%$: mức trung bình; $30,01\% \leq |dl| < 40\%$: mức kém và $|dl| \geq 40\%$: mức rất kém [6, 7]; (3) Sử dụng thang đo 5 mức của Likert [8, 9] với chỉ số đánh giá chung (ĐTB) là trung bình có trọng số, thang đánh giá chung là: Rất cao/rất tốt: $\text{ĐTB} \geq 4,20$; cao/tốt: $3,40 \leq \text{ĐTB} < 4,20$; trung bình: $2,60 \leq \text{ĐTB} < 3,40$; thấp/kém: $1,80 \leq \text{ĐTB} < 2,60$; rất thấp/rất kém: $\text{ĐTB} < 1,80$.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm địa bàn nghiên cứu

Huyện Nga Sơn (nay là các xã: Nga Sơn, Nga Thắng, Hồ Vương, Tân Tiến, Nga An, Ba Đình, tỉnh Thanh Hóa) là huyện đồng bằng ven biển nằm cách thành phố Thanh Hóa khoảng 40 km về phía Đông và cách Quốc lộ 1A khoảng 14 km, với diện tích tự nhiên (DTTN) là 15.775,40 ha. Năm 2024, tốc độ tăng giá trị sản xuất trên địa bàn huyện đạt 6,81%, trong đó ngành nông, lâm nghiệp và thủy sản tăng 4,47%; ngành công nghiệp, xây dựng tăng 6,92%; các ngành dịch vụ tăng 8,2%. Thu nhập bình quân đầu người đạt 66,82 triệu đồng/người/năm. Về công tác xây dựng nông thôn mới (NTM), bình quân xã trên địa bàn huyện đạt 11,7 tiêu chí NTM nâng cao theo Bộ tiêu chí xã NTM nâng cao giai đoạn 2024 - 2025, huyện đạt 7/9 chỉ tiêu huyện NTM nâng cao; năm 2024, ước có 02 xã đạt NTM kiểu mẫu, 3 xã đạt NTM nâng cao, 19 thôn đạt thôn NTM kiểu mẫu [10]. Diện tích tự nhiên của huyện là 15.775,40 ha, trong đó đất nông nghiệp là 9.149,20 ha, chiếm 58,00%; đất

phi nông nghiệp là 5.115,44 ha, chiếm 32,43%; đất chưa sử dụng là 1.510,76 ha, chiếm 9,58% [11]. Tình hình biến động SDĐ huyện Nga Sơn giai đoạn 2021 – 2024 được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Biến động sử dụng đất huyện Nga Sơn giai đoạn 2021 - 2024

Nguồn: UBND tỉnh Thanh Hóa (2025, 2022) [11, 12].

Giai đoạn 2021 – 2024, diện tích đất phi nông nghiệp và chưa sử dụng tăng, đất nông nghiệp giảm. Trong đó, DTTN năm 2024 giảm 4,57 ha so với năm 2021. Đất nông nghiệp có 9.149,20 ha, giảm 51,82 ha so với năm 2021. Đất phi nông nghiệp là 5.115,44 ha, tăng 43,33 ha so với năm 2021. Đất chưa sử dụng là 1.510,76 ha, tăng 3,92 ha. Thay đổi diện tích các loại đất do chuyển mục đích phục vụ nhu cầu phát triển KTXH, sự sai khác về tiêu chí phân loại đất và phương pháp thống kê đất đai qua các thời kỳ.

3.2. Kết quả thực hiện kế hoạch SDĐ hằng năm

3.2.1. Công tác lập quy hoạch, kế hoạch SDĐ hằng năm

Các văn bản phê duyệt QHKHSDĐ hằng năm được thể hiện trong bảng 1. Theo quy định, KHSDĐ hằng năm cấp huyện đã được hoàn thiện, cơ quan có chức năng quản lý đất đai cấp tỉnh trình UBND cấp tỉnh phê duyệt xong trước ngày 31 tháng 12 hằng năm (Điều 21, Nghị định số 102/2024/NĐ-CP) [13]. Kết quả ở bảng 1 cho thấy, hầu hết phương án QHKHSDĐ được duyệt chậm đến rất chậm so với kế hoạch (KH). Năm 2021 và 2022, KHSDĐ phê duyệt chậm từ 9 - 10 tháng. Năm 2023, KHSDĐ được phê duyệt sớm hơn nhưng vẫn chậm 6 tháng 3 tuần. Đến năm 2024 và 2025, việc phê duyệt KHSDĐ đã sớm hơn nhiều so với các năm trước đó nhưng vẫn chậm 2 - 3 tháng. Điều này gây khó khăn trong công tác

quản lý đất đai của địa phương, đặc biệt là hoạt động chuyển mục đích SDD, trong khi đó trên địa bàn có biến động về đất đai phức tạp, đòi hỏi cần phải đáp ứng kịp thời nhu cầu đất cho phát triển KTXH.

Bảng 1. Tình hình lập KHSDD huyện Nga Sơn

Kế hoạch năm	Văn bản phê duyệt	Thời gian phê duyệt
Năm 2021	Quyết định số 3770/QĐ-UBND [5]	Chậm 9 tháng
Năm 2022	Quyết định số 3614/QĐ-UBND [12]	Chậm 10 tháng
Năm 2023	Quyết định số 2600/QĐ-UBND [14]	Chậm 6 tháng 3 tuần
Năm 2024	Quyết định số 935/QĐ-UBND [15]	Chậm 2 tháng 1 tuần
Năm 2025	Quyết định số 776/QĐ-UBND [11]	Chậm 2 tháng 2 tuần

3.2.2. *Kết quả thực hiện các chỉ tiêu SDD trong KHSDD giai đoạn 2021 – 2024* KHSDD năm 2021 được phê duyệt tại Quyết định số 3770/QĐ-UBND [5], kết quả được thể

- *Kết quả thực hiện KHSDD năm 2021:* hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thực hiện KHSDD năm 2021

