

p-ISSN 1859-4581

e-ISSN 2815-6153

Tạp chí

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

*Science and Technology Journal
of Agriculture & Rural Development*
MINISTRY OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

Tạp chí Khoa học và Công nghệ
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

8
2025

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Editorial Committee

1. CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

PHÙNG ĐỨC TIỀN

Bộ Nông nghiệp và PTNT

2. PHÓ CHỦ TỊCH KIỂM TÒNG THƯ KÝ HỘI ĐỒNG:

NGUYỄN THỊ THANH THỦY

Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Tạp chí Nông nghiệp và PTNT

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
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

p-ISSN 1859-4581
e-ISSN 2815-6153

NĂM THỨ HAI MƯƠI LĂM

SỐ 503 NĂM 2025
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP
TS. ĐÀO XUÂN HƯNG
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. DƯƠNG THANH HẢI
ThS. TRẦN THỊ CẨM THÚY
ThS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinmnt@mae.gov.vn
Website: www.tapchinongnghiep.vn

Giấy phép số:
114/GP - BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 6 tháng 4 năm 2023

Chế bản tại Tạp chí Nông nghiệp và
PTNT. In tại Công ty CP Khoa học
và Công nghệ Hoàng Quốc Việt

Phát hành qua mạng lưới
Bưu điện Việt Nam; mã ấn phẩm
C138; Hotline 1800.585855

MỤC LỤC

❑	TRẦN ĐÌNH HÀ, ĐÀO THỊ THANH HUYỀN, LÊ THỊ KIỀU OANH, ĐÀO THANH VÂN, NGÔ XUÂN BÌNH, NGUYỄN TRỊNH HOÀNG ANH, NGUYỄN VĂN HỒNG. Nghiên cứu và bình tuyển cây đầu dòng giống đào Tiên Pắc Á tại tỉnh Bắc Kạn	3-14
❑	BÙI THỊ XUÂN, TÔ THỊ NGÂN, NGUYỄN ĐỨC MẠNH, HOÀNG THỊ TUYẾT, NGUYỄN VĂN TÂM. Đánh giá đặc điểm nông sinh học và năng suất của các dòng mướp đắng rừng (<i>Momordica charantia</i> L.) tại huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phúc	15-25
❑	HOÀNG ANH TUẤN, ĐOÀN THỊ LÝ, ĐÀO UYÊN TRẦN ĐA, LÂM THANH TÙNG, PHAN THỊ HỒNG THỦY. Thành phần bệnh hại và diễn biến bệnh phấn trắng (<i>Erysiphe cichoracearum</i>), bệnh giả sương mai (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) trên cây dưa lưới trồng trong nhà màng tại một số tỉnh phía Nam	26-33
❑	TRỊNH THỊ SEN, TRẦN VĂN TÝ. Nghiên cứu biện pháp kỹ thuật bón phân và mật độ trồng đến sinh trưởng, năng suất và hiệu quả kinh tế trong sản xuất đậu đen xanh lòng (<i>Vigna unguiculata</i> subsp. <i>Cylindrica</i> (L.) verdc)	34-43
❑	TRẦN THỊ THIÊM, NGUYỄN THỊ LOAN. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến sinh trưởng và năng suất cây đậu bắp	44-50
❑	NGUYỄN THỊ THANH MAI, LÊ THẾ HOÀI, NGUYỄN THỊ HỒNG HẠNH. Phân lập một số flavonoid từ loài Vảy ốc (<i>Ficus pumila</i> L.) ở Việt Nam, bào chế và đánh giá hoạt tính kháng viêm, chống oxy hóa <i>in vitro</i> của viên hoàn mềm từ dược liệu Vảy ốc, Thổ phục linh, Thạch thiềm thử	51-60
❑	DƯƠNG THỊ PHƯỢNG LIÊN, NGUYỄN THỊ THU THỦY. Nghiên cứu ứng dụng lên men bằng nấm men cố định trên giá thể alginate trong quy trình sấy bột quả thần kỳ (<i>Synsepalum dulcificum</i>)	61-71
❑	NGÔ VĂN MẠNH, LÊ MINH HOÀNG. Ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia đến tăng trưởng, tỷ lệ sống, tần số hô hấp và tỉ lệ dị hình của cá hồng Mỹ (<i>Sciaenops ocellatus</i>) giai đoạn giống	72-82
❑	PHAN XUÂN LỢI, NGUYỄN TRƯỜNG THÀNH, KIM LAVANE. Nghiên cứu cấp khí bằng ống venturi vào bể bùn hoạt tính theo mẻ để xử lý nước thải sinh hoạt	83-90
❑	ĐẶNG THÁI DƯƠNG, ĐẶNG THÁI HOÀNG. Nghiên cứu đánh giá khả năng phòng hộ cải thiện môi trường của rừng trồng Trầu (<i>Vernicia montana</i> Lour.) hỗn loài tại tỉnh Quảng Trị	91-100

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND RURAL
DEVELOPMENT**

**p-ISSN 1859-4581
e-ISSN 2815-6153**

**THE TWENTY FIFTH YEAR
No. 503 - 2025**

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

**Deputy Editor-in-Chief
Dr. DUONG THANH HAI
MS. TRAN THI CAM THUY
MS. KIEU DANG TUYET
Tel: 024.38345457**

**Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Badinh - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinmt@mae.gov.vn
Website:www.tapchinongnghiep.vn**

License No.114/GP - BTTTT issued
by the Ministry of Information and
Communication on April 6, 2023

Printing in Hoang Quoc Viet
technology and science
joint stock company

CONTENTS

❑	TRAN DINH HA, DAO THI THANH HUYEN, LE THI KIEU OANH, DAO THANH VAN, NGO XUAN BINH, NGUYEN TRINH HOANG ANH, NGUYEN VAN HONG. Researching and selecting the mother trees of "Tien Pac A" peach variety in Bac Kan province	3-14
❑	BUI THI XUAN, TO THI NGAN, NGUYEN DUC MANH, HOANG THI TUYET, NGUYEN VAN TAM. Assessment of agro - biological characteristics and yield of bitter gourd (<i>Momordica charantia</i> L.) line in Tam Dao district, Vinh Phuc province	15-25
❑	HOANG ANH TUAN, DOAN THI LY, DAO UYEN TRAN DA, LAM THANH TUNG, PHAN THI HONG THUY. Disease composition and development of powdery mildew (<i>Erysiphe cichoracearum</i>) and downy mildew (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) on cantaloupe cultivated in greenhouses in some southern provinces of Vietnam	26-33
❑	TRINH THI SEN, TRAN VAN TY. Reserach on technical methods of fertilizer and planting density on the growth, yield and economic efficiency in the production of green kernel black bean (<i>Vigna unguiculata</i> subsp. <i>Cylindrica</i> (L.) verdc)	34-43
❑	TRAN THI THIEM, NGUYEN THI LOAN. Effects of soil - appied organic fertilizer combined with foliar organic fertilizer on growth and yield of okra	44-50
❑	NGUYEN THI THANH MAI, LE THI HOAI, NGUYEN THI HONG HANH. Isolation of some flavonoids from <i>Ficus pumila</i> L. in Viet Nam, preparation and evaluation of <i>in vitro</i> anti - inflammatory, antioxidant activity of herbal pills from <i>Ficus pumila</i> L., <i>Smilax glabra</i> Roxb, <i>Stephania dielsiana</i> Y. C. Wu	51-60
❑	DUONG THI PHUONG LIEN, NGUYEN THI THU THUY. Studying on the fermentation using immobilized yeast in alginate gel in the drying process of miracle fruit powder (<i>Synsepalum dulcificum</i>)	61-71
❑	NGO VAN MANH, LE MINH HOANG. Effects of temperature and ammonia on growth, survival rate, respiratory rate, and deformity rate of juvenile red drum (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	72-82
❑	PHAM XUAN LOI, NGUYEN TRUONG THANH, KIM LAVANE. Using venturi tube for air supply in sequencing batch bioreactor to treat domestic wastewater	83-90
❑	DANG THAI DUONG, DANG THAI HOANG. Study on evaluation of the environmental protection and improvement capacity of <i>Vernicia montana</i> Lour forests in Quang Tri province	91-100

NGHIÊN CỨU VÀ BÌNH TUYỂN CÂY ĐÀU DÒNG GIỐNG ĐÀO TIỀN PẮC Á TẠI TỈNH BẮC KẠN

Trần Đình Hà¹, Đào Thị Thanh Huyền¹, Lê Thị Kiều Oanh¹,
Đào Thanh Vân¹, Ngô Xuân Bình¹, Nguyễn Trinh Hoàng Anh², Nguyễn Văn Hồng^{1,*}

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

² Bộ Khoa học và Công nghệ

*Email: nguyenvanhong@tuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Đào Tiên Pắc Á là giống đào bản địa tại huyện Ngân Sơn, tỉnh Bắc Kạn. Cây sinh trưởng khỏe, hoa kích thước lớn, 5 cánh đơn, màu hồng đậm, nở đầu tháng 3 dương lịch. Quả chín cuối tháng 7, kích thước khá lớn, mẫu mã và chất lượng khá. Qua bình tuyển 3 năm (2021 - 2023), đã tuyển chọn và công nhận được 15 cây đầu dòng. Các cây đầu dòng có tuổi từ 15 - 17 năm, được trồng từ hạt, ra hoa quả ổn định, năng suất quả trung bình 39,8 - 49,7 kg/cây/năm, khối lượng quả 103,1 - 109,5 g/quả. Quả có dạng hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả có đám hồng đỏ có lớp lông mịn. Tỷ lệ ăn được trên 75%, thịt quả giòn và chắc, vị quả ngọt thanh, ít chát, có mùi thơm đặc trưng, độ Brix từ 11,02 - 12,20%, hàm lượng đường tổng số 8,68 - 9,11%, vitamin C từ 13,37 - 16,59 mg/100 g, axit tổng số 0,61 - 0,64%, tanin 0,27 - 0,30%.

Từ khóa: Cây đầu dòng, chất lượng quả, đào Tiên Pắc Á năng suất quả, tuyển chọn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây đào (*Prunus persica*) là cây ăn quả ôn đới có giá trị sử dụng đa tác dụng như: Sản xuất quả, hoa, tạo cảnh quan. Hoa đào đẹp thường nở mùa xuân, dịp tết nên được người dân trồng như một loại cây cảnh gắn với văn hoá dân tộc Việt Nam. Một số giống đào có khối lượng quả lớn, mẫu mã đẹp, mùi thơm đặc trưng, chứa nhiều thành phần dinh dưỡng, chất khoáng, vitamin nên được sử dụng ăn tươi hoặc chế biến thành các loại đồ uống. Với đào lấy quả, yêu cầu mức độ lạnh cao hơn đào lấy hoa, do vậy thường được trồng ở các khu vực vùng cao miền núi ở một số tỉnh như: Lào Cai, Sơn La, Hà Giang, Lạng Sơn, Bắc Kạn. Một số giống đào địa phương có đặc tính tốt được quan tâm khai thác, bảo tồn và phát triển như: Đào H'Mông ở khu vực Tây Bắc (tỉnh Điện Biên và Sơn La) [1], giống đào Mẫu Sơn, tỉnh Lạng Sơn [2]. Ngoài ra có một số giống đào quả được nhập nội từ: Trung Quốc, Pháp, Australia... [3].

Tỉnh Bắc Kạn có điều kiện tự nhiên khí hậu, đất đai phù hợp cho cây ăn quả ôn đới nói chung và cây đào ăn quả nói riêng [4]. Một số giống đào

bản địa như: Tiên Pắc Á, huyện Ngân Sơn; đào sớm Địa Linh, huyện Ba Bể; đào Toáng, huyện Chợ Đồn có năng suất quả cao, chất lượng khá tốt, mẫu quả đẹp được một số người dân địa phương tự trồng cho hiệu quả kinh tế cao. Tuy nhiên, do quy mô sản xuất còn nhỏ, công tác nhân giống chưa được quan tâm, chưa tuyển chọn được cây đầu dòng để nhân giống, quản lý giống chưa chặt chẽ và canh tác theo kinh nghiệm nên các giống đào này có nguy cơ ngày càng thoái hóa. Chính vì vậy, việc nghiên cứu và bình tuyển cây đầu dòng giống đào Tiên Pắc Á tại tỉnh Bắc Kạn là cần thiết.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Giống đào Tiên Pắc Á (còn gọi là đào Tiên Pắc Á) là giống bản địa được trồng tại khu Pắc Á, thị trấn Nà Phặc, huyện Ngân Sơn, tỉnh Bắc Kạn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Xây dựng bộ tiêu chí tuyển chọn cây đầu dòng:* Căn cứ kết quả điều tra, đánh giá thực trạng sản xuất, giá trị và tiềm năng phát triển của nguồn gen đào Tiên Pắc Á của đề tài; các tiêu chí quy

định về cây đào đầu dòng theo Hướng dẫn số 2513/HD – SNN của Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Bắc Kạn (2020) [5]. Phiếu mô tả và đánh giá ban đầu nguồn gen đào theo tài liệu của Trung tâm Tài nguyên thực vật (2022) [6], tiến hành xây dựng bộ tiêu chí tuyển chọn cây đầu dòng với 30

chỉ tiêu: Lý lịch cây, đặc điểm hình thái quả, sinh trưởng và sâu, bệnh hại; khả năng ra hoa, quả; chất lượng quả, làm căn cứ đánh giá trong quá trình tuyển chọn cây đầu dòng, các chỉ tiêu được đánh giá điểm với tổng số điểm tối đa 200.

Bảng 1. Bộ tiêu chí tuyển chọn cây đầu dòng đào Tiên Pắc Á

TT	Các tiêu chí	Tiêu chí cần đạt	Mã số tiêu chí (TC)
I	Lý lịch cây		
1	Tuổi cây	≥ 8 năm	TC1
2	Hình thức nhân giống	Cây được nhân giống từ hạt/ghép	TC2
3	Độ cao nơi cây mọc	500 - 600 m so với mực nước biển	TC3
II	Đặc điểm hình thái quả		
	Quả khi chín	Kích thước quả trung bình: ≥ 5 cm	TC4
		Hình dạng quả: Hình trứng (cầu thon)	TC5
		Màu sắc vỏ quả: Vàng xanh phớt hồng đậm	TC6
		Bề mặt vỏ quả: Có lông, có đường rãnh xẻ	TC7
		Màu sắc thịt quả: Phớt hồng phần tiếp giáp hạt	TC8
7	Hạt khi quả chín	Màu sắc vỏ hạt: Đỏ hồng	TC9
		Độ kết hạt với thịt quả (róc hạt): Từ trung bình trở lên	TC10
III	Sinh trưởng và sâu, bệnh hại		
8	Sinh trưởng thân lá	Bộ tán khỏe, cân đối hình rẽ quạt/cái phễu	TC11
		Đường kính gốc: ≥ 20 cm	TC12
		Chiều cao cây: 4 - 6 m	TC13
		Số cành cấp 1: 3 - 5	TC14
		Thân, cành, lá sinh trưởng khỏe	TC15
9	Tình hình sâu, bệnh	Không hoặc ít bị bệnh hại nguy hiểm	TC16
		Không hoặc ít bị sâu hại	TC17
IV	Khả năng ra hoa quả		
10	Đặc điểm ra hoa, quả	Ra hoa quả ổn định 3 năm (2021 - 2023)	TC18
		Thời gian hoa nở: cuối tháng 2 - đầu tháng 3 hàng năm	TC19
		Thời gian quả chín: Tháng 7 - 8	TC20
11	Năng suất quả	Khối lượng quả trung bình (g/quả): ≥ 100 g	TC21
		Năng suất quả (kg quả/cây): ≥ 35 kg	TC22
V	Chất lượng quả		

TT	Các tiêu chí	Tiêu chí cần đạt	Mã số tiêu chí (TC)
12	Chất lượng lý hóa tính	Tỷ lệ ăn được (%): ≥ 70	TC23
		Vitamin C (mg/100 g): ≥ 12	TC24
		Độ Brix (%): ≥ 11	TC25
		Độ chát (Hàm lượng tanin) (%): $\leq 0,4$	TC26
		Độ chua (Hàm lượng axit) (%): $\leq 1,0$	TC27
13	Chất lượng cảm quan	Thịt quả chắc và giòn vừa trở lên	TC28
		Có hương vị đặc trưng	TC29
		Ngọt, ít chát và chua đến không chát	TC30

- **Khảo sát, sơ tuyển cây dự tuyển đầu dòng:**
Căn cứ vào bộ tiêu chí tuyển chọn cây đầu dòng đã được xây dựng, lựa chọn chỉ tiêu tiến hành xây dựng phiếu và tổ chức khảo sát, điều tra các hộ dân ở khu vực trồng đào tập trung. Tiến hành khảo sát chấm điểm 30 cây đào được các hộ dân giới thiệu tốt nhất trong vùng. Tổng hợp kết quả, xác định các cây đạt từ 150 - 200 điểm là cây ưu tú để tiếp tục theo dõi, đánh giá trong 2 năm 2022 - 2023.

- **Theo dõi, đánh giá tuyển chọn cây đầu dòng:**
Trong 2 năm 2022 - 2023, tiến hành chăm sóc theo quy trình kỹ thuật trồng của Đào Thanh Vân và cs (2017) [7], theo dõi thực tế, đánh giá các cây ưu tú được tuyển chọn với chỉ tiêu:

+ Sinh trưởng thân tán: Chu vi gốc (cm) đo tại vị trí phía trên cách mặt đất 30 cm; chiều cao cây (m) đo từ mặt đất đến đỉnh ngọn cây; đường kính tán (m) đo hai chiều vuông góc Đông Tây - Nam Bắc theo hình chiếu tán, lấy trị số trung bình; số cành cấp 1/cây. Các chỉ tiêu được xác định vào tháng 4 hàng năm.

+ Thời điểm ra hoa rộ và quả chín rộ trong năm: Thời điểm nở hoa rộ khi có trên 50% số hoa nở; thời điểm quả chín rộ (ngày) khi có trên 50% số quả trên cây chín.

+ Tình hình sâu, bệnh hại chính: Theo dõi tần suất bắt gặp một số sâu hại như: Sâu đục thân cành (*Chelidonium argentatum* Dalm; *Nadezhdiella cantori* Hope; *Anoplophora chinensis* Forster), sâu ăn lá (*Delias aglaia*), ruồi vàng đục quả (*Bactrocera dorsalis*), bệnh thũng lá

(*Xanthomonas arboricola*), bệnh cháy gồm (*Phytophthora* sp.)

+ Khối lượng quả và năng suất: Khối lượng quả (g/quả) lấy ngẫu nhiên 30 quả tại 4 hướng trên cây tính giá trị trung bình. Năng suất (kg/cây) cân tính lượng quả thu được toàn cây.

+ Chất lượng quả: Lấy mẫu 10 quả/cây, xác định tỷ lệ ăn được (%); đặc điểm hình thái quả khi chín: Hình dạng quả, màu sắc; chất lượng cảm quan: Độ cứng, hương vị, độ ngọt và chát; chất lượng hoá tính: Độ Brix (%) xác định bằng Brix kế, hàm lượng vitamin C (mg/100 g) xác định bằng phương pháp tilman, axit tổng số (%) bằng dung dịch kiềm NaOH, tanin (%) bằng dung dịch chuẩn KMnO_4 .

+ Việc đánh giá tuyển chọn cây đào đầu dòng được so sánh với giá trị trung bình 5 cây đào Tiên Pắc Á đối chứng (ĐTPAĐC) đại diện trong quần thể có cùng tuổi, hình thức nhân giống và khả năng sinh trưởng, điều kiện lập địa và khí hậu, chăm sóc đồng nhất như nhau.

- **Phương pháp xử lý số liệu:** Các số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

- Thời gian nghiên cứu từ tháng 10/2021 - 8/2023.

- Địa điểm nghiên cứu: Khu vực trồng đào Tiên Pắc Á, khu Pắc Á, thị trấn Nà Phặc, huyện Ngân Sơn, tỉnh Bắc Kạn.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả sơ tuyển các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú

Cây đào Tiên Pắc Á được trồng tập trung tại khu Pắc Á, thôn Bản Mạch, Nà Nội, Cốc Sả, thị trấn Nà Phặc, huyện Ngân Sơn có độ tuổi khác nhau. Qua khảo sát sơ bộ cho thấy, các cá thể cây

đào hiện có đều chung nguồn gốc từ các cây đào khu Pắc Á. Đây là khu tập trung và có nhiều cây đạt tiêu chí tốt nhất để tuyển chọn. Để sơ tuyển các cây đào ưu tú, tiến hành khảo sát bằng phiếu và chấm điểm 30 cây đào được các hộ dân giới thiệu tốt nhất trong khu vực, kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả đánh giá điểm sơ tuyển cây đào ưu tú giống đào Tiên Pắc Á tại huyện Ngân Sơn, tỉnh Bắc Kạn năm 2021

Đơn vị tính: Điểm

STT	Cây	Hình thức nhân giống	Sinh trưởng và sâu, bệnh	Khả năng ra hoa ổn định	Năng suất quả/cây	Khối lượng quả	Hình dạng quả	Màu sắc vỏ	Độ róc hạt	Màu sắc thịt quả	Độ giòn thịt quả	Vị quả	Mùi thơm	Tổng
1	ĐTPA1	Hạt	5	10	10	17	8	10	12	10	18	18	18	136
2	ĐTPA2	Hạt	10	10	5	17	9	10	12	11	18	18	19	139
3	ĐTPA3	Hạt	12	18	20	15	9	8	12	10	19	21	20	164
4	ĐTPA4	Hạt	10	10	5	16	6	13	16	10	18	20	18	142
5	ĐTPA5	Hạt	10	10	10	16	6	14	12	10	18	20	18	144
6	ĐTPA6	Hạt	10	20	20	14	10	10	12	11	18	22	19	166
7	ĐTPA7	Hạt	12	15	8	15	5	10	12	11	18	20	18	144
8	ĐTPA8	Hạt	10	18	20	16	10	9	16	10	19	10	19	157
9	ĐTPA9	Hạt	12	20	19	16	10	10	16	12	18	23	19	175
10	ĐTPA10	Hạt	10	18	20	14	8	8	16	10	18	21	18	161
11	ĐTPA11	Hạt	12	20	20	17	10	9	16	10	19	21	19	173
12	ĐTPA12	Hạt	14	18	20	15	8	10	12	12	18	22	18	167
13	ĐTPA13	Hạt	5	15	5	17	6	10	12	11	19	18	19	137
14	ĐTPA14	Hạt	12	19	20	14	9	10	16	12	18	23	19	172
15	ĐTPA15	Hạt	10	19	20	14	8	10	17	11	19	23	20	171
16	ĐTPA16	Hạt	8	10	10	17	8	10	12	10	19	20	18	142
17	ĐTPA17	Hạt	5	15	8	18	8	10	12	10	18	18	19	141
18	ĐTPA18	Hạt	10	18	20	16	9	10	16	12	18	23	19	171
19	ĐTPA19	Hạt	5	15	5	17	6	10	16	10	19	10	18	131
20	ĐTPA20	Hạt	8	15	20	16	9	10	16	12	19	23	19	167
21	ĐTPA21	Hạt	5	12	10	14	8	10	16	10	18	20	18	141
22	ĐTPA22	Hạt	8	15	10	14	5	13	12	10	18	21	18	144
23	ĐTPA23	Hạt	10	18	20	16	9	9	16	11	18	25	18	170
24	ĐTPA24	Hạt	10	15	20	16	10	9	16	11	18	23	18	166
25	ĐTPA25	Hạt	5	15	12	16	8	10	12	10	18	20	19	145

STT	Cây	Hình thức nhân giống	Sinh trưởng và sâu, bệnh	Khả năng ra hoa ổn định	Năng suất quả/cây	Khối lượng quả	Hình dạng quả	Màu sắc vỏ	Độ róc hạt	Màu sắc thịt quả	Độ giòn thịt quả	Vị quả	Mùi thơm	Tổng
26	ĐTPA26	Hạt	8	10	10	14	6	10	12	11	18	18	18	135
27	ĐTPA27	Hạt	7	10	12	16	6	13	12	11	18	20	18	143
28	ĐTPA28	Hạt	10	18	19	14	9	10	12	10	19	23	20	164
29	ĐTPA29	Hạt	15	20	19	17	9	10	16	12	19	25	18	180
30	ĐTPA30	Hạt	5	10	10	18	8	10	12	11	18	20	18	140

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, tổng điểm của 30 cây dao động từ 131 - 180 điểm/200 điểm tối đa. Trong đó có 15 cây đạt trên 150 điểm, mang mã số: ĐTPA3, ĐTPA6, ĐTPA8, ĐTPA9, ĐTPA10, ĐTPA11, ĐTPA12, ĐTPA14, ĐTPA15, ĐTPA18, ĐTPA20, ĐTPA23, ĐTPA24, ĐTPA28 và ĐTPA29 là những cây có triển vọng. Các cây ưu tú được mã số lại theo số thứ tự từ 1 - 15, tiếp tục được theo dõi thực tế, đánh giá về các chỉ tiêu sinh trưởng, khả năng ra hoa, đậu quả, năng suất, chất lượng

quả, tình hình sâu, bệnh hại... trong năm 2022 - 2023 để tuyển chọn cây đầu dòng.

3.2. Khả năng sinh trưởng của cây đào ưu tú

Đến cuối năm 2023, các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú có độ tuổi từ 15 - 17 năm. Cây sinh trưởng thân tán tốt, chiều cao cây từ 4,5 - 6,4 m, đường kính tán từ 5,3 - 6,8 m, đường kính gốc từ 21,7 - 30,6 cm, số cành cấp 1 từ 3 - 5 cành/cây. Bộ lá phát triển khỏe, tán cây có hình cầu, đạt tiêu chí cây đầu dòng (Bảng 3).

Bảng 3. Khả năng sinh trưởng thân tán của các cây Đào Tiên Pắc Á ưu tú

TT	Mã số	Tuổi cây (năm)	Chiều cao cây (m)	Đường kính tán (m)	Đường kính gốc (cm)	Số cành cấp 1/cây (cành)
1	ĐTPA1	16	6,1	6,6	25,5	4
2	ĐTPA2	15	5,5	6,3	21,7	5
3	ĐTPA3	15	5,0	6,2	32,5	4
4	ĐTPA4	16	6,4	5,5	30,6	4
5	ĐTPA5	16	6,0	6,8	27,7	4
6	ĐTPA6	16	4,8	6,7	26,8	5
7	ĐTPA7	16	4,6	5,3	23,7	3
8	ĐTPA8	16	5,0	6,2	24,5	3
9	ĐTPA9	16	5,3	6,3	24,8	4
10	ĐTPA10	16	5,0	6,8	26,1	5
11	ĐTPA11	16	5,5	6,5	25,8	4
12	ĐTPA12	16	5,5	6,3	24,5	3
13	ĐTPA13	17	5,9	6,3	27,4	4

14	ĐTPA14	17	5,8	6,6	27,2	3
15	ĐTPA15	16	4,5	6,0	24,8	3
17	<i>Trung bình</i>	<i>16,0</i>	<i>5,4</i>	<i>6,3</i>	<i>26,2</i>	<i>3,9</i>
16	<i>ĐTPADC</i>	<i>16,0</i>	<i>5,2</i>	<i>6,1</i>	<i>25,6</i>	<i>3,5</i>

Ghi chú: ĐTPADC: Đào tiên Pắc Á đối chứng

3.3. Thời điểm hoa nở và quả chín của các cây đào ưu tú

Các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú được tuyển chọn có đặc điểm nở hoa sau dịp Tết Nguyên Đán. Tuy theo sự biến đổi điều kiện ngoại cảnh mà có sự chênh lệch, thời gian nở hoa rộ kéo dài 1 tuần trong khoảng đầu tháng 3 hàng năm (01 -

15/3). Thời điểm cho quả chín tập trung kéo dài 1 tuần trong khoảng trung tuần đến gần cuối tháng 7 hàng năm (10 - 25/7). Như vậy, giống đào Tiên Pắc Á thuộc nhóm cho thu hoạch quả chính vụ (Bảng 4), những đặc điểm này cho thấy, các cây đào ưu tú có đặc tính như bộ tiêu chí đã xây dựng.

Bảng 4. Thời điểm nở hoa và quả chín trong năm của các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú

TT	Mã số	Năm 2021		Năm 2022		Năm 2023	
		Thời điểm ra hoa rộ	Quả chín tập trung	Thời điểm ra hoa rộ	Quả chín tập trung	Thời điểm ra hoa rộ	Quả chín tập trung
1	ĐTPA1	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
2	ĐTPA2	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
3	ĐTPA3	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
4	ĐTPA4	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
5	ĐTPA5	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
6	ĐTPA6	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
7	ĐTPA7	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
8	ĐTPA8	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
9	ĐTPA9	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
10	ĐTPA10	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
11	ĐTPA11	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
12	ĐTPA12	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
13	ĐTPA13	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
14	ĐTPA14	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
15	ĐTPA15	1 - 5/3	10 - 16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7
16	<i>ĐTPADC</i>	1 - 5/3	10-16/7	4 - 9/3	14 - 20/7	7 - 12/3	19 - 25/7

Ghi chú: ĐTPADC: Đào tiên Pắc Á đối chứng

3.4. Năng suất của các cây đào ưu tú

Theo dõi khối lượng quả trung bình và năng suất quả của các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú trong 3 năm liên tiếp 2021 - 2023, kết quả được thể hiện ở bảng 5.

Các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú được tuyển chọn ra hoa cho quả liên tục và ổn định trong 3 năm theo dõi từ 2021 - 2023. Khối lượng quả trung bình trong 3 năm của mỗi cây đạt từ 103,1 - 109,5 g/quả và năng suất quả từ 39,8 - 49,7 kg/cây/năm. Như vậy khối lượng quả và năng suất quả của các cá thể cây đào ưu tú cao hơn so với các cây đại diện trong

quần thể làm đối chứng. Giá trị khối lượng quả và năng suất quả là những chỉ tiêu phụ thuộc vào đặc tính giống, giai đoạn, điều kiện sinh thái và chăm sóc. So sánh tương đối có thể thấy, các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú có khối lượng quả trung bình cao vượt trội hơn so với giống đào H'Mông, Mẫu Sơn và một số giống đào nhập có giá trị tương ứng 62,33 - 96,47 g/quả và 60 - 78 g/quả [1 - 3]. Đây là một trong những tiêu chí quan trọng cùng với năng suất đảm bảo đạt tiêu chuẩn cây đầu dòng có khối lượng quả trung bình đạt từ 100 g/quả và năng suất từ 35 kg/cây trở lên.

Bảng 5. Năng suất quả của các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú

TT	Mã số	Năm 2021		Năm 2022		Năm 2023		Trung bình	
		Khối lượng quả (g/quả)	Năng suất quả (kg/cây)	Khối lượng quả (g/quả)	Năng suất quả (kg/cây)	Khối lượng quả (g/quả)	Năng suất quả (kg/cây)	Khối lượng quả (g/quả)	Năng suất quả (kg/cây)
1	ĐTPA1	105,4	42,3	107,3	39,8	109,0	44,0	107,2	42,0
2	ĐTPA2	106,3	43,7	108,1	41,2	110,0	46,0	108,1	43,6
3	ĐTPA3	108,3	40,8	107,2	39,3	109,0	43,0	108,2	41,0
4	ĐTPA4	101,1	42,4	103,3	39,9	105,0	44,0	103,1	42,1
5	ĐTPA5	102,0	39,6	105,4	39,3	107,0	43,0	104,8	40,6
6	ĐTPA6	105,9	44,6	103,6	42,0	106,0	46,0	105,2	44,2
7	ĐTPA7	104,1	39,2	106,1	38,1	108,0	42,0	106,1	39,8
8	ĐTPA8	100,1	45,3	105,5	43,6	108,0	48,0	104,5	45,6
9	ĐTPA9	105,7	47,4	106,7	45,1	109,0	49,0	107,1	47,2
10	ĐTPA10	102,5	49,8	104,4	45,5	106,0	51,0	104,3	48,8
11	ĐTPA11	104,3	45,6	107,1	43,6	109,0	48,0	106,8	45,7
12	ĐTPA12	108,2	48,1	109,2	44,2	111,0	49,0	109,5	47,1
13	ĐTPA13	108,4	46,3	107,6	41,6	110,0	47,0	108,7	45,0
14	ĐTPA14	101,5	48,0	102,8	45,3	105,0	50,0	103,1	47,8
15	ĐTPA15	107,6	50,0	108,3	47,1	110,0	52,0	108,6	49,7
16	<i>Trung bình</i>	<i>104,8</i>	<i>44,9</i>	<i>106,2</i>	<i>42,4</i>	<i>108,1</i>	<i>46,8</i>	<i>106,4</i>	<i>44,7</i>
17	<i>ĐTPAĐC</i>	-	-	<i>98,6</i>	<i>36,5</i>	<i>99,5</i>	<i>38,2</i>	<i>97,8</i>	<i>35,2</i>

Ghi chú: ĐTPAĐC: Đào tiên Pắc Á đối chứng

3.5. Chất lượng quả

Quả của các cây ưu tú khi chín đều hình quả trứng, đỉnh quả nhô ra nhọn giống hình mỏ con quạ; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng, đây là những đặc tính đặc

trung của giống. Tỷ lệ ăn được của quả đào trên các cây được tuyển chọn đạt cao từ 75,1 - 77,8% không khác biệt nhiều so với các cây đại diện quần thể. Chất lượng thịt quả thử nếm cứng và giòn vừa, ngọt hơi chua và chất nhẹ, có mùi thơm đặc trưng.

Bảng 6. Tỷ lệ phần ăn được, hình thái và chất lượng cảm quan quả của các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú

STT	Mã số cây	Tỷ lệ phần ăn được (%)	Hình thái quả	Chất lượng cảm quan
1	ĐTPA1	76,1	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
2	ĐTPA2	75,1	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
3	ĐTPA3	75,8	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
4	ĐTPA4	76,2	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
5	ĐTPA5	75,9	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
6	ĐTPA6	77,8	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
7	ĐTPA7	76,2	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
8	ĐTPA8	75,6	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vết hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng

STT	Mã số cây	Tỷ lệ phần ăn được (%)	Hình thái quả	Chất lượng cảm quan
9	ĐTPA9	75,6	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
10	ĐTPA10	76,3	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
11	ĐTPA11	75,5	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
12	ĐTPA12	76,6	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
13	ĐTPA13	77,1	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
14	ĐTPA14	75,8	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
15	ĐTPA15	77,8	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng
16	ĐTPAĐC	73,2	Hình trứng, đỉnh quả nhô ra; vỏ quả màu vàng xanh, đám hồng đỏ tập trung gần cuống quả; có lớp lông mịn; thịt quả màu kem có vệt hồng	Thịt quả cứng và giòn vừa, ngọt thanh và chất nhẹ, có mùi hương vị đặc trưng

Phân tích một số hàm lượng các chất như: Độ tanin trong quả đào khi chín của các cây ưu tú, kết Brix, đường tổng số, vitamin C, axit tổng số và quả được thể hiện ở bảng 7.

Bảng 7. Một số chỉ tiêu phân tích về chất lượng quả của các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú

STT	Mã số cây	Độ Brix (%)	Đường tổng số (%)	Vitamin C (mg/100 g)	Axit tổng số (%)	Tanin (%)
1	ĐTPA1	11,51	8,87	15,26	0,63	0,27
2	ĐTPA2	11,62	8,91	14,10	0,61	0,29

3	ĐTPA3	11,80	9,02	14,01	0,63	0,28
4	ĐTPA4	11,41	8,66	14,36	0,62	0,28
5	ĐTPA5	11,52	8,95	14,73	0,60	0,28
6	ĐTPA6	11,61	9,11	13,59	0,63	0,29
7	ĐTPA7	11,02	8,62	16,59	0,66	0,29
8	ĐTPA8	11,10	8,79	14,38	0,60	0,29
9	ĐTPA9	11,89	9,02	13,87	0,60	0,29
10	ĐTPA10	11,11	8,68	16,27	0,63	0,30
11	ĐTPA11	11,90	9,10	15,29	0,64	0,28
12	ĐTPA12	11,22	8,59	16,17	0,64	0,28
13	ĐTPA13	12,20	9,11	13,89	0,60	0,27
14	ĐTPA14	11,52	8,81	13,75	0,61	0,27
15	ĐTPA15	11,81	8,92	13,37	0,61	0,27
16	<i>Trung bình</i>	<i>11,55</i>	<i>8,88</i>	<i>14,64</i>	<i>0,62</i>	<i>0,28</i>
17	<i>ĐTPAĐC</i>	<i>11,49</i>	<i>8,90</i>	<i>14,35</i>	<i>0,61</i>	<i>0,29</i>

Nguồn: Phân tích tại Phòng thí nghiệm Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên.

Ghi chú: ĐTPAĐC: Đào tiên Pắc Á đối chứng.

Với kết quả phân tích các chỉ số chất lượng hóa tính quả cho độ Brix dao động từ 11,02 - 12,20%, hàm lượng đường tổng số đạt 8,68 - 9,11%, hàm lượng vitamin C từ 13,37 - 16,59%, hàm lượng axit tổng số từ 0,61 - 0,64%, hàm lượng tanin từ 0,27 - 0,30% tương đương với các cây đối chứng đại diện trong quần thể. Kết quả cho thấy, độ ngọt của giống đào Tiên Pắc Á

tương đương với các giống đào như H'Mông, Mẫu Sơn và một số giống đào nhập nội khác [1, 3].

3.6. Tình hình sâu, bệnh hại

Theo dõi tần suất xuất hiện sâu, bệnh hại chính trên các cây đào tiên Pắc Á ưu tú từ 2021 - 2023, kết quả thể hiện bảng 8.

Bảng 8. Tình hình sâu, bệnh hại trên các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú năm 2021 - 2023

TT	Mã số	Sâu hại									Bệnh hại					
		Sâu đục thân			Sâu ăn lá			Ruồi vàng đục quả			Bệnh thũng lá			Bệnh chảy gôm		
		Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023
1	ĐTPA1	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
2	ĐTPA2	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
3	ĐTPA3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
4	ĐTPA4	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
5	ĐTPA5	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
6	ĐTPA6	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
7	ĐTPA7	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
8	ĐTPA8	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-

9	ĐTPA9	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
10	ĐTPA10	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-
11	ĐTPA11	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+
12	ĐTPA12	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
13	ĐTPA13	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
14	ĐTPA14	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+
15	ĐTPA15	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
16	ĐTPAĐC	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+

Ghi chú: Tần suất bắt gặp T (%) = Số lần bắt gặp/Tổng số lần điều tra x 100; -: Không lần bắt gặp bị sâu, bệnh; + : < 10% lần bắt gặp bị sâu, bệnh; ++ : 11 - 25% lần bắt gặp bị sâu, bệnh; +++ : 26 - 50% lần bắt gặp bị sâu, bệnh; ++++: > 50% lần bắt gặp bị sâu, bệnh; ĐTPAĐC: Đào tiên Pắc Á đối chứng.

Bảng 8 cho thấy, các cây đào Tiên Pắc Á ưu tú sinh trưởng, phát triển tốt, có một số đối tượng sâu đục thân cành, sâu ăn lá, bệnh thũng lá, bệnh chảy gôm với tần suất bắt gặp thấp dưới 25%. Riêng ruồi vàng đục quả, mặc dù tần suất xuất hiện thấp vì chỉ tập trung gây hại chủ yếu vào tháng 5 - 6, nhưng đây là đối tượng gây hại khá phổ biến ở hầu hết các cây. Kết quả này cho thấy, các cây đào ưu tú đạt tiêu chí về mức độ sâu, bệnh hại của cây đào dòng.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Đã tuyển chọn và được công nhận 15 cây đào Tiên Pắc Á đạt tiêu chuẩn cây đào dòng. Các cây đào dòng có tuổi 15 - 17 năm được trồng từ hạt, cây sinh trưởng khỏe, ít sâu, bệnh hại, bộ tán cân đối, ra hoa, đậu quả ổn định, hoa nở tập trung khoảng đầu tháng 3, quả chín giữa - cuối tháng 7, khối lượng quả trung bình từ 103,1 - 109,5 g/quả, năng suất quả đạt 39,8 - 49,7 kg/cây/năm. Quả thon tròn, đỉnh quả nhọn vỏ quả màu hồng đỏ có lớp lông mịn. Tỷ lệ phần ăn được đạt 75,5 - 77,8% thịt quả giòn, ngọt thanh, có mùi thơm đặc trưng, độ Brix đạt 11,02 - 12,20%, hàm lượng đường tổng số 8,68 - 9,11%, vitamin C 13,37 - 16,59%, axit tổng số từ 0,61 - 0,64%, tanin từ 0,27 - 0,30%.

4.2. Đề nghị

Hộ gia đình, địa phương có cây đào đầu dòng và các cơ quan có liên quan quản lý chăm sóc, khai thác các cây đào đầu dòng phù hợp.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hoàn thành từ kết quả nghiên cứu đề tài: “Nghiên cứu khai thác, phát triển nguồn gen đào ăn quả Tiên Pắc Á, đào sớm Địa Linh tại Bắc Kạn và vùng phụ cận”, Mã số: NVQG-2020/ĐT.19. Các tác giả bài báo (nhóm thực hiện đề tài) xin được trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ là cơ quan quản lý đề tài, các đơn vị phối hợp Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Bắc Kạn, Viện Nghiên cứu Rau quả, Trung tâm Dịch vụ Nông nghiệp huyện Ngân Sơn, chính quyền địa phương và hộ gia tham gia thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Phong Lâm, Trần Thế Mạnh, Ngô Xuân Bình (2014). Tuyển chọn cây ưu tú giống đào H'Mông tại khu vực đèo Pha Đin thuộc 2 tỉnh Sơn La và Điện Biên. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, 118(4), 33 - 40.
2. Lý Minh Nguyệt (2020). Thăm định cây đầu dòng giống đào Mẫu Sơn thuộc đề tài “Phục tráng giống đào ăn quả Mẫu Sơn và phát triển một số giống đào mới tại khu Du lịch Mẫu Sơn, tỉnh Lạng Sơn”, <https://sokhcn.langson.gov.vn/node/12174>, truy cập ngày 5/12/2024.
3. Lê Thị Mỹ Hà, Nguyễn Thị Tuyết, Hoàng Thị Hoài (2020). Kết quả thử nghiệm một số giống đào nhập nội triển vọng tại xã Công Sơn, huyện Cao Lộc, tỉnh Lạng Sơn. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 9(118), 43 - 48.

4. Vũ Mạnh Hải, Bùi Quang Đăng, Lê Quốc Anh, Đào Thế Anh, Nguyễn Doãn Hùng, Nguyễn Ngọc Mai, Đỗ Thị Thu Hương, Hà Quang Thuồng, Hà Mạnh Phong, Trần Văn Luyện, Vũ Văn Khánh, Lê Thị Mỹ Hà, Nguyễn Thị Hiền, Đỗ Hải Long, Lương Thị Huyền (2021). Diễn biến độ lạnh (CU) trong mối quan hệ với phát triển cây ăn quả ôn đới ở một số tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 5(126), 47 - 54.

5. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Bắc Kạn (2020). Hướng dẫn số 2513/HD-SNN ngày

28/12/2020 về tiêu chí đánh giá cây đầu dòng, vườn cây đầu dòng một số cây ăn quả, cây công nghiệp lâu năm tại tỉnh Bắc Kạn, 1 - 5.

6. Trung tâm Tài nguyên thực vật (2022). Phiếu mô tả và đánh giá ban đầu nguồn gen đào (Characterization and preliminary evaluation for peach). 1 – 7.

7. Đào Thanh Vân, Hà Duy Trường, Bùi Đình Tráng (2017). Quy trình kỹ thuật trồng và chăm sóc đào (TUA-F-QTKT-2017-02-TT). Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên, 1- 4.

RESEARCHING AND SELECTING THE MOTHER TREES OF “TIEN PAC A” PEACH VARIETY IN BAC KAN PROVINCE

**Tran Dinh Ha¹, Dao Thi Thanh Huyen¹, Le Thi Kieu Oanh¹, Dao Thanh Van¹,
Ngo Xuan Binh¹, Nguyen Trinh Hoang Anh², Nguyen Van Hong¹**

¹ *Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry*

² *Ministry of Science and Technology*

Summary

“Tien Pac A” peach is a native peach variety in Ngan Son district, Bac Kan province. The “Tien Pac A” peach tree has strong stems and leaves, large flowers, 5 single petals, dark pink colour, blooming in the early March. The fruit ripens in the late July, high fruit yield, ovate - shaped fruit, quite large size, good appearance and quality. Through the selection process 2021 - 2023, 15 first - line individuals were selected and recognized as the best mother trees. The first - line individuals were 15 - 17 years old, grown from seeds, producing stable fruit with average fruit yield 39.8 - 49.7 kg/tree/year, fruit weight 103.1 - 109.5 g/fruit. The fruit performed round and slender form, the tip of the fruit was long and pointed like a crow’s beak; the fruit skin had a reddish pink patch with a layer of fine hairs. The edible rate was over 75%, the fruit flesh was crispy and firm, the fruit taste was sweet, less astringent, characteristic aroma, Brix level of 11.02 - 12.20%, total sugar content of 8.68 - 9.11%, vitamin C of 13.37 - 16.59 mg/100 g, total acid of 0.61 - 0.64%, tannin of 0.27 - 0.30%.

Keywords: *Mother tree, fruit quality, Tien Pac A peach, fruit yield, selection.*

Ngày nhận bài: 25/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 31/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 11/4/2025

Ngày duyệt đăng: 15/4/2025

ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM NÔNG SINH HỌC VÀ NĂNG SUẤT CỦA CÁC DÒNG MƯỚP ĐẮNG RỪNG (*Momordica charantia* L.) TẠI HUYỆN TAM ĐẢO, TỈNH VĨNH PHÚC

Bùi Thị Xuân¹, Tô Thị Ngân^{1,*}, Nguyễn Đức Mạnh¹,
Hoàng Thị Tuyết¹, Nguyễn Văn Tâm¹

¹Viện Dược liệu

* Email: tothinganhg@gmail.com

TÓM TẮT

Mướp đắng rừng (*Momordica charantia* L.) là một cây dược liệu quan trọng, được sử dụng rộng rãi trong y học cổ truyền và hiện đại. Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá 56 dòng mướp đắng rừng về các đặc điểm nông sinh học, năng suất và mối quan hệ giữa các tính trạng. Thí nghiệm được thực hiện theo thiết kế khối ngẫu nhiên đầy đủ với hai lần nhắc lại. Kết quả năm 2023 chọn được 10 dòng ưu tú (MĐ1, MĐ3, MĐ6, MĐ21, MĐ23, MĐ25, MĐ26, MĐ41, MĐ51, MĐ54) có số quả trên cây dao động từ 224,5 - 304 quả, năng suất thực thu dao động từ 2,21 - 2,61 tấn/ha. Như vậy, 10 dòng mướp đắng rừng có tiềm năng năng suất cao cần tiếp tục được đánh giá để làm nguồn nguyên liệu phục vụ cho công tác chọn tạo giống và sản xuất dược liệu mướp đắng rừng.

Từ khóa: Đặc điểm nông sinh học, *Momordica charantia*, mướp đắng rừng, năng suất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giống cây trồng đóng vai trò then chốt trong sản xuất nông nghiệp, vì chúng quyết định đến năng suất, chất lượng và tính bền vững của sản phẩm nông sản. Việc lựa chọn và phát triển giống cây trồng phù hợp, trong đó có các cây dược liệu đóng vai trò đặc biệt quan trọng góp phần nâng cao chất lượng và hiệu quả sử dụng các hoạt chất sinh học có trong cây, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của thị trường và ngành dược phẩm.

Cây mướp đắng rừng (*Momordica charantia* L.) là một loại dược liệu quý và phổ biến. Cây mướp đắng rừng thường mọc hoang dại, được trồng ở Trung Quốc, Ấn Độ, châu Phi, Trung - Nam Mỹ, vùng Caribê và Việt Nam. Ở Việt Nam, có thể thấy cây mướp đắng rừng ở khu vực các tỉnh trung du, miền núi, miền Đông Nam bộ và khu vực Tây Nguyên [1]. Theo một số nghiên cứu cho thấy, trong cây mướp đắng rừng có chứa nhiều saponin trong quả [2, 3] và có tiềm năng làm giảm đường huyết [4]. Hợp chất saponin trong mướp đắng rừng là vị thuốc có chứa chất charantin

là một dạng như insulin, có tác dụng hạ lượng đường cao trong máu một cách từ từ nên rất an toàn cho người bệnh [5]. Saponin trong mướp đắng rừng còn có tác dụng giảm cholesterol xấu (LDL) trong máu và cải thiện sức khỏe tim mạch [6]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, các giống mướp đắng rừng đại mang đặc tính dược liệu cao hơn nhiều so với các giống mướp đắng thương mại [7, 8].

Tuy nhiên, mướp đắng rừng là cây giao phấn với phương thức thụ phấn chủ yếu nhờ côn trùng [9]. Do vậy, các giống mướp đắng rừng mọc hoang dại thường dễ bị thoái hóa và lẫn tạp. Đồng thời, xói mòn nguồn gen do các giống mướp lai ưu tiên về mục tiêu năng suất cao, phục vụ cho thực phẩm được chú trọng mà chưa có nhiều nghiên cứu định hướng về dược liệu. Đa dạng nguồn gen và chọn lọc giống mướp đắng rừng đáp ứng cho nhu cầu y dược học là giải pháp hữu hiệu cho vấn đề này. Từ giải pháp trên, năm 2020, nhiệm vụ: *Thu thập, đánh giá đặc điểm nông sinh học của nguồn gen mướp đắng rừng (Momordica charantia L.)* đã

được thực hiện. Kết quả, 2 mẫu giống QN2 (năng suất là 2,40 tấn/ha, hàm lượng saponin là 1,28%) và NA3 (năng suất là 1,89 tấn/ha, hàm lượng saponin là 1,72%) là các mẫu vừa có năng suất cao vừa có chất lượng dược liệu tốt nhất. Các mẫu giống này hứa hẹn tiềm năng lớn cho chọn tạo giống trong tương lai. Chính vì vậy, nghiên cứu này tập trung đánh giá các mẫu giống mướp đắng rừng để tìm ra mẫu giống mướp đắng rừng có năng suất, chất lượng tốt phục vụ công tác phát triển dược liệu.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Tổng số 56 dòng mướp đắng rừng trong thí nghiệm được phát triển từ 2 mẫu giống QN2 và NA3 được thu thập từ tỉnh Quảng Nam, Nghệ An và đánh giá tại Trung tâm Nghiên cứu Dược liệu Tam Đảo từ năm 2019 - 2021 thuộc nhiệm vụ thường xuyên: *Thu thập, đánh giá đặc điểm nông sinh học của nguồn gen mướp đắng rừng (Momordica charantia L.)*. 56 dòng mướp đắng rừng này đã chọn lọc qua 1 thế hệ bằng phương pháp half-sib dựa vào năng suất con cái [10].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm so sánh các dòng được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) với 2 lần nhắc lại. Các lần nhắc lại được bố trí trên diện tích ô thí nghiệm là 10 m². Khoảng cách trồng 120 x 50 cm. Ngày gieo trồng là 15/4/2023.

2.2.1. Chỉ tiêu theo dõi

- *Cách theo dõi*: Các chỉ tiêu sinh trưởng mỗi một lần nhắc lại đo đếm 10 cá thể ngẫu nhiên đại diện cho quần thể nhắc lại, các chỉ tiêu về năng suất mỗi một lần nhắc lại đo đếm 5 cá thể ngẫu nhiên đại diện cho quần thể nhắc lại.

- *Các chỉ tiêu theo dõi*: Chiều cao cây (cm): Đo từ gốc đến đầu vút ngọn cao nhất (đo ở thời điểm thu hoạch), số lá (lá): Đánh dấu lá thật thứ nhất sau 2 lá mầm, đếm số lá 1 lần lúc cây có hoa đầu; chiều dài quả (cm): Đo chiều dài từ đầu cuống quả đến đỉnh quả; đường kính quả (cm): Đo phần rộng nhất của quả; số quả/cây (quả): Đếm tổng số quả; năng suất cá thể (g): Cân tổng khối lượng quả/tổng số cây theo dõi; năng suất lý thuyết (tấn/ha): Mật độ cây/m² x năng suất cá thể (g) x

10.000; năng suất thực thu (tấn/ha): Tổng khối lượng quả thương phẩm của tất cả các lần thu hoạch/ diện tích của ô x 10.000.

- *Hàm lượng saponin (%)*: Được xác định bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) tại Trung tâm Ứng dụng Khoa học Công nghệ Dược liệu, Viện Dược liệu.

- *Biện pháp kỹ thuật áp dụng*: Áp dụng theo quy trình kỹ thuật trồng cây mướp đắng của Viện Dược liệu (2013) [11].

2.2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được xử lý bằng các phần mềm Excel và IRRISTAT 5.0, chương trình chọn lọc dòng (Selection Index) của Nguyễn Đình Hiền (1995) [12].

2.3. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

- Địa điểm: Thí nghiệm được bố trí tại khu thí nghiệm đồng ruộng, Trung tâm Nghiên cứu Dược liệu Tam Đảo, khu 1, thị trấn Tam Đảo, huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phúc.

- Thời gian nghiên cứu: Từ 1/2023 - 10/2023.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của các dòng mướp đắng rừng

Kết quả theo dõi, đánh giá các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của các dòng mướp đắng rừng được thể hiện ở bảng 1. Thời gian từ gieo hạt đến mọc mầm của các dòng dao động từ 5 - 9 ngày, trong đó các dòng: MĐ4, MĐ6, MĐ7, MĐ13, MĐ15, MĐ43 và MĐ51 có thời gian từ gieo đến mọc mầm ngắn hơn các dòng còn lại (5 ngày), các dòng mướp đắng rừng có thời gian từ gieo đến mọc mầm dài hơn các dòng còn lại như: MĐ17, MĐ19, MĐ28, MĐ33, MĐ36, MĐ46, MĐ49 và MĐ56 (9 ngày). Thời gian từ gieo đến khi cây bắt đầu đẻ nhánh của dòng mướp đắng rừng dao động từ 22 - 28 ngày. Thời gian từ gieo đến ra hoa của các dòng mướp đắng rừng chọn lọc dao động từ 34 - 45 ngày. Thời gian thu hoạch dược liệu đợt 1 của các dòng mướp đắng rừng dao động từ 58 - 78 ngày, trong đó các dòng: MĐ1, MĐ3, MĐ4, MĐ6, MĐ7, MĐ14, MĐ15, MĐ31, MĐ37, MĐ41 có thời gian từ gieo đến thu hoạch dược liệu đợt 1 ngắn (< 65 ngày), đặc biệt dòng

MĐ3 có thời gian từ gieo đến thu hoạch được liệu ngắn nhất trong các dòng mướp đắng rừng chọn lọc (58 ngày), dòng MĐ40 và MĐ52 có thời gian từ gieo đến thu hoạch được liệu đợt 1 dài nhất (78

ngày). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Asna và cs (2024) [13], Tamilselvi và Pugalendhi (2018) [14].

Bảng 1. Thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của các dòng mướp đắng rừng chọn lọc vụ trồng tháng 4 năm 2023

Đơn vị tính: Ngày

Dòng	Thời gian từ gieo đến...				Dòng	Thời gian từ gieo đến....			
	Mọc mầm	Đẻ nhánh	Ra hoa	Thu hoạch quả đợt 1		Mọc mầm	Đẻ nhánh	Ra hoa	Thu hoạch quả đợt 1
MĐ1	7	25	36	61	MĐ29	7	24	42	67
MĐ2	6	26	41	64	MĐ30	6	27	40	75
MĐ3	6	24	37	59	MĐ31	6	23	43	63
MĐ4	5	27	46	62	MĐ32	7	25	41	76
MĐ5	7	24	44	75	MĐ33	9	26	45	72
MĐ6	5	22	34	58	MĐ34	8	27	37	75
MĐ7	5	24	40	63	MĐ35	7	25	41	76
MĐ8	7	22	34	69	MĐ36	9	25	44	74
MĐ9	8	26	40	75	MĐ37	8	26	40	62
MĐ10	7	27	38	73	MĐ38	7	24	41	65
MĐ11	6	24	42	65	MĐ39	6	26	39	70
MĐ12	6	25	44	76	MĐ40	7	27	37	78
MĐ13	5	26	43	73	MĐ41	6	24	41	61
MĐ14	6	23	33	61	MĐ42	6	26	40	75
MĐ15	5	24	38	60	MĐ43	5	23	37	70
MĐ16	8	24	40	72	MĐ44	8	24	45	74
MĐ17	9	25	38	75	MĐ45	7	24	41	72
MĐ18	6	22	40	76	MĐ46	9	26	41	73
MĐ19	9	25	42	74	MĐ47	6	25	38	68
MĐ20	8	25	40	75	MĐ48	7	24	40	72
MĐ21	6	26	38	69	MĐ49	9	26	39	73
MĐ22	7	27	40	73	MĐ50	8	28	44	64
MĐ23	6	23	39	68	MĐ51	5	25	42	75
MĐ24	7	26	36	72	MĐ52	6	26	40	78
MĐ25	6	25	35	64	MĐ53	7	27	41	76
MĐ26	7	26	37	66	MĐ54	8	26	42	72
MĐ27	6	24	40	70	MĐ55	8	25	41	74

Dòng	Thời gian từ gieo đến...				Dòng	Thời gian từ gieo đến....			
	Mọc mầm	Đẻ nhánh	Ra hoa	Thu hoạch quả đợt 1		Mọc mầm	Đẻ nhánh	Ra hoa	Thu hoạch quả đợt 1
MĐ28	9	27	44	74	MĐ56	9	26	43	71

3.2. Một số đặc điểm nông sinh học của các dòng mướp đắng rừng

Các dòng mướp đắng rừng trong thí nghiệm có chiều cao (tính đến thời điểm thu hoạch cuối cùng) dao động từ 158,5 - 296,5 cm, số lá trên thân chính (từ lá thật đầu tiên đến khi có hoa đầu) dao động từ 16 - 27 lá, số nhánh cấp 1 dao động từ 4,21 - 10,76 nhánh; đường kính quả dao động từ 2,2 - 4,55 cm, chiều dài quả dao động từ 6,25 - 9,7 cm, sự sai khác giữa các dòng mướp đắng rừng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% (Bảng 2). Các giống mướp đắng rừng có chiều cao cây dài hơn lần lượt là: MĐ6 (296,5 cm), MĐ1 (284,5 cm) MĐ21 (280 cm), cũng là các mẫu giống có số quả trên cây đạt

cao nhất lần lượt là 304 quả, 293 quả, 291,5 quả (Bảng 3). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Asna và cs (2024) [13], cây mướp đắng rừng phát triển như một loại cây trồng hàng năm, nhưng các giống mướp đắng rừng có thân leo dài có chu kỳ sống dài hơn và có thể kéo dài hơn một mùa vụ. Đặc điểm hình dạng phiến lá của các dòng mướp đắng rừng mang đặc tính của mẫu phát sinh. 30 dòng mướp đắng rừng có nguồn gốc từ mẫu giống QN2 có hình dạng phiến lá 5 thùy tương tự với mẫu mướp đắng rừng QN2. 26 dòng mướp đắng rừng có nguồn gốc từ mẫu giống NA3 có hình dạng phiến lá 7 thùy tương tự với mẫu giống mướp đắng rừng NA3.

Bảng 2. Một số đặc điểm nông sinh học của các dòng mướp đắng rừng

Dòng	Nguồn gốc	Chiều cao cây (cm)	Số lá (lá)	Hình dạng lá	Số nhánh cấp 1 (nhánh)	Đường kính quả (cm)	Chiều dài quả (cm)
MĐ1	QN2	284,50	24,00	5 thùy	8,31	3,20	7,30
MĐ2	QN2	191,00	26,00	5 thùy	8,71	2,50	6,60
MĐ3	QN2	274,50	24,00	5 thùy	8,46	3,50	7,40
MĐ4	QN2	191,00	19,00	5 thùy	6,96	3,30	7,30
MĐ5	QN2	185,50	16,00	5 thùy	4,21	2,50	7,40
MĐ6	QN2	296,50	26,00	5 thùy	9,56	3,40	7,60
MĐ7	QN2	158,50	21,50	5 thùy	7,36	2,25	7,30
MĐ8	QN2	193,00	23,00	5 thùy	4,56	2,70	7,00
MĐ9	QN2	205,50	22,50	5 thùy	5,92	2,90	7,00
MĐ10	NA3	201,50	25,00	7 thùy	5,51	2,55	7,20
MĐ11	QN2	220,50	22,00	5 thùy	7,06	2,75	6,85
MĐ12	QN2	211,50	23,00	5 thùy	7,01	3,70	8,20
MĐ13	QN2	204,00	16,00	5 thùy	7,56	2,65	8,20
MĐ14	QN2	188,00	18,00	5 thùy	4,61	2,30	7,30

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

MĐ15	QN2	206,00	24,50	5 thùy	4,61	3,50	7,90
MĐ16	NA3	184,50	19,00	7 thùy	7,86	2,20	6,30
MĐ17	NA3	189,00	16,00	7 thùy	7,21	2,50	6,60
MĐ18	NA3	199,00	20,00	7 thùy	4,35	2,50	6,60
MĐ19	NA3	190,50	19,50	7 thùy	7,41	3,30	6,75
MĐ20	NA3	185,00	24,00	7 thùy	7,26	3,20	7,20
MĐ21	NA3	280,00	23,00	7 thùy	8,34	3,40	7,65
MĐ22	NA3	159,50	19,50	7 thùy	4,41	2,25	6,80
MĐ23	NA3	273,00	25,00	7 thùy	8,96	3,70	8,00
MĐ24	QN2	202,00	22,50	5 thùy	7,56	2,95	9,50
MĐ25	NA3	278,00	25,00	7 thùy	9,61	4,55	8,70
MĐ26	NA3	265,50	22,00	7 thùy	8,91	3,75	8,35
MĐ27	NA3	211,50	23,00	7 thùy	4,41	3,85	8,30
MĐ28	NA3	200,00	23,50	7 thùy	6,16	3,65	9,70
MĐ29	NA3	184,50	19,00	7 thùy	7,06	3,20	8,00
MĐ30	NA3	189,00	16,00	7 thùy	6,01	2,50	7,60
MĐ31	QN2	198,00	20,00	5 thùy	6,86	2,50	7,60
MĐ32	QN2	190,50	19,50	5 thùy	4,35	3,30	6,50
MĐ33	QN2	185,00	24,00	5 thùy	4,96	2,50	7,15
MĐ34	QN2	201,50	17,00	5 thùy	7,76	3,40	7,60
MĐ35	QN2	159,00	21,00	5 thùy	5,51	3,25	7,30
MĐ36	QN2	179,50	23,00	5 thùy	6,06	2,70	7,00
MĐ37	QN2	183,50	22,50	5 thùy	5,36	3,05	7,00
MĐ38	QN2	198,50	25,00	5 thùy	6,86	2,55	7,20
MĐ39	QN2	220,50	23,00	5 thùy	5,31	2,75	6,85
MĐ40	NA3	211,50	23,00	7 thùy	5,01	3,70	7,90
MĐ41	QN2	275,00	25,50	5 thùy	8,91	3,65	7,20
MĐ42	QN2	187,00	27,00	5 thùy	7,96	2,30	7,30
MĐ43	QN2	206,00	24,50	5 thùy	5,16	2,75	7,70

MĐ44	QN2	184,50	24,00	5 thùy	5,61	2,20	6,30
MĐ45	QN2	189,00	16,00	5 thùy	5,36	2,50	6,60
MĐ46	NA3	197,50	20,00	7 thùy	5,51	2,25	6,60
MĐ47	NA3	190,50	19,00	7 thùy	5,31	3,30	6,25
MĐ48	NA3	186,50	24,00	7 thùy	5,01	2,50	7,15
MĐ49	NA3	196,50	26,00	7 thùy	4,96	3,40	7,15
MĐ50	NA3	166,50	21,00	7 thùy	6,46	2,25	6,80
MĐ51	NA3	276,00	23,00	7 thùy	8,76	3,70	8,20
MĐ52	NA3	199,50	22,50	7 thùy	6,66	3,80	9,50
MĐ53	NA3	200,50	25,00	7 thùy	5,11	4,55	9,20
MĐ54	QN2	272,50	20,50	5 thùy	10,76	3,75	7,5
MĐ55	NA3	211,50	23,00	7 thùy	5,68	3,85	8,05
MĐ56	NA3	199,00	25,50	7 thùy	6,09	3,65	8,70
<i>LSD_{0,05}</i>	-	<i>14,29</i>	<i>4,03</i>	-	<i>0,51</i>	<i>0,41</i>	<i>0,83</i>
<i>CV%</i>	-	<i>3,5</i>	<i>9,2</i>	-	<i>3,9</i>	<i>6,7</i>	<i>5,5</i>

3.3. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các dòng mướp đắng rừng

Số quả trên cây của 56 dòng mướp đắng rừng dao động từ 141,5 - 304 quả. Các dòng mướp đắng rừng có năng suất cá thể dao động từ 0,14 - 0,38 kg/cây, dòng MĐ6 có khối lượng cá thể cao nhất trong các dòng mướp đắng rừng, đạt tương ứng 0,38 kg/cây, dòng MĐ14 có năng suất cá thể thấp nhất trong các dòng mướp đắng rừng thí nghiệm, đạt tương ứng 0,14 kg/cây có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%. Năng suất lý thuyết của các dòng mướp đắng rừng dao động từ 2,23 - 3,58 tấn/ha. Năng suất thực thu được liệu của các dòng mướp đắng rừng dao động từ 1,75 - 2,61 tấn/ha, trong đó dòng MĐ6 có khối lượng cá thể và năng suất thực thu được liệu đều đạt cao nhất trong tổng số 56

dòng mướp đắng rừng, tương ứng 0,38 kg/cây và 2,61 tấn/ha. Các dòng có năng suất thực thu đạt cao như: MĐ1 (2,59 tấn/ha), MĐ41 (2,58 tấn/ha), MĐ3 (2,49 tấn/ha), MĐ54 (2,48 tấn/ha), MĐ51 (2,37 tấn/ha) MĐ26 (2,36 tấn/ha), MĐ25 (2,31 tấn/ha), MĐ21 (2,28 tấn/ha), MĐ23 (2,21 tấn/ha), dòng MĐ4 có năng suất thực thu khô thấp nhất (1,75 tấn/ha), sai khác giữa các mẫu giống có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% (Bảng 3). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Bùi Thị Xuân và cs (2022) [15] theo đó 4 dòng mướp đắng rừng: MĐ1, MĐ41, MĐ3, MĐ54 đều có năng suất thực thu cao hơn so với giống mướp đắng rừng QN2 thu thập (năng suất thực thu được liệu 2,40 tấn/ha).

Bảng 3. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các dòng mướp đắng rừng

Dòng	Số quả/cây (quả)	Năng suất cá thể (kg/cây)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
MĐ1	293,00	0,33	3,45	2,59
MĐ2	164,00	0,27	2,91	2,10

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

MĐ3	270,00	0,34	3,31	2,49
MĐ4	150,50	0,23	2,65	1,75
MĐ5	147,00	0,28	2,60	1,96
MĐ6	304,00	0,38	3,58	2,61
MĐ7	161,50	0,29	2,75	2,10
MĐ8	168,50	0,20	2,84	2,05
MĐ9	155,00	0,23	2,79	2,01
MĐ10	173,00	0,20	2,30	1,86
MĐ11	153,00	0,25	2,81	2,06
MĐ12	170,50	0,18	2,75	2,11
MĐ13	174,00	0,25	2,95	2,13
MĐ14	164,00	0,14	2,67	1,98
MĐ15	174,50	0,25	2,77	1,97
MĐ16	170,00	0,26	2,83	2,20
MĐ17	177,50	0,24	2,65	1,99
MĐ18	156,50	0,17	2,50	1,92
MĐ19	170,00	0,22	2,71	2,13
MĐ20	160,00	0,28	2,76	1,99
MĐ21	291,50	0,32	3,04	2,28
MĐ22	181,00	0,20	2,53	2,01
MĐ23	289,50	0,32	3,02	2,21
MĐ24	155,00	0,24	2,98	2,12
MĐ25	291,50	0,33	3,02	2,31
MĐ26	224,5	0,32	3,13	2,36
MĐ27	170,50	0,18	2,67	2,16
MĐ28	155,50	0,26	2,23	1,84
MĐ29	160,50	0,19	2,58	1,92
MĐ30	147,50	0,23	2,48	1,98
MĐ31	156,50	0,18	2,88	2,12
MĐ32	171,00	0,23	2,74	2,05
MĐ33	162,00	0,26	2,81	2,14
MĐ34	156,50	0,20	2,70	2,00
MĐ35	147,50	0,20	2,77	2,08
MĐ36	148,50	0,25	2,84	2,13
MĐ37	148,00	0,19	2,72	2,04

MĐ38	144,50	0,18	3,09	2,13
MĐ39	166,00	0,20	2,82	2,13
MĐ40	170,50	0,21	2,69	2,03
MĐ41	266,50	0,33	3,42	2,58
MĐ42	161,50	0,24	2,95	2,13
MĐ43	157,00	0,17	2,86	2,20
MĐ44	145,50	0,20	2,77	2,10
MĐ45	147,50	0,25	2,77	2,03
MĐ46	165,00	0,23	2,76	2,03
MĐ47	170,50	0,23	2,69	1,95
MĐ48	160,50	0,26	2,67	2,07
MĐ49	141,50	0,22	2,74	1,84
MĐ50	152,50	0,20	2,83	2,03
MĐ51	274,50	0,32	3,21	2,37
MĐ52	150,00	0,21	2,59	2,04
MĐ53	144,50	0,20	2,70	2,01
MĐ54	271,00	0,34	3,23	2,48
MĐ55	188,50	0,20	2,54	2,00
MĐ56	176,00	0,26	2,66	2,11
<i>LSD_{0,05}</i>	<i>22,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0,10</i>	<i>0,11</i>
<i>CV%</i>	<i>6,2</i>	<i>6,00</i>	<i>4,80</i>	<i>5,60</i>

Tương quan giữa các tính trạng chọn lọc là hệ số tương quan đánh giá mối liên kết về kiểu hình chọn lọc. Các tính trạng có tương quan chặt chẽ sẽ có hướng chọn lọc giống nhau, hỗ trợ nhau trong giá trị lựa chọn. Hệ số tương quan 6 tính trạng được xác định làm tiêu chí chọn lọc được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Hệ số tương quan giữa năng suất và yếu tố cấu thành năng suất của các dòng mướp đắng rừng

	NSTT	SQ/C	DKQ	CDQ	CCC	SL
NSTT	1,00					
SQ/C	0,80	1,00				
DKQ	0,26	0,45	1,00			
CDQ	0,07	0,15	0,64	1,00		
CCC	0,78	0,91	0,55	0,27	1,00	
SL	0,32	0,29	0,33	0,25	0,35	1,00

Ghi chú: NSTT : Năng suất thực thu; SQ/C: Số quả/cây; DKQ: Đường kính quả; CDQ: Chiều dài quả; CCC: Chiều cao cây; SL: Số lá.

Năng suất thực thu của các dòng mướp đắng rừng có tương quan với một số tính trạng số lượng của các dòng mướp đắng rừng trong thí nghiệm (Bảng 4). Năng suất thực thu của các dòng mướp đắng rừng có xu hướng tương quan thuận ở mức rất chặt với tính trạng số quả trên cây (0,8) và tương quan chặt với chiều cao cây (0,78). Tính trạng số quả trên cây có xu hướng tương quan thuận ở mức rất chặt với tính trạng chiều cao cây (0,91) và tương quan thuận ở mức trung bình với đường kính quả (0,45). Đường kính quả có tương quan thuận ở mức chặt với chiều dài quả (0,64) ở mức trung bình với tính

trạng chiều dài quả (0,55). Đường kính quả và số quả trên cây có tương quan thuận với năng suất cá thể và là tiêu chí quan trọng trong chọn lọc. Cùng với chiều dài quả, đường kính quả là yếu tố quan trọng hàng đầu cấu thành nên năng suất thực thu quả mướp đắng rừng. Chọn lọc theo hướng chiều dài quả sẽ gặp khó khăn về vấn đề phơi sấy, chế biến. Chọn lọc theo đường kính quả sẽ giảm áp lực của vấn đề này, đồng thời cũng cải thiện được số lượng quả trên cây vì 2 tính trạng này tương quan thuận với nhau.

3.4. Mức độ nhiễm sâu, bệnh hại

Bảng 5. Mức độ nhiễm sâu, bệnh hại của các dòng mướp đắng rừng

Nhóm tác nhân gây hại	Tên tác nhân	Thời điểm gây hại	Mức độ gây hại	Bộ phận gây hại
Bệnh hại	Bệnh sương mai	Tháng 5 - 6	+	Lá
	Bệnh phấn trắng	Tháng 5 - 6	+	Lá
Sâu hại	Sâu xanh da láng	Tháng 7 - 8	++	Lá, chồi non quả
	Ruồi đục quả	Tháng 7 - 8	++	Quả

Ghi chú: +: Tỷ lệ nhiễm sâu, bệnh từ < 10%; ++: Tỷ lệ nhiễm sâu, bệnh từ > 10 - 25%; +++: Tỷ lệ nhiễm sâu, bệnh từ > 25 - 50%; ++++: Tỷ lệ nhiễm sâu, bệnh > 50%

Vụ trồng mướp đắng rừng năm 2023, cây mướp đắng rừng xuất hiện hai tác nhân gây hại là sâu xanh da láng, ruồi đục quả với mức gây hại > 10 - 25% và bệnh sương mai, bệnh phấn trắng với mức gây hại < 10% (Bảng 5). Đối với bốn tác nhân gây hại này, đã phun thuốc Ridomil gold 68 WG đối với bệnh sương mai, Anvil 5SC đối với bệnh phấn trắng, focmon Methyl eugenol với ruồi đục quả và thuốc Radiant 60SC với sâu xanh da láng gây hại. Sau khi phun thuốc theo hướng dẫn của

nhà sản xuất, các triệu chứng gây hại đã dần suy giảm và kết thúc.

3.5. Kết quả chọn lọc các dòng mướp đắng rừng vụ trồng tháng 4 năm 2023

Kết quả đánh giá đặc điểm nông sinh học, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất thực thu được liệu của các dòng mướp đắng rừng thí nghiệm, đã chọn lọc được 10 dòng mướp đắng rừng triển vọng có năng suất cao để tiếp tục đánh giá ở các giai đoạn sau (Bảng 6).

Bảng 6. Các dòng mướp đắng rừng được chọn lọc vụ trồng tháng 4 năm 2023

Dòng	Chỉ số chọn dòng	Chiều cao cây (cm)	Số quả/cây (quả)	Đường kính quả* (cm)	Chiều dài quả** (cm)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
MĐ1	5,17	284,50	293,00	1,17	1,52	2,59
MĐ3	4,44	274,50	270,00	1,47	1,62	2,49
MĐ6	2,97	296,50	304,00	1,37	1,82	2,61
MĐ21	4,55	280,00	291,50	1,37	1,87	2,28
MĐ23	4,49	273,00	289,50	1,33	1,78	2,21
MĐ25	5,72	278,00	291,50	0,48	1,08	2,31

MĐ26	5,41	265,50	224,50	1,28	1,43	2,36
MĐ41	5,22	275,00	266,50	1,38	1,42	2,58
MĐ51	4,48	276,00	274,50	1,33	1,58	2,37
MĐ54	4,28	272,50	271,00	1,28	1,72	2,48

*Ghi chú: *: Đường kính quả có mục tiêu chọn là 3,53 cm; **: Chiều dài quả có mục tiêu chọn là 7,78 cm.*

Tổng số 10 dòng mướp đắng rừng đã được chọn lọc dựa trên năng suất cả thể và 4 tính trạng có tương quan với tính trạng này (Bảng 6). Chỉ số chọn dòng của 10 dòng mướp đắng rừng ưu tú dao động trong khoảng 2,97 - 5,72. Chỉ số này là một chỉ số quan trọng trong chọn lọc đa tính trạng. Kết quả cho thấy, các dòng mướp đắng rừng ưu tú đã gần đạt được mục tiêu, đặc biệt là dòng: MĐ6, MĐ54, MĐ3, MĐ51, MĐ23, MĐ21 lần lượt có chỉ số chọn dòng là 2,97; 4,28; 4,44; 4,48; 4,49; 4,55. 10 dòng mướp đắng rừng triển vọng này sẽ tiếp tục được đánh giá trong năm 2024 để chọn được dòng ưu tú để phục vụ công tác chọn tạo giống mướp đắng rừng trong các giai đoạn tiếp theo.

4. KẾT LUẬN

Tổng số 56 dòng mướp đắng rừng có sự khác biệt rõ rệt về thời gian sinh trưởng qua các giai đoạn, phản ánh tiềm năng thích nghi với điều kiện sinh thái tại khu vực nghiên cứu. Một số đặc điểm nông sinh học như: Chiều cao cây, số lá, số nhánh cấp I, chiều dài quả, đường kính quả, hình dạng lá là những chỉ tiêu quan trọng phục vụ công tác đánh giá sinh trưởng, phát triển của các dòng. Các yếu tố cấu thành năng suất như số quả/cây, năng suất cả thể, năng suất lý thuyết, năng suất thực thu cho thấy, một số dòng có năng suất cao, có tiềm năng cho các giai đoạn đánh giá tiếp theo. Về tình hình sâu, bệnh hại, cây mướp đắng rừng ghi nhận một số đối tượng gây hại phổ biến như: Sâu xanh da láng, ruồi đục quả, bệnh phấn trắng, bệnh sương mai, tuy nhiên mức độ nhiễm chủ yếu ở mức nhẹ đến trung bình, có thể kiểm soát bằng biện pháp phù hợp. 10 dòng mướp đắng rừng có tiềm năng năng suất được chọn lọc trong vụ trồng tháng 4 năm 2023 cần được tiếp tục đánh giá trong các giai đoạn tiếp theo để chọn lọc được các dòng ưu tú đáp ứng nhu cầu giống cho sản xuất.

LỜI CẢM ƠN

*Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp Viện: “Nghiên cứu chọn lọc giống mướp đắng rừng (*Momordica charantia* L.)” đã hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu này.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Huy Bích, Đặng Quang Chung, Bùi Xuân Chương, Nguyễn Thượng Dong, Đỗ Trung Đàm, Phạm Văn Hiến, Vũ Ngọc Lộ, Phạm Duy Mai, Phạm Kim Mẫn, Đoàn Thị Nhu, Nguyễn Tập, Trần Toàn (2006). *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam*, tập II. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
2. Toshiyuki M., Akihito E., Hisashi M. & Masayuki Y. (2001). Medicinal foodstuffs. XXI. structures of new cucurbitane-type triterpene glycosides, goyaglycosids-a, -b, -c, -e, -f, -g and -h, and new oleanane - type triterpene saponins, goyasaponins I, II and III, from the fresh fruit of Japanese *Momordica charantia* L. *Chem. Pharm. Bull.*, 49, 54 - 63.
3. Hikadu O., Yumi M. & Tatsuo Y. (1982). Studies on the Constituents of *Momordica charantia* L. III^{1,2)} characterization of new cucurbitacin glycosides of the immature fruits. (1). Structures of Momordicosids G, F₁, F₂ and I. *Chem. Pharm. Bull.*, 30, 3977 - 3986.
4. Tahira S. & Hussain F. (2014). Antidiabetic evaluation of *Momordica charantia* L fruit extracts. *West Indian Med. Journal.*, 63, 294299.
5. J. K. Grover, S. P. Yadav (2004). Pharmacological action and potential uses of *Momordica charantia*: A review. *J Ethnopharmacol*, 93, 123 - 132.
6. Soni A. R., Choudhury P. K. & Sharma K. R. (2012). Antioxidant and cardioprotective

properties of *Momordica charantia*. *Phytotherapy Research*, 26(1), 88 - 95.