TT	Chỉ tiêu SDD	Mã	Diện tích theo kế hoạch (ha)	Kết quả thực hiện (ha)	Độ chênh lệch	
					Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	2	3	4	5	6 = 5 - 4	7 = (5/4) * 100 - 100
	Tổng diện tích tự nhiên		15.779,97	15.779,97	0,00	0,00
1	Đất nông nghiệp	NNP	8.895,07	9.201,02	305,95	3,44
1.1	Đất trồng lúa	LUA	4.691,49	4.878,50	187,01	3,99
1.2	Đất trồng cây hàng năm khác	HNK	1.539,59	1.653,56	113,97	7,40
1.3	Đất trồng cây lâu năm	CLN	325,50	323,16	-2,34	-0,72
1.4	Đất rừng phòng hộ	RPH	333,74	333,74	0,00	0,00
1.5	Đất rừng đặc dụng	RDD	-	-	-	-
1.6	Đất rừng sản xuất	RSX	136,53	136,53	0,00	0,00
1.7	Đất nuôi trồng thủy sản	NTS	940,15	948,47	8,32	0,88
1.8	Đất làm muối	LMU	-	-	-	-
1.9	Đất nông nghiệp khác	NKH	928,07	927,06	-1,01	-0,11
2	Đất phi nông nghiệp	PNN	5.389,83	5.072,11	-317,72	-5,89
2.1	Đất quốc phòng	CQP	34,21	34,21	0,00	0,00
2.2	Đất an ninh	CAN	2,55	2,20	-0,35	-13,73
2.3	Đất khu công nghiệp	SKK	-	-	-	-
2.4	Đất cụm công nghiệp	SKN	72,68	19,00	-53,68	-73,86
2.5	Đất thương mại, dịch vụ	TMD	8,76	2,56	-6,20	-70,78
2.6	Đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp	SKC	73,05	25,17	-47,88	-65,54
2.7	Đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản	SKS	25,26	25,39	0,13	0,51
2.8	Đất sản xuất vật liệu xây dựng, làm đồ gốm	SKX	15,26	6,76	-8,50	-55,70
2.9	Đất phát triển hạ tầng cấp quốc gia, cấp tỉnh, cấp huyện, cấp xã	DHT	2.380,53	2.267,37	-113,16	-4,75
2.10	Đất danh lam thắng cảnh	DDL	-	-	-	-

2.11	Đất sinh hoạt cộng đồng	DSH	-	-	-	-
2.12	Đất khu vui chơi, giải trí công cộng	DKV	1,67	1,67	0,00	0,00
2.13	Đất ở tại nông thôn	ONT	2.110,34	2.052,06	-58,28	-2,76
2.14	Đất ở tại đô thị	ODT	197,09	162,13	-34,96	-17,74
2.15	Đất xây dựng trụ sở cơ quan	TSC	17,00	17,78	0,78	4,59
2.16	Đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp	DTS	0,36	0,39	0,03	8,33
2.17	Đất xây dựng cơ sở ngoại giao	DNG	-	-	-	-
2.18	Đất tín ngưỡng	TIN	7,93	7,00	-0,93	-11,73
2.19	Đất sông, ngòi, kênh, rạch, suối	SON	348,91	347,89	-1,02	-0,29
2.20	Đất có mặt nước chuyên dùng	MNC	77,85	77,58	-0,27	-0,35
2.21	Đất phi nông nghiệp khác	PNK	16,38	22,95	6,57	40,11
3	Đất chưa sử dụng	CSD	1.495,07	1.506,84	11,77	0,79

Bảng 2 cho thấy, chỉ tiêu đất nông nghiệp được duyệt là 8.895,07 ha, thực hiện là 9.201,02 ha, vượt 3,44%, còn 305,95 ha chưa thực hiện. Tỷ lệ này cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (1,52%) [6] và tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (1,13%) [7]. Trong đó, có 3/7 chỉ tiêu vượt KHSĐĐ, bao gồm: Đất trồng lúa đạt 103,99%, đất trồng cây hàng năm khác đạt 107,40% và đất nuôi trồng thủy sản đạt 100,88%. Nguyên nhân do việc chuyển đổi các nhóm đất này sang phục vụ các nhu cầu sử dụng khác như đất phi nông nghiệp không thực hiện được. Có 2 loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu KH được duyệt (đất rừng phòng hộ và đất rừng sản xuất). Tuy nhiên, vẫn còn 2/7 loại đất đạt mức thấp hơn so với KH được phê duyệt (đất trồng cây lâu năm đạt 99,28% và đất nông nghiệp khác đạt 99,89%).

Đất phi nông nghiệp theo kế hoạch được duyệt là 5.389,83 ha, thực hiện là 5.072,11 ha, đạt 94,11%, thấp hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (96,14%) [6] và tương đương với kết quả nghiên cứu tại huyện Nho

Quan, tỉnh Ninh Bình (94,39%) [7]. Trong đó, có 4/17 chỉ tiêu vượt KHSĐĐ, bao gồm: Đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản, đất xây dựng trụ sở cơ quan, đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp và đất phi nông nghiệp khác. Có 2/17 loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu kế hoạch được duyệt (đất quốc phòng và đất khu vui chơi, giải trí công cộng). Tuy nhiên, vẫn còn 11/17 loại đất đạt mức thấp hơn so với kế hoạch được phê duyệt, trong đó có những loại đất đạt kết quả rất thấp như: Đất cụm công nghiệp đạt 26,14%; đất thương mại, dịch vụ đạt 29,22%; đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp đạt 34,46% và đất sản xuất vật liệu xây dựng, làm đồ gốm đạt 44,30%. Chỉ tiêu đất chưa sử dụng theo kế hoạch được duyệt là 1.495,07 ha, kết quả thực hiện là 1.506,84 ha, đạt 100,79%. Trong đó, còn 11,77 ha chưa được đưa vào sử dụng cho các mục đích phi nông nghiệp và đất nông nghiệp.

- Kết quả thực hiện KHSĐĐ năm 2022.