7. L. Y. Bai, Chang-Fang Chiu, Po-Chen Chu, Wei-Yu Lin, Shih-Jiuan Chiu, Y. L. Lu, Yuh-Hwa Liu, Jong-Ho Chyuan, Kur-Ta Cheng, Wen-Li Liang and Wen-Chi Hou (2012). Antioxidant activities of different wild bitter gourd (*Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Seringe) cultivars. *Botanical Studies*, 53, 207 - 214.

8. A. C. Keller, Jun Ma, Adam Kavalier, KanHe, Anne-Marie B. Brillantes, Edward J. Kennelly (2011). Saponins from the traditional medicinal plant *Momordica charantia* stimulate insulin secretion vitro. *Phytomedicine*, 15, 19(1), 32 - 37.

9. Võ Văn Chi (2012). *Từ điển cây thuốc Việt Nam*. Nxb Y học.

10. Poehlman J. M. (1987). Breeding field crops. Blackwell Publishing, 155 - 171.

11. Viện Dược liệu (2013). *Kỹ thuật trồng cây thuốc*. Nxb Nông nghiệp, 228 - 235.

12. Nguyễn Đình Hiền (1995). *Chương trình*

máy tính phân tích chỉ số di truyền ver 1.0. Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

13. Asna A. C., J. Joseph, J. K. John, S. P. Kurien and C. Beena (2024). Collection, characterization and identification of elite genotypes of wild/semi-domesticated bitter gourd (*Momordica charantia* var. *muricata*) for utilization and conservation. *Indian J. Plant Genetic Resources*, 37(1), 62 - 72.

14. N. A. Tamilselvi and L. Pugalendhi (2018). Role of cucurbitaceous rootstocks on vegetative growth, fruit yield and quality of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) scions through grafting. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 28(3), 811 - 818.

15. Bùi Thị Xuân, Trần Thị Lan, Tô Minh Tứ, Trần Thị Kim Dung, Nguyễn Quang Tín, Nguyễn Văn Tâm (2022). Đánh giá đặc điểm hình thái, nông học và đa dạng di truyền của mẫu giống mướp đắng rừng (*Momordica charantia* L. Var. *abbreviata* Ser.). *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, 7, 12 - 13.

ASSESSMENT OF AGRO - BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND YIELD OF BITTER GOURD (*Momordica charantia* L.) LINE IN TAM DAO DISTRICT, VINH PHUC PROVINCE

Bui Thi Xuan¹, To Thi Ngan¹, Nguyen Duc Manh¹,

Hoang Thi Tuyet¹, Nguyen Van Tam¹

¹National Institute of Medicinal Materials

Summary

Bitter gourd (*Momordica charantia* L.) is a valuable medicinal plant widely used in both traditional and modern medicine. This study evaluated 56 bitter gourd lines for agro - biological traits, yield and trait correlations. The experiment was conducted using a completely randomized block design with two replications. In 2023, ten promising lines (MĐ1, MĐ3, MĐ6, MĐ21, MĐ23, MĐ25, MĐ26, MĐ41, MĐ51 and MĐ54) were selected, with the number of fruits per plant ranging from 224.5 to 304 and actual yields ranging from 2.21 to 2.61 tons/ha. Therefore, these ten high - yielding bitter gourd lines warrant further evaluation as valuable germplasm for breeding programs and the development of medicinal plant production.

Keywords: *Agrobiological characteristics, Momordica charantia, Bitter gourd, yields.*

Ngày nhận bài: 5/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 3/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 11/4/2025

Ngày duyệt đăng: 15/4/2025

THÀNH PHẦN BỆNH HẠI VÀ DIỄN BIẾN BỆNH PHẤN TRẮNG (*Erysiphe cichoracearum*), BỆNH GIẢ SƯƠNG MAI (*Pseudoperonospora cubensis*) TRÊN CÂY DƯA LƯỚI TRỒNG TRONG NHÀ MÀNG TẠI MỘT SỐ TỈNH, THÀNH PHÍA NAM

Hoàng Anh Tuấn^{1*}, Đoàn Thị Lý²,
Đào Uyên Trân Đa³, Lâm Thanh Tùng⁴, Phan Thị Hồng Thủy⁴

¹ Ban Quản lý Khu nông nghiệp công nghệ cao thành phố Hồ Chí Minh

² Trung tâm Phân tích và Thử nghiệm 2 - Vinacontrol

³ Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh

⁴ Trung tâm Ươm tạo Doanh nghiệp nông nghiệp công nghệ cao

* Email: hahtuan@gmail.com

TÓM TẮT

Điều tra, xác định thành phần bệnh hại dưa lưới và diễn biến bệnh phấn trắng (*Erysiphe cichoracearum*) cùng bệnh giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*) được thực hiện trong năm 2022 tại thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh Tây Ninh, Bình Thuận. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tại tỉnh Tây Ninh, thành phần bệnh hại trên cây dưa lưới gồm 8 loại bệnh, trong khi tại thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bình Thuận có 7 loại bệnh gây hại. Trong đó, đã xác định được 1 tác nhân do vi khuẩn gây bệnh đốm cháy lá, 8 tác nhân do nấm. Bệnh phấn trắng và bệnh giả sương mai là những bệnh gây hại phổ biến tại các vùng điều tra. Bệnh phấn trắng xuất hiện vào giai đoạn cây hình thành quả, khoảng 30 ngày sau trồng và gây hại tương đối nặng ở thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bình Thuận. Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh phấn trắng trên dưa lưới tại thành phố Hồ Chí Minh lần lượt đạt 43% và 18,65%. Bệnh giả sương mai xuất hiện sớm hơn, vào giai đoạn 20 ngày sau trồng, phát triển nhanh và gây hại nặng vào giai đoạn cuối vụ tại tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh. Tỷ lệ bệnh giả sương mai trên dưa lưới tại thành phố Hồ Chí Minh là 54% và tại tỉnh Tây Ninh là 51%. Chỉ số bệnh tương ứng tại hai vùng này là 23% và 18,78%.

Từ khóa: Dưa lưới, bệnh giả sương mai, bệnh phấn trắng, *Pseudoperonospora cubensis*, *Erysiphe cichoracearum*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dưa lưới (*Cucumis melo* Linn) là loài cây ăn quả thuộc họ bầu bí (Cucurbitaceae), có thời gian sinh trưởng ngắn, năng suất khá cao và có thể trồng được nhiều vụ trong năm, đặc biệt khi trồng trong điều kiện được bảo vệ. Sản xuất dưa lưới ngày càng được chú trọng ở các nước trên thế giới nhờ giá trị dinh dưỡng cao, tiềm năng về năng suất và hiệu quả kinh tế lớn. Thịt quả và hạt dưa lưới chứa nhiều loại dinh dưỡng khác nhau. Quả chứa carbohydrate (5%), nước (90%), vitamin và protein

(1%), trong khi hạt chứa 40 - 44% dầu [1]. Quả dưa lưới còn chứa kali, axit folic cùng nhiều hợp chất có lợi cho sức khỏe con người [2]. Ngoài ra, dưa lưới còn là nguồn cung cấp giá trị các axit amin và beta-carotene. Đây là những chất có khả năng hỗ trợ chống lại các bệnh ung thư, đái tháo đường và kháng khuẩn [3].

Dưa lưới thường bị tấn công bởi nhiều tác nhân gây bệnh như vi khuẩn, nấm và virus, gây ra các bệnh như: Giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*), héo vi khuẩn (*Erwinia tracheiphila*),

phấn trắng (*Erysiphe cucurbitarum*), đốm lá *Alternaria* (*Alternaria cucumerina*), thán thư (*Colletotrichum lagenarium*) và héo Fusarium (*Fusarium oxysporum*) [4]. Tại Việt Nam, nhờ mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể cho người trồng nên diện tích dưa lưới trồng trong nhà màng đã không ngừng tăng lên trong những năm gần đây. Tuy nhiên, giống như nhiều loại cây trồng khác trong họ bầu bí, canh tác dưa lưới đang đối mặt với nhiều khó khăn do bệnh hại, kể cả khi trồng trong nhà màng. Trong đó, các bệnh phấn trắng (*Erysiphe cichoracearum*) và giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*) là những bệnh phổ biến tại những vùng trồng dưa lưới ở các tỉnh phía Nam. Tại các địa phương như thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Tây Ninh và Bình Thuận, có những thời điểm bệnh phấn trắng và bệnh giả sương mai gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến năng suất và chất lượng sản phẩm. Tuy nhiên, hiện nay trong nước có rất ít nghiên cứu về bệnh hại trên dưa lưới, đặc biệt là các công bố về thành phần và diễn biến của các bệnh chính trên cây dưa lưới trồng trong điều kiện nhà màng.

Nghiên cứu này cung cấp dữ liệu đầu tiên về thành phần bệnh hại chính trên cây dưa lưới trồng trong điều kiện nhà màng, cũng như diễn biến của bệnh phấn trắng và giả sương mai qua các vụ trồng trong năm 2022 tại các địa phương như thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Tây Ninh và Bình Thuận.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Giống dưa lưới TL3. Mẫu thân, lá, quả dưa lưới bị bệnh thu thập tại các địa điểm điều tra ở thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Tây Ninh và Bình Thuận trong năm 2022.

Môi trường phân lập WA (Water Agar: Agar 20 g, nước cất vừa đủ 1.000 mL) và làm thuần trên môi trường PDA (Potato Dextrose Agar: Khoai tây 200 g, đường Dextrose 20 g, agar 20 g, nước cất vừa đủ 1.000 mL, pH 6,8). Môi trường LB (Lysogeny Broth Agar: Tryptone 10 g, Yeast Extract 5 g, NaCl 5 g, Agar 15 g, nước cất vừa đủ 1.000 mL) dùng cho nuôi cấy vi khuẩn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp điều tra: Tại mỗi địa phương, tiến hành điều tra, thu thập mẫu bệnh trên 2 nhà màng trồng dưa lưới (diện tích tối thiểu 1.000 m²). Mỗi nhà màng điều tra 10 điểm ngẫu nhiên trên 2 đường chéo góc, mỗi điểm 5 cây. Định kỳ điều tra 10 ngày/lần x 5 lần vào các giai đoạn 10, 20, 30, 40, 50 ngày sau trồng (NST).

Đánh giá tỷ lệ (%) cây bệnh và chỉ số (%) cây bị bệnh: Đếm số cây bị bệnh và phân cấp cây bị bệnh theo thang 9 cấp: Cấp 1: < 1% diện tích cây bị bệnh; cấp 3: 1 - 5% diện tích cây bị bệnh; cấp 5: > 5 - 25% diện tích cây bị bệnh; cấp 7: > 25 - 50% diện tích cây bị bệnh; cấp 9: > 50% diện tích cây bị bệnh. Xác định mức độ phổ biến của bệnh theo thang sau: ++++: Rất phổ biến (tỷ lệ bệnh xuất hiện $\geq$ 50%); +++: Phổ biến (tỷ lệ bệnh xuất hiện: 25% - < 50%); ++: Ít phổ biến (tỷ lệ bệnh xuất hiện: 10% - < 25%); +: Không phổ biến (tỷ lệ bệnh xuất hiện > 0 - < 10%); -: Không xuất hiện.

Mẫu được thu thập và bảo quản theo phương pháp quản lý mẫu bệnh thực vật của Shivas và Beasley (2005) [5] và được gửi định danh tại Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường - Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Việc điều tra xác định thành phần bệnh hại chính và diễn biến của bệnh được thực hiện trong năm 2022 tại 3 vùng trồng dưa lưới phổ biến phía Nam là: Thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Tây Ninh và Bình Thuận.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần bệnh hại dưa lưới tại các địa phương

Kết quả điều tra thành phần bệnh hại trên cây dưa lưới tại các vùng đã ghi nhận, ở tỉnh Tây Ninh có 8 bệnh gây hại khác nhau, trong khi tại thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bình Thuận có 7 bệnh gây hại. Kết quả phân lập và định danh đã xác định được 1 tác nhân vi khuẩn gây bệnh đốm cháy lá, 8 tác nhân do nấm gây bệnh trên lá, thân và quả dưa lưới. Riêng bệnh khảm lá chưa xác định được tác nhân gây hại (Bảng 1).

Bảng 1. Thành phần bệnh hại dưa lưới tại một số tỉnh phía Nam năm 2022

TT	Loại bệnh hại		Mức độ phổ biến			Bộ phận gây hại chính
	Tên thường gọi	Tác nhân gây hại	Tỉnh Tây Ninh	Thành phố Hồ Chí Minh	Tỉnh Bình Thuận	
1	Phấn trắng	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	+++	+++	+++	Lá, thân, cuống
2	Giả sương mai	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	++++	++++	+++	Lá
3	Đốm cháy lá do nấm	<i>Curvularia</i> sp., <i>Nigrospora</i> sp., <i>Bipolaris</i> sp.	++	++	++	Lá
4	Nứt thân xì mủ	<i>Didymella</i> sp., <i>Fusarium</i> sp.	++	++	++	Thân, cành
5	Thối gốc	<i>Rhizoctonia</i> sp, <i>Fusarium</i> sp.	++	+++	++	Gốc
6	Thối quả	<i>Fusarium</i> sp.	+	+	+	Quả
7	Cháy lá do vi khuẩn	<i>Pantoea</i> spp.	+	-	-	Lá
8	Khảm lá	Chưa xác định	++	+++	+++	Lá

Ghi chú: ++++: Rất phổ biến; +++: Phổ biến; ++: Ít phổ biến; +: Không phổ biến; -: Không xuất hiện.

Trong số các loại bệnh hại trên cây dưa lưới, bệnh phấn trắng (*Erysiphe cichoracearum*) và bệnh giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*) xuất hiện phổ biến ở cả 3 vùng điều tra. Bệnh thối gốc (do nấm *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.) xuất hiện phổ biến ở thành phố Hồ Chí Minh nhưng ít phổ biến ở tỉnh Tây Ninh và Bình Thuận. Bệnh đốm cháy lá (do nhiều loài nấm như *Curvularia* sp., *Nigrospora* sp., *Bipolaris* sp.) và bệnh nứt thân xì mủ (do nấm *Didymella* sp. và *Fusarium* sp.) xuất hiện ở cả 3 vùng điều tra nhưng ít phổ biến. Bệnh thối quả (do nấm *Fusarium* sp.) ít bắt gặp ở các vùng, bệnh cháy lá do vi khuẩn chỉ bắt gặp trên cây dưa lưới trồng ở tỉnh Tây Ninh. Trong khi đó, bệnh khảm lá xuất hiện ở cả 3 vùng và khá phổ biến ở thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bình Thuận. Như đã trình bày ở trên, ngoài bệnh phấn trắng, giả sương mai là các bệnh phổ biến trên cây dưa lưới ở cả 3 vùng điều tra và đã xác định tác nhân gây bệnh đến tên loài, các bệnh còn lại hoặc chưa xác định được tác nhân gây hại hoặc chỉ mới xác định được đến tên chi trong số đó chỉ một số bệnh xuất hiện phổ biến ở 1 hoặc 2 vùng điều tra. Ngoài ra, một số bệnh như đốm cháy lá, nứt thân xì mủ, thối gốc còn do nhiều tác nhân gây ra. Trong thực tế, chỉ dựa vào triệu chứng gây hại trên đồng ruộng để phân biệt các

tác nhân gây bệnh nứt thân xì mủ, thối gốc, đốm cháy lá là rất khó khăn. Đối với bệnh cháy lá do nấm *Curvularia* sp., *Nigrospora* sp., *Bipolaris* sp. gây ra, nghiên cứu của Manamgoda và cs (2012) [6] cho rằng, chi *Bipolaris* và *Curvularia*, cùng với chi *Cochliobolus*, tạo thành một phức hệ gây bệnh trên cây trồng và việc phân loại phức hệ này thường bị nhầm lẫn. Nghiên cứu cũng cho biết, không có ranh giới hình thái rõ ràng giữa các chi sinh sản vô tính *Bipolaris*, *Curvularia*. Vì vậy, trong khuôn khổ nghiên cứu này, chỉ trình bày đặc điểm và diễn biến của hai loại bệnh hại phổ biến đã xác định được tên loài tác nhân gây bệnh là bệnh bệnh phấn trắng (do nấm *Erysiphe cichoracearum*) và giả sương mai (do nấm *Pseudoperonospora cubensis*).

3.2. Triệu chứng bệnh và đặc điểm hình thái của nấm gây bệnh phấn trắng (*Erysiphe cichoracearum*) và giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*)

3.2.1. Bệnh phấn trắng (*Erysiphe cichoracearum*)

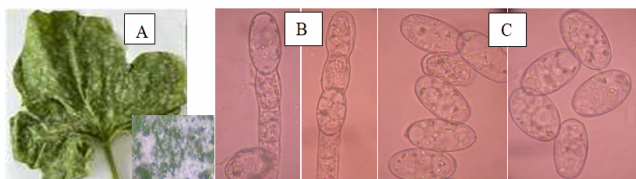
Triệu chứng: Lá cây đầu tiên xuất hiện những đốm hơi trắng đến vàng nhạt. Khi các đốm này phát triển rộng ra, trên các mô lá xuất hiện các đám bào tử trông như bột phấn có màu hơi trắng. Gặp điều kiện thuận lợi, lớp bột phấn này có thể phát triển nhanh, bao kín và dày đặc trên cả gân lá

và biến lá, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình quang hợp. Lá bị hại nặng dần chuyển màu từ xanh sang vàng, khô héo và rụng. Triệu chứng này cũng phù hợp với mô tả trong một số nghiên cứu về triệu chứng gây hại do nấm (*Erysiphe cichoracearum*). Nghiên cứu của McCreight (2006) [7] Aguiar và cs (2012) [8] cho biết, nấm *Erysiphe cichoracearum* gây bệnh với các triệu chứng đặc trưng trên cây nhiễm bệnh như xuất hiện các đốm màu vàng nhạt trên thân, cuống lá và lá cây. Khi các đốm to ra, bào tử được tạo ra từ mô bị ảnh hưởng và các đốm trông giống như bột. Trong điều kiện ẩm ướt, ở mặt dưới lá, tại vị trí vết bệnh, có lớp tơ nấm màu trắng hoặc vàng nhạt. Lá bị vàng khi có nhiều đốm, các đốm này sẽ liên kết lại tạo thành những vùng cháy màu nâu nhạt, và mô bệnh dễ bị rách.



Hình 1. Triệu chứng lá cây dưa lưới bị bệnh phấn trắng

Đặc điểm hình thái của tác nhân gây bệnh: Kết quả quan sát dưới kính hiển vi ở độ phóng đại x100 cho thấy, cành bào tử phân sinh thẳng góc với sợi nấm, không phân nhánh, không màu. Bào tử phân sinh có hình trứng hoặc hình bầu dục, đơn bào, không màu, với kích thước 3 - 4 x 5 - 7 μm . Kết quả này hoàn toàn phù hợp với mô tả của Mieslerová và cs (2020) [9] và Termorshuizen (2007) [10] về đặc điểm hình thái của nấm *Erysiphe cichoracearum*.



Hình 2. Triệu chứng bệnh phấn trắng trên lá dưa lưới (A) và cành bào tử (B) và bào tử (C) của nấm *Erysiphe cichoracearum*

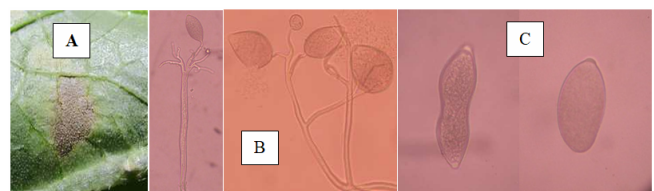
3.2.2. Bệnh giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*)

Triệu chứng: Khi bị bệnh tấn công, lá cây xuất hiện các vết đốm nhỏ không màu hoặc màu xanh nhạt. Sau đó, vết bệnh phát triển lớn dần, chuyển màu sang xanh vàng hoặc nâu nhạt. Vết bệnh bị giới hạn bởi các đường gân lá, có hình đa giác hoặc hình bất định, nằm rải rác dọc theo gân lá. Trong điều kiện thuận lợi, có thể nhìn thấy các đám tơ mịn trên vết bệnh ở mặt dưới của lá. Nhận định này cũng phù hợp với các mô tả trước đây khi cho rằng, các triệu chứng ban đầu của bệnh giả sương mai là các vết bệnh nhỏ gây úa lá trên các lá già, sau đó lan sang các lá non [11 - 13]. Trong môi trường ẩm ướt, túi bào tử hình thành ở mặt dưới của lá, tạo ra sự phát triển của lông tơ mịn màu trắng xám đến tím. Lá bị nhiễm nấm sẽ hoại tử và rụng, khiến cây còi cọc và quả kém phát triển.



Hình 3. Triệu chứng lá cây dưa lưới bị bệnh giả sương mai

Đặc điểm hình thái của tác nhân gây bệnh: Kết quả quan sát dưới kính hiển vi ở độ phóng đại x100 cho thấy, sợi nấm hình ống, phân nhánh không đều, có hình dạng giống cành cây. Bào tử nấm có hình trứng hoặc bầu dục (180 - 400 μm), mang núm ở đỉnh các túi (20 - 40 x 14 - 25 μm) (Hình 4). Kết quả này phù hợp với mô tả về hình thái vi thể của nấm *Pseudoperonospora cubensis* trong nghiên cứu của Salcedo và cs (2021) [14]; Savory và cs (2011) [15].



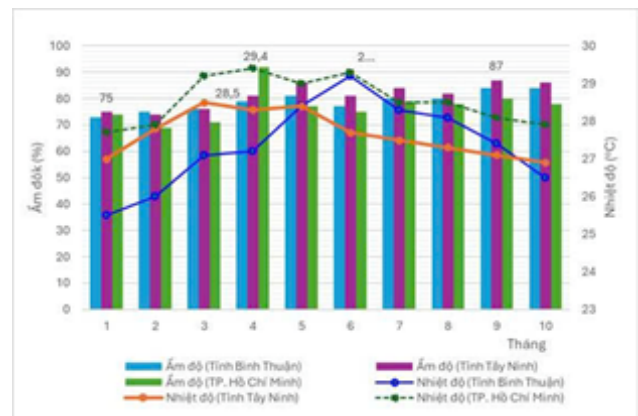
Hình 4. Triệu chứng bệnh giả sương mai trên lá dưa lưới (A), cành bào tử (B), bào tử (C) của nấm *Pseudoperonospora cubensis*

3.3. Diễn biến tỷ lệ bệnh giả sương mai và bệnh phấn trắng trên cây dưa lưới trồng trong nhà màng tại các địa phương

3.3.1. Diễn biến thời tiết khí hậu từ tháng 1 - 10/2022 tại các vùng điều tra

Nhiệt độ và ẩm độ tại các vùng điều tra không có sự chênh lệch đáng kể và khá thuận lợi cho sự phát triển, gây hại của bệnh phấn trắng và giả sương mai. Cụ thể, nhiệt độ trung bình các tháng trong năm tại tỉnh Bình Thuận, Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh dao động trong khoảng 25,5 - 29,3°C. Trong đó, tỉnh Bình Thuận có nhiệt độ thấp hơn tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh. Tuy nhiên, nếu tính trung bình trong 10 tháng (tỉnh Bình Thuận: 27,6°C; tỉnh Tây Ninh: 27,7°C; thành phố Hồ Chí Minh: 28,6°C) thì chênh lệch nhiệt độ giữa các địa phương không lớn, chỉ trong khoảng 1°C. Ẩm độ trung bình các tháng giữa các vùng điều tra khá tương đồng, thay đổi xung quanh 80% (Hình 5). Tuy nhiên, theo số liệu khí tượng của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, tổng số giờ nắng và tổng lượng mưa (tính trong 10 tháng đầu năm 2022) có sự khác biệt giữa các địa phương. Trong đó, tỉnh Bình Thuận có tổng số giờ nắng cao nhất (2.275 giờ), tiếp đến là tỉnh Tây Ninh (2.078 giờ), thấp nhất là thành phố Hồ Chí Minh (1.770 giờ). Ngược lại, tổng lượng mưa tại thành phố Hồ Chí Minh đạt cao nhất (2.103 mm), tiếp đến là tỉnh Tây Ninh (1.685 mm) và thấp nhất là tỉnh Bình Thuận chỉ có 705 mm [16].

Đây chính là những yếu tố có ảnh hưởng lớn đến quá trình phát triển của bệnh phấn trắng và giả sương mai tại các vùng. Mặc dù dưa lưới được trồng trong nhà màng, nhưng trong điều kiện số giờ nắng thấp, đặc biệt khi có mưa làm độ ẩm tăng đột ngột, kèm theo thời tiết trở nên âm u, sẽ tạo điều kiện thuận lợi hơn cho bệnh phát sinh và gây hại. Nấm gây bệnh phấn trắng là loài ký sinh chuyên tính bắt buộc, phát triển thuận lợi khi cây sinh trưởng mạnh, nhiệt độ vừa phải, ánh sáng yếu và có sương [13, 17]. Trong khi đó, bệnh giả sương mai có thể gây hại quanh năm, nhưng phát triển mạnh nhất trong điều kiện môi trường có độ ẩm cao, đặc biệt khi trời có mưa, âm u và sương mù vào buổi sáng [15].



Hình 5. Nhiệt độ và ẩm độ trung bình từ tháng 1 - 10/2022 tại các vùng điều tra [16]

3.3.2. Diễn biến của bệnh phấn trắng (*Erysiphe cichoracearum*) hại dưa lưới tại các vùng điều tra

Bảng 2. Tỷ lệ (%) bệnh phấn trắng trên cây dưa lưới tại các địa phương

Địa điểm	Tỷ lệ bệnh (%) ở giai đoạn phát triển của cây dưa lưới				
	10 NST	20 NST	30 NST	40 NST	50 NST
Tỉnh Tây Ninh	0	0	5	14	25
Thành phố Hồ Chí Minh	0	0	6	16	43
Tỉnh Bình Thuận	0	0	5	16	35

Ghi chú: NST: Ngày sau trồng.

Tại các địa phương như tỉnh Tây Ninh, Bình Thuận và thành phố Hồ Chí Minh, bệnh phấn trắng xuất hiện vào giai đoạn 30 NST, khi cây bắt đầu hình thành quả, nhưng với tỷ lệ bệnh không cao, khoảng 5%. Tuy nhiên, sau 10 ngày, khi cây bước vào giai đoạn phát triển quả, bệnh phát triển khá nhanh với tỷ lệ bệnh tăng lên từ

14 - 16%. Đến giai đoạn quả bắt đầu chín (50 NST), tỷ lệ bệnh phấn trắng tiếp tục gia tăng, nhưng có sự khác biệt giữa các địa phương. Cụ thể, tỷ lệ bệnh phấn trắng cao nhất được ghi nhận tại thành phố Hồ Chí Minh với 43% số cây bị bệnh, tiếp đến là tỉnh Bình Thuận (35%) và thấp nhất là tỉnh Tây Ninh (25%).

Mặc dù bệnh phấn trắng xuất hiện và gây hại trên lá từ giai đoạn 30 NST, nhưng mức độ gây hại ở thời điểm này không đáng kể, với chỉ số bệnh thấp dưới 1% (Bảng 3). Tuy nhiên, ở giai đoạn phát triển quả (khoảng 40 NST) mức độ gây hại có xu hướng tăng lên nhưng vẫn ở mức thấp, khoảng 5%. Trong điều kiện nhà màng, tốc độ phát triển và lây lan của các bào tử phấn trắng rất nhanh. Trong vòng 10 ngày sau đó, mức độ gây hại của bệnh đã tăng lên từ hơn 2 lần đến gần 4 lần so với giai đoạn 40 NST, gây ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng quả dưa lưới. Bệnh phấn trắng nếu không được kiểm soát hiệu quả trước giai

đoạn 40 NST sẽ gây ảnh hưởng lớn đến năng suất, đặc biệt là chất lượng quả (độ ngọt). Mặc dù quả ít bị tấn công trực tiếp, nhưng ở những cây bị bệnh nặng, quả thường nhỏ và có vị nhạt do giảm lượng đường và axit amin. Những quả này phải thu hoạch sớm, làm giảm năng suất [7, 8, 10, 12]. Bệnh phấn trắng ít khi gây chết cây, nhưng khiến cây suy yếu, sinh trưởng kém và năng suất giảm [13, 18]. Do đó, để đảm bảo năng suất và chất lượng dưa lưới trồng trong nhà màng, cần áp dụng các biện pháp kiểm soát bệnh hiệu quả trước giai đoạn 40 NST.

Bảng 3. Chỉ số (%) bệnh phấn trắng trên cây dưa lưới tại các địa phương

Địa điểm	Chỉ số bệnh (%) ở giai đoạn				
	10 NST	20 NST	30 NST	40 NST	50 NST
Tỉnh Tây Ninh	0	0	0,78	4,67	11,78
Thành phố Hồ Chí Minh	0	0	0,67	4,89	18,56
Tỉnh Bình Thuận	0	0	0,56	5,11	17,00

3.3.3. Bệnh giả sương mai (*Pseudoperonospora cubensis*)

Bệnh giả sương mai xuất hiện khá sớm, khi cây dưa lưới được 20 ngày tuổi, với tỷ lệ thấp chỉ 1 - 2% tại tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh. Tuy nhiên, bệnh phát triển nhanh và sau 10 ngày, tỷ lệ bệnh đã tăng lên 14 - 16%. Đến giai đoạn 50 NST, tỷ lệ bệnh giả sương mai tại hai vùng này vượt mức 50%

và ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển của cây dưa lưới. Kết quả này cũng phù hợp với các công bố trước đây về bệnh giả sương mai ở các nước. Nghiên cứu của Savory và cs (2011) [15] cho thấy, bệnh thường phát sinh sớm từ khi cây có 3 lá thật, lây lan nhanh giữa các tầng lá trên cùng một cây hoặc giữa các cây khác nhau. Bệnh trở nên nghiêm trọng hơn từ giai đoạn thu hoạch cho đến cuối vụ.

Bảng 4. Tỷ lệ (%) bệnh giả sương mai trên cây dưa lưới tại các địa phương

Địa điểm	Tỷ lệ bệnh (%) ở giai đoạn				
	10 NST	20 NST	30 NST	40 NST	50 NST
Tỉnh Tây Ninh	0	1	14	22	51
Thành phố Hồ Chí Minh	0	2	16	27	54
Tỉnh Bình Thuận	0	0	3	9	25

Trong số ba vùng điều tra, tại tỉnh Bình Thuận, bệnh xuất hiện muộn nhất và có tỷ lệ thấp hơn hẳn so với tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí

Minh. Vào giai đoạn 50 NST, tỷ lệ bệnh giả sương mai trên dưa lưới tại tỉnh Bình Thuận chỉ đạt 25%, gây ảnh hưởng không lớn so với hai vùng còn lại.

Bảng 5. Chỉ số (%) bệnh giả sương mai trên cây dưa lưới tại các địa phương

Địa điểm	Chỉ số bệnh (%) ở giai đoạn				
	10 NST	20 NST	30 NST	40 NST	50 NST
Tỉnh Tây Ninh	0	0,11	3,22	9,11	18,78
Thành phố Hồ Chí Minh	0	0,22	2,44	8,78	23,00
Tỉnh Bình Thuận	0	0	0,33	3,00	6,89

Tương tự với tỷ lệ bệnh, chỉ số bệnh tại tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh tăng khá nhanh trong giai đoạn 40 - 50 NST. Điều này dẫn đến hiện tượng lá rụng, cây tàn sớm, làm giảm

năng suất và chất lượng quả dưa lưới. Chỉ số bệnh cao nhất được ghi nhận tại thành phố Hồ Chí Minh với 23% vào giai đoạn 50 NST, trong khi tại tỉnh Bình Thuận, chỉ số này thấp nhất, chỉ đạt 6,89%.

So với thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Tây Ninh, điều kiện khí hậu tại tỉnh Bình Thuận có sự khác biệt nhất định, với số giờ nắng cao và lượng mưa thấp, nên thời tiết ít âm u hơn. Đây là những điều kiện không thuận lợi cho bệnh giả sương mai phát sinh và gây hại.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Đã điều tra và xác định được các bệnh hại chính cho cây dưa lưới trồng trong nhà màng ở thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Tây Ninh và Bình Thuận gồm: Bệnh phấn trắng do nấm *Erysiphe cichoracearum*; bệnh giả sương mai do nấm *Pseudoperonospora cubensis*; bệnh đốm cháy lá do nhiều tác nhân gồm *Curvularia* sp., *Nigrospora* sp., *Bipolaris* sp.; bệnh nứt thân xì mủ do nấm *Didymella* sp. và *Fusarium* sp.; bệnh thối gốc do 2 nấm *Rhizoctonia* sp. và *Fusarium* sp.; bệnh thối quả do *Fusarium* sp. và bệnh khảm lá. Riêng trên cây dưa lưới tại tỉnh Tây Ninh còn phát hiện tác nhân vi khuẩn *Pantoea* spp. gây bệnh cháy lá. Trong số này, bệnh phấn trắng do nấm *Erysiphe cichoracearum* và bệnh giả sương mai do nấm *Pseudoperonospora cubensis* là hai bệnh phổ biến trên cây dưa lưới ở cả 3 vùng điều tra.

Bệnh phấn trắng xuất hiện vào giai đoạn cây hình thành quả, khoảng 30 NST, ở cả 3 vùng điều tra. Bệnh gây hại tương đối nặng ở thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bình Thuận. Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh phấn trắng trên dưa lưới ở thành phố Hồ Chí Minh lần lượt đạt 43% và 18,65% ở giai đoạn 50 NST.

Bệnh giả sương mai xuất hiện sớm vào giai đoạn 20 NST tại tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh. Bệnh giả sương mai phát triển nhanh và gây hại nặng tại tỉnh Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh vào giai đoạn cuối vụ, khoảng 40 - 50 NST. Tỷ lệ bệnh giả sương mai trên dưa lưới tại thành phố Hồ Chí Minh là 54% và tại tỉnh Tây Ninh là 51%. Chỉ số bệnh tương ứng tại 2 vùng là 23% và 18,78%. Tại tỉnh Bình Thuận, bệnh xuất hiện muộn hơn, vào giai đoạn 30 NST, và gây hại không đáng kể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Parveen, S., Azhar Ali, M., Asghar, M., Rahim Khan, A. & Salam, A (2012). Physico - chemical changes in muskmelon (*Cucumis melo* L.) as affected by harvest maturity stage. *Journal of Agricultural Research* (03681157), 50(2): 249 - 260.

2. Lester, G. E., & Hodges, D. M (2008). Antioxidants associated with fruit senescence and human health: Novel orange-fleshed non-netted honey dew melon genotype comparisons following different seasonal productions and cold storage durations. *Postharvest Biology and Technology*, 48(3), 347 - 354.

3. Parle, M., & Singh, K (2011). Musk melon is eat-must melon. *International research Journal of Pharmacy*, 2(8), 52 - 57.

4. Atiq, M. Khalid, M., Rajput, N. A., Sultan, A., Usman, M., Iftekhhar, S., Shahbaz, H., Rehman, N., Ahmed, U., Tariq, H (2022). Downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*): A devastating phytopathological issue of Muskmelon: Review. *International Journal of Biosciences (IJB)*, (20), 21 - 28. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/20.1.21-28>.

5. Shivas R. and Beasley, D. (2005). Management of plant pathogen collections. *Canberra: Department of Agriculture, Fisheries and Forestry*, Queensland, Australia. 82 pages.

6. Manamgoda D. S, Cai L, McKenzie EHC *et al.*, (2012). A phylogenetic and taxonomic re-evaluation of the *Bipolaris* - *Cochliobolus* - *Curvularia* complex. *Fungal Diversity* 56(1):131 - 144.

7. McCreight J. D (2006). Melon-powdery mildew interactions reveal variation in Melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. *J. Amer. soc. hort. sci* 131(1): 59 - 65

8. Aguiar, B. D. M., Vida, J. B., Tessmann, D. J., Oliveira, R. R. D., Aguiar, R. L. & Alves, T. C. A (2012). Fungal species that cause powdery mildew in greenhouse-grown cucumber and melon in Paraná State, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34, 247 - 252.

9. Mieslerová, B., Kitner, M., Petřeková, V., Dvořáková, J., Sedlářová, M., Cook, R. T. & Lebeda, A (2020). *Golovinomyces* powdery mildews on Asteraceae in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 56(3). 163 - 179.

10. Termorshuizen, A. J (2007). Fungal and fungus-like pathogens of potato. In *Potato biology and biotechnology*, 29, 643 - 665.

11. Colucci, S. J. & Holmes, G. J (2010). Downy mildew of cucurbits. *The plant health instructor*. DOI: 10.1094. PHI-I-2010-0825-01.

12. Baramidze, V., Khetereli, A., & Kushad, M (2015). Identification and control of major diseases and insect pests of vegetables and melons in Georgia. *Agricultural University of Georgia, UAS*. ISBN: 956-9941-0-8065. 4.
13. Singh R. P., Singh A., Singh A. K (2020). Important diseases of greenhouse crops and their integrated management: A Review. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2020, 8(1), 962 - 970.
14. Salcedo, A. F., Purayannur, S., Standish, J. R., Miles, T., Thiessen, L., & Quesada-Ocampo, L. M (2021). Fantastic downy mildew pathogens and how to find them: advances in detection and diagnostics. *Plants*, 10(3), 463 - 465.
15. Savory, E. A., Granke, L. L., quesada-Ocampo, L. M., Varbanova, M., Hausbeck, M. K., & Day, B (2011). The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Molecular plant pathology*, 12(3), 217 - 226.
16. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2022). Thông báo Khí tượng Nông nghiệp (từ tháng 1 - 10/2022). <https://imh.ac.vn/>
17. Qin F. F., Xu H. L. and Xu Q. C (2011). Control of Powdery Mildew in Organic Greenhouse Melon Cultivation. *Acta horticulture*, 866, 1223 - 1230.
18. Kehinde I. A (2013). Characteristic symptoms of melon diseases caused by fungi in south western Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 8(46), 5791 - 5801.

**DISEASE COMPOSITION AND DEVELOPMENT OF POWDERY MILDEW
(*Erysiphe cichoracearum*) AND DOWNY MILDEW (*Pseudoperonospora cubensis*)
ON CANTALOUPE CULTIVATED IN GREENHOUSES
IN SOME SOUTHERN PROVINCES OF VIETNAM**

Hoang Anh Tuan¹, Doan Thi Ly²,

Dao Uyen Tran Da³, Lam Thanh Tung⁴, Phan Thi Hong Thuy⁴

¹ Management Board of the Ho Chi Minh city Agricultural Hi-Tech Park

² Vinacontrol Analysis and Testing Center 2

³ Nong Lam University Ho Chi Minh city

⁴ High-Tech Agricultural Enterprise Incubation Center

Summary

A survey was conducted in 2022 to identify the disease composition and monitor the progression of powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*) and downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) on cantaloupe cultivated in greenhouses in Ho Chi Minh city, Tay Ninh and Binh Thuan province. The results indicated that in Tay Ninh province, eight diseases were identified on cantaloupe, whereas seven diseases were recorded in Ho Chi Minh city and Binh Thuan province. Among these, one bacterial pathogen causing leaf blight and eight fungal pathogens were identified. Powdery mildew and downy mildew were the most prevalent diseases across all surveyed regions. Powdery mildew appeared during the fruit-setting stage, approximately 30 days after transplanting and caused relatively severe damage in Ho Chi Minh city and Binh Thuan province. The incidence and disease index of powdery mildew in Ho Chi Minh city reached 43% and 18.65%, respectively. Downy mildew emerged earlier, around 20 days after transplanting, developed rapidly and caused significant damage at the late growth stage in Tay Ninh province and Ho Chi Minh city. The incidence of downy mildew was 54% in Ho Chi Minh city and 51% in Tay Ninh province, with corresponding disease indices of 23% and 18.78%, respectively.

Keywords: *Cantaloupe*, *downy mildew*, *powdery mildew*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Erysiphe cichoracearum*.

Ngày nhận bài: 18/9/2024

Ngày gửi phản biện: 15/11/2024

Ngày thông qua phản biện: 15/2/2025

Ngày duyệt đăng: 09/4/2025

**NGHIÊN CỨU BIỆN PHÁP KỸ THUẬT BÓN PHÂN
VÀ MẬT ĐỘ TRỒNG ĐẾN SINH TRƯỞNG,
NĂNG SUẤT VÀ HIỆU QUẢ KINH TẾ
TRONG SẢN XUẤT ĐẬU ĐEN XANH LÒNG
(*Vigna unguiculata* subsp. *Cylindrica* (L.) verdc)**

Trịnh Thị Sen¹*, Trần Văn Tý¹

¹Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Email: trinhthisen@huan.edu.vn

TÓM TẮT

Hai biện pháp kỹ thuật gồm: Lượng phân bón và mật độ trồng được tiến hành nghiên cứu để xác định sự tích hợp tốt nhất của 2 biện pháp này cho sinh trưởng, năng suất và hiệu quả kinh tế trong sản xuất đậu đen xanh lòng. Thí nghiệm gồm 2 nhân tố, 5 mức bón phân hữu cơ gồm: 0 (đối chứng), 4, 8, 12, 16 tấn/ha trên nền 30 kg N + 40 kg P₂O₅ + 40 kg K₂O/ha + 300 kg vôi bột và 3 mật độ trồng: 16, 12, 8 cây/m², được bố trí theo kiểu ô lớn, ô nhỏ (split – plot) với 3 lần nhắc lại trên đất nâu đỏ. Các chỉ tiêu theo dõi được thực hiện theo bộ phiếu thu thập, mô tả đánh giá của Trung tâm Tài nguyên thực vật. Kết quả nghiên cứu cho thấy, 2 biện pháp kỹ thuật: Lượng phân bón và mật độ trồng có ảnh hưởng đến sinh trưởng, năng suất và hiệu quả kinh tế của cây đậu đen xanh lòng. Năng suất và hiệu quả kinh tế đạt cao nhất tại mức bón phân hữu cơ là 4 tấn/ha và mật độ trồng là 16 cây/m² (công thức P1M1). Với mức bón và mật độ này, năng suất thực thu đạt 15,17 tạ/ha/vụ, lợi nhuận đạt 28.075.000 đồng/ha/vụ và chỉ số VCR là 12,12. Từ kết quả nghiên cứu, đề xuất sử dụng mức bón phân hữu cơ là 4 tấn/ha và mật độ trồng là 16 cây/m² cho cây đậu đen xanh lòng trên đất nâu đỏ trong vụ hè thu tại tỉnh Quảng Trị.

Từ khóa: Biện pháp kỹ thuật, đậu đen xanh lòng, hiệu quả kinh tế, năng suất, sinh trưởng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đậu đen xanh lòng (*Vigna unguiculata* subsp. *Cylindrica* (L.) verdc) có hàm lượng protein, hidrocarbon, chất xơ, khoáng chất, các loại vitamin cao [1].

Người nông dân ở tỉnh Quảng Trị có tập quán trồng đậu đen từ lâu đời và sử dụng giống đậu đen xanh lòng, mặc dù đậu đen chưa được xếp vào đối tượng cây trồng chủ lực tại Việt Nam nhưng là cây trồng được quan tâm trong tiến trình thực hiện tái cơ cấu ngành nông nghiệp [2]. Hiện nay, cây đậu đen được trồng ở nhiều vùng miền khác nhau trong cả nước. Đậu đen được trồng phổ biến ở vùng Chiến khu Ba Lòng, huyện Đakrông và các huyện khác như: Vĩnh Linh, Triệu Phong, Cam Lộ, tỉnh Quảng Trị. Đậu đen là loại cây dễ trồng, chống chịu hạn tốt, thời gian thu hoạch ngắn [3].

Để làm tiền đề phát triển cây trồng này theo hướng nông nghiệp hữu cơ, nhằm tạo ra sản phẩm an toàn, phục vụ chế biến theo chuỗi hàng hóa đặc trưng của tỉnh, cần ứng dụng các biện pháp kỹ thuật canh tác phù hợp. Tập quán gieo hạt quá dày, với mật độ biến động từ 20 – 25 cây/m² [4] làm tăng chi phí đầu vào, tạo nên sự cạnh tranh về dinh dưỡng và ánh sáng, là điều kiện thuận lợi để dịch hại phát triển, hạn chế tiềm năng năng suất. Vì vậy, để có kết quả làm cơ sở xây dựng quy trình kỹ thuật sản xuất đậu đen xanh lòng, góp phần phát triển vùng nguyên liệu có chất lượng cao, đáp ứng nhu cầu chế biến sản phẩm đặc trưng cho địa phương, việc nghiên cứu các biện pháp kỹ thuật canh tác là cần thiết. Trong đó, biện pháp kỹ thuật bón phân và mật độ trồng được nghiên cứu nhằm đáp ứng nhu cầu thực tiễn sản xuất đậu đen xanh lòng tại tỉnh Quảng Trị.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đất thí nghiệm là đất nâu đỏ (Rhodic Ferrasols) tại xã Vĩnh Giang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị.

Giống: Giống đậu đen xanh lòng của Hợp tác xã Dịch vụ Nông nghiệp Triệu Nguyên, thôn Xuân Lâm, xã Triệu Nguyên, huyện Đakrông, tỉnh Quảng Trị. Giống có độ thuần đạt > 98,0%, vỏ màu đen, ruột có màu xanh lòng đặc trưng, hạt to tròn, thời gian sinh trưởng từ 80 - 90 ngày, thuộc dạng thân đứng, quả hướng thiên, ngọn có xu hướng leo.

Phân bón: Phân vô cơ gồm phân đạm urê (46% N), supe lân (16% P_2O_5) và kali clorua (60% K_2O). Phân hữu cơ là phân bò được ủ hoai mục do người dân tự sản xuất theo phương pháp truyền thống. Vật liệu gồm phân bò và rơm rạ được ủ theo phương pháp ủ nóng.

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ hè thu từ tháng 5 - 7/2024 (gieo hạt vào ngày 15/5/2024), tại xã Vĩnh Giang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 5 mức phân bón hữu cơ: 0 (ĐC), 4, 8, 12, 16 tấn/ha trên nền 30 kg N + 40 kg P_2O_5 + 40 kg K_2O /ha + 300 kg vôi bột và 3 mật độ trồng (8, 12, 16 cây/m²). Thí nghiệm gồm 2 nhân tố, được bố trí thí nghiệm theo kiểu ô lớn ô nhỏ (split - plot) với 3 lần nhắc lại. Trong đó, mật độ trồng bố trí trong ô lớn và liều lượng phân hữu cơ bố trí trong ô nhỏ. Diện tích ô nhỏ 10 m², diện tích ô lớn là 50 m². Ký hiệu công thức cho các mức phân bón hữu cơ và mật độ trồng tương ứng là: P0 (không bón), P1 (4 tấn/ha), P2 (8 tấn/ha), P3 (12 tấn/ha), P4 (16 tấn/ha), M1 (16 cây/m², tương ứng với khoảng cách trồng là 40 x 15 cm), M2 (12 cây/m², tương ứng với khoảng cách trồng là 40 x 20 cm), M3 (8 cây/m², tương ứng với khoảng cách trồng là 40 x 30 cm). Mỗi hốc gieo 2 - 3 hạt, sau khi cây có 3 lá kép, tiến hành tỉa dặm theo mật độ và khoảng cách trồng của các công thức.

2.3.2. Lượng phân và cách bón

Lượng phân bón cho 1 ha (nền): 30 N + 40 P_2O_5 + 40 K_2O + 300 kg vôi bột. Phân hữu cơ được

bón theo công thức thí nghiệm. Bón lót, rải đều vôi sau khi cày đất lần 1, trộn chung toàn bộ phân lân và phân chuồng, bón rải theo hàng sau khi làm đất lần cuối. Bón thúc, chia thành 2 lần, lần 1: Khi cây có 3 kép, bón 1/2 lượng đạm, 1/2 lượng kali; lần 2: Khi đậu bắt đầu ra hoa, bón lượng phân đạm và kali còn lại.

2.3.3. Các chỉ tiêu nghiên cứu

Các chỉ tiêu theo dõi được thực hiện theo biểu mẫu mô tả và đánh giá ban đầu nguồn gen Cowpea của Trung tâm Tài nguyên thực vật (2012) [5]. Các chỉ tiêu nghiên cứu gồm:

Các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất: Thời gian sinh trưởng, số cành cấp 1, chiều dài cành cấp 1, diện tích lá (theo phương pháp đục lỗ cân nhanh), nốt sần (đếm tổng số nốt sần trên rễ và cân khối lượng nốt sần của 5 cây theo dõi/ô thí nghiệm ở các giai đoạn sinh trưởng, phát triển. Nốt sần hữu hiệu được xác định dựa trên kích thước và màu sắc đặc trưng. Tỷ lệ nốt sần hữu hiệu (%) = Số lượng nốt sần hữu hiệu/Tổng số nốt sần). Các chỉ tiêu về sâu, bệnh hại, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất. Điều tra mức độ sâu, bệnh hại chính theo QCVN 01-38:2010/BNNPTNT [6]. Năng suất lý thuyết (tạ/ha) = (Số cây/m² × số quả/cây × số hạt chắc/quả × Khối lượng 1.000 hạt)/10.000. Năng suất thực thu (tạ/ha): Tính năng suất trên toàn ô thí nghiệm của các đợt thu hoạch, loại bỏ hạt lép, phơi khô (độ ẩm hạt khoảng 12%), cân khối lượng (gồm cả hạt của 10 cây mẫu) để tính năng suất trên ô, sau đó quy ra năng suất thực thu.

Các chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế: Tổng thu vượt so với đối chứng (ĐC) = Bội thu × Giá bán; chi phí tăng lên so với ĐC = Lượng phân bón tăng so với đối chứng × Giá phân. Lợi nhuận vượt so với ĐC = Tổng thu vượt so với ĐC - Chi phí tăng lên so với ĐC. Hiệu suất phân chuồng = Bội thu/lượng bón. Tỷ suất lợi nhuận (VCR - Value Cost Ratio) = Tổng thu tăng so với đối chứng/Chi phí tăng so với đối chứng.

2.4. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Các số liệu thí nghiệm được xử lý và tính toán bao gồm: Giá trị trung bình, phân tích ANOVA và

LSD_{0,05} của 2 nhân tố bằng phần mềm Statistix 10.0 và phần mềm Excel 2013.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của biện pháp kỹ thuật bón phân và mật độ trồng đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây đậu đen xanh lòng

3.1.1. Ảnh hưởng của biện pháp kỹ thuật bón phân và mật độ trồng đến sinh trưởng của cây đậu đen xanh lòng

Thời gian sinh trưởng: Biện pháp kỹ thuật về liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng ảnh hưởng không rõ đến thời gian sinh trưởng của cây đậu đen xanh lòng. Thời gian sinh trưởng của cây đậu đen xanh lòng trong vụ hè thu dao động 58 - 62 ngày.

Dù mật độ trồng dày hay thưa nhưng các công thức không bón phân đều có thời gian sinh trưởng ngắn hơn so các công thức có bón phân. Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của phân hữu cơ và mật độ trồng trên cây đậu đen cho thấy, thời gian sinh trưởng của cây đậu đen trong vụ xuân hè dao động từ 75 - 88 ngày, dài hơn so với vụ hè thu từ 7 - 16 ngày [7]. Kết quả này chỉ ra rằng, thời gian sinh trưởng tỷ lệ thuận với mức phân bón và tỷ lệ nghịch với mật độ trồng. Nghiên cứu tập đoàn 42 mẫu giống đậu cove của Trần Thị Trường (2017) cho thấy, các giống có thời gian sinh trưởng dao động từ 71 - 80 ngày [8]. Kết quả của nghiên cứu này có sự tương đồng với kết quả của các nghiên cứu trên.

Bảng 1. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây đậu đen xanh lòng

Công thức	Thời gian sinh trưởng (ngày)	Chiều cao cây cuối cùng (cm)	Số cành cấp 1 (cành/cây)	Chiều dài cành cấp 1 (cm)
P0M1	59	46,97 ⁱ	3,1 ^e	26,8 ^h
P1M1	61	49,37 ^{igh}	3,5 ^{de}	30,1 ^f
P2M1	60	50,20 ^{def}	3,6 ^{de}	31,1 ^{ef}
P3M1	60	51,57 ^{bc}	3,7 ^{de}	31,6 ^e
P4M1	60	51,33 ^{bcd}	4,0 ^{cd}	33,4 ^d
P0M2	59	48,73 ^h	3,2 ^{de}	28,7 ^g
P1M2	61	49,83 ^{efg}	4,9 ^b	35,8 ^c
P2M2	60	50,83 ^{cde}	4,8 ^{bc}	36,2 ^{bc}
P3M2	60	52,20 ^{ab}	5,1 ^{ab}	36,2 ^{bc}
P4M2	60	52,73 ^a	4,9 ^b	36,1 ^{bc}
P0M3	58	49,00 ^{gh}	3,6 ^{de}	28,7 ^g
P1M3	59	49,93 ^{efg}	5,3 ^{ab}	36,5 ^{bc}
P2M3	60	51,43 ^{bc}	5,9 ^a	37,3 ^{ab}
P3M3	62	52,13 ^{ab}	5,5 ^{ab}	38,5 ^a
P4M3	62	52,93 ^a	5,6 ^{ab}	38,5 ^a
LSD _{0,05}	-	1,20	0,91	1,21

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $P < 0,05$.

Chiều cao cây cuối cùng: Giữa các công thức có sự sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Mức bón 12 tấn/ha (P3) và 16 tấn/ha (P4) có chiều cao cây cao nhất, ngược lại công thức đối chứng P0 (không bón) có chiều cao cây thấp nhất. Kết quả cho thấy, chiều cao cây có

xu hướng tăng tỷ lệ thuận với mức phân bón tăng nhưng lại có xu hướng giảm chiều cao cây khi tăng mật độ trồng dày hơn, 16 cây/m² (M1). Vì vậy, nếu trồng với mật độ thích hợp kết hợp bón phân hợp lý thì đặc tính tốt về sinh trưởng, phát triển của giống sẽ được phát huy. Chiều cao cây có xu

hướng tăng khi mật độ tăng [9]. Nghiên cứu của Lưu Thị Xuyên và cs (2020) [10] cũng chỉ ra rằng, mật độ và phân bón ảnh hưởng đến chiều cao cây của giống đậu tương ĐT51. Kết quả nghiên cứu của Sefera và cs (2021) [11] cũng cho thấy, các mức phân bón có ảnh hưởng đến chiều cao cây của cây đậu xanh (*Vigna radiata* L. Wilczek). Kết quả không tương đồng được chỉ ra bởi Satodiya và cs (2015) [12], khi nghiên cứu ảnh hưởng của dinh dưỡng và mật độ trồng trên cây đậu đũa (*Vigna unguiculata* (L) Walp).

Số cành cấp 1: Cành cấp 1 là cành ra hoa và tạo quả nhiều nhất, đây là chỉ tiêu sinh trưởng quan trọng liên quan đến năng suất. Vì vậy, kỹ thuật canh tác để làm tăng số cành cấp 1 có ý nghĩa trong việc tăng năng suất của cây đậu đen xanh lòng. Kết quả ở bảng 1 cho thấy, ở tất cả các công thức có bón phân hữu cơ, cây đậu đen xanh lòng đều có số cành cấp 1 cao hơn có ý nghĩa so với công thức đối chứng (không bón). Tuy nhiên, ở mật độ trồng dày hơn, từ 12 - 16 cây/m² (M2 và M1) cho thấy, khả năng phân cành kém hơn so với mật độ thưa 8 cây/m² (M3). Nghiên cứu về mật độ

trên cây đậu tằm (*Vicia faba* L.) của Al-Suhaibani và cs (2013) cho thấy, số lượng cành cấp 1 đạt cao ở mật độ trồng thưa [13]. Nghiên cứu của Nguyễn Thanh Tuấn và cs (2023) [14], Trần Thành Vinh và cs (2022) [15] cũng đồng quan điểm khi thực hiện thí nghiệm trên đậu tằm và đậu xanh. Tuy nhiên, nghiên cứu của Satodiya và cs (2015) [12] cho rằng, phân hữu cơ và mật độ không ảnh hưởng nhiều đến số cành của cây đậu đũa.

Chiều dài cành cấp 1: Có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các công thức thí nghiệm, các công thức có mức bón phân hữu cơ càng cao và mật độ trồng thưa thì chiều dài cành cấp 1 có xu hướng tăng. Kết quả nghiên cứu của Kaggawa và cs (2006) [16] chỉ ra rằng, phân trâu, bò ủ hoai mục có tác dụng thúc đẩy phát triển thân lá, tăng khả năng phân cành cho một số loại cây trồng hàng năm như: Các loại cây họ đậu, cây khoai lang, cây sắn.

3.1.2. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến diện tích lá của cây đậu đen xanh lòng

Bảng 2. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến diện tích lá qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển

(ĐVT: cm²)

Công thức	Giai đoạn sinh trưởng, phát triển			
	3 lá kép	Phân cành	Ra hoa	Thu hoạch lần đầu
P0M1	72,82 ^{fg}	212,98 ⁱ	439,23 ⁱ	490,54 ^h
P1M1	79,16 ^{bcd}	262,73 ^h	482,33 ^h	542,28 ^g
P2M1	75,96 ^{def}	270,53 ^h	487,60 ^h	563,27 ^{fg}
P3M1	81,63 ^{abc}	292,43 ^{fg}	516,11 ^g	568,47 ^f
P4M1	82,36 ^{abc}	278,94 ^{gh}	539,33 ^g	577,44 ^f
P0M2	71,63 ^g	217,72 ⁱ	425,13 ⁱ	479,23 ^h
P1M2	74,82 ^{efg}	318,57 ^{de}	588,71 ^f	628,42 ^e
P2M2	76,96 ^{def}	303,13 ^{ef}	604,50 ^{ef}	670,12 ^{cd}
P3M2	82,98 ^{ab}	315,33 ^{de}	638,50 ^{cd}	683,51 ^{bc}
P4M2	84,47 ^a	323,19 ^{cd}	622,14 ^{de}	655,14 ^d
P0M3	76,08 ^{def}	220,12 ⁱ	446,74 ⁱ	491,91 ^h
P1M3	80,04 ^{bcd}	347,13 ^{ab}	637,60 ^{cd}	676,42 ^{cd}
P2M3	78,59 ^{cde}	330,47 ^{bcd}	658,63 ^{bc}	701,70 ^b
P3M3	82,60 ^{abc}	338,00 ^{abc}	697,44 ^a	765,52 ^a
P4M3	85,54 ^a	353,61 ^a	677,57 ^{ab}	702,10 ^b
LSD _{0,05}	4,27	13,26	24,31	24,61

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $P < 0,05$.

Bảng 2 cho thấy, diện tích lá tăng theo quy luật sinh trưởng, phát triển của cây. Giai đoạn 3 lá kép, mới đầu của giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, tốc độ sinh trưởng thân lá còn chậm nên diện tích lá thấp. Giai đoạn ra hoa và thu hoạch quả lần đầu, cây có diện tích lá tăng nhanh và đạt cao nhất ở giai đoạn thu hoạch quả lần đầu, sau đó giảm dần vào các đợt thu quả tiếp theo. Do khi chuyển sang giai đoạn quả chín rộ, tốc độ rụng lá nhanh hơn tốc độ ra lá mới, lá chuyển sang giai đoạn già và hóa vàng [17]. Giai đoạn thu hoạch quả lần đầu, diện tích lá đạt cao nhất (765,52 cm²/cây) ở công thức P3M3, với mật độ trồng thưa nhất (8 cây/m²) và mức phân bón cao vừa (12 tấn/ha). Diện tích lá đạt thấp nhất ở các công thức không bón phân hữu cơ và tại công thức không bón thì mật độ trồng dày hay thưa đều không có ý nghĩa. Phân hữu cơ giúp cây tăng khả năng hấp thu dinh dưỡng, cải thiện sinh trưởng và phát triển

lá [18]. Kết quả tương đồng cũng được chỉ ra ở cây đậu tương. Nghiên cứu ảnh hưởng của phân hữu cơ và mật độ trồng trên cây đậu đen trong vụ xuân hè trên đất phù sa cho thấy, diện tích lá đạt lớn nhất ở giai đoạn ra hoa, với mức bón phân hữu cơ là 12 tấn/ha và mật độ trồng thưa hơn (6 cây/m²) [7].

Nghiên cứu ảnh hưởng của phân bón và mật độ đến sinh trưởng và năng suất giống đậu tương ĐT51 của Lưu Thị Xuyên và cs (2020) cho thấy, 2 yếu tố này không chỉ ảnh hưởng đến chiều cao cây, số cành cấp 1 và chiều dài cấp cấp 1, mà còn ảnh hưởng rõ đến diện tích lá [10]. Các chỉ tiêu trên có xu hướng tăng khi tăng lượng phân bón và mật độ trồng, tương đồng với kết quả của nghiên cứu này.

3.1.3. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến số lượng nốt sần của cây đậu đen xanh lòng

Bảng 3. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến số lượng nốt sần qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển

(ĐVT: Nốt sần/cây)

Công thức	Giai đoạn sinh trưởng, phát triển			
	3 lá kép	Phân cành	Ra hoa	Thu hoạch
P0M1	12,33 ^f	26,67 ^g	40,78 ^f	32,44 ^f
P1M1	14,56 ^{ef}	34,00 ^{ef}	51,11 ^{de}	42,11 ^{ef}
P2M1	17,78 ^{bcd}	34,56 ^{ef}	51,56 ^{de}	42,11 ^{ef}
P3M1	20,44 ^{abc}	40,89 ^{bcd}	60,56 ^c	51,56 ^{bcd}
P4M1	17,11 ^{cde}	36,56 ^{def}	60,33 ^c	51,44 ^{cde}
P0M2	12,22 ^f	26,22 ^g	41,33 ^f	33,22 ^f
P1M2	18,78 ^{abcd}	38,22 ^{cde}	59,44 ^{cd}	48,33 ^{de}
P2M2	18,56 ^{bcd}	39,44 ^{bcd}	62,78 ^c	54,67 ^{bcd}
P3M2	20,33 ^{abc}	42,78 ^{abc}	61,78 ^c	52,67 ^{bcd}
P4M2	20,33 ^{abc}	42,67 ^{abc}	68,00 ^{abc}	59,78 ^{abc}
P0M3	15,89 ^{de}	30,89 ^{fg}	44,56 ^{ef}	37,00 ^f
P1M3	19,56 ^{abcd}	42,56 ^{abcd}	63,89 ^{bc}	54,67 ^{bcd}
P2M3	18,33 ^{bcd}	44,33 ^{abc}	63,11 ^{bc}	53,44 ^{bcd}
P3M3	22,56 ^a	48 ^a	71,67 ^{ab}	61,78 ^{ab}
P4M3	21,44 ^{ab}	45,22 ^{ab}	73,11 ^a	65,22 ^a
LSD _{0,05}	3,27	5,83	9,44	10,70

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $P < 0,05$.

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, số lượng nốt sần đạt cao nhất khi cây ra hoa, ở giai đoạn này, các công thức bón với phân hữu cơ cao 16 tấn/ha (P4) và mật độ 8 - 12 cây/m² (M2 và M3) cho số lượng

nốt sần cao nhất (68,00 và 73,11 nốt sần/cây). Mật độ trồng dày cho thấy, số lượng nốt sần giảm, điều này có thể do nguyên nhân, với mật độ trồng dày dẫn đến việc cạnh tranh dinh dưỡng lớn trong

quần thể, làm kim hãm sinh trưởng của nốt sần. Mật độ trồng từ 8 - 12 cây/m², lượng phân bón và số lượng nốt sần tỷ lệ thuận. Giai đoạn ra hoa, nốt sần cố định đạm hiệu quả nhất, cung cấp cho sự phát triển của lá. Tuy nhiên, hiệu suất tổng hợp đạm của nốt sần phụ thuộc vào lượng phân bón, bón thiếu và dư thừa lượng đạm làm giảm hiệu suất tổng hợp đạm và kim hãm hoạt động của nốt sần [19]. Giai đoạn phân cành là giai đoạn khủng hoảng dinh dưỡng của cây nên phân bón có ảnh hưởng rõ hơn đến số lượng nốt sần. Ở mức phân bón thấp 4 tấn/ha và không bón cho số lượng nốt sần ít. Ở mức phân bón từ 8 - 12 tấn/ha, mật độ càng tăng thì số lượng nốt sần càng tăng. Tuy nhiên, khi bổ sung lượng phân bón quá lớn (16 tấn/ha), số lượng nốt sần có xu hướng giảm và đạt thấp nhất ở nghiệm thức có mật độ thưa 8 cây/m². Phân cành là giai đoạn thân, rễ, lá phát triển vượt bậc nên sự chênh lệch chiều cao giữa các cây ở giai đoạn này là rất lớn. Ahmad và cs (2013) đã nhận định rằng, số lượng

nốt sần/cây có mối liên quan chặt chẽ với chiều cao cây, chiều dài rễ. Chiều cao cây có xu hướng tăng khi mật độ tăng [20]. Chiều cao cây cao, rễ dài hơn, giúp tăng cường sự hình thành nốt sần của đậu xanh [21]. Như vậy, chiều hướng biến động chiều cao cây là một cơ sở chỉ ra xu hướng biến động số lượng nốt sần. Giai đoạn thu hoạch, số lượng nốt sần đạt cao ở mức phân hữu cơ cao và mật độ trồng thấp. Các công thức với mức bón phân từ 16 tấn/ha và mật độ trồng thưa 8 cây/m² (P4M3) có số lượng nốt sần lớn nhất (65,22 nốt sần/cây). Điều này chứng tỏ, cây đậu đen xanh lòng có khả năng tạo nốt sần cao khi được bố trí với mật độ trồng phù hợp và đủ lượng dinh dưỡng. Nếu không bón phân hữu cơ thì dù mật độ thưa hay dày đều có số lượng nốt sần sản sinh rất ít.

3.2. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của cây đậu đen xanh lòng

Bảng 4. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất

Công thức	Số quả/cây	Số hạt chắc/quả	Khối lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất lý thuyết (tạ/ha)	Năng suất thực thu (tạ/ha)
P0M1	11,13 ^g	10,3 ^g	121,68 ^d	16,76 ^{de}	10,07 ^{de}
P1M1	11,8 ^{fg}	11,4 ^{def}	122,44 ^{bcd}	19,79 ^b	15,17 ^a
P2M1	12,87 ^{ef}	12,1 ^{bcd}	123,56 ^{abcd}	22,94 ^a	15,69 ^a
P3M1	12,97 ^e	11,9 ^{bcd}	124,83 ^{ab}	23,17 ^a	15,88 ^a
P4M1	12,97 ^e	11,7 ^{cde}	123,64 ^{abcd}	22,53 ^a	15,89 ^a
P0M2	11,63 ^g	10,9 ^{fg}	122,07 ^{cd}	12,34 ^{hi}	8,62 ^f
P1M2	14,23 ^{cd}	11,6 ^{de}	122,97 ^{abcd}	16,29 ^{ef}	10,05 ^{de}
P2M2	15,2 ^{bc}	12,2 ^{bcd}	122,65 ^{bcd}	17,90 ^{cd}	11,62 ^b
P3M2	15,33 ^b	12,3 ^{abc}	124,06 ^{abcd}	18,72 ^{bc}	11,43 ^{bc}
P4M2	15,1 ^{bc}	12,0 ^{bcd}	125,29 ^a	18,14 ^{cd}	11,71 ^b
P0M3	13,23 ^{de}	11,2 ^{ef}	124,24 ^{abcd}	11,01 ⁱ	7,08 ^g
P1M3	14,9 ^{bc}	12,4 ^{ab}	124,56 ^{abc}	13,79 ^{gh}	9,24 ^{ef}
P2M3	16,93 ^a	12,0 ^{bcd}	124,20 ^{abcd}	15,14 ^{fg}	9,48 ^{ef}
P3M3	17,63 ^a	12,3 ^{abc}	124,41 ^{abc}	16,20 ^{ef}	9,76 ^{de}
P4M3	17,93 ^a	12,8 ^a	123,81 ^{abcd}	17,06 ^{de}	10,58 ^{cd}
LSD _{0,05}	1,12	0,61	2,87	1,62	0,75

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $P < 0,05$.

Số quả/cây có tương quan thuận đến năng suất, thông thường số quả/cây nhiều thì năng suất cao.

Bảng 4 cho thấy, biện pháp kỹ thuật phân bón và mật độ trồng có ảnh hưởng sai khác có ý nghĩa về

mật thống kê đến số quả/cây. Các công thức có số quả/cây cao tại mức bón phân từ 8 - 16 tấn/ha và mật độ trồng 8 cây/m² đạt thấp ở các công thức bón thấp và công thức không bón, với mật độ trồng dày (16 cây/m²). Nghiên cứu của Abdel (2008) [21] cũng cho rằng, trồng ở mật độ cao, giảm số lượng quả chắc/cây do giảm số cành/cây, đặc biệt là cành cấp 1. Với mật độ quần thể cao, sự gia tăng cạnh tranh nguồn cho các cơ quan sinh dưỡng, dẫn đến sự vận chuyển và hấp thụ ít hơn ở quả. Nghiên cứu về mật độ trồng đối với đậu tằm ở tỉnh Phú Thọ của Hoàng Mai Thảo và cs (2022) [22] cũng cho kết quả tương tự, theo đó mật độ càng thưa thì số quả/cây càng tăng. Như vậy, mật độ trồng là yếu tố kỹ thuật có ảnh hưởng rõ đến số quả/cây so với kỹ thuật về lượng bón phân. Nghiên cứu của Sefera và cs (2021) cũng kết luận rằng, các mức bón phân khác có ảnh hưởng khai sai có ý nghĩa đối với cây đậu xanh [11].

Số hạt chắc/quả là yếu tố cấu thành năng suất chịu sự chi phối lớn của giống và quá trình tạo nguồn về hạt của cây ở giai đoạn tạo hạt và chín. Số hạt chắc/quả của các công thức có sự sai khác thống kê và dao động từ 10,3 - 12,8 hạt chắc/quả. Tăng liều lượng phân hữu cơ, số hạt chắc/quả có xu hướng tăng nhưng tăng mật độ trồng thì chỉ tiêu này giảm. Tăng lượng phân hữu cơ tương quan thuận đến số hạt chắc/quả nhưng tương quan có giới hạn. Vì tại mức bón cao nhất, năng suất không tăng tối đa cho dù trồng mật độ dày hay thưa. Nghiên cứu của Ishikawa và cs (2022) [23] trên cây đậu đũa cũng cho thấy, khi tăng mật độ, số hạt chắc/quả giảm.

Khối lượng 1.000 hạt là yếu tố cấu thành năng suất cuối cùng, nó chủ yếu phụ thuộc vào đặc tính

di truyền của giống, không có khác biệt và sự sai khác thống kê giữa các công thức. Như vậy, yếu tố phân hữu cơ và mật độ trồng không ảnh hưởng đến khối lượng 1.000 hạt của cây đậu đen.

Năng suất lý thuyết và năng suất thực thu: Các yếu tố cấu thành năng suất có sự sai khác nên năng suất lý thuyết có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở tất cả các công thức có bón phân so với công thức không bón ở cả 3 mật độ trồng. Ở 3 mật độ trồng đều cho thấy, lượng bón phân từ 8 - 16 tấn/ha đều cho năng suất lý thuyết cao hơn có ý nghĩa thống kê so với công thức bón thấp hơn và công thức đối chứng không bón. Năng suất thực thu biến động và sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Công thức có năng suất thực thu cao nổi trội là P1M1, P2M1, P3M1, P4M1 (15,17 – 15,89 tạ/ha. Như vậy, bón phân hữu cơ với mức từ 4 - 16 tấn/ha và mật độ 16 cây/m² cho năng suất thực thu cao hơn so với đối chứng không bón. Nghiên cứu sử dụng phân hữu cơ để bón cho cây đậu đũa của Cuccia và cs (2019) [24] cũng cho thấy, năng suất đậu đũa đạt cao hơn ở các công thức có bón phân hữu cơ so với công thức không bón. Kết quả nghiên cứu trên cây đậu xanh của Sefera và cs (2021) [11] cũng cho kết quả tương đồng. Bón phân hữu cơ cho cây đậu đũa đã làm tăng khối lượng chất khô ở giai đoạn ra hoa và đậu quả nên đã làm tăng năng suất có ý nghĩa so với công thức không bón [23, 25] Tuy nhiên, nghiên cứu của Satodiya và cs (2015) [12] chưa tìm thấy sự sai khác ở giữa các công thức dinh dưỡng trên cây đậu đũa.

3.3. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến hiệu quả kinh tế và chỉ số tỷ suất lợi nhuận

Bảng 5. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân và mật độ trồng đến hiệu quả kinh tế và chỉ số tỷ suất lợi nhuận

Công thức	Tổng thu vượt so với ĐC (đồng)	Chi phí tăng thêm so với ĐC (đồng)	Lợi nhuận vượt so với ĐC (đồng)	VCR
P0M1	-	-	-	-
P1M1	30.600.000	2.525.000	28.075.000	12,12
P2M1	33.720.000	5.725.000	27.995.000	5,89
P3M1	34.860.000	8.925.000	25.935.000	3,91
P4M1	34.920.000	12.125.000	22.795.000	2,88
P0M2	-	-	-	-

P1M2	8.580.000	2.412.500	6.167.500	3,56
P2M2	18.000.000	5.612.500	12.387.500	3,21
P3M2	16.860.000	8.812.500	8.047.500	1,91
P4M2	18.540.000	12.012.500	6.527.500	1,54
P0M3	-	-	-	
P1M3	12.960.000	2.300.000	10.660.000	5,63
P2M3	14.400.000	5.500.000	8.900.000	2,62
P3M3	16.080.000	8.700.000	7.380.000	1,85
P4M3	21.000.000	11.900.000	9.100.000	1,76

Ghi chú: Giá thành: Phân chuồng: 800 đồng/kg, urê: 20.000 đồng/kg, super lân: 5.000 đồng/kg, kali clorua: 18.000 đồng/kg, vôi: 35.000 đồng/20 kg, giống: 45.000 đồng/kg, công lao động (làm đất, gieo sạ, chăm sóc, bón phân, phun thuốc, thu hoạch, chế biến): 180.000 đồng/công, sản phẩm bán ra: 60.000 đồng/kg.

Tổng thu vượt so với đối chứng, phụ thuộc vào sự thay đổi năng suất ở các mức phân bón và mật độ trồng khác nhau; năng suất càng cao thì tổng thu vượt so với đối chứng càng lớn. Các công thức có mật độ trồng dày 16 cây/m² và mức bón phân hữu cơ dao động từ 4 - 16 tấn/ha (P1M1, P2M1, P3M1, P4M1) đều có tổng thu cao, từ 30.600.000 - 34.920.000 đồng. Đầu tư phân hữu cơ và bố trí mật độ trồng phù hợp sẽ đem lại hiệu quả. Tuy nhiên, không phải cứ đầu tư mức phân bón cao là cho lợi nhuận càng cao. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, mức đầu tư phân hữu cơ 4 tấn/ha (P1) và mật độ trồng 16 cây/m² (M1) cho lợi nhuận đạt cao nhất, 28.075.000 đồng/ha/vụ. Ở mật độ 8 và 12 cây/m², bón phân hữu cơ với liều lượng cao 8 - 16 tấn/ha cho lãi thấp hơn.

Tỷ suất lợi nhuận (VCR) là lãi suất thu được khi đầu tư một đồng vào phân bón, đây là chỉ tiêu quan trọng trong việc đầu tư phân bón, thông thường đối với sản xuất nông nghiệp, chỉ số VCR = 2 - 3 là đạt yêu cầu và có lãi khi VCR > 3 [26]. Bảng 5 cho thấy, công thức trồng với mật độ 16 cây/m² (M1) và bón phân hữu cơ với mức 4 tấn/ha (P1) có chỉ số VCR đạt cao nhất (12,12), tiếp theo là công thức P2M1 và P1M3, tương ứng là 5,89 và 5,63.

4. KẾT LUẬN

Liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng có ảnh hưởng đến chiều cao cây, số cành cấp 1, diện tích lá, số lượng nốt sần, năng suất và hiệu quả kinh tế của cây đậu đen xanh lòng. Mức bón phân hữu cơ và mật độ trồng thích hợp cho cây đậu đen xanh lòng trong vụ hè thu trên đất nâu đỏ tại tỉnh Quảng Trị là 4 tấn/ha và 16 cây/m² (công thức

P1M1) trên nền 30 kg N + 40 kg P₂O₅ + 40 kg K₂O + 300 kg vôi bột/ha. Tại mức bón 4 tấn/ha và mật độ trồng 16 cây/m², cây đậu đen xanh lòng đạt năng suất, hiệu quả kinh tế và chỉ số VCR cao (tương ứng 15,17 tạ/ha/vụ, 28.075.000 đồng/ha/vụ và chỉ số VCR là 12,12).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Luthria, D. L., Pastor-Corrales, M. A. (2006). Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *J. Food Compost. Anal*, 19, 205 - 211.
- Bộ Nông nghiệp và PTNT (2014). *Quyết định số 3367/QĐ-BNN-TT ngày 31 tháng 07 năm 2014 phê duyệt quy hoạch chuyển đổi cơ cấu cây trồng trên đất trồng lúa giai đoạn 2014 - 2020*.
- Ewansiha, S. U. & Singh, B. B. (2006). Relative drought tolerance of importance herbaceous legumes and cereals in the moist and semi-arid regions of West Africa. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 4(2), 188 -190.
- Phòng Nông nghiệp và PTNT huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị (2023). *Báo cáo tình hình sản xuất nông nghiệp của huyện Vĩnh Linh năm 2023*.
- Trung tâm Tài nguyên thực vật (2012). *Bộ phiếu điều tra, thu thập, mô tả, đánh giá quỹ gen cây trồng*, 50 - 54.
- Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 01-38:2010/BNNPTNT về phương pháp điều tra phát hiện dịch hại cây trồng.
- Trịnh Thị Sen, Nguyễn Thị Hoài, Nguyễn Ngọc Lâm (2023). Ảnh hưởng của liều lượng phân

hữu cơ và mật độ trồng đến sinh trưởng và năng suất đậu đen (*Vigna cylindrica* (L.) skeels) tại tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*, 7(1), 3426 - 3436.