KHSĐĐ năm 2022 được phê duyệt tại Quyết định số 3614/QĐ-UBND [12], kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thực hiện KHSĐĐ năm 2022

TT	Chỉ tiêu SĐĐ	Mã	Diện tích theo KH (ha)	Kết quả thực hiện (ha)	Độ chênh lệch	
					Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	2	3	4	5	6 = 5 - 4	7 = (5/4) * 100 - 100
	Tổng diện tích tự nhiên		15.779,97	15.779,97	0,00	0,00
1	Đất nông nghiệp	NNP	8.993,43	9.180,99	187,56	2,09
1.1	Đất trồng lúa	LUA	4.730,69	4.874,43	143,74	3,04

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

1.2	Đất trồng cây hằng năm khác	HNK	1.597,67	1.641,47	43,80	2,74
1.3	Đất trồng cây lâu năm	CLN	323,16	322,80	-0,36	-0,11
1.4	Đất rừng phòng hộ	RPH	333,74	333,74	0,00	0,00
1.5	Đất rừng đặc dụng	RDD	-	-	-	-
1.6	Đất rừng sản xuất	RSX	136,53	136,53	0,00	0,00
1.7	Đất nuôi trồng thủy sản	NTS	944,69	945,02	0,33	0,03
1.8	Đất làm muối	LMU	-	-	-	-
1.9	Đất nông nghiệp khác	NKH	926,95	926,99	0,04	0,00
2	Đất phi nông nghiệp	PNN	5.281,97	5.093,19	-188,78	-3,57
2.1	Đất quốc phòng	CQP	34,21	34,21	0,00	0,00
2.2	Đất an ninh	CAN	4,20	2,20	-2,00	-47,62
2.3	Đất khu công nghiệp	SKK	-	-	-	-
2.4	Đất cụm công nghiệp	SKN	71,10	19,00	-52,10	-73,28
2.5	Đất thương mại, dịch vụ	TMD	2,66	2,82	0,16	6,02
2.6	Đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp	SKC	45,62	27,09	-18,53	-40,62
2.7	Đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản	SKS	25,39	25,39	0,00	0,00
2.8	Đất sản xuất vật liệu xây dựng, làm đồ gốm	SKX	6,76	6,76	0,00	0,00
2.9	Đất phát triển hạ tầng cấp quốc gia, cấp tỉnh, cấp huyện, cấp xã	DHT	2.361,79	2.284,19	-77,60	-3,29
2.10	Đất danh lam thắng cảnh	DDL	-	-	-	-
2.11	Đất sinh hoạt cộng đồng	DSH	-	-	-	-
2.12	Đất khu vui chơi, giải trí công cộng	DKV	2,87	2,76	-0,11	-3,83
2.13	Đất ở tại nông thôn	ONT	2.077,90	2.053,05	-24,85	-1,20
2.14	Đất ở tại đô thị	ODT	175,22	162,53	-12,69	-7,24
2.15	Đất xây dựng trụ sở cơ quan	TSC	17,78	17,78	0,00	0,00
2.16	Đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp	DTS	0,39	0,99	0,60	153,85
2.17	Đất xây dựng cơ sở ngoại giao	DNG	-	-	-	-
2.18	Đất tín ngưỡng	TIN	7,31	7,01	-0,30	-4,10
2.19	Đất sông, ngòi, kênh, rạch, suối	SON	347,65	347,25	-0,40	-0,12
2.20	Đất có mặt nước chuyên dùng	MNC	78,17	77,57	-0,60	-0,77
2.21	Đất phi nông nghiệp khác	PNK	22,95	22,86	-0,09	-0,39
3	Đất chưa sử dụng	CSD	1.504,57	1.505,79	1,22	0,08

Bảng 3 cho thấy, chỉ tiêu đất nông nghiệp được duyệt là 8.993,43 ha, thực hiện là 9.180,99 ha, vượt 2,09%, còn 187,56 ha chưa thực hiện. Tỷ lệ này cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (1,79%) [6] và tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (1,45%) [7]. Trong đó, có 3/7 chỉ

tiêu vượt KHSĐĐ, bao gồm: Đất trồng lúa vượt 3,04%, đất trồng cây hằng năm vượt 2,74% do việc chuyển đổi sang đất phi nông nghiệp không thực hiện được. Ngoài ra, có 3/7 loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu kế hoạch (đất rừng phòng hộ, đất rừng sản xuất và đất nông nghiệp khác). Tuy nhiên, vẫn

còn 1/7 loại đất mức đạt thấp hơn so với kế hoạch phê duyệt (đất trồng cây lâu năm đạt 99,89%).

Đất phi nông nghiệp được duyệt là 5.281,97 ha, thực hiện là 5.093,19 ha, đạt 96,43% KH, còn 188,78 ha diện tích chưa thực hiện. Tỷ lệ này cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (95,62%) [6] và tương đồng với kết quả nghiên cứu tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (96,12%) [7]. Trong đó, có 2/17 chỉ tiêu vượt KHSDD, bao gồm: Đất thương mại, dịch vụ; đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp. Ngoài ra, có tới 4/17 loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu kế hoạch được duyệt (đất quốc phòng; đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản; đất sản xuất vật liệu

xây dựng, làm đồ gốm; đất xây dựng trụ sở cơ quan). Tuy nhiên, vẫn còn 11/17 loại đất đạt mức thấp hơn so với kế hoạch được phê duyệt, trong đó có những loại đất đạt kết quả rất thấp như: Đất cụm công nghiệp đạt 26,72%, đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp đạt 59,36% và đất an ninh đạt 52,38%. Đất chưa sử dụng được phê duyệt là 1.504,57 ha, thực hiện là 1.505,79 ha, còn 1,22 ha chưa thực hiện do chưa chuyển mục đích sang đất khác.

- Kết quả thực hiện KHSDD năm 2023.