8. Trần Thị Trường (2017). Kết quả khảo sát thời gian sinh trưởng và năng suất của tập đoàn đậu cowpea trong vụ xuân tại Thanh Trì, Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam*, 10(83), 63 - 67.

9. Taj, F. H., Akbar, H., Basir, A. & Ullah, N. (2002). Effect of row spacing on agronomic traits and yield of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Asian Journal of Plant Sciences*, 1, 328 - 329.

10. Lưu Thị Xuyên, Triệu Lưu Huyền Trang & Trần Trung Kiên (2020). Nghiên cứu ảnh hưởng của một số biện pháp kỹ thuật đến sinh trưởng, phát triển và năng suất giống đậu tương ĐT51 tại huyện Bảo Yên, tỉnh Lào Cai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Thái Nguyên*, 225(08), 409 - 414.

11. Sefera, G. B., Ashagre, H., Abraham, T. (2021). Effect of plant population and NPS fertilizer rates on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) in Bako, Western Ethiopia. *Asian Journal of Research in Crop Science (AJRCS)*, 6(4): 28 - 39.

12. Satodiya, B. N., Patel, H. C., Sonie, N. V. (2015). Effect of planting density and integrated nutrient management on flowering, growth and yield of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). *Asian J. Hort.*, 10(2), 232 - 236.

13. Al-Suhaibani, N., El-Hendawy, S. & Schmidhalter, U. (2013). History of varied plants density on growth, yield and economic return of drip irrigated Faba bean (*Vicia faba* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 18, 185 - 197.

14. Nguyễn Thanh Tuấn, Phạm Thị Ngọc & Vũ Văn Quang (2023). Ảnh hưởng của thời vụ, mật độ trồng và liều lượng phân bón đến sinh trưởng, năng suất giống đậu xanh TX05 tại Thái Bình. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 1(143), 47 - 52.

15. Trần Thành Vinh, Hoàng Mai Thảo, Nguyễn Thị Cẩm Mỹ (2022). Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ và các công thức bón phân đến sinh trưởng, năng suất của cây đậu tằm tại Phú Thọ. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Tân Trào*, 3, 89 - 94.

16. Kaggawa, Gibson R., Tenywa J. S., Osiru D. S. O., Potts M. J. (2006). Incorporation of pigeon pea into sweet potato cropping systems to increase productivity and sustainability in dry land areas. In: 14th triennial symposium of International society of tropical root crops, Central tuber crops research institute, Thiruvananthapuram, India.

17. Nguyễn Hồ Lam và Trần Phương Đông (2019). *Kỹ thuật sản xuất cây công nghiệp*. Nxb Đại học Huế.

18. Rady, M. M., Abd El-Mageed, T. A., Abdurrahman, H. A., Mahdi, A. H. (2016). Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline conditions. *JAPS: Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(2), 126 - 135.

19. Ayishi, K. K., Nkgapele, R. J. & Dakora, F. D. (2000). Nodule formation and function in six varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) grown in a nitrogen-rich field soil in South Africa. *Symbiosis*, 28, 17 - 31.

20. Ahmad, Iftikhar, Akhtar, Muhammad, Javed, Asghar, Hafiz Naeem, Khalid & Muhammad (2013). Influence of Rhizobium applied in combination with micronutrients on mungbean. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 11(1), 53 - 59.

21. Abdel, L. Y. I. (2008). Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of Faba bean (*Vicia faba* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4, 146 - 148.

22. Hoàng Mai Thảo, Luyện Thị Thùy Nga, Nguyễn Thị Cẩm Mỹ & Trần Thành Vinh (2022). Ảnh hưởng của thời vụ và mật độ đến sinh trưởng, năng suất của cây đậu tằm tại Phú Thọ. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Hùng Vương*, 27(2), 85 - 90.

23. Ishikawa, H., Batieno, B. J., Fatokun, C., Boukar, O. (2022). A high plant density and the split application of chemical fertilizer increased the grain and protein content of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Burkina Faso, West Africa. *Agriculture*, (12), 199 - 208. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020199>.
24. Cuccia, G. Lacollaa, C. Summob, A. Pasqualone (2019). Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). *Scientia Horticulturae*, 243(12), 338 - 343.
25. Murga-Orrillo, H., Chuquimez Gonzales, J. K., Pashanasi Amasifue'n, B., Are'valo Lo'pez. L. A. (2023). *Vigna unguiculata*: A productive option in the face of climate change?. *Frontiers in Agronomy*, 5:1284173. doi: 10.3389/fagro.2023.1284173.
26. Nguyễn Mạnh Hùng và Nguyễn Mạnh Chinh (2017). *Dinh dưỡng cây trồng và phân bón*. Nxb Nông nghiệp.

**RESERACH ON TECHNICAL METHODS OF FERTILIZER AND PLANTING DENSITY
ON THE GROWTH, YIELD AND ECONOMIC EFFICIENCY IN THE PRODUCTION
OF GREEN KERNEL BLACK BEAN (*Vigna unguiculata* subsp. *Cylindrica* (L.) verdc)**

Trình Thi Sen¹, Tran Van Ty¹

¹*Agronomy Faculty, University of Agriculture and Forestry, Hue University*

Summary

Two technical methods including fertilizer rate and planting density were studied to determine the best integration of these two methods to the growth, yield and economic efficiency in the green kernel black bean production. The experiment consisted of two factors, 5 doses of organic fertilizer: 0 (control), 4, 8, 12, 16 tons/ha on foundation 30 kg N + 40 kg P₂O₅ + 40 kg K₂O/ha + 300 kg lime powder and 3 planting densities of 16, 12 and 8 plants/m², was arranged in a split-plot, with three replicates on the red-brown soil. The research targets were implemented in accordance with the collection of questionnaires, description and evaluation of the Center for Plant Resources. The results showed that two technical methods of fertilizer and planting density effected the growth, yield and economic efficiency of the green kernel black bean. The highest yield and economic efficiency were at the organic fertilizer application rate of 4 tons/ha and a planting density of 16 plants/m² (treatment P1M1). This the treatment, the actual yield is 15,17 quintals/ha/crop, the profit is 28,075,000 VND/ha/crop and the VCR is 12.12. From the research results, it is recommended to use an organic fertilizer rate of 4 tons/ha and a planting density of 16 plants/m² for green kernel black bean on red-brown soil in the summer - autumn crop in Quang Tri province.

Keywords: *Green kernel black bean, economic efficiency, growth, technical methods, yield.*

Ngày nhận bài: 10/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 14/02/2025

Ngày thông qua phản biện: 20/3/2025

Ngày duyệt đăng: 27/3/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN HỮU CƠ BÓN GỐC KẾT HỢP VỚI PHÂN HỮU CƠ BÓN LÁ ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CÂY ĐẬU BẮP

Trần Thị Thiêm¹*, Nguyễn Thị Loan¹

¹ Học viện Nông nghiệp Việt Nam

* Email: tranthiem@vnua.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến sinh trưởng và năng suất đậu bắp tại huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội. Thí nghiệm gồm hai nhân tố được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) với 3 lần nhắc lại. Nhân tố phân hữu cơ bón gốc gồm ba loại: Phân Quế Lâm (G1), phân gà (G2) và phân trùn quế (G3). Nhân tố phân hữu cơ bón lá gồm hai loại: Phân đạm cá (L1) và phân rong biển (L2). Kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng phân hữu cơ bón gốc Quế Lâm và trùn quế đều làm tăng các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý và năng suất đậu bắp so với phân gà. Phân bón lá rong biển cũng cho các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý và năng suất đậu bắp cao hơn so với phân bón lá đạm cá. Sử dụng phân hữu cơ bón gốc Quế Lâm hay trùn quế kết hợp với phân bón lá rong biển cho năng suất đậu bắp cao nhất.

Từ khóa: Đậu bắp, phân hữu cơ bón gốc, phân hữu cơ bón lá.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đậu bắp là một trong những loại rau được trồng phổ biến ở vùng nhiệt đới, á nhiệt đới trên thế giới và quả có giá trị dinh dưỡng cao như: Chất xơ, vitamin C, vitamin B9, chất chống ô xy hoá, chất khoáng, protein [1]. Năng suất cây trồng nói chung và cây đậu bắp nói riêng phụ thuộc chủ yếu vào đặc tính của giống, tuy nhiên biện pháp canh tác, trong đó bón phân đóng vai trò vô cùng quan trọng.

Trong thực tế, người sản xuất thường sử dụng phân vô cơ để tăng năng suất cây trồng. Tuy nhiên, việc bón quá nhiều phân vô cơ, đặc biệt là sử dụng thời gian dài sẽ ảnh hưởng xấu đến đặc tính lý, hoá đất, làm giảm vi sinh vật có lợi trong đất, ô nhiễm môi trường sống và ảnh hưởng đến sức khỏe của người tiêu dùng do hàm lượng nitrat tồn tại trong sản phẩm cao [2 - 4]. Để sản xuất trồng trọt an toàn, việc sử dụng phân hữu cơ sẽ hướng tới bảo vệ môi trường, sức khỏe con người và hệ sinh thái bền vững. Tuy nhiên, việc chỉ sử dụng bón phân hữu cơ sẽ khó đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cho cây trồng ngay từ giai đoạn sinh

trưởng đầu bởi phân hữu cơ phân giải chậm và hàm lượng dinh dưỡng thấp.

Xu hướng hiện nay trong sản xuất nông nghiệp bền vững là sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ hoặc bón kết hợp phân hữu cơ bón gốc với phân hữu cơ bón lá. Phân bón lá cung cấp các chất dinh dưỡng hoà tan và giúp cây dễ hấp thụ dinh dưỡng hiệu quả [5]. Một số kết quả nghiên cứu cho thấy, việc kết hợp phân hữu cơ bón gốc với phân hữu cơ bón lá giúp cây trồng sinh trưởng tốt và cho năng suất cao [5 - 7]. Tuy nhiên, thông tin về ảnh hưởng của việc kết hợp phân hữu cơ bón gốc với phân hữu cơ bón lá đến năng suất cây đậu bắp trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá thích hợp cho cây đậu bắp.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Giống được sử dụng là giống đậu bắp xanh Ấn Độ (VA.080). Phân hữu cơ bón gốc gồm: Phân hữu cơ vi sinh Quế Lâm (3% N, 1% P₂O₅, 1% K₂O, 15%

hữu cơ, vi sinh vật (VSV) cố định đạm 1×10^6 CFU/g, VSV phân giải lân 1×10^6 CFU/g, VSV phân giải xenlulo 1×10^6 CFU/g); phân gà (1,2% N, 0,2% P_2O_5 , 0,3% K_2O), phân trùn quế (0,62% N, 2,25% P_2O_5 , 0,75% K_2O và 28% hữu cơ). Phân hữu cơ bón lá gồm đạm cá Fish Emulsion (4% N, 1% P_2O_5 , 1% K_2O và các dinh dưỡng trung, vi lượng gồm: Cl, Na, Ca, Mg, S) và phân rong biển Seaweed (0,63% N, 0,18% P_2O_5 , 15,3% K_2O , 0,18% Ca và Mg, 36% hữu cơ).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm gồm hai nhân tố được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) với 3 lần nhắc lại. Nhân tố phân hữu cơ bón gốc gồm ba loại: Phân Quế Lâm (G1), phân gà (G2) và phân trùn quế (G3). Nhân tố phân hữu cơ bón lá gồm hai loại: Phân đạm cá (L1) và phân rong biển (L2). Thí nghiệm gồm 6 công thức, 18 ô thí nghiệm. Diện tích mỗi ô là 10 m^2 . Mật độ gieo là 33.300 cây/ha (60 x 50 cm). Lượng phân hữu cơ bón đất được tính dựa vào hàm lượng đạm có trong từng loại phân hữu cơ. Tổng lượng đạm của mỗi loại phân hữu cơ bón gốc đều là 100 N. Phân hữu cơ bón gốc được bón lót trước khi gieo hạt. Phân hữu cơ bón lá được pha với tỷ lệ: 1 ml phân đạm cá: 800ml nước và 1 g phân rong biển: 2.000 ml và được phun 10 ngày/lần từ khi cây được 4 - 5 lá thật cho đến khi cây thu hoạch quả rộ.

Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: Chiều cao cây, số lá được theo dõi trên 10 cây cho mỗi lần nhắc lại. Chỉ tiêu sinh lý như: Chỉ số diệp lục (SPAD) và khối lượng chất khô được xác định ở 3 thời kỳ (ra hoa, thu quả lần đầu và thu quả rộ) trên 5 cây theo dõi cho mỗi lần nhắc lại. Chỉ số diệp lục đo bằng máy SPAD 502, khối lượng chất khô được xác định sau khi sấy khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 80°C . Chỉ tiêu các yếu tố cấu thành năng suất được tính trung bình của 10 cây theo dõi cho mỗi lần nhắc lại. Năng suất thực thu (NSTT) được tính trên toàn bộ số cây có trên ruộng thí nghiệm và quy đổi ra đơn vị tấn/ha.

Số liệu được xử lý thống kê bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) trên phần mềm thống kê sinh học Minitab 16. So sánh sự sai khác giữa các công thức dựa trên kiểm định Tukey ở độ tin cậy 95%.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành tại khu thí nghiệm của Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến một số chỉ tiêu sinh trưởng cây đậu bắp

Bảng 1. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và số lá của cây đậu bắp

Yếu tố thí nghiệm		Thời gian sinh trưởng (ngày)	Chiều cao (cm)	Số lá (lá/cây)
Phân bón gốc (G)	G1	-	78,0 ^a	46,7 ^a
	G2	-	74,1 ^b	44,7 ^b
	G3	-	79,5 ^a	48,1 ^a
ANOVA			*	*
Phân bón lá (L)	L1	-	77,0	45,9
	L2	-	77,4	47,2
ANOVA			ns	ns
G1	L1	84	77,9 ^{ab}	45,5 ^{ab}
	L2	86	78,1 ^{ab}	47,8 ^a
G2	L1	85	74,2 ^b	44,2 ^b

	L2	83	73,9 ^b	45,1 ^{ab}
G3	L1	86	78,9 ^a	47,9 ^{ab}
	L2	89	80,1 ^a	48,2 ^a
ANOVA		-	*	*

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa trong kiểm định Tukey ở mức ý nghĩa 5%.

Kết quả bảng 1 cho thấy, loại phân hữu cơ bón gốc ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến chiều cao và số lá của cây đậu bắp, trong khi các chỉ tiêu này không sai khác có ý nghĩa khi sử dụng các loại phân bón lá khác nhau. Chiều cao cây và số lá của cây đậu bắp khi sử dụng phân bón G1 và G3 đều cao hơn có ý nghĩa so với phân bón G2.

Kết hợp hai loại phân hữu cơ bón lá và bón gốc có ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng của cây đậu bắp. Thời gian sinh trưởng (TGST) của cây đậu bắp bị ảnh hưởng tương tác của phân bón gốc và phân bón lá, dao động từ 83 - 89 ngày. Sử dụng phân hữu cơ bón gốc G3 kết hợp phân hữu cơ bón lá có xu hướng kéo dài TGST của cây đậu bắp hơn (86 - 89 ngày). Khi sử dụng cùng một loại phân hữu cơ bón gốc, các chỉ tiêu sinh trưởng không khác biệt khi phun các loại phân bón lá khác nhau, tuy nhiên phân bón lá L2 có xu hướng làm tăng chiều cao cây và số lá của cây đậu bắp. Sử dụng phân hữu cơ bón gốc G3 hoặc G2 kết hợp phân hữu cơ bón lá cũng làm tăng chiều cao cây và số lá hơn so với khi sử dụng phân hữu cơ bón gốc G1.

Điều này cho thấy, phân hữu cơ bón gốc G1 và G3 có tác động tích cực đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây hơn so với G2. Nghiên cứu của Thiều Thị Phong Thu và cs (2023) [7] cũng khẳng định số lá, chiều cao cây, số nhánh của cây cà tím không khác biệt khi sử dụng các loại phân bón lá khác nhau, nhưng có sự sai khác có ý nghĩa thống kê khi sử dụng phân hữu cơ bón gốc khác nhau. Nghiên cứu này cũng chỉ ra phân trùn quế có tác động tích cực hơn so với phân gà khi kích thích sinh trưởng cây cà tím [7]. Nghiên cứu của Nguyễn Tuấn Hùng và cs (2020) [8] cũng khẳng định, khi sử dụng phân chuồng và phân hữu cơ vi sinh có tác động tích cực tới các loại cây rau (bao gồm cây rau tàu bay, bắp cải, cải thìa) so với phân vô cơ, đồng thời cũng khẳng định tầm quan trọng của phân hữu cơ vi sinh đối với sự sinh trưởng của các loại cây trồng.

3.2. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân bón lá đến một số chỉ tiêu sinh lý của cây đậu bắp

Bảng 2. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến chỉ số SPAD và khối lượng chất khô của cây đậu bắp

Yếu tố thí nghiệm		Chỉ số SPAD			Khối lượng chất khô (g/m ² đất)		
		Ra hoa	Thu quả lần đầu	Thu quả rộ	Ra hoa	Thu quả lần đầu	Thu quả rộ
Phân bón gốc (G)	G1	38,0	42,2 ^a	41,4 ^a	17,4	29,1 ^{ab}	37,5 ^a
	G2	37,4	39,0 ^b	37,9 ^b	17,0	26,5 ^b	31,9 ^b
	G3	38,9	42,8 ^a	41,3 ^a	17,7	30,0 ^a	37,2 ^a
ANOVA		ns	*	*	ns	*	*
Phân bón lá (L)	L1	38,0	41,1	39,9	17,3	28,1	34,7
	L2	38,1	41,5	40,5	17,4	28,9	36,3
ANOVA		ns	ns	ns	ns	ns	ns
G1	L1	37,7	41,9 ^{ab}	41,5 ^a	17,2	28,7 ^{ab}	36,2 ^a

	L2	38,2	42,4 ^a	41,3 ^a	17,5	29,5 ^{ab}	38,8 ^a
G2	L1	37,2	38,8 ^b	37,5 ^b	17,1	25,6 ^b	31,1 ^b
	L2	37,6	39,2 ^b	38,2 ^b	16,9	27,4 ^{ab}	32,6 ^b
G3	L1	39,1	42,6 ^a	40,7 ^a	17,6	30,1 ^a	36,9 ^a
	L2	38,6	42,9 ^a	41,9 ^a	17,7	29,8 ^{ab}	37,5 ^a
ANOVA		ns	*	**	ns	**	*

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, chỉ số SPAD có xu hướng tăng từ giai đoạn ra hoa, đạt cao nhất ở giai đoạn thu quả lần 1, sau đó giảm ở giai đoạn thu hoạch rộ, trong khi đó khối lượng chất khô (KLCK) tăng dần theo các thời điểm theo dõi. Ngoại trừ giai đoạn ra hoa, chỉ số SPAD và KLCK của đậu bắp có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% dưới ảnh hưởng của các loại phân hữu cơ bón gốc và phân hữu cơ bón lá khác nhau. Ở giai đoạn thu quả lần đầu và thu quả rộ, chỉ số SPAD và KLCK của cây đậu bắp khi sử dụng phân bón G1 và G3 không sai khác và cao hơn có ý nghĩa thống kê so với phân bón G2. Trong khi đó, không có sự sai khác của các loại phân hữu cơ bón lá đến chỉ số SPAD và KLCK ở cả ba thời kỳ theo dõi. Nghiên cứu của Thiều Thị Phong Thu và cs (2023) [7] kết luận, loại phân bón lá và loại phân hữu cơ bón gốc không ảnh hưởng đến chỉ số SPAD ở các giai đoạn theo dõi, tuy nhiên có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến KLCK tích lũy của cây cà tím, trong đó phân gà và phân hữu cơ đều

có tác dụng tương đương trong việc tăng khả năng tích lũy chất khô của cây.

Tương tác giữa loại phân hữu cơ bón gốc và loại phân hữu cơ bón lá có ảnh hưởng ý nghĩa thống kê đến chỉ số SPAD và KLCK của cây đậu bắp, ngoại trừ ở giai đoạn ra hoa. Không có sự sai khác có ý nghĩa ở hai chỉ tiêu này giữa các loại phân bón lá khác nhau khi sử dụng cùng một loại phân hữu cơ bón gốc. Sử dụng phân hữu cơ bón gốc G1 và G3 kết hợp với các loại phân hữu cơ bón lá L1 hay L2 đều làm tăng chỉ số SPAD và KLCK so với sử dụng phân hữu cơ bón gốc G2 kết hợp với phân hữu cơ bón lá L1 hay L2 ở giai đoạn thu quả lần đầu và thu quả rộ và có sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa công thức G1L1, G1L2, G3L1 và G3L2 về hai chỉ tiêu theo dõi trên ở cả ba giai đoạn theo dõi.

3.3. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cây đậu bắp

Bảng 3. Ảnh hưởng của phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cây đậu bắp

Yếu tố thí nghiệm		Chiều dài quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Số quả (quả/cây)	Khối lượng quả (g/quả)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
Phân bón gốc (G)	G1	13,0 ^a	2,0	26,0 ^a	21,5 ^a	16,1 ^a
	G2	10,6 ^b	1,8	22,2 ^b	18,6 ^b	11,7 ^b
	G3	13,1 ^a	2,0	25,5 ^a	21,7 ^a	16,3 ^a
ANOVA		*	ns	**	*	*
Phân bón lá (L)	L1	12,1	1,8	24,1	19,9	14,1
	L2	12,3	2,0	25,0	21,1	15,3
ANOVA		ns	ns	ns	ns	ns

G1	L1	13,1 ^a	1,8	25,6 ^a	20,8 ^a	15,29 ^a
	L2	12,9 ^a	2,1	26,3 ^a	22,1 ^a	16,95 ^a
G2	L1	10,4 ^b	1,7	21,8 ^b	17,9 ^b	11,28 ^b
	L2	10,7 ^b	1,9	22,6 ^b	19,0 ^b	12,07 ^b
G3	L1	12,9 ^a	1,9	24,9 ^a	21,1 ^a	15,61 ^a
	L2	13,2 ^a	2,1	26,1 ^a	22,3 ^a	16,89 ^a
ANOVA		*	ns	*	*	**

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của các loại phân hữu cơ bón gốc và bón lá đến các chỉ tiêu năng suất của cây đậu bắp được thể hiện tại bảng 3. Kết quả cho thấy, sử dụng các loại phân hữu cơ bón lá: Đạm cá hay rong biển không ảnh hưởng đến kích thước quả, số quả, khối lượng quả và NSTT của cây đậu bắp. Trong khi đó, ngoại trừ đường kính quả, các chỉ tiêu yếu tố cấu thành năng suất và năng suất đều không sai khác giữa hai loại phân hữu cơ bón gốc G1 và G3, cao hơn có ý nghĩa so với phân hữu cơ bón gốc G2. NSTT ở ô bón phân hữu cơ bón gốc G1 và G3 đạt lần lượt là 16,1 tấn/ha và 16,3 tấn/ha. Kết quả này là do phân hữu cơ bón gốc G1 và G3 làm tăng sinh trưởng (Bảng 1), chỉ số SPAD (Bảng 2), do đó làm tăng diện tích và hiệu quả quang hợp, dẫn đến tăng KLCK tích lũy (Bảng 2), kết quả làm tăng năng suất của cây đậu bắp.

Tương tác giữa phân hữu cơ bón gốc và bón lá có ảnh hưởng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất đậu bắp, ngoại trừ đường kính quả. Các chỉ tiêu đều thể hiện cùng một xu hướng, khi sử dụng phân hữu cơ gốc G1 và G3 kết hợp các loại phân hữu cơ bón lá L1 hay L2 đều cho chiều dài quả, số quả, khối lượng quả và NSTT của cây đậu bắp không khác biệt và cao hơn có ý nghĩa thống kê so với phân hữu cơ bón gốc G2 khi kết hợp phân hữu cơ bón lá L1 hay L2. NSTT của đậu bắp cao nhất ở công thức sử dụng phân hữu cơ bón gốc G1 hay G3 kết hợp với kết hợp phân hữu cơ bón lá L1 hay L2, dao động từ 15,29-16,89 tấn/ha. NSTT thấp nhất ở công thức bón phân gốc G2 kết hợp với phân hữu cơ bón lá L1 hay L2, dao động 12,28 -12,07 tấn/ha.

Nghiên cứu của Thiều Thị Phong Thu và cs (2023) [7] khẳng định, sử dụng các loại phân hữu

cơ bón gốc và bón lá khác nhau đều ảnh hưởng rõ rệt đến yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của cây cà tím, trong đó phân trùn quế làm tăng đáng kể năng suất cà tím so với phân gà. Theo Subbaiah (2019) [9], phân trùn quế giàu chất dinh dưỡng đa, trung và vi lượng ở dạng dễ tiêu - cần thiết cho quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng. Ngoài ra, phân trùn quế cũng chứa nhiều enzym và các hormone tăng trưởng thực vật, do đó thể hiện tác động nhanh hơn trên cây trồng so với các loại phân bón hữu cơ khác [9, 10]. Al-Tawarah và cs (2024) [11] cũng khẳng định, khi sử dụng phân trùn quế cho tác động tích cực hơn đến sinh trưởng và năng suất cây đậu cô ve so với phân hữu cơ ủ hoai mục. Lim và cs (2015) [10] cũng khẳng định, hàm lượng dinh dưỡng dễ tiêu trong phân trùn quế thường cao hơn so với các loại phân hữu cơ ủ hoai mục truyền thống, do ngoài nhóm VSV có sẵn trong nguồn vật liệu ủ ban đầu, sử dụng trùn quế cũng có tác động tích cực đến quá trình phân giải chất hữu cơ của vật liệu ủ. Nghiên cứu cho thấy, phân hữu cơ Quế Lâm và phân trùn quế có tác động tích cực tương đương đến sinh trưởng và năng suất cây đậu bắp. Điều này có thể là do hai loại phân bón này đều chứa VSV có lợi cho việc chuyển hóa dinh dưỡng trong đất so với phân gà, do đó làm tăng lượng dinh dưỡng dễ tiêu trong đất và cây trồng có thể sử dụng ngay ở giai đoạn sinh trưởng đầu [11]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra các lợi ích về chất lượng đất và sinh trưởng, năng suất của cây trồng khi bổ sung thêm các chế phẩm sinh học có chứa nhóm VSV cố định đạm [12], VSV phân giải lân [13] và VSV phân giải xenlulo [14]. Ngoài hàm lượng N, P, K tương đối lớn, phân Quế Lâm còn chứa lượng lớn các VSV có lợi, bao gồm: VSV cố định đạm, VSV phân giải lân, VSV phân giải xenlulo. Trong khi đó, phân trùn quế cũng rất

giàu các vi khuẩn có lợi như: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Actinomycetes*... đóng vai trò trong việc giải phóng các hormone, vitamin và enzym giúp tăng cường nảy mầm và cải thiện sự phát triển của cây trồng [9].

4. KẾT LUẬN

Sử dụng phân hữu cơ bón gốc kết hợp với phân hữu cơ bón lá đã ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu sinh trưởng, chỉ tiêu sinh lý, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất thực thu của đậu bắp. Bón phân hữu cơ bón gốc Quế Lâm hay trùn quế đều làm tăng các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý và năng suất đậu bắp so với phân gà. Phân hữu cơ bón lá rong biển cũng cho các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý và năng suất đậu bắp cao hơn so với phân hữu cơ bón lá đậm cá. Sử dụng phân hữu cơ bón gốc Quế Lâm hay trùn quế kết hợp với phân hữu cơ bón lá rong biển cho năng suất đậu bắp cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kota, A. K. R., Kerketta, A., Topno S. E., Bahadur, V., Tripathi, P. (2022). Effect of organic fertilizers on growth yield and quality of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Kashi Lalima. *The Pharma Innovation Journal*, 11(5): 2301 - 2304.
2. Gu, B., Ju, X.; Chang, J., Ge, Y., Vitousek, P. M. (2015). Integrated reactive nitrogen budgets and future trends in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA, 112, 8792 - 8797.
3. Carrara, J. E., Walter, C. A., Hawkins, J. S., Peterjohn, W. T., Averill, C., Brzostek, E. R. (2018). Interactions among plants, bacteria, and fungi reduce extracellular enzyme activities under long-term N fertilization. *Global Change Biology*, 24, 2721 - 2734.
4. Hu, G. Q., Ma, X. X., Li, X. H., Wang, H. (2022). Evaluation of organic substitution based on vegetable yield and soil fertility. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 34, 162 - 170.
5. Ranasinghe, R. H. A. A., Ratnayake, R. M. C. S. and Kannangara, B. T. S. D. P. (2021). Effects of foliar and soil-applied liquid organic fertilizers on the growth of *Basella alba* L. and *Centella asiatica* L. *The Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 16(3): 393 - 409.
6. Ram S. B., Minakshi G., Vipin K., Gograj S. J., Bhola R. K., Deepak S., Hement K. & Shanti D. B. (2022). Multi-micronutrient foliar fertilization in eggplant under diverse fertility scenarios: Effects on productivity, nutrient biofortification and soil microbial activity. *Scientia Horticulturae*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110781>
7. Thiều Thị Phong Thu, Trần Thị Thiêm, Phùng Xé Pa (2023). Ảnh hưởng của kết hợp phân bón gốc với phân bón lá đến sinh trưởng, phát triển và năng suất cây cà tím. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 21(3), 279 - 288.
8. Nguyễn Tuấn Hùng, Lục Văn Cường, Phạm Đức Chính (2020). Đánh giá sinh trưởng một số loài cây rau rừng chuyển vị tại mô hình Khoa Lâm nghiệp Trường Đại học Nông lâm - Đại học Thái Nguyên. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, 225(11), 128 - 135.
9. Subbaiah, P. V. (2019). Review on vermicompost, poultry manure, farmyard manure, biogas digest, biochar, urban compost and biofertilizers as potential alternate nutrient sources for sustainable agriculture. *International Journal of Chemical Studies*, 4, 255 - 258.
10. Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N. & Shak, K. P. Y. (2015). The use of vermicompost in organic farming: Overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1143 - 1156.
11. Al-Tawarah, B., Alasasfa, M. A. & Mahadeen, A. Y. (2024). Efficacy of compost and vermicompost on growth, yield and nutrients content of common beans crop (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Ecological Engineering*, 25(2), 215 - 226.
12. Aasfar, A., Meftah Kadmiri, I., Azaroual, S. E., Lemriss, S., Mernissi, N. El, Bargaz, A., Zeroual, Y. & Hilali, A. (2024). Agronomic advantage of bacterial biological nitrogen fixation on wheat plant growth under contrasting nitrogen and phosphorus regimes. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1388775>

13. Ingle, K. P. & Padole, D. A. (2017). Cellulose-decomposing bacteria and their enzyme systems. In M. Dworkin, S. Falkow, E. Rosenberg, K.-H. Schleifer & E. Stackebrandt (Eds.), *The Prokaryotes. Ecophysiology and Biochemistry*, 2, 578 - 617.
14. Bayer, E. A., Shoham, Y. & Lamed, R. (2006). Phosphate solubilizing microbes: An overview. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(1), 844 - 852.

EFFECTS OF SOIL-APPLIED ORGANIC FERTILIZER COMBINED WITH FOLIAR ORGANIC FERTILIZER ON GROWTH AND YIELD OF OKRA

Tran Thi Thiem¹, Nguyen Thi Loan¹

¹ *Vietnam National University of Agriculture*

Summary

This study was conducted to evaluate the effect of soil-applied organic fertilizer and foliar organic fertilizer on growth and yield of okra in Gia Lam district, Ha Noi city. The two-factor experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications. The soil-applied organic fertilizer was microbial organic fertilizer (G1), chicken manure (G2) and vermicompost (G3). The foliar organic fertilizer was fish emulsion (L1) and seaweed (L2). The results showed that microbial organic fertilizer and vermicompost improved growth, physical traits and consequently increased okra yield compared to chicken manure. Using foliar application of seaweed was higher growth and yield of okra than fish emulsion. The combined use of microbial organic fertilizer or vermicompost and seaweed showed the highest okra yield.

Keywords: *Okra, soil-applied organic fertilizer, foliar organic fertilizer.*

Ngày nhận bài: 02/12/2024

Ngày chuyển phản biện: 3/01/2025

Ngày thông qua phản biện: 22/01/2025

Ngày duyệt đăng: 10/4/2025

PHÂN LẬP MỘT SỐ FLAVONOID TỪ LOÀI VẪY ỚC (*Ficus pumila* L.) Ở VIỆT NAM, BẢO CHẾ VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG VIÊM, CHỐNG OXY HOÁ *IN VITRO* CỦA VIÊN HOÀN MỀM TỪ DƯỢC LIỆU VẪY ỚC, THỔ PHỤC LINH, THẠCH THIỀM THỦ

Nguyễn Thị Thanh Mai^{1,*}, Lê Thế Hoài¹, Nguyễn Thị Hồng Hạnh²

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

² Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

* Email: thanhmaint@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, 3 hợp chất flavonoid 3',4',5,7-tetrahydroxyflavone, 3,4',5,7-tetrahydroxyflavone; 3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone được tìm thấy trong dịch trích ly của loài Vẩy ốc (*Ficus pumila* L.). Đây là những hợp chất có khả năng chống ung thư, chống oxy hóa, chống viêm và kháng vi rút. Trên cơ sở đó, viên hoàn mềm thảo dược được bào chế từ dịch trích ly ethanol - nước của loài Vẩy ốc kết hợp với Thổ phục linh (*Smilax glabra* Roxb) và Thạch thiềm thủ (*Stephania dielsiana* Y. C. Wu) nhằm tăng cường hỗ trợ điều trị bệnh đau nhức xương khớp. Viên hoàn mềm có hoạt tính ức chế sinh NO trên tế bào RAW 264.7 với giá trị $IC_{50} = 31,18 \pm 2,86$ $\mu\text{g/mL}$ và khả năng ức chế gốc tự do DPPH với nồng độ $IC_{50} = 168,016$ $\mu\text{g/mL}$.

Từ khoá: Viên hoàn mềm, tế bào RAW 264.7, Vẩy ốc, Thổ phục linh, Thạch thiềm thủ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh viêm khớp đang có xu hướng ngày càng gia tăng và bị trẻ hóa ở Việt Nam, khi tình trạng viêm không được điều trị có thể sẽ là nguyên nhân gây tàn phế suốt đời hoặc khởi phát nhiều bệnh ảnh hưởng đến các mô và cơ quan liên kết khác như da, mắt, tim, phổi... [1]

Việt Nam là một quốc gia giàu có về tài nguyên dược liệu, với hệ thực vật phong phú, đa dạng. Loài Vẩy ốc (hay còn gọi là Cây sộp, Trâu cổ...) có tên khoa học là *Ficus pumila* L., thuộc họ Dâu tằm (Moraceae). Cây và lá có vị chua, tính bình, không có độc; quả có vị ngọt, tính mát; rễ hơi đắng, tính bình [2]. Nhiều công trình nghiên cứu đã chỉ ra trong các bộ phận loài này từ thân, lá, cành, rễ, quả đều chứa nhiều hợp chất có tác dụng sinh học như: Phenolic axit, chlorogenic axit, caffeic axit, terpenoid và đặc biệt là sự có mặt của khoảng 40 flavonoid có nhiều hoạt tính sinh học quý, có tác dụng trong trị liệu như: Chống oxy hóa, chống

viêm, kháng khuẩn, chống khối u, hạ đường huyết và bảo vệ tim mạch..., đem lại nhiều lợi ích cho sức khỏe con người [3 - 6].

Loài Vẩy ốc cũng đã được áp dụng trong nhiều bài thuốc của Trung Quốc được lưu truyền: Tiêu viêm, trị tràng trĩ, mụn nhọt, các loại ghẻ ngứa, thanh nhiệt giải độc, phong thấp [5 - 7]. Tuy nhiên, việc áp dụng các phương pháp nghiên cứu khoa học trong y học cổ truyền và nghiên cứu phát triển chế phẩm thuốc cổ truyền từ loài Vẩy ốc vẫn chưa được quan tâm. Vì vậy, nghiên cứu này trình bày kết quả phân lập 3 hợp chất flavonoid có khả năng kháng viêm từ dịch chiết ethanol - nước của loài Vẩy ốc. Đồng thời, từ dịch chiết ethanol - nước loài Vẩy ốc, Thổ phục linh kết hợp cùng bột Thạch thiềm thủ tạo chế phẩm viên hoàn mềm với hy vọng góp phần hỗ trợ làm giảm sự gia tăng các cytokine gây viêm và các gốc oxy hóa tự do, những tác động góp phần vào thay đổi cân bằng nội môi trong các mô khác nhau của hệ thống cơ xương khớp.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**2.1. Nguyên liệu**

Thân, lá, rễ, loài Vảy ốc; rễ loài Thổ phục linh; rễ loài Thạch thiềm thừ được thu hái vào tháng 01/2024 tại huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng. Các nguyên liệu được làm sạch, sấy khô, băm nhỏ, sấy chân không ở nhiệt độ 45°C đến khi hàm ẩm còn khoảng 10%. Mẫu được đưa qua máy nghiền búa có sàng 60 Mesh. Bảo quản trong túi kín.

2.2. Phương pháp nghiên cứu**2.2.1. Hóa chất, thiết bị**

n-hexane (Trung Quốc, 99%), dichloromethane (Trung Quốc, 99%), ethyl acetate (Trung Quốc, 99%), H₂SO₄ (Trung Quốc, 98%), ethanol (Trung Quốc, 99%), môi trường nuôi cấy tế bào: DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) hoặc MEME (Minimum Essential Medium with Eagle salt), có bổ sung thêm L-glutamine, sodium pyruvate, NaHCO₃, penicillin/streptomycin, 10% FBS (Fetal Bovine Serum), trypsin - EDTA (0,05%). Silicagel 60: 0,04 - 0,06 mm (Merck), sắc ký bản mỏng silicagel 60 F254 (Merck), cột sắc ký. DMSO-d₆, NMR (600 MHz) Bruker Avance machine, kính hiển vi ngược (Axiovert 40 CFL); buồng đếm tế bào (Fisher, Hoa Kỳ); máy quang phổ (BioTek); tủ ấm CO₂, tủ lạnh sâu -80°C, bình nitơ lỏng, cân phân tích, máy đo pH và các dụng cụ thí nghiệm thông thường.

2.2.2. Phân lập và xác định cấu trúc 3 hợp chất flavonoid trong dịch chiết ethanol của Vảy ốc

Lấy 5 kg mẫu bột Vảy ốc, ngâm 3 lần bằng EtOH 70° ở nhiệt độ phòng, mỗi lần sử dụng 12 L EtOH và ngâm trong 24 giờ. Gộp các dịch chiết EtOH và cất loại dung môi đến khi còn 500 mL. Hòa dịch chiết cô đặc với nước cất theo tỷ lệ 1: 1, sau đó chiết lần lượt với *n*-hexane và EtOAc, mỗi dung môi chiết làm 3 lần, mỗi lần dùng 500 mL. Các dịch chiết của từng dung môi được gom chung và cất loại hoàn toàn dung môi thu được các cao chiết tương ứng là *n*-hexane và EtOAc (21,5 g) cùng lớp nước.