KHSDD năm 2023 được phê duyệt tại Quyết định số 2600/QĐ-UBND [14], kết quả được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thực hiện KHSDD năm 2023

TT	Chỉ tiêu SDD	Mã	Diện tích theo KH (ha)	Kết quả thực hiện (ha)	Độ chênh lệch	
					Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	2	3	4	5	6 = 5 - 4	7 = (5/4) * 100 - 100
	Tổng diện tích tự nhiên		15.779,97	15.779,97	0,00	0,00
1	Đất nông nghiệp	NNP	8.941,13	9.154,38	213,25	2,39
1.1	Đất trồng lúa	LUA	4.704,31	4.851,34	147,03	3,13
1.2	Đất trồng cây hàng năm khác	HNK	1.583,04	1.639,51	56,47	3,57
1.3	Đất trồng cây lâu năm	CLN	322,78	322,78	0,00	0,00
1.4	Đất rừng phòng hộ	RPH	333,74	333,74	0,00	0,00
1.5	Đất rừng đặc dụng	RDD				
1.6	Đất rừng sản xuất	RSX	136,53	136,53	0,00	0,00
1.7	Đất nuôi trồng thủy sản	NTS	939,44	943,58	4,14	0,44
1.8	Đất làm muối	LMU				
1.9	Đất nông nghiệp khác	NKH	921,29	926,90	5,61	0,61
2	Đất phi nông nghiệp	PNN	5.349,40	5.114,83	-234,57	-4,38
2.1	Đất quốc phòng	CQP	34,21	34,21	0,00	0,00
2.2	Đất an ninh	CAN	5,16	2,20	-2,96	-57,36
2.3	Đất khu công nghiệp	SKK				
2.4	Đất cụm công nghiệp	SKN	66,83	43,25	-23,58	-35,28

2.5	Đất thương mại, dịch vụ	TMD	9,38	2,84	-6,54	-69,72
2.6	Đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp	SKC	77,10	27,09	-50,01	-64,86
2.7	Đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản	SKS	39,99	19,75	-20,24	-50,61
2.8	Đất sản xuất vật liệu xây dựng, làm đồ gốm	SKX	6,76	6,76	0,00	0,00
2.9	Đất phát triển hạ tầng cấp quốc gia, cấp tỉnh, cấp huyện, cấp xã	DHT	2.367,21	2.286,91	-80,30	-3,39
2.10	Đất danh lam thắng cảnh	DDL				
2.11	Đất sinh hoạt cộng đồng	DSH				
2.12	Đất khu vui chơi, giải trí công cộng	DKV	4,25	2,76	-1,49	-35,06
2.13	Đất ở tại nông thôn	ONT	2.092,04	2.053,04	-39,00	-1,86
2.14	Đất ở tại đô thị	ODT	176,34	162,53	-13,81	-7,83
2.15	Đất xây dựng trụ sở cơ quan	TSC	17,67	17,80	0,13	0,74
2.16	Đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp	DTS	1,00	1,00	0,00	0,00
2.17	Đất xây dựng cơ sở ngoại giao	DNG				
2.18	Đất tín ngưỡng	TIN	7,01	7,00	-0,01	-0,14
2.19	Đất sông, ngòi, kênh, rạch, suối	SON	347,03	347,26	0,23	0,07
2.20	Đất có mặt nước chuyên dùng	MNC	78,40	77,57	-0,83	-1,06
2.21	Đất phi nông nghiệp khác	PNK	19,02	22,86	3,84	20,19
3	Đất chưa sử dụng	CSD	1.489,44	1.510,76	21,32	1,43

Nguồn: UBND tỉnh Thanh Hóa (2023, 2024) [14, 15].

Bảng 4 cho thấy, chỉ tiêu đất nông nghiệp được duyệt là 8.941,13 ha, thực hiện là 9.154,38 ha, vượt 2,39%, còn 213,25 ha chưa thực hiện. Tỷ lệ này cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (1,86%) [6] và tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (1,52%) [7]. Trong đó, có 4/7 chỉ tiêu vượt KHSDĐ, bao gồm: Đất trồng lúa đạt 103,13%, đất trồng cây hàng năm khác đạt 103,57%, đất nuôi trồng thủy sản đạt 100,44% và đất phi nông nghiệp khác đạt 100,61%. Nguyên nhân là do việc chuyển đổi các nhóm đất này sang phục vụ các nhu cầu sử dụng khác như đất phi nông nghiệp không thực hiện được. Ngoài ra, có 3/7

loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu KH được duyệt (đất rừng phòng hộ, đất rừng sản xuất và đất cây lâu năm).

Đất phi nông nghiệp được duyệt là 5.349,40 ha, thực hiện là 5.114,83 ha, đạt 95,62% kế hoạch, còn 234,57 ha diện tích chưa thực hiện. Tỷ lệ này cao hơn rất nhiều so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (91,7%) [7] và thấp hơn kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (96,03%) [6]. Trong đó, có 3/17 chỉ tiêu vượt KHSDĐ, bao gồm: Đất xây dựng trụ sở cơ quan; đất sông, ngòi, kênh, rạch, suối; đất phi nông nghiệp khác. Ngoài ra, có 3/17 loại đất thực

hiện đạt theo chỉ tiêu kế hoạch được duyệt (đất quốc phòng; đất sản xuất vật liệu xây dựng, làm đồ gốm; đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp). Tuy nhiên, vẫn còn 11/17 loại đất mức đạt thấp hơn so với kế hoạch được phê duyệt, trong đó có những loại đất đạt kết quả rất thấp như: Đất thương mại, dịch vụ đạt 30,28%, đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp đạt 35,14% và đất sử dụng cho

hoạt động khoáng sản đạt 49,39%. Đất chưa sử dụng được phê duyệt là 1.489,44 ha, thực hiện là 1.510,76 ha, còn 21,32 ha chưa thực hiện.

- *Kết quả thực hiện KHSDD năm 2024:*

KHSDD năm 2024 được phê duyệt tại Quyết định số 935/QĐ-UBND [15], kết quả được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thực hiện KHSDD huyện Nga Sơn năm 2024

TT	Chỉ tiêu SDD	Mã	Diện tích theo KH (ha)	Kết quả thực hiện (ha)	Độ chênh lệch	
					Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	2	3	4	5	6 = 5 - 4	7 = (5/4) * 100 -100
	Tổng diện tích tự nhiên		15.779,97	15.775,40	-4,57	-0,03
1	Nhóm đất nông nghiệp	NNP	8.882,20	9.149,20	267,00	3,01
1.1	Đất trồng lúa	LUA	4.668,07	4.846,76	178,69	3,83
1.2	Đất trồng cây hằng năm khác	HNK	1.568,04	1.638,91	70,87	4,52
1.3	Đất trồng cây lâu năm	CLN	321,60	322,78	1,18	0,37
1.4	Đất rừng đặc dụng	RDD				
1.5	Đất rừng phòng hộ	RPH	333,74	333,74	0,00	0,00
1.6	Đất rừng sản xuất	RSX	136,53	136,53	0,00	0,00
1.7	Đất nuôi trồng thủy sản	NTS	933,36	943,58	10,22	1,09
1.8	Đất chăn nuôi tập trung	CNT				
1.9	Đất làm muối	LMU				
1.10	Đất nông nghiệp khác	NKH	920,86	926,90	6,04	0,66
2	Nhóm đất phi nông nghiệp	PNN	5.406,10	5.115,44	-290,66	-5,38
2.1	Đất ở tại nông thôn	ONT	2.089,16	2.053,04	-36,12	-1,73
2.2	Đất ở tại đô thị	ODT	176,36	162,53	-13,83	-7,84
2.3	Đất xây dựng trụ sở cơ quan	TSC	17,74	17,80	0,06	0,34
2.4	Đất quốc phòng	CQP	34,21	34,21	0,00	0,00
2.5	Đất an ninh	CAN	4,00	2,20	-1,80	-45,00
2.6	Đất xây dựng công trình sự nghiệp	DSN	156,02	149,29	-6,73	-4,31
2.7	Đất sản xuất, kinh doanh phi nông nghiệp	CSK	267,31	104,26	-163,05	-61,00

2.8	Đất sử dụng vào mục đích công cộng	CCC	1.955,56	1.888,34	-67,22	-3,44
2.9	Đất tôn giáo	TON	14,49	13,51	-0,98	-6,76
2.10	Đất tín ngưỡng	TIN	7,00	7,00	0,00	0,00
2.11	Đất nghĩa trang, nhà tang lễ, cơ sở hỏa táng; đất cơ sở lưu giữ tro cốt	NTD	241,39	240,14	-1,25	-0,52
2.12	Đất có mặt nước chuyên dùng	TVC	423,84	424,83	0,99	0,23
2.13	Đất phi nông nghiệp khác	PNK	19,02	22,86	3,84	20,19
3	Nhóm đất chưa sử dụng	CSD	1.491,67	1.510,76	19,09	1,28

Nguồn: UBND tỉnh Thanh Hóa (2024, 2025) [11, 15].

Bảng 5 cho thấy, chỉ tiêu đất nông nghiệp được duyệt là 8.882,20 ha, thực hiện là 9.149,20 ha, vượt 3,01%, còn 267,00 ha chưa thực hiện. Tỷ lệ này cao hơn mức 2,10% tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An [6]. Trong đó, có 5 chỉ tiêu vượt KHSĐĐ, bao gồm: Đất trồng lúa đạt 103,83%, đất trồng cây hàng năm khác đạt 104,52%, đất nuôi trồng thủy sản đạt 101,09%, đất trồng cây lâu năm đạt 100,37% và đất phi nông nghiệp khác đạt 100,66%. Nguyên nhân là do việc chuyển đổi các nhóm đất này sang phục vụ các nhu cầu sử dụng khác như đất phi nông nghiệp không thực hiện được. Ngoài ra, có 2 loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu kế hoạch được duyệt (đất rừng phòng hộ, đất rừng sản xuất).

Đất phi nông nghiệp được duyệt là 5.406,10 ha, thực hiện là 5.115,44 ha, đạt 94,62% kế hoạch, còn 290,66 ha diện tích chưa thực hiện. Tỷ lệ này tương đồng với mức 94,81% trong kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An [6]. Trong

đó, có 3 chỉ tiêu vượt KHSĐĐ, bao gồm: Đất xây dựng trụ sở cơ quan, đất có mặt nước chuyên dùng, đất phi nông nghiệp khác. Ngoài ra, có 2 loại đất thực hiện đạt theo chỉ tiêu kế hoạch được duyệt (đất quốc phòng, đất tín ngưỡng). Tuy nhiên, vẫn còn 8 loại đất mức đạt thấp hơn so với kế hoạch được phê duyệt, trong đó có những loại đất đạt kết quả rất thấp như: Đất sản xuất, kinh doanh phi nông nghiệp đạt 39,00% và đất an ninh đạt 55,00%. Đất chưa sử dụng được phê duyệt là 1.491,67 ha, thực hiện là 1.510,76 ha, còn 19,09 ha chưa thực hiện do chưa chuyển mục đích sang đất khác.

3.2.3. Kết quả thực hiện các công trình, dự án trong KHSĐĐ giai đoạn 2021 - 2024

Kết quả thực hiện các công trình, dự án trong KHSĐĐ giai đoạn 2021 - 2024 được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Kết quả thực hiện công trình, dự án trong KHSĐĐ giai đoạn 2021 - 2024

Tiêu chí	Năm 2021		Năm 2022		Năm 2023		Năm 2024		2021-2024	
	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)
1. Số công trình, dự án trong KHSĐĐ được phê duyệt	130	100	140	100	167	100	169	100	606	100
- Công trình, dự án đã thực hiện	23	17,69	9	6,43	11	6,59	16	9,47	59	9,74
- Công trình, dự án	87	66,92	128	91,43	149	89,22	153	90,53	517	85,31

chuyển tiếp										
- Công trình hủy bỏ	20	15,38	3	2,14	7	4,19	0	0,00	30	4,95
2. Diện tích được duyệt (ha)	343,87	100	254,65	100	285,57	100	363,99	100	1.248,08	100
- Công trình, dự án đã thực hiện	50,64	14,73	18,96	7,45	62,25	21,80	117,6	32,31	249,45	19,99
- Công trình, dự án chuyển tiếp	267,10	77,67	232,15	91,16	219,07	76,71	246,39	67,69	964,71	77,30
- Diện tích hủy bỏ	26,13	7,60	3,54	1,39	4,25	1,49	0	0,00	33,92	2,72

Bảng 6 cho thấy, giai đoạn 2021 - 2024 có tổng số 606 công trình, dự án, trong đó 59 công trình, dự án chiếm 9,74% đã thực hiện, 517 công trình, dự án chiếm 85,31% chuyển tiếp, 30 công trình, dự án chiếm 4,95% hủy bỏ. Năm 2021, số lượng công trình, dự án đã thực hiện lớn nhất trong giai đoạn 2021 - 2024 với 23 công trình, chiếm 17,69% tổng số công trình được phê duyệt; số lượng công trình, dự án chuyển tiếp nhỏ nhất với 87 công trình, chiếm 66,92% tổng số công trình được phê duyệt; số công trình bị hủy bỏ là cao nhất với 20 công trình, chiếm 15,38%. Năm 2024, số lượng công trình, dự án chuyển tiếp lớn trong giai đoạn 2021 - 2024 với 153 công trình, chiếm 90,53% tổng số công trình phê duyệt, không có công trình bị hủy bỏ.