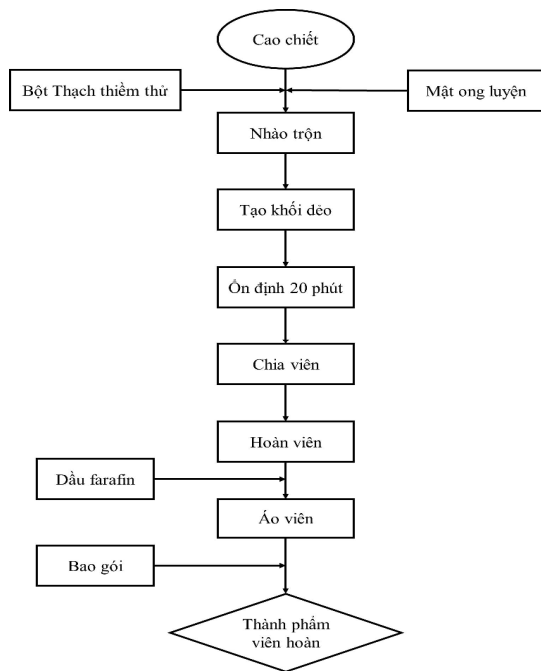
Cao chiết EtOAc (21,5 g) được phân tách trên cột Sephadex LH-20, rửa giải bằng MeOH thu được 3 phân đoạn H1 - H3. Lấy phân đoạn H2 (15,2

g) phân tách trên cột sắc ký silica gel dùng gradient dung môi *n*-hexane: EtOAc (98:2 - 0:100) để rửa giải thu được 8 phân đoạn từ H2.1-H2.8. Phân đoạn H2.4 (0,5 g) phân tách bằng cột silica gel, rửa giải gradient dung môi *n*-hexane: CH₂Cl₂ (1: 0 > 0: 1), thu 5 phân đoạn từ H2.4.1 - H2.4.5.

Rửa phân đoạn H2.4.2 (38 mg) bằng MeOH thu được hợp chất ME1 (6 mg). Phân đoạn H2.4.3 (175 mg) đem tinh chế với hệ dung môi *n*-hexane: EtOAc (9:1) trên cột silica gel để được 4 phân đoạn H2.4.3.1 - H2.4.3.4. Phân đoạn H2.4.3.2 (29 mg) tinh chế trên cột Sephadex LH-20 trong hệ dung môi MeOH:CH₂Cl₂ (9:1) thu được hợp chất ME2 (4 mg). Phân đoạn H2.4.3.3 (50 mg) được tinh chế với hệ dung môi *n*-hexane: EtOAc (9:1) trên cột sắc ký silica gel rồi thu được hợp chất ME3 (4,5 mg). Cấu trúc của các hợp chất ME1, ME2, ME3 được xác định bằng phương pháp phổ ¹H-NMR và ¹³C-NMR.

2.2.3. Bào chế viên hoàn mềm [8 - 10]

Viên hoàn được bào chế theo phương pháp chia viên. Nguyên tắc của phương pháp này là tạo khối dẻo từ dược chất và tá dược rồi chia tiếp thành viên có khối lượng quy định. Quy trình bào chế theo sơ đồ hình 1: 5.000 g bột Vảy ốc được kết hợp với 1.000 g bột Thổ phục linh, trích ly bằng hệ dung môi ethanol - nước (3 giờ/1 lần ở 60°C, tỷ lệ 100/350 g dược liệu/mL dung môi chiết, quá trình chiết lặp lại 3 lần. Lọc bã, gộp chung dịch các lần chiết, cất loại bỏ dung môi bằng máy cô quay chân không, thu được cao chiết thành phẩm 1.203,6 g, hiệu suất chiết đạt khoảng 20% (tính trên khối lượng hỗn hợp nguyên liệu khô). Đông khô cao chiết bằng thiết bị Lyovapor L300 đến hàm ẩm khoảng 5%. Cân 100 g cao chiết đông khô, cho vào cối sứ trộn bột kếp với bột Thạch thiềm thừ đã tiệt khuẩn bằng phương pháp bức xạ ion hoá, tạo hỗn hợp đồng nhất, thêm 30 g mật ong luyện, trộn kỹ thành khối dẻo, sờ không dính tay, có độ ẩm thích hợp, để khối dẻo ổn định 20 phút, tiến hành dùng thanh lăn tạo đũa viên, chia mỗi viên 6 g, lăn hoàn thiện viên thành hình cầu bằng bàn xoa, áo bằng dầu parafin, đóng gói đúng quy chế.



Hình 1. Quy trình bào chế viên hoàn

2.2.4. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu lý hóa, vi sinh của chế phẩm viên hoàn

- Xác định độ ẩm, độ đồng đều khối lượng theo Dược điển Việt Nam V [10].
- Xác định tổng số vi sinh vật hiếu khí theo TCVN 4884-1:2015 [11]; *E. coli* theo TCVN 7924-3:2017 [12]; *Salmonella* theo TCVN 10780-1:2017 [13].
- Xác định kim loại nặng (As, Pb, Hg, Cd) theo phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử.
- Xác định hàm lượng aflatoxin B1 và aflatoxin tổng theo TCVN 7596:2007 [14].

2.2.5. Phương pháp khảo sát hoạt tính kháng viêm của chế phẩm [15 - 17]

Nuôi cấy tế bào *in vitro*: Dòng tế bào RAW264.7 được nuôi cấy trong môi trường DMEM với thành phần gồm: 2 mM L-glutamine, 10 mM HEPES và 1,0 mM sodium pyruvate, ngoài ra bổ sung 10% fetal bovine serum - FBS (GIBCO). Tế bào được cấy chuyển sau 3 - 5 ngày với tỉ lệ 1: 3 và nuôi trong tủ ấm CO₂ ở điều kiện 37°C, 5% CO₂. Tế bào RAW264.7 được đưa vào đĩa 96 giếng ở nồng độ 2.10⁵ tb/giếng và nuôi trong tủ ấm ở 37°C và 5% CO₂ trong 24 giờ. Tiếp theo, môi trường nuôi cấy được loại bỏ, thay bằng môi trường DMEM không có FBS trong 3 giờ. Tế bào sau đó được ủ mẫu nghiên cứu ở các nồng độ khác nhau trong 2 giờ

trước khi được kích thích sản sinh yếu tố NO bằng LPS (10 µg/mL) trong 24 giờ. Mẫu nghiên cứu được chuẩn bị ở dạng stock trong DMSO 100% trong ống Eppendorf với nồng độ gốc là 20 mg/mL. Sau đó, mẫu tiếp tục được pha loãng trong môi trường không có FBS đến các nồng độ 100 - 20 - 4 - 0,8 µg/mL.

Nitrite (NO₂), được xem là chỉ thị cho việc tạo NO, được xác định nhờ bộ Griess Reagent System (Promega Cooperation, WI, Hoa Kỳ). Cụ thể, 100 µL môi trường nuôi tế bào (ủ mẫu) được chuyển sang đĩa 96 mới và được thêm vào 100 µL Griess reagent: 50 µL của 1% (w/v) sulfanilamide trong 5% (v/v) phosphoric axit và 50 µL 0,1% (w/v) N-1-naphthyl ethylene diamine dihydrochloride pha trong nước. Hỗn hợp này được ủ tiếp ở nhiệt độ phòng trong 10 phút và hàm lượng nitrite sẽ được đo bằng máy microplate reader ở bước sóng 540 nm. Môi trường DMEM không FBS được sử dụng như giếng trắng (blank). Hàm lượng nitrite của từng mẫu thí nghiệm được xác định nhờ vào đường cong hàm lượng chuẩn NaNO₂ và được so sánh % với mẫu chứng âm (LPS). Khả năng ức chế sản sinh NO tương ứng của mẫu được xác định nhờ công thức: % ức chế = 100% - [hàm lượng NO_{Mẫu}/hàm lượng NO_{LPS}]*100.

Phép thử được lặp lại 3 lần để đảm bảo tính chính xác. Giá trị IC₅₀ (nồng độ ức chế 50% sự hình thành NO) sẽ được xác định nhờ vào phần mềm máy tính TableCurve 2Dv4.

2.2.6. Khảo sát hoạt tính chống oxy hóa theo khả năng ức chế gốc tự do DPPH của chế phẩm

Hoạt tính chống oxy hóa thông qua xác định khả năng ức chế gốc tự do DPPH của chế phẩm viên hoàn mềm. Chuẩn bị các mẫu chế phẩm với nồng độ 0, 10, 25, 50, 100, 200 µg/mL. Hút vào mỗi ống nghiệm 1 mL dung dịch DPPH 0,1 nM và 0,25 mL mẫu chế phẩm. Lắc đều, đặt các ống nghiệm trong bóng tối, ở nhiệt độ phòng, trong 60 phút. Độ hấp thụ quang được đo ở bước sóng 517 nm bằng máy UV-VIS. Mẫu đối chứng là ascorbic axit. Khả năng khử gốc tự do DPPH được xác định theo công thức: Phần trăm ức chế DPPH (%) = 100 x (Abs_s - Abs_c)/Abs_s.

Trong đó: Abs_s là độ hấp thu quang học của mẫu trắng không chứa dịch chiết; Abs_c là độ hấp thu quang học của mẫu có chứa dịch chiết.

Xác định IC_{50} (nồng độ cần thiết để ức chế 50% DPPH) bằng cách lập đồ thị phần trăm ức chế DPPH theo nồng độ cao chiết và nội suy giá trị IC_{50} .

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân lập các flavonoid từ dịch chiết ethanol của loài Vẩy ốc

Flavonoid là nhóm hợp chất hóa học có trong nhiều loài thực vật bậc cao, được ví như những thợ sửa chữa sinh hóa của thiên nhiên, nhờ vào khả năng sửa chữa các phản ứng cơ thể chống lại các hợp chất khác trong các dị ứng nguyên, vi khuẩn và các chất sinh ung thư. Việc tìm kiếm các flavonoid quý trong loài Vẩy ốc đã góp phần giải mã cho sự hiệu quả trong những bài thuốc y học cổ truyền sử dụng Vẩy ốc trong điều trị các chứng đau nhức cơ thể, đau mỗi xương khớp, đau tay, viêm khớp dạng thấp, mụn nhọt, lở loét... [18]

Tinh thể ME1 thu được có màu vàng nhạt, nhiệt độ nóng chảy 276 - 279°C. Cấu trúc được phân tích bằng phổ 1H -NMR và ^{13}C -NMR, kết hợp với kết quả nghiên cứu của Yahia Z Tabazal và cs (2024) [19] có thể nhận định đó là hợp chất 3',4',5,7-tetrahydroxyflavone (luteolin). Trên phổ 1H -NMR (DMSO- d_6) xuất hiện tín hiệu cộng hưởng của proton duy nhất của hợp phần dị vòng ở trạng thái singlet với độ chuyển dịch hoá học là 6,67 ppm (1H; s, H-3), các proton thuộc vòng A lần lượt là 6,19 ppm (1H; d; $J = 1,8$ Hz, H-6) và 6,45 ppm (1H; d; $J = 2,4$ Hz, H-8). Vòng B xuất hiện 3 tín hiệu cộng hưởng, trong đó độ chuyển dịch hoá học 6,9 ppm (1H, d, $J = 8,4$ Hz) thuộc về H-5' nằm ở vùng trường cao hơn đôi chút so với 2 proton H-2' (7,43, 1H, d, $J = 1,8$ Hz) và H-6' (7,43, 1H, d, $J = 2,4$ Hz). Hai proton phenolic trên vòng B gắn với C-3' và C-4' xuất hiện ở dạng singlet có độ chuyển dịch hoá học lần lượt là 9,43 và 9,94 ppm. Trong khi proton gắn với C-5 và C-7 của vòng A do ảnh hưởng bởi hiệu ứng Anisotropy nằm về vùng trường thấp hơn hẳn (12,98, s và 10,83 ppm, s). Đặc biệt, proton gắn với C-5 bị ảnh hưởng đáng kể. Trên phổ ^{13}C -NMR, các tín hiệu cộng hưởng xuất hiện phù hợp với công thức dự đoán: δC : 163,9 (C-

2); 103,7 (C-3); 181,7 (C-4); 157,3 (C-5); 98,9 (C-6); 164,2 (C-7); 93,9 (C-8); 161,5 (C-9); 102,9 (C-10); 119,0 (C-1'); 113,1 (C-2'); 149,7 (C-3'); 145,8 (C-4'); 116,1 (C-5'); 121,6 (C-6'). Luteolin là một flavonoid có tác dụng làm giảm hoạt động của các chất điều hòa sao chép các yếu tố gây viêm, giảm sản xuất các cytokine tiền viêm và các chất trung gian gây viêm, hạ uric máu. Bằng khả năng tương tác với nhiều vị trí phân tử mục tiêu ức chế hoạt động của một số enzyme kinase trong tế bào và ngăn chặn chu kỳ tế bào đem lại tác dụng chống ung thư của hợp chất này. Ngoài ra, nó có thể ức chế nhiều loại vi khuẩn và vi rút như: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, vi rút herpes simplex, vi rút bại liệt, vi rút Coxsackie B3... Luteolin cũng có tác dụng chống rối loạn chức năng ty thể của tế bào nội mô và chống oxy hoá như một chất khử [19].

Hợp chất ME2 (4 mg) thu được là tinh thể màu vàng nhạt, nhiệt độ nóng chảy 312 - 317°C. Phân tích dữ liệu phổ 1H -NMR và ^{13}C -NMR kết hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyen Cong Thuy Tram và cs (2016) [20] có thể khẳng định là 3,4',5,7-tetrahydroxyflavone (kaempferol). Trên phổ 1H -NMR xuất hiện các tín hiệu cộng hưởng đặc trưng của flavonol: Hai tín hiệu H-6 và H-8 của vòng phenyl A chiếm giữ ở độ chuyển dịch hoá học 6,19 (1H, d, $J = 1,8$ Hz) và 6,43 (1H, d, $J = 2,4$ Hz). Hai proton phenolic định cư trên C-5 và C-7 có độ chuyển dịch nằm ở vùng trường thấp hơn cả là 12,47 ppm và 10,07 ppm ở dạng singlet. Hợp phần dị vòng lúc này chỉ xuất hiện duy nhất một tín hiệu của 1 proton thuộc nhóm OH có giá trị 10,75 ppm (1H, s). Vòng B các tín hiệu cộng hưởng của các proton trong vòng phenyl xuất hiện ở độ chuyển dịch hoá học: 8,04 ppm (2H, d, $J = 8,5$ Hz, H-2', H-6'), 6,94 ppm (2H, d, $J = 8,5$ Hz, H-3', H-5') cùng tín hiệu của proton phenolic ở 9,35 ppm đơn độc. Trên phổ ^{13}C -NMR cũng xuất hiện các tín hiệu cộng hưởng đặc thù, điển hình C-6 và C-8 luôn nằm ở trường cao hơn cả so với các nguyên tử carbon khác thuộc hệ vòng flavonoid 93,46 (d, C-8) và 98,19 (d, C-6). Các tín hiệu các - bon khác được biểu hiện: 146,8 (C-2); 135,6 (C-3); 175,9 (C-4); 160,7 (C-5); 163,9 (C-7); 156,2 (C-9); 103,0 (C-10); 121,6 (C-1'); 129,5 (C-2' và C-6'); 115,4 (C-3' và C-5'); 159,2 (C-4'). Kaempferol là hợp chất có tác dụng tăng tuần hoàn máu trong động mạch, tĩnh

mạch và mao mạch, dùng cho những người có biểu hiện lão suy, rối loạn trí nhớ, khả năng làm việc đầu óc sút kém, mất tập trung, hay cáu gắt, được chất còn có khả năng thu dọn gốc tự do và kích hoạt sự tăng sinh tế bào T và điều chỉnh việc sản xuất oxit nitric hoặc các loại oxy trong các tế bào đại thực bào do lipopolysaccharide gây ra [21].

Hợp chất ME3 (4,5 mg) thu được là tinh thể màu vàng nhạt, nhiệt độ nóng chảy ở 330 - 332°C. Dữ liệu phổ $^1\text{H-NMR}$ cho thấy: 6,22 (d, $J = 2,4\text{Hz}$, H-6), 6,44 (d, $J = 2,4$, H-8), 7,71 (d, $J = 2,4$, H-2'), 6,93 (d, $J = 8,4$, H-5'), 7,57 (dd, 8,7, $J = 2,1\text{Hz}$, H-6'). Các proton phenolic lần lượt xuất hiện ở những vùng trường thấp trong trạng thái siglet. Trong đó, proton gắn với C-5 là đặc biệt thấp hơn cả với độ chuyển dịch hoá học 12,53 ppm. Các proton còn lại: 10,86 (1H, s, H của nhóm OH gắn với C-7), 9,37 (1H, s, H của nhóm OH gắn với C-3'), 9,66 (1H, s, H của nhóm OH gắn với C-4'). Proton còn lại có độ chuyển dịch hoá học nằm ở 9,44 (s) thuộc về nhóm OH duy nhất của dị vòng. Trên phổ $^{13}\text{C-NMR}$, nhận thấy các tín hiệu như sau: $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz) δC : 147,8 (C-2); 136,7 (C-3); 176,8 (C-4); 150,3 (C-5); 98,8 (C-6); 161,9 (C-7); 94,0 (C-8); 157,4 (C-9); 103,9 (C-10); 123,2 (C-1'); 115,7 (C-2'); 146,2 (C-3'); 148,6 (C-4'); 116,2 (C-5'); 120,9 (C-6'). Như vậy, thông qua các dữ liệu phổ cùng so sánh với kết quả nghiên cứu của Mehari Endale và cs (2013) [22] có thể khẳng định hợp chất này là 3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavone (quercetin), là một flavonoid xương sống của nhiều loại flavonoid khác. Hợp chất này có khả năng chống oxy hóa, giúp tích lũy vitamin C trong các tổ chức mô, chống viêm, ức chế sản xuất và phóng thích histamin cùng các chất trung gian khác, ức chế mạnh men aldose reductase ngăn cản tiến triển các biến chứng của đái tháo đường như: Đục thủy tinh thể, thương tổn thần kinh, ngăn chặn các triệu chứng lâm sàng của viêm khớp bằng cách ức chế giải phóng các cytokine gây viêm, giảm nồng độ cyclooxygenase và ngăn chặn sản sinh các đại thực bào và bạch cầu trung tính, cũng như sự tăng sinh tế bào hoạt dịch. Ngoài ra, chúng còn phá hủy thành tế bào của vi khuẩn và thay đổi tính thấm của tế bào, ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp

protein, giảm hoạt động của enzyme và ức chế tổng hợp axit nucleic [23, 24].

Từ việc sử dụng dịch chiết ethanol - nước của loài Vẩy ốc, thông qua phương pháp sắc ký cột đã phân lập và xác định được sự có mặt của 3 được chất quý có khả năng kháng viêm, điều này sẽ đem lại hiệu quả cho việc sử dụng các chế phẩm trong phòng và hỗ trợ điều trị bệnh.

3.2. Bào chế viên hoàn mềm

Bằng các phương pháp phân tích hiện đại, đã xác định sự có mặt của 3 được chất là luteolin, kaempferol, quercetin trong mẫu Vẩy ốc. Những được chất này được minh chứng có khả năng kháng viêm, chống oxy hoá và nhiều tính năng khác. Chế phẩm viên hoàn mềm được bào chế trên cơ sở nguyên liệu Vẩy ốc, kết hợp với Thổ phục linh và Thạch thiềm thử nhằm hỗ trợ điều trị bệnh viêm xương khớp. Sản phẩm thu được có màu nâu sáng, mùi thơm được liệu, vị ngọt, đắng, dẻo, bóng.

Việc lựa chọn các vị thuốc kết hợp với nhau cần được nghiên cứu kỹ lưỡng, dựa trên thành phần và tương tác thuốc. Thuốc cổ truyền và thụ thể có lực liên kết tương đối lớn, sự tồn tại của lực liên kết này là cơ sở của quy kinh. Đau nhức xương khớp có nguyên nhân cốt lõi nằm ở tạng thận, can, tỳ và ba đường kinh là túc thái âm tỳ, túc quyết âm can, túc thiếu âm thận. Ba vị thuốc: Vẩy ốc, Thổ phục linh, Thạch thiềm thử quy vào kinh tỳ, thận, can là phù hợp với quy tắc tương sinh mà không tương khắc, nhằm mục đích khác phục, hỗ trợ bệnh lý cơ xương khớp, giúp chỉ thống, thông kinh hoạt lạc, thanh hóa bổ tinh tủy.

Mật ong luyện được sử dụng làm chất kết dính, điều vị, tạo viên dẻo. Trong quá trình sấy sẽ xuất hiện gradient nhiệt trong nguyên liệu. Nhiệt độ tăng cao tại vùng bề mặt nguyên liệu và giảm dần tại vùng tâm. Do vậy, cần điều chỉnh tăng giảm nhiệt độ hợp lý để tránh nứt vỡ viên hoặc viên hoàn mất nước nhiều trở nên khô cứng. Các chỉ tiêu hoá lý của chế phẩm đều đạt theo quy định của Dược điển Việt Nam V đối với viên hoàn mềm [10]. Kết quả được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu hoá lý, vi sinh vật, kim loại nặng của viên hoàn mềm

Tên chỉ tiêu	ĐVT	Phương pháp	Kết quả	Giới hạn cho phép
Độ ẩm	%	Dược điển Việt Nam V [10]	15	$\leq 15\%$ ⁽¹⁾
Độ đồng đều khối lượng	g	Dược điển Việt Nam V [10]	$6 \pm 7\%$	$\pm 7\%$ ⁽¹⁾
Tổng số vi khuẩn hiếu khí	CFU/g	TCVN 4884-1:2015 [11]	$3,0 \times 10^1$	$5,10^4$ ⁽²⁾
<i>Escherichia coli</i>	CFU/g	TCVN 7924-3:2017 [12]	KPH (LOD = 10)	0 ⁽²⁾
<i>Salmonella</i>	CFU/g	TCVN 10780-1:2017 [13]	KPH (LOD = 10)	0 ⁽²⁾
Asen	mg/kg	TCVN 7601:2007 [25]	KPH (LOD = 0,1)	5 ⁽²⁾
Chì	mg/kg	TCVN 8126:2009 [26]	KPH (LOD = 0,1)	10 ⁽²⁾
Thủy ngân	mg/kg	TCVN 7604:2007 [27]	KPH (LOD = 0,01)	0,5 ⁽²⁾
Cadimi	mg/kg	TCVN 8126:2009 [26]	KPH (LOD = 0,01)	1 ⁽²⁾
Aflatoxin B1	$\mu\text{g/Kg}$	TCVN 7596:2007 [14]	1	5 ⁽³⁾
Aflatoxin B1B2G1G2	$\mu\text{g/Kg}$	TCVN 7596:2007 [14]	3	10 ⁽³⁾

Ghi chú: ⁽¹⁾: Giới hạn cho phép theo Dược điển Việt Nam V [10], ⁽²⁾: Giới hạn cho phép theo QCVN 20-1:2024/BYT [28], ⁽³⁾: Giới hạn cho phép theo QCVN 8-1:2011/BYT [29], KPH = Không phát hiện.

Hàm lượng vi sinh vật, kim loại nặng trong mẫu viên hoàn đạt tiêu chuẩn QCVN 20-1:2024/BYT [28]. Hàm lượng aflatoxin B1 và aflatoxin tổng đạt tiêu chuẩn QCVN 8-1:2011/BYT [29].

3.3. Khảo sát khả năng kháng viêm của chế phẩm viên hoàn mềm

Việc khảo sát khả năng kháng viêm của chế phẩm viên hoàn thông qua khảo sát ức chế hoạt tính kháng viêm trong tế bào macrohage Raw 264.7. Đây là một loại tế bào bạch cầu của hệ thống miễn dịch bẩm sinh. Chúng thực bào và tiêu hóa mầm bệnh giúp bảo vệ cơ thể khỏi bị nhiễm trùng và bị thương. Macrophage tham gia vào quá

trình viêm mãn tính bằng cách sản xuất ra nhiều chất trung gian gây viêm khác nhau như: Cytokine, chemokine, interferon, lysozyme, protease, yếu tố tăng trưởng, eicosanoids và nitric oxide. Trong số đó, NO được tạo ra quá mức bởi một trong những enzym gây viêm, iNOS, do đó dẫn đến nhiều bệnh khác nhau, bao gồm: Viêm khớp, bệnh đa xơ cứng, viêm đại tràng, bệnh vẩy nến, rối loạn thoái hoá thần kinh, phát triển khối u [15, 16]. Vì vậy, việc tìm ra các chất ức chế tăng sản sinh NO trên mô hình Macrophage là bước đầu của việc sàng lọc và đánh giá khoa học tiềm năng kháng viêm của mẫu nghiên cứu.

Bảng 2. Khả năng ức chế sản sinh NO của các mẫu nghiên cứu

Nồng độ ($\mu\text{g/mL}$)	Mẫu viên hoàn				Dexamethasone			
	% ức chế NO		% tế bào sống		% ức chế NO		% tế bào sống	
	TB	SD	TB	SD	TB	SD	TB	SD
100	81,02	3,10	80,07	2,29	86,44	1,62	91,77	1,41
20	41,85	2,06	90,92	1,84	53,56	1,26	96,50	1,36
4	14,36	1,34			42,48	1,05		
0,8	1,49	0,15			32,77	0,84		
IC ₅₀	$31,18 \pm 2,86$		-		$13,29 \pm 1,37$		-	

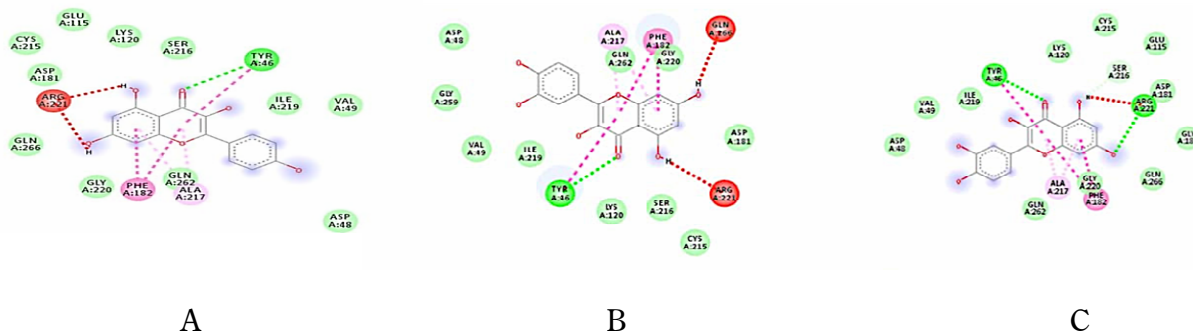
Ghi chú: TB: Giá trị trung bình, SD: Độ lệch chuẩn.

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, mẫu viên hoàn đã thể hiện hoạt tính ức chế sinh NO với giá trị IC₅₀ = $31,18 \pm 2,86$ $\mu\text{g/mL}$ không yếu hơn nhiều so với

đối chứng dương là dexamethasone thử nghiệm ở dải nồng độ 100 - 20 - 4 - 0,8 $\mu\text{g/mL}$ và hoạt động ổn định trong thí nghiệm. Dexamethasone thuộc

nhóm corticosteroid, được dùng để điều trị nhiều chứng bệnh, trong đó có thấp khớp. Cơ chế chống viêm của dexamethasone có thể liên quan đến việc làm giảm giãn mạch và tính thấm của mao mạch, cũng như làm giảm sự di chuyển của bạch cầu đến các vị trí viêm. Hoạt chất liên kết với thụ thể glucocorticoid ức chế neutrophil apoptosis và demargination, ức chế phospholipase A2, làm giảm sự hình thành các dẫn xuất của arachidonic axit; ức chế Nuclear Factor-kappa B và các yếu tố phiên mã gây viêm khác và thúc đẩy các gen chống viêm như interleukin 10, yếu tố ức chế tổng hợp cytokine [30]. Với 3 flavonol, đã minh chứng được rằng, phân tử của chúng có khả năng liên kết với đích enzyme PTP1B và các phân tử đều có sự tương đồng với phối tử đồng tinh thể. Điều đó được thể hiện qua khả năng liên kết hydro với các axit amin TYR46, ARG221 hay liên kết π -alkyl với ALA217. Ngoài ra, cả 3 phân tử đều có tương tác π -

alkyl hay π - π với PHE182, đây có thể là lý do mức năng lượng của cả 3 chất đều thấp hơn so với phối tử đồng tinh thể. Khi được đánh giá tính giống thuốc thông qua quy tắc Lipinski thì cả 3 hợp chất đều thỏa mãn cả 5 tiêu chí về khối lượng phân tử, số nhóm cho liên kết hydro, số nhóm nhận liên kết hydro, hệ số phân bố octanol/nước và độ khúc xạ. Do vậy, luteolin, kaempferol, quercetin có tính giống thuốc rất cao. Khi khảo sát các thông số dược động học, khả năng hấp thu được phân tích dựa trên các thông số về tính thấm qua màng Caco-2 và khả năng hấp thu ở ruột người luteolin 81,13%, kaempferol 74,29%, quercetin 77,207%. Chúng không ức chế enzyme CYP3A4, CYP2D6, do đó khả năng chúng có chuyển hoá ở gan. Thải trừ thuốc qua thận, chúng không gây ra đột biến gen, không gây độc tính trên da và gan khi sử dụng vi khuẩn để kiểm tra sự gây đột biến ADN theo phương pháp AMES (Hình 2) [31, 32].



Hình 2. Sự tương tác của 3 phân tử: Kaempferol, quercetin, luteolin với PTP1B

Hơn nữa, với kaempferol các nghiên cứu *in vitro* và *in vivo* về khả năng kháng viêm cho rằng, kaempferol ức chế hiệu quả quá trình sản xuất các chất trung gian gây viêm chính, bao gồm các cytokine và enzyme như COX-2 và iNOS, đồng thời nhắm mục tiêu vào các con đường stress oxy hóa như hoạt hóa Nrf2. Do vậy, kaempferol có tác dụng bảo vệ trong nhiều tình trạng viêm khác nhau như: Nhiễm trùng huyết, rối loạn thoái hóa thần kinh, bệnh tim mạch và các tình trạng tự miễn dịch, bằng cách điều chỉnh các con đường như NF- κ B, MAPK và STAT [32]. Tương tự, luteolin hoạt động với cơ chế được lý chính bắt nguồn từ việc điều chỉnh các yếu tố phiên mã như: STAT3, NF- κ B, AP-1. Quercetin cũng ức chế sản xuất các enzyme gây viêm như cyclooxygenase và lipoxygenase, hạn chế tình trạng viêm do lipopolysaccharide gây ra ở đại thực bào, thông

qua ức chế quá trình phosphoryl hóa enzyme phosphatidylinositol-3-Kinase, hạn chế sự kích hoạt các con đường truyền tín hiệu trong tế bào RAW 264.7. Qua đó cho thấy, tính kháng viêm của chế phẩm có liên quan nhiều đến sự có mặt của 3 dược chất luteolin, kaempferol, quercetin. Tuy nhiên, cũng còn có nhiều dược chất khác ẩn chứa trong chế phẩm chưa được kể đến, nhưng sự góp mặt của 3 hợp chất cùng kết quả khảo sát cũng đã góp phần minh chứng cho tác dụng ức chế sự sản sinh NO, một trong những nhân tố gây viêm của chế phẩm hoàn mề.

3.4. Khảo sát khả năng ức chế gốc tự do của chế phẩm viên hoàn mề

Để khảo sát khả năng bắt gốc tự do của chế phẩm viên hoàn, các thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần, chứng dương là ascorbic axit. Kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Khi tăng nồng độ từ 0 - 200 µg/mL, hoạt tính ức chế gốc tự do của mẫu viên hoàn tăng dần từ 0 - 55,318%. Dựa trên đồ thị mối liên hệ giữa % ức chế DPPH và nồng độ, xác định được giá trị $IC_{50} = 168,016 \mu\text{g/mL}$. Kết quả cho thấy, mẫu viên hoàn mềm được bào chế từ các dược liệu Vảy ốc, Thổ phục linh, Thạch thiềm thử có chứa các dược chất có hoạt tính sinh học quý, có khả năng bắt gốc tự do, chống oxy hóa, kháng viêm tốt, có tiềm năng sử dụng trong việc phòng và hỗ trợ điều trị bệnh.

Bảng 3. Tỷ lệ % ức chế gốc tự do của chế phẩm viên hoàn

STT	Nồng độ mẫu µg/mL	% ức chế gốc tự do DPPH, %	SD	Ghi chú
1	0	0,000	0,942	
2	10	5,956	1,453	
3	25	14,487	1,132	
4	50	18,489	2,491	
5	100	37,467	2,855	
6	200	55,318	4,119	
	168,016	IC_{50}	Mẫu viên hoàn	
	33,860		Ascorbic axit (đối chứng)	

Ghi chú: SD: Độ lệch chuẩn.

4. KẾT LUẬN

Ba hợp chất luteolin, kaemferol, quercetin tìm thấy trong dịch chiết ethanol - nước của loài Vảy ốc đã được xác định cấu trúc bằng phương pháp $^1\text{H-NMR}$ và $^{13}\text{C-NMR}$. Viên hoàn mềm thảo dược cũng đã được bào chế từ dịch trích ly ethanol - nước của loài Vảy ốc kết hợp với Thổ phục linh và bột Thạch thiềm thử nhằm tăng cường hỗ trợ điều trị bệnh đau nhức xương khớp. Viên hoàn mềm có các đặc tính hóa lý, chỉ tiêu vi sinh vật phù hợp với các tiêu chuẩn quy định. Viên hoàn có khả năng kháng viêm thông qua hoạt động ức chế sinh NO trên Tế bào RAW 264.7 với giá trị $IC_{50} = 31,18 \pm 2,86 \mu\text{g/mL}$, khả năng ức chế gốc tự do DPPH với giá trị $IC_{50} = 168,016 \mu\text{g/mL}$.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội với đề tài mã số 19-2024-RD/HĐ-ĐHCN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thị Ngọc Lan (2015). *Bệnh học cơ xương khớp nội khoa*. Nxb Giáo dục.

2. Đỗ Tất Lợi (2004). *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. Nxb Y học.

3. Noronha, Natalia Maria, Grazielle Ribeiro, Simone Ribeiro Ingridy, Ribeiro, Marcos Jose Marques, Luiz Felipe, Luiz Felipe Leomil Coelho, Jorge Kleber Chavasco (2014). Phytochemical profile and antioxidant and antimicrobial activities of hydroethanolic extracts of *Ficus pumila*. *African Journal of Microbiology Research*, 8(28), 2665 - 2671.

4. JianJun Wu, Miaomiao Chen, Songshan Shi, Huijun Wang, Ning Li, Juan Su, Ruimin Liu, Zhenlin Huang, Hong Jin, Xueqing Ji, Shunchun Wang (2017). Hypoglycemic effect and mechanism of a pectic polysaccharide with hexenuronic acid from the fruits of *Ficus pumila* L. in C57BL/KsJdb/db mice. *Carbohydrate. Polymers*, 178, 209 - 220.

5. Christopher Larbie, Dennis Torkornoo, Emmanuel Nyanor, Osei Asibey (2016). Evaluation of the hepatoprotective potential of hydroethanolic extract of *Ficus pumila* L. on CCl4-induced liver damage in rats. *Global Journal of Research on Medicinal Plants & Indigenous Medicine*, 5(7), 217 - 225.

6. Suzuki, K., Gonda, K., Kishimoto, Y., Katsumoto, Y., Takenoshita, S (2021). Potential curing and beneficial effects of Ooitabi (*Ficus pumila* L.) on hypertension and dyslipidaemia in Okinawa. *Journal of Human nutrition and Dietetics: The official Journal of the British Dietetic Association*, 43(2), 398 - 401.

7. Parul Tripathi, Prashant Tripathi, Luv Kashyap, Vinod Singh (2007). The role of nitric oxide in inflammatory reactions. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 51(3), 443 - 452.

8. Nguyễn Mạnh Tuyển (2021). *Dược lý dược cổ truyền*. Nxb Y học.

9. Võ Xuân Minh (2016). *Kỹ thuật bào chế và sinh dược học các dạng thuốc*. Nxb Y học.

10. Bộ Y tế (2023). *Dược điển Việt Nam V*. Nxb Y học.

11. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4884-1:2015 (ISO 4833-1:2013). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp định lượng vi sinh vật - Phần 1: Đếm khuẩn lạc ở 30 độ C bằng kỹ thuật đổ đĩa.

12. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7924-3:2017 (ISO 16649-3:2015). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp định lượng *Escherichia coli* dương tính *B-Glucuronidaza* – Phần 3: Phát hiện và kỹ thuật tính số có xác suất lớn nhất sử dụng 5-bromo-4-clo-3-indolyl β -D-glucuronid.
13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp phát hiện, định lượng và xác định typ huyết thanh của *Salmonella* - Phần 1: Phương pháp phát hiện *Salmonella* spp.
14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7596:2007 (ISO 16050:2023). Thực phẩm - Xác định Aflatoxin B1 và hàm lượng tổng số Aflatoxin B1, B2, G1 và G2 trong ngũ cốc, các loại hạt và các sản phẩm của chúng – Phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao.
15. Po-Jung Tsai, Tzung-Hsun Tsai, Chun-Hsien Yu, Su-chen Ho (2007). Comparison of NO-scavenging and NO-suppressing activities of different herbal teas with those of green tea. *Food Chemistry*, 103(1), 181 - 187.
16. Natalia R. Bernardes, Marlon Heggdorne-Araújo, Isabela F. J. C. Borges, Fabricio M. Almeida, Eduardo P. Amaral, Elena B. Lasunskaia, Michelle F. Muzitano, Daniela B. Oliveira (2014). Nitric oxide production, inhibitory, antioxidant and antimycobacterial activities of the fruits extract and flavonoid content of *Schinus terebinthifolius*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24(6), 644 - 650.
17. Sarot Cheenpracha, Eun-Jung Park, Bahman Rostama, John M Pezzuto, Leng Chee Chang (2010). Inhibition of nitric oxide (NO) production in lipopolysaccharide (LPS) - activated murine macrophage RAW 264.7 cells by the norsesterterpene peroxide, epimuqubilin A. *Marine drugs*, 8(3), 429 - 437.
18. E. Middleton Jr., C. Kandaswami (1992). Effects of flavonoids on immune and inflammatory cell functions. *Biochemical Pharmacology*, 43(6), 1167 - 1179.
19. Yahia Z Tabazal, Zuh-Kyung Seong, Young-Mi Kim, Walhan Alshaer (2024). Cytotoxicity of luteolin, a flavonoid compound isolated from *Anthemis palestina*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research January*, 23(1), 77 - 83.
20. Nguyen Cong Thuy Tram, Ninh The Son, Do Thi Thao, Nguyen Manh Cuong (2016). Kaempferol and kaempferol glycosides from *Phyllanthus acidus* leaves. *Vietnam Journal of Chemistry, International Edition*, 54(6), 790 - 793.
21. Kasi Pandima Devi, Dicson Sheeja Malar, Seyed Fazel Nabavi, Antoni Sureda, Jianbo Xiao, Seyed Mohammad Nabavi, Maria Daglia (2015). Kaempferol and inflammation: From chemistry to medicine. *Pharmacological Research*, 99, 1 - 10.
22. Mehari Endale, Seung-Chun Park, Suk Kim, Seung-Hyung Kim, Yanyan Yang, Jae Youl Cho, Man Hee Rhee (2013). Quercetin disrupts tyrosine-phosphorylated phosphatidylinositol 3-kinase and myeloid differentiation factor-88 association and inhibits MAPK/AP-1 and IKK/NF-B-induced inflammatory mediators production in RAW 264.7 cells. *Immunobiology*, 218(12), 1452 - 1467.
23. K. M. Lee., Hwang, M. K., Lee, D. E., Lee, K. W., Lee, H. J (2010). Protective effect of quercetin against arsenite-induced COX-2 expression by targeting PI3K in rat liver epithelial cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(9), 5815 - 5820.
24. Hyun Pyo Kim, Kun Ho Son, Hyeun Wook Chang, Sam Sik Kang (2004). Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *Journal of Pharmacological Sciences*, 96(3), 229 - 245.
25. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7601:2007. Thực phẩm - Xác định hàm lượng asen bằng phương pháp bạc dietylthiocacamat.
26. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8126:2009. Thực phẩm - Xác định hàm lượng chì, cadimi, kẽm, đồng và sắt - Phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử sau khi đã phân hủy bằng vi sóng.
27. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7604:2007. Thực phẩm - Xác định hàm lượng thủy ngân bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử không ngọn lửa.
28. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 20-1:2024/BYT về Giới hạn các chất ô nhiễm trong thực phẩm bảo vệ sức khỏe.

29. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 8-1:2011/BYT về Giới hạn ô nhiễm độc tố vi nấm trong thực phẩm.

30. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, *et al.* (2024). Kaempferol: Unveiling its anti-inflammatory properties for therapeutic innovation. *Cytokine*, 186, 156 - 166.

31. Bùi Thanh Tùng, Phan Hồng Minh, Nguyễn Như Sơn, Phạm Thế Hải (2020). Sàng lọc ảo các hợp chất có hoạt tính ức chế enzyme ACE2

nhằm điều trị bệnh COVID-19 bằng phương pháp docking phân tử. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học y dược*, 36(4), 1 - 11.

32. Denis Nchang Che, Byoung Ok Cho, Ji-Su Kim, Jae Young Shin, Hyun Ju Kang, Seon Il Jang (2020). Luteolin and apigenin attenuate LPS-Induced astrocyte activation and cytokine production by targeting MAPK, STAT3 and NF- κ B signaling pathways. *Pubmed: Inflammation*, 43(5), 1716 - 1728.

ISOLATION OF SOME FLAVONOIDS FROM *Ficus pumila* L. IN VIETNAM, PREPARATION AND EVALUATION OF *IN VITRO* ANTI - INFLAMMATORY, ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HERBAL PILLS FROM *Ficus pumila* L., *Smilax glabra* Roxb, *Stephania dielsiana* Y. C. Wu

Nguyen Thi Thanh Mai¹, Le The Hoai¹, Nguyen Thi Hong Hanh²

¹*Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry*

²*Faculty of Natural Resources and Environment, Vietnam National University of Agriculture*

Summary

In this study, three flavonoid compounds 3',4',5,7-tetrahydroxyflavone, 3,4',5,7-tetrahydroxyflavone; 3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone were found in the ethanol extract of (*Ficus pumila* L.). They present a great diversity of biological activities observed *in vitro*, such as: Antioxidant effect, modulation of the enzymatic activity and inhibition of cellular proliferation anti-cancer, anti-inflammatory and antiviral properties. On that basis, herbal pills were prepared from the ethanol-water extract of (*Ficus pumila* L.). combined with *Smilax glabra* Roxb. and *Stephania dielsiana* Y. C. Wu to enhance the treatment for osteoarthritis pain. The herbal pills showed the potential of NO inhibition activity production in RAW 264.7 cell, with IC₅₀ values of 31.18 $\pm$ 2.86 μ g/mL and the IC₅₀ values of DPPH free radical scavenging capacity was 168.016 μ g/mL

Keywords: Herbal pills, RAW 264.7 cell, *Ficus pumila* L., *Smilax glabra* Roxb., *Stephania dielsiana* Y. C. Wu.

Ngày nhận bài: 25/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 13/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 20/3/2025

Ngày duyệt đăng: 31/3/2025

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LÊN MEN BẰNG NẤM MEN CỐ ĐỊNH TRÊN GIÁ THỂ ALGINATE TRONG QUY TRÌNH SẤY BỘT QUẢ THẦN KỲ (*Synsepalum dulcificum*)

Dương Thị Phụng Liên¹*, Nguyễn Thị Thu Thủy¹

¹Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: dtplien@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Quả thần kỳ với thành phần miraculin làm thay đổi cảm giác về vị sau khi nếm thử quả. Nghiên cứu nhằm khảo sát khả năng chế biến bột quả thần kỳ giữ được đặc tính đặc biệt trên và có thể sử dụng tiện lợi bằng cách bổ sung vào thực phẩm khác. Trong quả thần kỳ có chứa một lượng đường gây cản trở quá trình tạo bột khi sấy, nên cần được loại bớt một phần trước khi sấy. Lên men là phương pháp đơn giản, tiết kiệm, có thể đáp ứng yêu cầu loại bớt một phần đường và vẫn duy trì được hoạt tính của miraculin. Quá trình lên men dịch quả sử dụng nấm men cố định trên giá thể alginate với tỷ lệ hạt men 0,5; 1,0; 1,5% (so với dịch quả lên men), trong các khoảng thời gian 30, 60, 90 phút, ở nhiệt độ môi trường. Dịch quả sau lên men được sấy thăng hoa thành bột quả. Hiệu suất thu hồi, hiệu suất loại đường, khả năng tạo bột và quan trọng nhất là hoạt tính miraculin thông qua sự thay đổi ngưỡng cảm nhận đối với các vị cơ bản khi sử dụng bột quả thần kỳ được xác định. Bột quả từ quy trình xử lý lên men hiệu quả nhất được sử dụng kết hợp với sản phẩm nước cam ép nguyên chất với các tỷ lệ: 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1% và đánh giá sự cải thiện khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm. Kết quả cho thấy, sử dụng 1,5% hạt men cố định và lên men dịch quả trong 30 phút cho sản phẩm bột quả thần kỳ có chất lượng cao, hoạt tính miraculin được duy trì thông qua kết quả làm giảm ngưỡng cảm đối với vị ngọt, tăng ngưỡng cảm với vị chua và đắng; hầu như không ảnh hưởng đến ngưỡng cảm với vị mặn. Bổ sung 0,5 - 0,75% bột quả thần kỳ cải thiện đáng kể khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm nước cam ép nguyên chất lên đến 90%.

Từ khóa: Bột quả, lên men, nấm men cố định, ngưỡng cảm, quả thần kỳ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quả thần kỳ (*Synsepalum dulcificum*) thuộc họ Sapotaceae, có nguồn gốc từ Tây Phi. Quả nhỏ có kích thước tương tự như quả ô liu bao gồm: Vỏ quả, thịt quả, vỏ hạt và hạt, rất dễ hư hỏng [1; 2]. Quả có chứa một loại glycoprotein gọi là “miraculin” có đặc tính điều chỉnh vị độc đáo, có thể biến vị chua, đắng thành ngọt, do đó được đặt tên là quả thần kỳ (miracle fruit). Cây thần kỳ xuất hiện ở Việt Nam khoảng năm 2004 và sau đó được trồng nhiều tại các địa phương trong cả nước. Loại quả diệu kỳ này có nhiều triển vọng sử dụng như chất tạo ngọt ít năng lượng cho bệnh nhân đái tháo đường, người ăn kiêng và tạo cảm giác ngon miệng, vị ngọt ngào cho bệnh nhân phải dùng thuốc nhiều hoặc điều trị hóa chất dẫn đến mất khả năng cảm nhận vị [3]. Lợi thế của quả thần kỳ

so với các chất tạo ngọt khác là ngoài việc tạo cảm giác ngọt còn có khả năng làm giảm bớt vị chua và đắng không mong muốn trong một số thực phẩm. Tuy nhiên, cho đến nay trong nước không có nhiều nghiên cứu về loại quả này.

Miraculin là một homodimer bao gồm 191 axit amin, nitơ, carbohydrate, đường (glucosamine, mannose, fructose, xylose, galactose), có khối lượng phân tử từ 24.000 - 45.000 Da [4]. Miraculin bản thân không có vị, nhưng có hoạt tính kích hoạt các thụ thể vị ngọt của con người và chuyển đổi nhận thức về vị chua của thực phẩm thành vị ngọt tương đương với sucrose [5]. Miraculin không bền với nhiệt, dễ bị biến tính và không còn hoạt tính kích hoạt thụ thể vị giác khi đun nóng [6], do đó không thể sử dụng trực tiếp dịch quả thần kỳ trong các sản phẩm thực phẩm có qua xử lý nhiệt,

mà phải chế biến thành dạng sản phẩm riêng, sau đó bổ sung vào thực phẩm khác khi sử dụng. Đã có những nghiên cứu ở các nước trên thế giới về trích và tinh sạch miraculin từ quả thần kỳ, nhưng do qua nhiều bước xử lý nên đã làm suy giảm hoạt tính của miraculin [7, 8]. Bên cạnh đó, để tinh sạch miraculin duy trì hoạt tính tốt, quy trình đòi hỏi sử dụng các kỹ thuật hiện đại cùng với trang thiết bị đắt tiền [9]. Việc chế biến bột quả thần kỳ không qua tinh sạch, không đòi hỏi trang thiết bị phức tạp, giá thành hạ mà vẫn giữ được đặc tính của miraculin sẽ là một nghiên cứu hữu ích và hiệu quả.

Trong quả thần kỳ có chứa 2,4 g/100 g đường tổng số [3], lượng đường này có thể gây khó khăn trong quá trình sấy để tạo thành bột, do đó cần phải loại bớt lượng đường trước khi sấy. Phương pháp loại đường hiệu quả và đơn giản là sử dụng nấm men khô cố định trên giá thể alginate vì các tế bào cố định có thể được loại ra khỏi dịch quả trước khi sấy [10]. Các phương pháp cố định tế bào vi sinh vật bao gồm: Bẫy vật lý trong mạng xốp, bao bọc, hấp phụ hoặc dính kèm vào một chất mang và hình thành liên kết ngang. Cố định bằng cách bẫy tế bào là phương pháp thông dụng nhất vì dễ thực hiện, giảm rò rỉ tế bào và có khả năng chứa lượng tế bào vi sinh vật cao trong giá thể [11]. Alginate được sử dụng phổ biến trong phương pháp bẫy tế bào vì quy trình đơn giản, mật độ tế bào cao trong gel [12] và giá thể không độc hại [13]. Trường hợp cần hạn chế tối đa nấm men chứa trong dịch sau lên men như dịch quả, quá trình lên men cần sử dụng hạt men cố định trên giá thể alginate, vì màng gel Ca-alginate có tính bán thấm cho phép các chất dinh dưỡng đi vào và ra khỏi màng, quá trình lên men được thực hiện nhờ nấm men được giữ cố định bên trong gel mà rất ít bị rò rỉ ra ngoài [14]. Thí nghiệm của Kongruang và Wonganu (2009) [15] cho thấy, độ ổn định số lượng tế bào nấm men khi tái sử dụng lại của *Saccharomyces carlbergensis* cố định trên giá thể alginate là cao hơn 99%, với đường kính tạo hạt 1,25 mm. Đường kính ống tạo hạt càng nhỏ, độ ổn định tế bào nấm men trong giá thể càng cao. Nghiên cứu này nhằm ứng dụng quá trình lên men bằng nấm men cố định trong giá thể alginate để

loại đường, hỗ trợ quá trình sấy thăng hoa bột quả thần kỳ duy trì tốt đặc tính kích hoạt các thụ thể vị giác “thần kỳ” vốn có của quả. Đồng thời, nghiên cứu cũng khảo sát khả năng sử dụng bột thần kỳ vào sản phẩm nước cam ép.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Trái thần kỳ mua tại các vườn trồng cây kiểng ở tỉnh Vĩnh Long, trái chín đỏ, căng tròn, nguyên vẹn, không sâu, bệnh. Alginate được cung cấp từ Công ty Cổ phần Hóa chất Á Châu và chế phẩm nấm men khô Saf Instant đỏ (Pháp), có thành phần chính là nấm men *Saccharomyces cerevisiae* với mật số được xác định khoảng 10^{10} cfu/g. Nước cam ép nhãn hiệu Berri (Úc) được ghi chú là sản phẩm nước cam ép tinh chất tự nhiên, không thêm đường và không sử dụng chất bảo quản, thích hợp sử dụng cho nghiên cứu.

2.2. Chuẩn bị mẫu và tiến hành thí nghiệm

Chuẩn bị nấm men cố định trên giá thể alginate: Bột alginate được hòa tan vào nước thành dung dịch 1%. Kết hợp nấm men khô (1%) tạo thành hỗn hợp nấm men khô trong giá thể alginate. Bơm hỗn hợp bằng ống tiêm đường kính 1 mm vào dung dịch CaCl_2 1%, giữ trong 10 phút để tạo hạt gel Ca-alginate, lọc lấy các hạt gel và rửa qua bằng nước cất để thu nhận các hạt nấm men cố định trên giá thể alginate dùng lên men khử đường trong dịch quả thần kỳ.

Trái thần kỳ sau khi vận chuyển về phòng thí nghiệm được rửa sạch, tách bỏ hạt để lấy thịt quả. Mỗi mẫu sử dụng 100 g thịt quả được ép tách dịch quả (bằng máy ép trái cây). Phần xác quả được thêm nước (lượng nước sử dụng theo tỷ lệ 1: 1 so với thịt quả), nghiền và trích thêm phần chất khô, dịch trích được bổ sung chung vào dịch quả. Dịch quả được thanh trùng bằng NaHSO_3 (114 mg/l) trong 30 phút, sau đó được lên men bằng nấm men cố định. Quá trình lên men được khảo sát theo thí nghiệm được bố trí với 2 nhân tố là tỷ lệ hạt men cố định (0,5; 1,0; 1,5%) và thời gian lên men là 30, 60, 90 phút, được thực hiện ở nhiệt độ môi trường và nấm men cố định được loại ra sau khi lên men đủ thời gian như bố trí. Dịch quả sau lên men được lạnh đông ở -40°C trong 1 ngày và sấy đông khô

(sử dụng máy sấy đông khô Virtis, Mỹ) để thu bột quả. Bột quả được bảo quản trong túi zip phức hợp tráng nhôm ở 4°C dùng cho phân tích và kiểm tra hoạt tính kích thích vị giác.

Bột quả thần kỳ được chế biến theo thông số thích hợp nhất từ thí nghiệm trên được bổ sung vào nước cam ép với năm mức tỷ lệ: 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1%. Các mẫu nước cam ép được đánh giá thông qua phương pháp hỏi ý kiến 100 người đại diện người tiêu dùng về khả năng chấp nhận sản phẩm.

2.3. Phương pháp phân tích

- Xác định độ ẩm bột quả thần kỳ sau sấy theo TCVN 9934:2013 [16].

- Xác định hàm lượng đường tổng trong dịch quả trước và sau lên men theo TCVN 4594:1988 [17].

- Hiệu suất loại đường (%) được tính thông qua: Lượng đường giảm sau lên men/lượng đường trong dịch lên men ban đầu x 100%.

- Hiệu suất thu hồi (%) bột quả thần kỳ được tính thông qua: Khối lượng bột quả thu được (quy về độ ẩm 5%)/khối lượng thịt quả x 100%.

- Khả năng tạo bột và đặc tính cảm quan của bột: Quan sát thông qua hình ảnh và ghi nhận định tính hoạt tính kích thích vị giác. Để ghi nhận định tính hoạt tính kích thích vị giác của miraculin, 15 người trong độ tuổi 18 - 50 có sức khỏe tốt, không cần qua huấn luyện được chọn để thực hiện. Các thành viên được thử nếm 1 lát chanh để cảm nhận vị chua và thanh vị. Khoảng 30 phút sau nếm thử dung dịch bột quả thần kỳ (0,8 g/10 mL), sau đó nếm tiếp 1 lát chanh nữa và cảm nhận vị chua, nếu cảm nhận vị chua giảm hơn so với lần nếm trước thì ghi chú dấu (+) vào bảng kết quả đánh giá. Dựa vào hàm phân phối nhị phân với mức ý nghĩa 5%, nếu số lượng dấu (+) nhận được từ 12 trở lên, kết luận mẫu còn hoạt tính miraculin.

- Ghi nhận khả năng hòa tan của bột: Hòa 1 g bột vào 20 mL nước, khuấy trong 5 phút, để yên quan sát, ghi nhận kết quả.

- Đánh giá hoạt tính miraculin thông qua khả năng kích thích vị giác là khả năng làm thay đổi ngưỡng cảm giác trên 4 vị cơ bản. Phương pháp

đánh giá ngưỡng cảm nhận biết được thực hiện theo phương pháp của Dương Thị Phụng Liên và cs (2014) [18]. Quy trình chuẩn bị mẫu và đánh giá như sau:

+ *Tình nguyện viên tham gia kiểm tra ngưỡng cảm:*

Số lượng tình nguyện viên tham gia kiểm tra ngưỡng cảm: 20 (10 nam và 10 nữ) là sinh viên Trường Đại học Cần Thơ.

Yêu cầu đối với tình nguyện viên: Trong ngày kiểm tra ngưỡng cảm phải có sức khỏe tốt, không bị tác động tâm lý hoặc bị stress. Trước khi tham gia kiểm tra ngưỡng cảm không được uống rượu, hút thuốc, hoặc sử dụng các loại thuốc ảnh hưởng đến khả năng cảm nhận vị và không được nhai kẹo cao su trước khi tham gia kiểm tra ngưỡng cảm 1 giờ.

+ *Chuẩn bị mẫu thử từ bột quả thần kỳ:*

Bột quả thần kỳ được chuẩn bị thành dạng dung dịch, tỷ lệ bột quả thần kỳ sử dụng cho mỗi mẫu thử tương ứng với 0; 0,4; 0,6; 0,8 g/10 ml.

+ *Chuẩn bị các dung dịch dùng để xác định ngưỡng cảm cho 4 vị cơ bản: Ngọt, mặn, chua, đắng:*

Dung dịch sucrose (thể hiện vị ngọt), chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 22 g/l (mỗi mẫu cách nhau 1 g/l sucrose).

Dung dịch NaCl (thể hiện vị mặn), chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 2,2 g/l (mỗi mẫu cách nhau 0,1 g/l NaCl).

Dung dịch axit citric (thể hiện vị chua), chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 1,1 g/l (mỗi mẫu cách nhau 0,1 g/l axit citric).

Dung dịch caffein (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd) thể hiện vị đắng. Chuẩn bị loạt mẫu với các nồng độ từ 0 - 1,2 g/l (mỗi mẫu cách nhau 0,1 g/l caffein).

+ *Phương pháp kiểm tra ngưỡng cảm:*

Mỗi tình nguyện viên được đánh giá trước 10 ml dung dịch quả thần kỳ, 5 phút sau sẽ được yêu cầu thử và xác định vị của các mẫu thử theo thứ tự nồng độ chất tan tăng dần, bắt đầu từ mẫu có nồng độ chất tan bằng 0. Đến khi tình nguyện viên phân

biệt được chính xác vị của dung dịch thì quá trình kiểm tra kết thúc và nồng độ tại đó tình nguyện viên phân biệt ra vị cơ bản chính là ngưỡng cảm nhận biết của tình nguyện viên. Các tình nguyện viên chỉ được kiểm tra 1 vị cơ bản và chỉ được thử trước 1 nồng độ dịch quả thần kỳ trong mỗi buổi.

Kết quả đánh giá: Sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết trước và sau khi nếm dịch quả thần kỳ với các nồng độ bột quả: 0,4; 0,6; 0,8 g/10 ml.

- Điều tra thị hiếu người tiêu dùng về khả năng chấp nhận sản phẩm: 100 người tiêu dùng được thử lần lượt các mẫu sản phẩm nước cam ép và cho ý kiến có chấp nhận hay không chấp nhận cho từng mẫu sản phẩm.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và phép kiểm định LSD để xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giá trị trung bình của các nghiệm thức bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV.I. Tất cả các số liệu thu thập dựa trên kết quả 3 lần lặp lại, kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

Số liệu từ người tiêu dùng được mã hóa: 1: Chấp nhận và 0: Không chấp nhận. Bộ số liệu này được phân tích khả dĩ (phân tích hồi quy logistic) bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV.I. Phương trình hồi quy có dạng như phương trình (1) [19]:

$$\text{Khả năng chấp nhận} = \frac{e^{\eta}}{(1 + e^{\eta})}$$

$$\text{Với } \eta = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 \quad (1)$$

Trong đó: x là tỷ lệ bột thần kỳ trong nước cam ép (%).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ hạt men cố định và thời gian lên men đến hiệu suất loại đường

Trong quả thần kỳ chứa một lượng đường nên khó có thể tạo bột trong quá trình sấy dịch quả. Lượng đường trong dịch quả có thể được loại bỏ nhờ quá trình lên men bằng nấm men cố định trên giá thể alginate. Nghiên cứu này khảo sát quá trình lên men được tiến hành với tỷ lệ hạt men cố định tương ứng 0,5; 1,0; 1,5%. Với mỗi tỷ lệ hạt

men, tiến hành lên men trong thời gian 30, 60, 90 phút. Sự biến đổi hàm lượng đường sau quá trình lên men được thể hiện ở bảng 1. Sau khi lên men, dịch quả được sấy thành bột, các đặc tính của bột quả tạo thành được mô tả trong bảng 2 và 3.

Tỷ lệ hạt men cố định và thời gian lên men đều ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến hiệu suất loại đường trong quá trình lên men dịch quả ($p < 0,05$). Hiệu suất loại đường của các mẫu dịch quả lên men trong khoảng 10,0 - 57,2%. Khi sử dụng tỷ lệ hạt men cố định cao và thời gian lên men dài làm giảm đáng kể lượng đường trong dịch lên men (Bảng 1). *Saccharomyces cerevisiae* được coi là một loại nấm men sinh ethanol có thể dễ dàng lên men glucose, fructose, galactose, sucrose, maltose và maltotriose thành ethanol và carbon dioxide [20]. Do đó, làm lượng đường trong dịch quả giảm đáng kể theo sự gia tăng thời gian lên men và tỷ lệ nấm men sử dụng. Quá trình lên men loại đường trong dịch quả có liên quan đến khả năng tạo bột cũng như hiệu suất thu hồi bột quả thần kỳ (Bảng 2 và 3). Bảng 2 cho thấy, không thể tạo thành bột từ dịch quả thần kỳ (không qua quá trình lên men) vì hàm lượng đường cao nên nước trong dịch quả không thể tách ra đạt đến trạng thái bột mịn. Tất cả các mẫu bột hình thành từ dịch quả sau quá trình lên men đều có duy trì màu sắc tự nhiên của quả và đặc biệt là vẫn duy trì hoạt tính miraculin, tức vẫn còn hoạt tính kích hoạt thụ thể vị giác. Tuy nhiên, các mẫu sử dụng tỷ lệ hạt men cố định thấp (0,5%) và mẫu sử dụng tỷ lệ hạt men cố định 1% nhưng thời gian lên men ngắn (30 phút) đều tạo bột chưa đạt yêu cầu, bột vẫn còn ẩm ướt và không tạo được bột khô do hàm lượng đường trong dịch sau lên men vẫn còn cao, điều này cũng thể hiện qua kết quả độ ẩm trong các mẫu bột cũng khá cao, trên 8% (Bảng 3). Dịch quả lên men sử dụng hạt men cố định 1% lên men trong 60 phút tạo bột tương đối khô, tuy nhiên còn bị dính tay. Lên men dịch quả với tỷ lệ hạt men 1% trong 90 phút, hoặc tỷ lệ hạt men 1,5% với thời gian 30, 60, 90 phút đều tạo được bột khô, mịn và xốp, vì các nghiệm thức này hiệu suất loại đường khá cao (43,4 - 57,2%). Độ ẩm các mẫu bột này cũng giảm thấp đáng kể (khoảng 5%), bột có độ hòa tan tốt, tan nhanh.

Hiệu suất thu hồi các mẫu bột từ 9,68 - 11,31%. Tỷ lệ hạt men cố định sử dụng cao làm giảm rõ rệt hiệu suất thu hồi. Trong khoảng thời gian lên men từ 30 - 90 phút không ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất thu hồi. Trong dịch quả, với sự hiện diện của đường, cùng với các chất dinh dưỡng thiết yếu khác như: Axit amin, khoáng chất và vitamin, *Saccharomyces cerevisiae* sẽ tiến hành quá trình chuyển hóa lên men thành ethanol và carbon dioxide (là chất chuyển hóa lên men chính). Nấm men cũng sẽ tạo ra nhiều chất chuyển hóa thứ cấp bao gồm: Rượu bậc cao, este, carbonyl góp phần

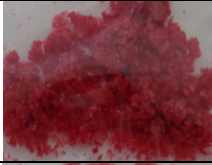
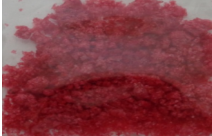
rất quan trọng trong việc quyết định hương vị và đặc điểm mùi thơm cuối cùng của sản phẩm lên men [20]. Vì vậy, mặc dù lượng đường giảm theo thời gian lên men, nhưng do nhiều sản phẩm đa dạng được sinh ra trong quá trình lên men, nên trong khoảng thời gian lên men khảo sát (30 - 90 phút), hiệu suất thu hồi bột giảm không đáng kể. Tỷ lệ hạt men sử dụng nhiều làm chất khô trong dịch lên men di chuyển và bẫy vào hạt cũng nhiều, dẫn đến hiệu suất thu hồi giảm có ý nghĩa thống kê khi tăng tỷ lệ hạt men sử dụng.

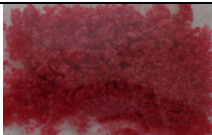
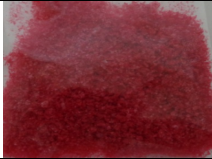
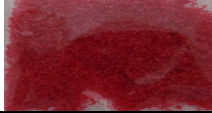
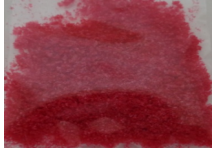
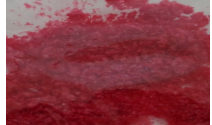
Bảng 1. Sự thay đổi hàm lượng đường sau quá trình lên men dịch quả thần kỳ

Nghiệm thức các mẫu lên men		Hàm lượng đường trước lên men (%)	Hàm lượng đường sau lên men (%)	Hiệu suất loại đường (%)
Tỉ lệ hạt men sử dụng (%)	Thời gian lên men (phút)			
0,5	30	1,41 ± 0,01	1,27 ± 0,02	10,0 ± 0,02 ^a
	60	1,42 ± 0,02	1,22 ± 0,04	14,0 ± 0,04 ^b
	90	1,42 ± 0,01	1,16 ± 0,04	18,1 ± 0,03 ^c
1,0	30	1,42 ± 0,01	0,94 ± 0,02	34,2 ± 0,03 ^d
	60	1,42 ± 0,01	0,87 ± 0,03	38,5 ± 0,03 ^e
	90	1,43 ± 0,02	0,81 ± 0,04	43,4 ± 0,04 ^f
1,5	30	1,42 ± 0,02	0,63 ± 0,03	55,3 ± 0,04 ^g
	60	1,42 ± 0,02	0,62 ± 0,04	56,6 ± 0,04 ^{gh}
	90	1,42 ± 0,01	0,61 ± 0,05	57,2 ± 0,05 ^h

Ghi chú: Thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái giống nhau kèm theo trong một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 2. Ảnh hưởng của quá trình lên men dịch quả đến đặc điểm cảm quan sản phẩm bột quả thần kỳ sau sấy

Mẫu lên men		Hình ảnh bột thành phẩm	Khả năng tạo bột	Trạng thái cảm quan
Tỉ lệ hạt men sử dụng (%)	Thời gian lên men (phút)			
Đối chứng (không lên men)			Không tạo thành bột	Tạo thành một khối dính chặt, dẻo, ướt
0,5	30		Bột không khô, bị vón cục	Màu đỏ đậm, còn mùi đặc trưng của quả, bột không đẹp do bị vón cục nhiều
	60		Bột không khô, bị vón cục	Màu đỏ đậm, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả bị vón cục

	90		Bột vẫn còn ẩm, còn bị vón cục ít	Màu đỏ đậm, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả còn bị kết dính, chưa khô hoàn toàn
1,0	30		Bột tương đối khô, hơi vón cục	Màu đỏ đặc trưng, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả hơi bị vón cục
	60		Bột tương đối khô	Giữ được màu đỏ đặc trưng, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả hơi bị kết dính
	90		Bột khô, hơi xốp	Màu bột đỏ, còn mùi đặc trưng của quả, bột quả khô
1,5	30		Bột khô tốt, xốp và mịn	Giữ được màu đỏ và mùi quả đặc trưng, bột mịn, khô và toi xốp.
	60		Bột khô, xốp và mịn	Giữ được màu đỏ, mùi đặc trưng của quả, bột quả khô và mịn
	90		Bột khô, xốp	Giữ được màu đỏ, mùi đặc trưng của quả, bột khô, bột kém mịn

Bảng 3. Ảnh hưởng của quá trình lên men dịch quả đến hiệu suất thu hồi và kết quả ghi nhận khả năng hòa tan cùng với hoạt tính kích thích vị giác của bột quả thần kỳ

Nghiệm thức các mẫu lên men		Độ ẩm bột (%)	Hiệu suất thu hồi (%)	Ghi nhận khả năng hòa tan	Cảm nhận hoạt tính kích hoạt thụ thể vị giác
Tỉ lệ hạt men sử dụng (%)	Thời gian lên men (phút)				
0,5	30	9,67 ± 0,38	11,31 ± 0,13 ^a	-	Còn hoạt tính
	60	8,93 ± 0,32	11,22 ± 0,12 ^a	-	Còn hoạt tính
	90	8,20 ± 0,36	11,11 ± 0,18 ^a	+	Còn hoạt tính
1,0	30	8,03 ± 0,35	10,50 ± 0,16 ^b	+	Còn hoạt tính
	60	5,70 ± 0,26	10,41 ± 0,14 ^b	++	Còn hoạt tính
	90	4,90 ± 0,36	10,22 ± 0,27 ^{bc}	++	Còn hoạt tính
1,5	30	4,83 ± 0,25	9,95 ± 0,25 ^{cd}	++	Còn hoạt tính
	60	4,87 ± 0,31	9,81 ± 0,29 ^d	++	Còn hoạt tính
	90	5,10 ± 0,36	9,68 ± 0,30 ^d	++	Còn hoạt tính

Ghi chú: Thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái giống nhau kèm theo trong một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. (-): Còn nhiều hạt không hòa tan; (+): Còn một ít hạt mịn chưa tan hoàn toàn; (++) : Hòa tan hoàn toàn (sau khi hòa tan bột vào nước và khuấy trong 5 phút).

Cùng với sự tiêu thụ đường, do enzyme protease trong nấm men hoạt động trong quá trình lên men có thể ảnh hưởng đến hoạt tính miraculin vì có bản chất là protein [21]. Do đó, cần kiểm tra hoạt tính miraculin thông qua sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết của các cảm quan viên trên các vị cơ bản. Kết quả ngưỡng cảm nhận biết trên 4 vị cơ bản của 20 cảm quan viên khi có và không có sử dụng các mẫu bột quả thần kỳ được thể hiện ở bảng 4. Kết quả ở bảng 4 cho thấy, ngưỡng cảm nhận biết đối với vị ngọt có khuynh hướng giảm khi có thử dung dịch bột thần kỳ so với khi không thử (đối chứng). Ngưỡng cảm đối với vị chua và đắng tăng rõ rệt khi thử bột quả thần kỳ, trong khi ngưỡng cảm đối với vị mặn không thay đổi hoặc chỉ thay đổi khi nếm dung dịch có bột quả thần kỳ với tỷ lệ cao (0,8 g/10 mL). Miraculin có tiềm năng sử dụng để thay thế chất tạo ngọt hoặc làm chất điều chỉnh vị để thay đổi vị chua và/hoặc đắng của thực phẩm thành vị ngọt [22]. Khi nhai quả thần kỳ, các nụ vị giác được phủ miraculin, miraculin tương tác với thụ thể vị ngọt và kích hoạt thụ thể vị giác, biểu mô của thụ thể vị ngọt thay đổi cấu hình trong môi trường có tính axit, dẫn đến hoạt hóa thụ thể. Các sợi truyền tín hiệu vị giác từ các thụ thể T1R2/T1R3 chỉ chuyên phản ứng với vị ngọt, lúc này cũng phản ứng với axit sau khi dùng miraculin và cũng truyền tín hiệu vị chua. Khi tín hiệu thần kinh vị ngọt đến vỏ não, vị chua sẽ biến mất [1]. Trong trường hợp thực phẩm có vị đắng, tín hiệu vị đắng cũng bị che trong môi trường axit trong miệng và của dịch quả thần kỳ [23]. Miraculin không làm thay đổi cảm nhận về vị mặn trong dung dịch hoặc thức ăn, tuy nhiên sự cảm nhận vị mặn bị giảm trong dung dịch có axit. Mặc dù kết quả ảnh hưởng của miraculin trên vị mặn chưa rõ rệt, nhưng đã xác nhận miraculin làm giảm cảm nhận vị mặn trong môi trường axit bên trong miệng [1].

Bảng 4 cho thấy, với cùng tỷ lệ hạt men cố định sử dụng, khi kéo dài thời gian lên men (90 phút), cần phải bổ sung tỷ lệ bột thần kỳ cao mới có sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết trên vị ngọt

và đắng. Điều này có nghĩa, kéo dài thời gian lên men hoạt tính miraculin bị giảm. Kết quả này có thể do enzyme protease trong nấm men hoạt động [21] làm suy giảm thành phần miraculin (bản chất là protein). Tuy nhiên, đối với vị chua thì sự thay đổi ngưỡng cảm không theo quy luật này, tức là kéo dài thời gian lên men, với tỷ lệ bột sử dụng thấp nhất theo bố trí thí nghiệm, ngưỡng cảm vẫn khác biệt so với khi không thử bột quả thần kỳ. Mặc dù kéo dài thời gian lên men làm suy giảm hoạt tính miraculin, tuy nhiên quá trình lên men làm giảm hàm lượng đường trong dịch quả và có thể hình thành các axit hữu cơ [24], nên bột quả thần kỳ trở nên chua hơn dẫn đến hiện tượng thích nghi khi cảm nhận vị chua [25], do đó ngưỡng cảm nhận biết vẫn tăng có ý nghĩa so với không sử dụng bột quả thần kỳ. Sử dụng tỷ lệ hạt men cao (1,5%), thời gian lên men kéo dài (90 phút), đồng thời tỷ lệ bột quả trong dung dịch thử cao (0,8 g/10 mL), ngưỡng cảm nhận biết vị mặn tăng khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức còn lại (Bảng 4). Tỷ lệ hạt men cao và thời gian lên men dài làm axit hình thành trong dịch lên men cũng nhiều hơn, kết hợp với tỷ lệ bột quả cao nên miraculin phát huy tác dụng đối với sự cảm nhận vị mặn trong môi trường axit như đã giải thích ở trên. Một kết quả tương tự đã nhận được khi khảo sát ảnh hưởng của dịch quả thần kỳ đến sự thay đổi ngưỡng cảm nhận biết của các vị cơ bản [18]. Khi tăng tỷ lệ hạt men cố định, sự thay đổi ngưỡng cảm trên các vị cơ bản cũng cho kết quả hoàn toàn tương tự cho trường hợp kéo dài thời gian lên men. Do đó, bột quả thần kỳ chế biến từ quá trình lên men loại đường dịch quả sử dụng tỷ lệ hạt men cao và thời gian lên men kéo dài (tỷ lệ hạt men 1,5%, lên men sau 90 phút) hoạt tính miraculin càng giảm.

Kết hợp với kết quả ghi nhận từ những đặc tính của bột quả thần kỳ, để tạo được bột khô, hòa tan tốt và duy trì hoạt tính miraculin cao, có thể chọn chế độ lên men dịch quả với 1,5% hạt men cố định so với dịch quả trong thời gian 30 phút.

Bảng 4. Ngưỡng cảm nhận biết đối với 4 vị cơ bản khi sử dụng bột quả thần kỳ chế biến từ dịch quả lên men

Mẫu bột quả thần kỳ			Vị ngọt (g/l)	Vị chua (g/l)	Vị đắng (g/l)	Vị mặn (g/l)
Đối chứng (không có bột quả thần kỳ)			14,30 ± 1,63 ^a	0,40 ± 0,06 ^f	0,40 ± 0,10 ^e	1,62 ± 0,11 ^{bc}
Tỷ lệ hạt men cố định (%)	Thời gian lên men (phút)	Tỷ lệ sử dụng (g/10 ml)				
0,5	30	0,4	13,40 ± 1,79 ^{bc}	0,53 ± 0,10 ^{de}	0,45 ± 0,11 ^{de}	1,63 ± 0,22 ^{bc}
		0,6	12,45 ± 1,82 ^{de}	0,60 ± 0,11 ^{bc}	0,57 ± 0,15 ^{ab}	1,62 ± 0,21 ^{bc}
		0,8	12,30 ± 1,38 ^e	0,60 ± 0,09 ^{ab}	0,63 ± 0,13 ^a	1,62 ± 0,18 ^{bc}
	60	0,4	13,90 ± 2,05 ^{ab}	0,50 ± 0,10 ^e	0,45 ± 0,11 ^{de}	1,63 ± 0,20 ^{bc}
		0,6	13,00 ± 1,78 ^{cd}	0,56 ± 0,12 ^{cd}	0,54 ± 0,14 ^{bc}	1,61 ± 0,18 ^c
		0,8	12,55 ± 1,36 ^{de}	0,62 ± 0,11 ^{ab}	0,63 ± 0,12 ^a	1,63 ± 0,20 ^{bc}
	90	0,4	14,15 ± 1,90 ^a	0,54 ± 0,11 ^{de}	0,39 ± 0,11 ^e	1,68 ± 0,22 ^{abc}
		0,6	13,40 ± 1,98 ^{bc}	0,60 ± 0,12 ^{bc}	0,53 ± 0,12 ^{bc}	1,69 ± 0,22 ^{ab}
		0,8	12,45 ± 1,70 ^{de}	0,66 ± 0,09 ^a	0,57 ± 0,13 ^{ab}	1,69 ± 0,17 ^{ab}
1,0	30	0,4	13,45 ± 1,79 ^{bc}	0,52 ± 0,10 ^{de}	0,45 ± 0,12 ^{de}	1,63 ± 0,23 ^{bc}
		0,6	12,50 ± 1,82 ^{de}	0,57 ± 0,13 ^{cd}	0,56 ± 0,14 ^b	1,63 ± 0,24 ^{bc}
		0,8	12,35 ± 1,46 ^e	0,65 ± 0,11 ^{ab}	0,63 ± 0,13 ^a	1,62 ± 0,14 ^{bc}
	60	0,4	13,80 ± 1,96 ^{ab}	0,49 ± 0,10 ^e	0,44 ± 0,12 ^{de}	1,63 ± 0,18 ^{bc}
		0,6	13,00 ± 1,89 ^{cd}	0,54 ± 0,13 ^{de}	0,48 ± 0,12 ^{cd}	1,61 ± 0,17 ^c
		0,8	12,40 ± 1,43 ^{de}	0,62 ± 0,11 ^{ab}	0,57 ± 0,13 ^{ab}	1,62 ± 0,16 ^{bc}
	90	0,4	14,15 ± 1,93 ^a	0,56 ± 0,09 ^{cd}	0,43 ± 0,11 ^{de}	1,67 ± 0,20 ^{abc}
		0,6	13,40 ± 1,79 ^{bc}	0,61 ± 0,12 ^{bc}	0,42 ± 0,10 ^{de}	1,68 ± 0,21 ^{abc}
		0,8	12,55 ± 1,39 ^{de}	0,66 ± 0,09 ^a	0,48 ± 0,08 ^{cd}	1,69 ± 0,14 ^{ab}
1,5	30	0,4	13,45 ± 1,61 ^{bc}	0,58 ± 0,08 ^{cd}	0,43 ± 0,12 ^{de}	1,64 ± 0,19 ^{bc}
		0,6	12,75 ± 1,86 ^{de}	0,60 ± 0,07 ^{bc}	0,54 ± 0,15 ^{bc}	1,65 ± 0,20 ^{abc}
		0,8	12,35 ± 1,46 ^e	0,62 ± 0,10 ^{ab}	0,63 ± 0,12 ^a	1,64 ± 0,14 ^{bc}
	60	0,4	14,15 ± 1,73 ^a	0,50 ± 0,08 ^e	0,42 ± 0,13 ^{de}	1,67 ± 0,19 ^{abc}
		0,6	13,00 ± 1,84 ^{cd}	0,52 ± 0,14 ^{de}	0,44 ± 0,11 ^{de}	1,68 ± 0,20 ^{abc}
		0,8	12,50 ± 1,47 ^{de}	0,60 ± 0,09 ^{bc}	0,53 ± 0,11 ^{bc}	1,67 ± 0,13 ^{abc}
	90	0,4	14,25 ± 1,71 ^a	0,53 ± 0,09 ^{de}	0,39 ± 0,11 ^e	1,68 ± 0,20 ^{abc}
		0,6	13,50 ± 1,64 ^{bc}	0,56 ± 0,10 ^{cd}	0,40 ± 0,10 ^e	1,69 ± 0,22 ^{ab}
		0,8	12,75 ± 1,48 ^{de}	0,61 ± 0,09 ^{bc}	0,42 ± 0,11 ^{de}	1,72 ± 0,14 ^a

Ghi chú: Thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái giống nhau kèm theo trong mỗi cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

3.2. Khả năng sử dụng bột quả thần kỳ chế biến bằng phương pháp lên men loại đường dịch quả trong sản phẩm nước cam ép

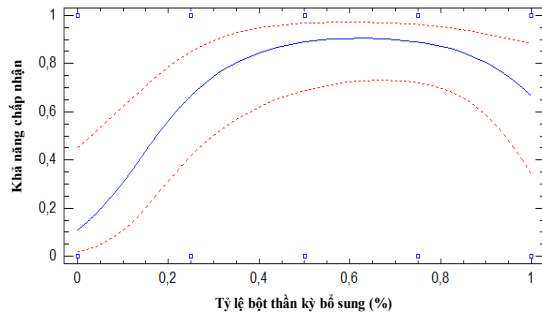
Mẫu sản phẩm bột thần kỳ tối ưu được chọn theo phương pháp lên men loại đường dịch quả là sử dụng hạt men cố định 1,5% và lên men trong 30 phút. Bột quả được bổ sung vào cam ép với các mức tỷ lệ 0 (đối chứng); 0,25; 0,5; 0,75; 1% so với thể tích nước cam ép. Kết quả phân tích khả dĩ

theo mô hình hồi quy logistic của người tiêu dùng đối với sản phẩm nước cam ép được thể hiện ở đồ thị hình 1. Đồ thị hình 1 minh họa phương trình biểu diễn khả năng chấp nhận sản phẩm phụ thuộc vào tỷ lệ bột quả thần kỳ theo phương trình (1) như sau:

$$\text{Khả năng chấp nhận} = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x})}$$

Với $\eta = -2,09867 + 14,1097x - 11,3204x^2$

Trong đó: x là tỷ lệ bột thần kỳ (%), ($R^2 = 0,79$).