Về diện tích các dự án thực hiện trong KHSDĐ: Giai đoạn 2021 - 2024, tổng diện tích được duyệt là 1.248,08 ha (trong đó 249,45 ha,

chiếm 19,19% đã thực hiện; 964,71 ha, chiếm 77,30 chuyển tiếp; 33,92 ha, chiếm 2,72% hủy bỏ). Năm 2024, diện tích các dự án đã thực hiện lớn nhất trong giai đoạn 2021 - 2024 với 117,6 ha, chiếm 32,31% tổng số diện tích được phê duyệt; diện tích các dự án chuyển tiếp với 246 ha, chiếm 67,69% tổng số diện tích được phê duyệt; không có diện tích hủy bỏ. Năm 2022 có diện tích thực hiện nhỏ nhất với 18,96 ha, chiếm 7,45% diện tích được phê duyệt. Năm 2021 có diện tích các dự án bị hủy bỏ nhiều nhất với 26,13 ha, chiếm 7,60% tổng diện tích được phê duyệt.

3.3. Đánh giá thực hiện QHKHSDĐ

3.3.1. Đánh giá chung về kết quả thực hiện các chỉ tiêu SĐĐ

Kết quả thực hiện các chỉ tiêu SĐĐ theo mức độ chênh lệch về diện tích được thể hiện ở bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thực hiện các chỉ tiêu SĐĐ theo mức độ chênh lệch về diện tích

DVT: Số chỉ tiêu SĐĐ.

Chỉ tiêu SĐĐ	Trung bình nhóm đất	$ldl < 10\%$	$10\% \leq ldl < 20\%$	$20\% \leq ldl < 30\%$	$30\% \leq ldl < 40\%$	$ldl \geq 40\%$	Tổng số
	(%)	Rất tốt	Tốt	Trung bình	Kém	Rất kém	
Năm 2021		17	3	0	0	5	25
Tỉ lệ (%)		68,00	12,00	0,00	0,00	20,00	100
Đất nông nghiệp	3,44	7	0	0	0	0	7
Đất phi nông nghiệp	-5,89	9	3	0	0	5	17

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

Đất chưa sử dụng	0,79	1	0	0	0	0	1
Năm 2022		21	0	0	0	4	25
Tỉ lệ (%)		84,00	0,00	0,00	0,00	16,00	100
Đất nông nghiệp	2,09	7	0	0	0	0	7
Đất phi nông nghiệp	-3,57	13	0	0	0	4	17
Đất chưa sử dụng	0,08	1	0	0	0	0	1
Năm 2023		18	0	1	2	4	25
Tỉ lệ (%)		72,00	0,00	4,00	8,00	16,00	100
Đất nông nghiệp	2,39	7	0	0	0	0	7
Đất phi nông nghiệp	-4,38	10	0	1	2	4	17
Đất chưa sử dụng	1,43	1	0	0	0	0	1
Năm 2024		18	1	0	0	2	21
Tỉ lệ (%)		85,71	4,76	0,00	0,00	9,52	100
Đất nông nghiệp	3,01	7	0	0	0	0	7
Đất phi nông nghiệp	-5,38	10	1	0	0	2	13
Đất chưa sử dụng	1,28	1	0	0	0	0	1
Giai đoạn 2021 - 2024		74	4	1	2	15	96
Tỉ lệ (%)		77,08	4,17	1,04	2,08	15,63	100

Bảng 7 cho thấy, giai đoạn 2021 - 2024, xét tổng số 96 chỉ tiêu SĐĐ có 74 chỉ tiêu (chiếm 77,08%) đạt mức thực hiện rất tốt ($|\text{dl}| < 10\%$ so với KHSDĐ), bao gồm 28 chỉ tiêu đất nông nghiệp, 42 chỉ tiêu đất phi nông nghiệp và 4 chỉ tiêu đất chưa sử dụng. Kết quả này cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (71,79%) [7], nhưng thấp hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An [6]. Có 4 chỉ tiêu đạt mức tốt (chiếm 4,17%), bao gồm 4

chỉ tiêu thuộc đất phi nông nghiệp. Có 01 chỉ tiêu ở mức trung bình, 02 chỉ tiêu ở mức kém và 15 chỉ tiêu ở mức rất kém ($|\text{dl}| \geq 40\%$), chiếm 15,63% tổng số chỉ tiêu đánh giá, 100% thuộc đất phi nông nghiệp. Tỷ lệ chỉ tiêu SĐĐ thực hiện ở mức rất kém tại huyện Nga Sơn, tỉnh Thanh Hoá cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (6,48%) [6] và tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (11,54%) [7]. Năm 2024 có số chỉ tiêu SĐĐ thực hiện rất tốt, chiếm tỷ lệ cao nhất (chiếm

85,71% tổng số chỉ tiêu SDĐ), trong đó có 7 chỉ tiêu đất nông nghiệp, 10 chỉ tiêu đất phi nông nghiệp và 1 chỉ tiêu đất chưa sử dụng. Năm 2021 có số chỉ tiêu thực hiện ở mức rất kém chiếm tỷ cao nhất so với các năm khác (chiếm 20%), trong đó có 5 chỉ tiêu đất phi nông nghiệp.

Bảng 8. Đánh giá của công chức, viên chức về lập và thực hiện KHSDD

Tiêu chí đánh giá	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao	Điểm trung bình	Mức đánh giá
1. Sự quan tâm của các cấp, các ngành với KHSDD	0	0	3	10	17	4,47	Rất tốt
2. Sự phối hợp trong quá trình lập KHSDD	0	0	4	10	16	4,40	Rất tốt
3. Công khai KHSDD	0	0	5	13	12	4,23	Rất tốt
4. Sự phù hợp của KHSDD với sự phát triển của địa phương	0	0	10	13	7	3,90	Tốt
5. Sự phối hợp trong thực hiện KHSDD	0	1	10	9	10	3,93	Tốt
6. Quản lý việc thực hiện KHSDD	0	0	10	11	9	3,97	Tốt
7. Tiến độ thực hiện KHSDD	0	2	10	11	7	3,77	Tốt
8. Kết quả thực hiện KHSDD	0	2	9	9	10	3,90	Tốt
Đánh giá chung	0	5	61	86	88	4,07	Tốt

Ghi chú: Trung bình chung: Rất cao/rất tốt: $DTB \geq 4,20$; cao/tốt: $3,40 \leq DTB < 4,20$; trung bình: $2,60 \leq DTB < 3,40$; thấp/kém: $1,80 \leq DTB < 2,60$; rất thấp/rất kém: $DTB < 1,80$.

Bảng 8 cho thấy: Việc thực hiện QHKHSDD huyện Nga Sơn được đánh giá ở mức tốt với điểm trung bình chung là 4,07 điểm, điểm trung bình chung này cao hơn so với kết quả nghiên cứu tại huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An (3,75 điểm) [6] và kết quả nghiên cứu tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (3,9 điểm) [7]. Có 3/8 tiêu chí được đánh giá ở mức rất tốt, đó là tiêu chí sự quan tâm của các cấp, các ngành với KHSDD, tiêu chí sự phối hợp trong quá trình lập KHSDD, tiêu chí công khai KHSDD. Trong đó, tiêu chí sự quan tâm của các cấp, các ngành với KHSDD được đánh giá ở mức rất tốt, cao hơn so với mức đánh giá trong kết quả nghiên cứu tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (đánh giá ở mức tốt, 3,82 điểm) [7]. Có 5/8 tiêu chí được đánh giá ở mức tốt, bao gồm các tiêu chí: Sự phù hợp của KHSDD với sự phát triển của địa phương, sự phối hợp trong thực hiện KHSDD, quản lý việc thực hiện KHSDD, tiến độ thực hiện KHSDD, kết quả thực hiện KHSDD. Tiêu chí quản lý việc thực hiện KHSDD tại huyện Nga Sơn được

3.3.2. Đánh giá của công chức, viên chức về kết quả thực hiện QHKHSDD

Kết quả đánh giá của công chức, viên chức về lập và thực hiện KHSDD được thể hiện ở bảng 8.

đánh giá ở mức tốt, tương đồng với mức đánh giá trong kết quả nghiên cứu tại huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình (3,92 điểm) [7].

3.4. Một số giải pháp nâng cao hiệu quả thực hiện QHKHSDD

Để đảm bảo tiến độ lập và thực hiện QHKHSDD, cần có quy định chi tiết về thời hạn và trách nhiệm của các cơ quan trong việc lập, thẩm định, phê duyệt, công bố và giám sát thực hiện phương án QHKHSDD. Song song đó, cần duy trì, tăng cường sự quan tâm, chỉ đạo của các cấp đến công tác lập và thực hiện QHKHSDD; đặc biệt, tăng cường sự phối hợp của các bên liên quan. Đảm bảo phương án QHKHSDD phải thể hiện được tính khoa học, tính thời sự, vai trò điều tiết vĩ mô, tầm nhìn dài hạn và có sự tham gia lấy ý kiến rộng rãi của cộng đồng. Đây được coi là nhiệm vụ và giải pháp trọng tâm trong giai đoạn tới [2].

Để thuận lợi trong giám sát và đánh giá phương án QHKHSDD, cần có quy định chi tiết và

thống nhất các chỉ tiêu SĐĐ trong thống kê, kiểm kê đất đai và trong QHKHSDĐ.

Phân loại và lựa chọn những chỉ tiêu SĐĐ dựa trên kết quả đánh giá thực trạng phát triển KTXH và đánh giá tiềm năng đất đai, đảm bảo tính đồng bộ và thống nhất với QH của các ngành, các cấp sẽ giúp nâng cao chất lượng phương án QHKHSDĐ (dự báo nhu cầu, sự đồng bộ, tính chi tiết, liên kết vùng, lựa chọn công trình dự án, chỉ tiêu SĐĐ phù hợp...).

Tăng cường quản lý việc thực hiện QHKHSDĐ kết hợp với rà soát, đánh giá, phân loại và xử lý kịp thời những dự án công trình chưa thực hiện cũng như các vi phạm liên quan đến QHKHSDĐ. Tạo điều kiện thuận lợi và cơ chế linh hoạt để huy động vốn đầu tư từ các thành phần kinh tế. hài hòa lợi ích trong SĐĐ giữa các bên có liên quan trên cơ sở lấy lợi ích chung, lợi ích lâu dài làm nền tảng.

Tăng cường tuyên truyền phổ biến pháp luật về đất đai đến người dân; tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong lập, thực hiện và giám sát việc thực hiện QHKHSDĐ; làm rõ quy định về tiếp thu, giải trình ý kiến góp ý của nhân dân. Tăng cường thanh tra, kiểm tra để kịp thời phát hiện và có biện pháp xử lý nghiêm minh đối với các trường hợp cố tình SĐĐ không đúng quy hoạch.

Tăng cường, củng cố hệ thống cơ sở dữ liệu đất đai tổng thể đáp ứng nhu cầu cập nhật, khai thác các thông tin đất đai cho các đối tượng SĐĐ. Ứng dụng công nghệ thông tin trong lập và giám sát thực hiện quy hoạch.

4. KẾT LUẬN

Huyện Nga Sơn, tỉnh Thanh Hoá có tổng DTTN là 15.775,40 ha; trong đó đất nông nghiệp là 9.149,20 ha, chiếm 58,00%; đất phi nông nghiệp là 5.115,44 ha, chiếm 32,43%; đất chưa sử dụng là 1.510,76 ha chiếm 9,58%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hầu hết phương án QHKHSDĐ được duyệt rất chậm so với kế hoạch. Các chỉ tiêu SĐĐ khác nhau trong các phương án QHSDĐ của các giai đoạn. Kết quả thực hiện KHSDĐ hàng năm đều có một đặc điểm chung là đất nông nghiệp và đất chưa sử dụng thực hiện cao hơn so với kế hoạch và đất phi nông nghiệp thực hiện thấp hơn so với kế

hoạch được duyệt. Trong tổng số 96 chỉ tiêu SĐĐ, có 74 chỉ tiêu (chiếm 77,08%) đạt mức thực hiện rất tốt (28 chỉ tiêu đất nông nghiệp, 42 chỉ tiêu đất phi nông nghiệp, 4 chỉ tiêu đất chưa sử dụng). Có tới 15 chỉ tiêu SĐĐ (chiếm 15,63%) thực hiện ở mức rất kém (100% là đất phi nông nghiệp). Kết quả điều tra 30 cán bộ cho thấy, trong 8 tiêu chí có 3 tiêu chí được đánh giá ở mức rất tốt; 5 tiêu chí ở mức tốt.

Để nâng cao hiệu quả thực hiện QHKHSDĐ, cần có quy định cụ thể về thời hạn và trách nhiệm trong lập và thực hiện QHKHSDĐ; thống nhất các chỉ tiêu SĐĐ; nâng cao chất lượng phương án QHKHSDĐ; huy động vốn đầu tư; tăng cường sự tham gia của người dân; tăng cường quản lý thực hiện QHKHSDĐ; hoàn thiện hệ thống cơ sở dữ liệu đất đai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quốc hội (2024). *Luật Đất đai năm 2024*. Nxb Chính trị Quốc gia Sự thật.
2. Ban Chấp hành Trung ương Đảng (2022). *Nghị quyết số 18-NQ/TW ngày 16/6/2022 về tiếp tục đổi mới, hoàn thiện thể chế, chính sách, nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý và sử dụng đất, tạo động lực đưa nước ta trở thành nước phát triển có thu nhập cao*.
3. Đỗ Thị Tâm, Đỗ Đình Hiệu, Trương Đỗ Thủy Linh, Nguyễn Thị Hồng Hạnh (2023). Đánh giá công tác lập và thực hiện QH, KHSDĐ cấp huyện: Trường hợp nghiên cứu tại huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 12 (4): 145 – 156.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022). *Báo cáo số 115/BC-BTNMT ngày 26/9/2022 về đánh giá tình hình thi hành Luật Đất đai 2013 và định hướng sửa đổi Luật Đất đai*.
5. UBND tỉnh Thanh Hóa (2021). *Quyết định số 3770/QĐ-UBND ngày 28/9/2021 về việc phê duyệt Quy hoạch sử dụng đất thời kỳ 2021 - 2030 và Kế hoạch sử dụng đất năm 2021 huyện Nga Sơn*.
6. Đỗ Thị Tâm, Trần Mạnh Đoàn, Xuân Thị Thu Thảo, Nguyễn Thị Ngọc Anh, Trương Đỗ Thủy Linh, Nguyễn Thị Hồng Hạnh (2025). Đánh giá kết quả thực hiện kế hoạch sử dụng đất hàng năm

huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 14(4): 126 - 137. <https://doi.org/10.55250/Jo.vnuf.14.4.2025.126-137>.

7. Nguyễn Đình Trung, Trần Trọng Phương, Chu Minh Thịnh (2025). Đánh giá kết quả thực hiện KHSDĐ hàng năm huyện Nho quan, tỉnh Ninh Bình. *Tạp chí Khoa học Đất*, 80, 127 - 133.

8. Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. New York University, USA: Archives of Psychology.

9. Hoàng Trọng, Chu Nguyễn Mộng Ngọc (2008). *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS*. Nxb Thống kê. Hà Nội.

10. UBND huyện Nga Sơn (2024). *Báo cáo tình hình kinh tế - xã hội năm 2024; kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội năm 2025 của huyện Nga Sơn*.

11. UBND tỉnh Thanh Hóa (2025). *Quyết định số 776/QĐ-UBND ngày 12/3/2025 về việc phê*

duyet KHSDĐ năm 2025 huyện Nga Sơn.

12. UBND tỉnh Thanh Hóa (2022). *Quyết định số 3614/QĐ-UBND ngày 26/10/2022 về việc phê duyệt kế hoạch sử dụng đất năm 2022 huyện Nga Sơn*.

13. Chính phủ (2024). *Nghị định số 102/2024/NĐ-CP ngày 30/7/2024 quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Đất đai*.

14. UBND tỉnh Thanh Hóa (2023). *Quyết định số 2600/QĐ-UBND ngày 20/7/2023 về việc phê duyệt Điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất thời kỳ 2021 - 2030 và Kế hoạch sử dụng đất năm 2023 huyện Nga Sơn*.

15. UBND Tỉnh Thanh Hóa (2024). *Quyết định số 935/QĐ-UBND ngày 07/3/2024 về việc phê duyệt Kế hoạch sử dụng đất năm 2024 huyện Nga Sơn*.

EVALUATION OF THE RESULTS OF IMPLEMENTATION OF ANNUAL LAND USE PLANNING AND PLANS IN NGA SON DISTRICT, THANH HOA PROVINCE FOR THE PERIOD 2021 - 2024

Nguyen Dinh Trung¹, Nguyen Quang Thi²

¹*Vietnam National University of Agriculture*

²*Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry*

Abstract

The study aims to assess the current situation and propose solutions to improve the effectiveness of implementing land use planning and plans for the period 2021 - 2024 in Nga Son district (now the communes: Nga Son, Nga Thang, Ho Vuong, Tan Tien, Nga An, Ba Dinh, Thanh Hoa province). The research methods used are: secondary investigation, primary investigation, assessment according to Likert's 5-level scale, assessment according to land use indicators and results of implementing works and projects. The research results show that land use planning and plans are approved very slowly compared to regulations; the names of land use indicators between periods are very different. There are 74/96 land use indicators (accounting for 77.08%) with very good implementation (28 agricultural land indicators, 42 non-agricultural land indicators, 4 unused land indicators). Up to 15 land use indicators (accounting for 15.63%) are implemented at a very poor level (100% is non-agricultural land). The survey results of 30 officials showed that 3/8 criteria were assessed at a very good level; 5 criteria at a good level. From there, solutions were proposed to improve the effectiveness of planning and implementing land use plans.

Keywords: *Land use indicators, land use planning, Nga Son district, land management.*

Ngày nhận bài: 18/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 30/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 5/8/2025

Ngày duyệt đăng: 29/9/2025

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