Hình 1. Khả năng chấp nhận sản phẩm nước cam ép theo tỷ lệ bột quả thần kỳ

Ghi chú: Khả năng chấp nhận trung bình của sản phẩm; —: Khoảng tin cậy 95%.

Kết quả cho thấy, bổ sung bột quả thần kỳ vào nước cam ép với tỷ lệ 0,5 - 0,75% giúp sản phẩm đạt khả năng chấp nhận cao nhất (khoảng 90%), hơn hẳn đối với nước cam ép không bổ sung bột quả thần kỳ (khoảng 10%), do nước cam ép sử dụng trong nghiên cứu là tinh chất không bổ sung đường và phụ gia nên vị chua nhiều làm giảm khả năng chấp nhận của người tiêu dùng. Bột quả thần kỳ bổ sung vào nước cam ép với tác dụng kích thích vị giác của miraculin đã làm gia tăng vị ngọt, giảm vị chua và đắng nhưng vẫn giữ được mùi hương cam nguyên thủy của sản phẩm nên dễ dàng được chấp nhận và có thể đạt mức chấp nhận rất cao (90%). Khi tăng tỷ lệ bột quả thần kỳ lên 1%, khả năng chấp nhận sản phẩm nước cam ép giảm xuống đáng kể. Theo Diyapaththugama và cs (2024) [1], sự thay đổi về vị giác do quả thần kỳ có thể làm tăng hoặc ức chế sở thích đối với thực phẩm kết hợp tùy thuộc vào liều lượng miraculin, loại thực phẩm, giới tính và sự khác biệt về độ nhạy cảm với vị giác và mùi vị của mỗi cá nhân. Dương Thị Phụng Liên và cs (2014) [18] đã công bố kết quả tương tự khi sử dụng dịch quả thần kỳ bổ sung vào nước cam ép. Andrade và cs (2019) [26] quan sát thấy quả thần kỳ làm tăng sở thích uống nước chanh không đường. Như vậy, bột quả thần kỳ sau quá trình xử lý lên men dịch quả và sấy đông khô, hoạt tính kích thích vị giác của miraculin vẫn được duy trì. Khi được bổ sung vào nước cam ép với tỷ lệ 0,5 - 0,75% bột quả thần kỳ đã

mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc cải thiện khả năng chấp nhận đối với sản phẩm.

4. KẾT LUẬN

Phương pháp lên men loại đường trong dịch quả hỗ trợ hiệu quả cho quá trình sấy bột quả thần kỳ. Hạt men cố định trên giá thể alginate sử dụng cho quá trình lên men có thể được loại hoàn toàn sau quá trình lên men nên không ảnh hưởng đến thành phần bột quả thành phẩm. Quá trình lên men và sấy thăng hoa không làm mất đi hoạt tính miraculin trong quả thần kỳ, bột quả vẫn còn tác dụng làm thay đổi ngưỡng cảm nhận biết đối với bốn vị cơ bản: Khi sử dụng bột quả thần kỳ ngưỡng cảm đối với vị ngọt giảm, ngưỡng cảm đối với vị chua và đắng tăng, trong khi sự thay đổi ngưỡng cảm đối với vị mặn gần như không đáng kể so với không sử dụng bột quả. Bên cạnh đó, bột quả thần kỳ ảnh hưởng đáng kể đến khả năng chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm nước cam ép nguyên chất. Khả năng chấp nhận của nước cam ép bổ sung bột thần kỳ 0,5 - 0,75% cải thiện đáng kể khả năng chấp nhận sản phẩm, đạt khoảng 90%. Kết quả nghiên cứu mở ra triển vọng chế biến và ứng dụng bột quả thần kỳ cải thiện cảm giác vị cho những người kiêng ăn ngọt hoặc những người bị mất vị giác do phải sử dụng thuốc hoặc hóa chất kéo dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Diyapaththugama, S., Mulaw, G. F., Ajaz, M., Colson Shilton, N., Singh, I. & Jani, R. (2024). Miracle Fruit, a Potential Taste-modifier to Improve Food Preferences: A Review. *Current Nutrition Reports*, 13(4): 867 - 883.
2. Misaka, T. (2013). Molecular mechanisms of the action of miraculin, a taste-modifying protein. *Seminars in cell & developmental biology*, 24(3): 222 - 225.
3. Trần Danh Thế, Vũ Văn Độ & Ngô Kế Sương (2010). Bước đầu trồng thử nghiệm và tách chiết hoạt chất miraculin trong trái cây thần kỳ (*Synsepalum dulcificum daniell*). *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 13(T1-2010): 54 - 61.
4. Kant, R. (2005). Sweet proteins—potential replacement for artificial low calorie sweeteners. *Nutrition journal*, 4: 1 - 6.
5. Doddawad, V. G., Shivananda, S., Vidya, C., Madhu, B. & Gurupadayya, B. (2022). Insight on

synsepalum dulcificum: a bioactive compound on taste modification and its biological properties. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 12(3): 93 - 98.

6. Agboola, D., Fawibe, O., Ogunyale, O. & Ajiboye, A. (2014). Botanical and protein sweeteners. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, 5(4): 169 -187.

7. Kurihara, K. & Beidler, L. M. (1968). Taste-modifying protein from miracle fruit. *Science*, 161(3847): 1241 - 1243.

8. Theerasilp, S. & Kurihara, Y. (1988). Complete purification and characterization of the taste-modifying protein, miraculin, from miracle fruit. *Journal of Biological Chemistry*, 263(23): 11536 -11539.

9. He, Z., Tan, J. S., Abbasiliasi, S., Lai, O. M., Tam, Y. J., Halim, M. & Ariff, A. B. (2015). Primary recovery of miraculin from miracle fruit, *Synsepalum dulcificum* by AOT reverse micellar system. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2): 1243 -1250.

10. Klein, J. & Kressdorf, B. (1989). Polymers for the immobilization of whole cells and their application in biotechnology. *Die Angewandte Makromolekulare Chemie*, 166(1): 293 - 309.

11. Cardona, C. A. & Sánchez, Ó. J. (2007). Fuel ethanol production: process design trends and integration opportunities. *Bioresource Technology*, 98(12): 2415 - 2457.

12. Dömény, Z., Smogrovicová, D., Gemeiner, P., Sturdík, E., Pátková, J. & Malovíková, A. (1998). Continuous secondary fermentation using immobilised yeast. *Biotechnology letters*, 20: 1041 - 1045.

13. Göksungur, Y. & Zorlu, N. (2001). Production of ethanol from beet molasses by Ca-alginate immobilized yeast cells in a packed-bed bioreactor. *Turkish Journal of Biology*, 25(3): 265 - 275.

14. Lee, K. H., Choi, I. S., Kim, Y.-G., Yang, D.-J. & Bae, H.-J. (2011). Enhanced production of bioethanol and ultrastructural characteristics of reused *Saccharomyces cerevisiae* immobilized

calcium alginate beads. *Bioresource Technology*, 102(17): 8191 - 8198.

15. Kongruang, S. & Wongsanu, B. (2009). Entrapment by Ca-alginate immobilized yeast cells for dried longan wine production, In Current research topics in applied microbiology and microbial biotechnology. World Scientific.

16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9934:2013 (ISO 1666:1996). Tinh bột - Xác định độ ẩm - Phương pháp dùng tủ sấy.

17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4594:1988. Đồ hộp - Phương pháp xác định đường tổng số, đường khử và tinh bột.

18. Dương Thị Phượng Liên, Nguyễn Thị Thu Thủy & Phan Thị Bích Trâm (2014). Ảnh hưởng của dịch quả thần kỳ đến sự thay đổi ngưỡng cảm phân biệt các vị cơ bản và chất lượng cảm quan của nước cam ép. *Tạp chí Khoa học Đại học, Cần Thơ* (33): 97 - 103.

19. Nguyễn Văn Tuấn, 2007. *Phân tích số liệu và biểu đồ bằng R*. Nxb Khoa học & Kỹ thuật., 118 trang.

20. Walker, G. M. & Stewart, G. G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, 2(4): 1 - 12.

21. Querol, A. & Fleet, G. H., (Sabine Schreck, H.), 2006. Yeasts in food and beverages, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

22. Shikha, G., Ragya, K., Kirat, K. B. & Namrata, S. (2019). Taste modification using miracle berry (*Synsepalum dulcificum*): A dynamic approach for novel foods. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 6(2): 149 - 154.

23. Harvey, R. (1974). Method for modifying sour and bitter taste. Office, U. S. P. *Google Patents*.

24. Vion, C., Yeramian, N., Hranilovic, A., Masneuf-Pomarède, I. & Marullo, P. (2024). Influence of yeasts on wine acidity: new insights into *Saccharomyces cerevisiae*. *OENO one*, 58(4): 1 - 17.

25. Ngô Thị Hồng Thư (1989). Kiểm nghiệm thực phẩm bằng phương pháp cảm quan. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*.

26. Andrade, A. C., Martins, M. B., Rodrigues, J. F., Coelho, S. B., Pinheiro, A. C. M. & Bastos, S. C. (2019). Effect of different quantities of miracle fruit on sour and bitter beverages. *LWT*, 99: 89 - 97.

**STUDYING ON THE FERMENTATION USING IMMOBILIZED YEAST IN ALGINATE GEL
IN THE DRYING PROCESS OF MIRACLE FRUIT POWDER (*Synsepalum dulcificum*)**

Duong Thi Phuong Lien¹, Nguyen Thi Thu Thuy¹

¹Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

Summary

Miracle fruit with a miraculin component can modify the taste perception of food. The research investigated the possibility of processing miracle fruit powder that retains the above interesting properties and is convenient when added to other foods. Removing sugars by fermentation to support the drying process of fruit powder is a simple, economical method and still maintains the activity of miraculin. The fruit juice fermentation used immobilized yeast on alginate gel with the yeast particle ratio of 0.5, 1.0 and 1.5% to ferment fruit juice for 30, 60 and 90 minutes at environmental temperature. The fermented fruit juice was freeze-dried into fruit powder. The recovery efficiency, sugar decreasing efficiency, powdering ability, and miraculin activity through the change in the recognition threshold for basic tastes when using miracle fruit powder were determined. The fruit powder with the suitable parameters of the fermentation was mixed with pure orange juice product at the ratios of 0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1%. The consumer acceptability of the product was evaluated. The results showed that using 1.5% of immobilized yeast to ferment the fruit juice for 30 minutes produced a high-quality miracle fruit powder product, high miraculin activity maintained through the results of a decrease in the sweet taste threshold, an increase in the sour and bitter taste threshold and almost no effect on the salty taste threshold. The addition of 0.5 – 0.75% of miracle fruit powder significantly improved consumer acceptability of pure orange juice products by up to 90%.

Keywords: *Fruit powder, fermentation, immobilized yeast, threshold, miracle fruit.*

Ngày nhận bài: 25/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 01/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 7/4/2025

Ngày duyệt đăng: 14/4/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ AMMONIA ĐẾN TĂNG TRƯỞNG, TỶ LỆ SỐNG, TẦN SỐ HÔ HẤP VÀ TỶ LỆ DỊ HÌNH CỦA CÁ HỒNG MỸ (*Sciaenops ocellatus*) GIAI ĐOẠN GIỐNG

Ngô Văn Mạnh¹, Lê Minh Hoàng^{1,*}

¹Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

*Email: hoanglm@ntu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng riêng lẻ và kết hợp của nhiệt độ (27 - 28°C, 30°C, 32°C) và nồng độ ammonia không ion hóa (NH₃: 0; 0,02; 0,03; 0,19; 0,23; 0,31 ppm) đến các chỉ tiêu chất lượng của cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus*) giai đoạn giống. Cá được theo dõi về tỷ lệ sống, tăng trưởng (chiều dài, khối lượng, SGR), tần số hô hấp, dị hình xương và khả năng phục hồi sau thí nghiệm. Kết quả cho thấy, tỷ lệ sống giảm từ 90,0 ± 11,55% (27 - 28°C, 0 ppm) xuống 50,0 ± 11,55% (32°C, 0,31 ppm). Chiều dài kết thúc giảm từ 43,00 ± 3,00 mm còn 36,00 ± 0,01 mm (giảm 16,3%), khối lượng giảm từ 0,82 ± 0,02 g còn 0,47 ± 0,01 g (giảm 42,7%). Tần số hô hấp tăng từ 109,00 ± 1,73 lên 157,33 ± 5,13 lần/phút, tương ứng tăng 44,32%. SGR theo khối lượng giảm từ 4,82 ± 0,18%/ngày xuống 0,24 ± 0,19%/ngày (giảm 95,0%). Không ghi nhận dị hình xương rõ rệt ở tất cả các nghiệm thức. Tuy nhiên, ở các tổ hợp có nhiệt độ ≥ 30°C và NH₃ ≥ 0,19 ppm, cá không sống sót đến hết giai đoạn phục hồi. Nghiên cứu xác định điều kiện tối ưu cho ương giống là 27 - 30°C và NH₃ < 0,03 ppm. Kết quả cung cấp cơ sở khoa học để điều chỉnh quy trình kỹ thuật và quản lý môi trường, nâng cao chất lượng cá giống trong điều kiện biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Cá hồng Mỹ, nhiệt độ, ammonia, cá giống, biến đổi khí hậu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu toàn cầu đang làm thay đổi sâu sắc các điều kiện sinh thái trong thủy vực, kéo theo nhiều thách thức đối với ngành nuôi trồng thủy sản. Theo IPCC (2021) [1], nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng 0,74°C trong thế kỷ XX và dự báo có thể tăng thêm từ 2,0 - 4,5°C vào năm 2100. Sự gia tăng này không chỉ gây stress sinh lý cho sinh vật thủy sinh mà còn làm tăng độc tính của các chất ô nhiễm như ammonia - yếu tố đã được chứng minh có ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá nuôi [2, 3]. Theo FAO (2020) [4], các điều kiện môi trường bất lợi, đặc biệt là nhiệt độ và chất lượng nước, là những nguyên nhân hàng đầu làm suy giảm hiệu quả sản xuất giống tại nhiều khu vực nuôi trồng.

Cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus*) là một loài cá biển có giá trị kinh tế cao, phân bố tự nhiên dọc bờ biển Đại Tây Dương và vịnh Mexico [5]. Với

đặc tính rộng muối, rộng nhiệt và tốc độ sinh trưởng nhanh, loài cá này đã được đưa vào nuôi tại Việt Nam từ năm 1999 và hiện đang trở thành đối tượng nuôi chủ lực ở nhiều địa phương ven biển [6, 7]. Tuy nhiên, chất lượng ấu trùng [8, 9] và cá giống vẫn chưa ổn định, với tỷ lệ sống trong các trại giống thường chỉ dao động từ 15 - 25% tùy điều kiện quản lý [7, 10].

Một số nghiên cứu trước đã đề cập ảnh hưởng của nhiệt độ hoặc ammonia riêng lẻ đến cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) [11], cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) [12] và cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*) [13], nhưng những công bố về tác động kết hợp hai yếu tố này trên cá biển giai đoạn giống - đặc biệt là cá hồng Mỹ vẫn còn rất hạn chế. Hơn nữa, phần lớn các nghiên cứu chỉ tập trung vào tỷ lệ sống và sinh trưởng ngắn hạn, chưa khai thác đầy đủ các ảnh hưởng mang tính tích lũy như tổn thương cấu trúc xương hay rối loạn chức

năng hô hấp - những yếu tố quan trọng quyết định chất lượng giống trước khi chuyển sang nuôi thương phẩm.

Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng cộng gộp của các mức nhiệt độ và nồng độ ammonia khác nhau đến tỷ lệ sống, sinh trưởng, hô hấp và cấu trúc xương của giống cá hồng Mỹ. Nghiên cứu không chỉ góp phần làm rõ các phản ứng sinh lý và hình thái của cá giống trong điều kiện stress môi trường, mà còn tạo cơ sở khoa học cho việc điều chỉnh quy trình ương nuôi phù hợp với bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay, nâng cao hiệu quả và chất lượng con giống phục vụ phát triển nghề nuôi biển tại Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian, địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 1 đến tháng 12 năm 2024 tại Trại sản xuất giống cá biển Đường Đệ, phường Vĩnh Hòa, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Đối tượng nghiên cứu là cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus*, Linnaeus, 1766) giai đoạn giống, có chiều dài trung bình $35,90 \pm 2,77$ mm và khối lượng trung bình $0,46 \pm 0,09$ g. Đây là giai đoạn nhạy cảm với các yếu tố môi trường và có ý nghĩa quyết định đến chất lượng con giống chuyển sang nuôi thương phẩm. Tất cả cá trước khi bố trí thí nghiệm được thuần hóa trong 4 ngày ở các điều kiện nhiệt độ 30°C và 32°C để đảm bảo thích nghi môi trường trước khi cảm nhiễm.

2.2. Nguồn cá thí nghiệm và cách tính nồng độ ammonia cho thí nghiệm

Cá giống được sử dụng trong nghiên cứu là sản phẩm từ đàn cá bố mẹ thuần chủng được sinh sản nhân tạo tại Trại sản xuất giống cá biển Đường Đệ, tỉnh Khánh Hòa. Sau khi cá đạt đến giai đoạn giống với kích thước đồng đều, chúng được thuần dưỡng trong bể có kiểm soát nhiệt độ trong thời gian ngắn nhằm giúp cá thích nghi tốt với điều kiện phòng thí nghiệm trước khi phân bố vào các nghiệm thức thí nghiệm.

Trong quá trình xây dựng môi trường thí nghiệm, các mức nồng độ ammonia không ion hóa (NH_3) được tạo ra thông qua việc bổ sung muối

NH_4Cl (Sigma-Aldrich, Đức) một dạng muối vô cơ dễ hòa tan, đóng vai trò là nguồn tổng nito ammoniac (TAN) cho môi trường nước. Để đảm bảo giá trị NH_3 đạt đúng yêu cầu, các tính toán được thực hiện theo mô hình cân bằng hóa học có xét đến các tham số ảnh hưởng như pH, nhiệt độ và độ mặn của nước. Với điều kiện chuẩn được thiết lập là $\text{pH } 7,6 \pm 0,1$, độ mặn 30 ppt và nhiệt độ dao động trong khoảng từ $27 - 32^{\circ}\text{C}$, lượng NH_4Cl bổ sung được xác định tương ứng với từng mức NH_3 như sau: 0,902 mg/L (0,02 ppm NH_3), 1,354 mg/L (0,03 ppm), 8,573 mg/L (0,19 ppm), 10,378 mg/L (0,23 ppm) và 13,988 mg/L (0,31 ppm). Đối với nghiệm thức đối chứng, không bổ sung NH_4Cl .

Dung dịch NH_4Cl được chuẩn bị theo tỷ lệ chính xác và bổ sung hàng ngày vào hệ thống nuôi để đảm bảo nồng độ ammonia luôn duy trì ổn định trong suốt thời gian thử nghiệm. Việc điều chỉnh pH được thực hiện bằng dung dịch kiềm (NaOH) hoặc đệm sinh học (Tris) tùy theo yêu cầu từng ngày, giúp giữ môi trường thí nghiệm trong trạng thái cân bằng hóa học ổn định, tạo tiền đề đáng tin cậy cho việc phân tích tác động riêng lẻ và kết hợp giữa nhiệt độ và ammonia lên chất lượng cá giống.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thiết kế theo mô hình 3×6 (3 mức nhiệt độ $\times$ 6 mức nồng độ ammonia), với ba mức nhiệt độ gồm: $27 - 28^{\circ}\text{C}$ (điều kiện thường), 30°C và 32°C (mô phỏng điều kiện biến đổi khí hậu); kết hợp với sáu nồng độ ammonia: 0, 0,02, 0,03, 0,19, 0,23, 0,31 ppm. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 4 lần, mỗi lần lặp gồm 5 cá giống được bố trí trong cốc nhựa 1 lít có sục khí nhẹ và thay nước hàng ngày. Tổng cộng 72 nghiệm thức (3 nhiệt độ $\times$ 6 nồng độ $\times$ 4 lặp) với 360 cá giống được sử dụng. Cá được cho ăn 3 lần/ngày bằng thức ăn công nghiệp (INVE G8) với khẩu phần là 3%/khối lượng thân. Các yếu tố môi trường như: Nhiệt độ, pH, độ mặn và oxy hòa tan được theo dõi và điều chỉnh hàng ngày, đảm bảo duy trì trong ngưỡng ổn định ($\text{DO} > 5$ mg/L; độ mặn 30 ppt; $\text{pH } 7,6 \pm 0,1$). Nhiệt độ $27 - 28^{\circ}\text{C}$ được sử dụng làm đối chứng vì phản ánh điều kiện nhiệt tự nhiên tại khu vực nghiên cứu, có dao động nhẹ giữa ngày và đêm (cao nhất vào buổi trưa và thấp nhất về đêm). Nhiệt độ này không được kiểm soát bằng thiết bị

gia nhiệt mà phụ thuộc hoàn toàn vào nhiệt độ môi trường. Ngược lại, các mức nhiệt 30°C và 32°C được duy trì ổn định bằng thiết bị gia nhiệt có tích hợp cảm biến (SUOIHZQ5-500W, Ou Gecai, Trung Quốc), nhằm mô phỏng các kịch bản biến đổi khí hậu dự báo. Tất cả các nghiệm thức được theo dõi và ghi nhận nhiệt độ hằng ngày bằng nhiệt kế điện tử để đảm bảo độ chính xác và ổn định.

2.4. Phương pháp xác định các chỉ tiêu

Trong suốt quá trình thí nghiệm, các chỉ tiêu sinh lý và sinh trưởng của cá giống được theo dõi bao gồm: Tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng và tần số hô hấp. Tỷ lệ sống của cá được xác định thông qua việc đếm số lượng cá còn sống tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, sau đó quy đổi thành phần trăm so với số lượng cá ban đầu theo công thức:

Tỷ lệ sống (%) = (Số cá sống cuối kỳ/Số cá ban đầu) × 100.

Để đánh giá hiệu quả tăng trưởng, tốc độ tăng trưởng đặc trưng (Specific Growth Rate – SGR) được tính theo cả hai chỉ số: Chiều dài và khối lượng. Công thức tính SGR theo chiều dài được thể hiện như sau:

$$\text{SGR (chiều dài, \%/ngày)} = 100 \times (\ln L_t - \ln L_0) / t$$

Tương tự, tốc độ tăng trưởng theo khối lượng được tính bằng:

$$\text{SGR (khối lượng, \%/ngày)} = 100 \times (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

Trong đó: L_0 và W_0 là chiều dài (mm) và khối lượng (mg) trung bình của cá ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm, L_t và W_t là giá trị tương ứng tại thời điểm kết thúc, t là số ngày thí nghiệm.

Tần số hô hấp được xác định bằng phương pháp quan sát trực tiếp bằng mắt thường, thông qua việc đếm số lần đóng mở nắp mang của từng cá thể trong vòng 1 phút. Quá trình này được thực hiện trong điều kiện ánh sáng ổn định, ở khoảng cách gần và do cùng một người thực hiện nhằm đảm bảo tính nhất quán giữa các lần quan sát. Chỉ tiêu này phản ánh hoạt động hô hấp và mức độ stress sinh lý của cá dưới ảnh hưởng của các yếu tố môi trường.

Sau khi hoàn tất việc thu thập các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý và sức khỏe, mẫu cá được cố định trong dung dịch formalin 4% nhằm bảo quản cấu trúc mô phục vụ cho phân tích hình thái xương.

Để đánh giá sự phát triển và biến dạng trong hệ xương, quy trình nhuộm xương toàn bộ được áp dụng theo phương pháp cải tiến của Taylor và Van Dyke (1985) [14], với các bước xử lý hóa học nhằm làm rõ các thành phần sụn và xương của mẫu vật. Trước tiên, mẫu được ngâm cố định trong formalin tối thiểu 24 giờ, sau đó xử lý sơ bộ bằng ethanol và nước cất để loại bỏ chất cố định dư và làm mềm mô. Tiếp theo, cá được nhuộm sụn bằng dung dịch alcian blue (20 mg alcian blue trong hỗn hợp gồm 70 ml ethanol 95% và 30 ml axit acetic), nhằm làm nổi bật các cấu trúc sụn chưa cốt hóa. Sau đó, mẫu được chuyển qua các dung dịch ethanol và KOH để khử nước và làm trong mô mềm, đồng thời hỗ trợ loại bỏ sắc tố tự nhiên bằng hỗn hợp hydrogen peroxide 3% và KOH 1% theo tỷ lệ thể tích 1: 9. Cá được tiếp tục nhuộm thành phần xương bằng dung dịch alizarin red S, giúp phân biệt rõ phần xương đã cốt hóa. Sau các bước nhuộm, mẫu được trung hòa trong KOH và làm trong bằng cách chuyển dần qua các nồng độ glycerol kết hợp với KOH: Đầu tiên 2 giờ trong hỗn hợp 40% glycerol và 60% KOH 1%, sau đó 6 giờ trong 70% glycerol + 30% KOH 1%. Cuối cùng, mẫu được lưu giữ lâu dài trong dung dịch glycerol nguyên chất 100% để bảo quản hình thái rõ nét phục vụ cho phân tích định tính và định lượng các dị tật xương.

Sau khi kết thúc thời gian thí nghiệm thì cá được chuyển sang thời gian nuôi phục hồi. Thời gian nuôi phục hồi được hiểu là giai đoạn nuôi sau khi kết thúc thí nghiệm, trong đó toàn bộ cá thí nghiệm được đưa về điều kiện môi trường tối ưu (nhiệt độ 27 - 28°C, nồng độ $\text{NH}_3 = 0$ ppm) nhằm theo dõi khả năng phục hồi sinh lý và tỷ lệ sống sau stress.

2.5. Xử lý số liệu

Dữ liệu thí nghiệm được phân tích bằng SPSS 22 và Excel 2013. Phân tích phương sai hai nhân tố (Two-way ANOVA) được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia. Khi có sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$), kiểm định Duncan được áp dụng để so sánh giữa các nghiệm thức. Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (Mean ± SD).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia lên tỷ lệ sống và sinh trưởng

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, tỷ lệ sống của cá hồng Mỹ giai đoạn giống giảm đáng kể khi nhiệt độ và nồng độ ammonia tăng. Ở mức nhiệt độ 27 - 28°C, tỷ lệ sống giảm từ $90,0 \pm 11,55\%$ (NH_3 0 ppm) xuống $55,0 \pm 10,00\%$ (NH_3 0,31 ppm), tương ứng giảm 35,0%. Tại nhiệt độ 30°C, tỷ lệ sống giảm từ $80,0 \pm 16,33\%$ (NH_3 0 ppm) xuống $50,0 \pm 11,55\%$ (NH_3 0,31 ppm), giảm 30,0%. Trong khi đó, ở mức 32°C, tỷ lệ sống giảm từ $70,0 \pm 11,55\%$ (NH_3

0 ppm) xuống $50,0 \pm 11,55\%$ (NH_3 0,31 ppm), tương ứng giảm 20,0%. Phân tích phương sai hai yếu tố cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống ($P < 0,0001$), trong khi ammonia cũng ảnh hưởng đáng kể ($P = 0,004$). Tương tác giữa 2 yếu tố không có ý nghĩa thống kê ($P = 0,252$), cho thấy mỗi yếu tố tác động độc lập, nhưng kết hợp lại có thể làm tăng tổng mức độ stress. Kết quả thống kê khẳng định rằng nhiệt độ và ammonia đều làm giảm tỷ lệ sống của cá, đặc biệt khi ở mức nhiệt độ cao hoặc nồng độ NH_3 lớn hơn 0,03 ppm.

Bảng 1. Tỷ lệ sống giống cá hồng Mỹ ở các mức nhiệt độ và nồng độ ammonia khác nhau

Nhiệt độ (°C)	Nồng độ ammonia (ppm)					
	0	0,02	0,03	0,19	0,23	0,31
27 - 28	$90,0 \pm 11,55$	$85,0 \pm 19,15$	$75,0 \pm 19,14$	$75,0 \pm 10,00$	$70,0 \pm 11,55$	$55,0 \pm 10,00$
30	$80,0 \pm 16,33$	$80,0 \pm 16,33$	$75,0 \pm 10,00$	$70,0 \pm 11,55$	$60,0 \pm 16,33$	$50,0 \pm 11,55$
32	$70,0 \pm 11,55$	$65,0 \pm 10,00$	$60,0 \pm 16,33$	$55,0 \pm 30,00$	$50,0 \pm 11,55$	$50,0 \pm 11,55$
Phân tích ANOVA		Nhiệt độ		Ammonia	Nhiệt độ $\times$ ammonia	
Giá trị P		< 0,0001		0,004	0,252	

Tỷ lệ sống là chỉ tiêu sinh học quan trọng phản ánh khả năng thích nghi của cá giống trước các biến động môi trường. Kết quả thí nghiệm cho thấy, cả nhiệt độ và nồng độ ammonia đều ảnh hưởng đáng kể đến tỷ lệ sống của cá hồng Mỹ, trong đó nhiệt độ là yếu tố có tác động mạnh hơn ($P < 0,0001$) so với ammonia ($P = 0,004$). Sự tương tác giữa hai yếu tố không có ý nghĩa thống kê ($P = 0,252$), cho thấy ảnh hưởng chủ yếu mang tính độc lập. Cụ thể, khi nồng độ NH_3 tăng từ 0 lên 0,31 ppm, tỷ lệ sống giảm từ 90,0% xuống 55,0% ở 27 - 28°C (giảm 35,0%), từ 80,0% xuống 50,0% ở 30°C (giảm 30,0%) và từ 70,0% xuống 50,0% ở 32°C (giảm 20,0%). Như vậy, dù mức nhiệt độ cao hơn làm giảm sức đề kháng, mức suy giảm tỷ lệ sống do tăng ammonia vẫn thể hiện rõ, đặc biệt ở nhóm nhiệt độ thấp hơn. Nhiệt độ cao không chỉ làm tăng tốc độ trao đổi chất mà còn thúc đẩy khuếch tán NH_3 vào máu cá qua mô mang, dạng có độc tính cao nhất của ammonia [3, 15 - 17], gây rối loạn

thẩm thấu, suy giảm hô hấp và chức năng gan, thận [18, 19]. Khi kết hợp với nồng độ $\text{NH}_3 \geq 0,23$ ppm, đặc biệt tại 32°C, tỷ lệ sống chỉ đạt 50,0%, tiệm cận ngưỡng nguy hiểm. Kết quả này phù hợp với các báo cáo trước đó ở các loài cá biển như cá chim vây vàng [13], cobia [20], cá rô phi [11] và cá hồi [21]. Do đó, để đảm bảo tỷ lệ sống cao trong giai đoạn ương giống cá hồng Mỹ, cần duy trì nhiệt độ nước không vượt quá 30°C và nồng độ ammonia không ion hóa NH_3 dưới 0,03 ppm. Đây là những ngưỡng an toàn có thể áp dụng trong thực tế sản xuất giống, đặc biệt trong bối cảnh môi trường ngày càng biến động do tác động của biến đổi khí hậu.

Kết quả theo dõi tăng trưởng (Bảng 2) cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng rõ rệt đến cả chiều dài ($P = 0,013$) và khối lượng ($P = 0,001$) cuối cùng của cá giống. Ở mức nhiệt độ 27 - 28°C và nồng độ ammonia 0 ppm, cá đạt chiều dài kết thúc $43,00 \pm 3,00$ mm và khối lượng $0,82 \pm 0,02$ g cao nhất trong

các nghiệm thức. Khi nhiệt độ tăng lên 32°C, chiều dài kết thúc giảm còn $36,00 \pm 0,01$ mm và khối lượng còn $0,47 \pm 0,01$ g ở nồng độ $\text{NH}_3 = 0,31$ ppm. So với nhóm đối chứng, chiều dài giảm 7,00 mm (tương đương 16,3%) và khối lượng giảm 0,35 g (tương đương 42,7%). Về tốc độ tăng trưởng đặc trưng, SGR theo chiều dài (SGR - CD) giảm từ $1,49 \pm 0,58\%/ngày$ (27 - 28°C, 0 ppm) xuống $0,02 \pm 0,01\%/ngày$ (32°C, 0,31 ppm), giảm tới 98,7%. Tương tự, SGR theo khối lượng (SGR - KL) giảm từ $4,82 \pm 0,18\%/ngày$ xuống $0,24 \pm 0,19\%/ngày$, tương ứng giảm 95,0%. Ảnh hưởng của nồng độ ammonia riêng lẻ thể hiện rõ đối với khối lượng ($P < 0,0001$) và SGR - KL ($P < 0,0001$), nhưng không đáng kể đối với chiều dài ($P = 0,433$) và SGR - CD ($P = 0,414$). Tương tác giữa nhiệt độ và ammonia không có ý nghĩa thống kê ở tất cả chỉ tiêu sinh trưởng ($P > 0,05$). Như vậy, kết quả cho thấy, nhiệt độ là yếu tố chi phối mạnh đến sinh trưởng chiều dài, trong khi ammonia tác động rõ hơn đến khối lượng và hiệu suất tăng trưởng theo khối lượng. Điều kiện lý tưởng được ghi nhận tại 30°C và $\text{NH}_3 = 0$ ppm, với SGR - KL đạt $4,44 \pm 0,01\%/ngày$, trong khi điều kiện khắc nghiệt nhất (32°C và 0,31 ppm) cho SGR - KL thấp nhất, chỉ $0,24 \pm 0,19\%/ngày$.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ và nồng độ ammonia đều ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng của cá hồng Mỹ giai đoạn giống, trong đó nhiệt độ chi phối mạnh chiều dài ($P = 0,013$) còn ammonia ảnh hưởng rõ đến khối lượng và SGR - KL ($P < 0,0001$). Ở điều kiện tối ưu (27 - 28°C, 0 ppm NH_3), cá đạt chiều dài $43,00 \pm 3,00$ mm, khối lượng $0,82 \pm 0,02$ g, SGR - KL $4,82 \pm 0,18\%/ngày$. Trong khi đó, ở nghiệm thức khắc nghiệt nhất (32°C, 0,31 ppm NH_3), các giá trị này lần lượt giảm còn $36,00 \pm 0,01$ mm (tương ứng 16,3%), $0,47 \pm 0,01$ g (tương ứng 42,7%) và $0,24 \pm 0,19\%/ngày$ (tương ứng 95,0%). Cơ chế tác động phù hợp với lý thuyết sinh lý học: Nhiệt độ ảnh hưởng trao đổi chất cơ bản [3, 17, 19], còn ammonia gây tổn thương gan và giảm hấp thu dinh dưỡng [5, 18]. Mặc dù không có tương tác thống kê rõ rệt, tổ hợp nhiệt độ cao và $\text{NH}_3 \geq 0,31$ ppm vẫn làm giảm mạnh tăng trưởng, tỷ lệ sống và nhịp hô hấp. Do đó, để tối ưu sinh trưởng, cần duy trì nhiệt độ trong khoảng 27 - 30°C và $\text{NH}_3 < 0,03$ ppm. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước trên cá chim vây vàng [13], cá hồi [21], cá rô phi [11] và cá bớp [20].

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia đến sinh trưởng cá hồng Mỹ giai đoạn giống

Thông số đánh giá	Nhiệt độ (°C)	Nồng độ ammonia (ppm)					
		0	0,02	0,03	0,19	0,23	0,31
Chiều dài ban đầu (mm)	27 - 28 /30/32	$35,90 \pm 2,77$	$35,90 \pm 2,77$	$35,90 \pm 2,77$	$35,90 \pm 2,77$	$35,90 \pm 2,77$	$35,90 \pm 2,77$
Khối lượng ban đầu (g)	27 - 28 /30/32	$0,46 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,09$
Chiều dài kết thúc (mm)	27 - 28	$43,00 \pm 3,00$	$42,00 \pm 4,36$	$40,33 \pm 1,15$	$39,67 \pm 1,53$	$39,67 \pm 3,51$	$38,67 \pm 2,31$
	30	$42,33 \pm 0,58$	$41,00 \pm 4,36$	$40,00 \pm 5,20$	$39,00 \pm 5,20$	$38,33 \pm 2,08$	$36,33 \pm 0,58$
	32	$39,00 \pm 5,20$	$38,67 \pm 3,06$	$38,00 \pm 1,00$	$37,00 \pm 1,00$	$36,00 \pm 0,01$	$36,00 \pm 0,01$
Khối lượng kết thúc (g)	27 - 28	$0,82 \pm 0,02$	$0,73 \pm 0,01$	$0,64 \pm 0,01$	$0,58 \pm 0,01$	$0,54 \pm 0,01$	$0,50 \pm 0,01$
	30	$0,79 \pm 0,01$	$0,71 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,08$	$0,57 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$	$0,50 \pm 0,03$
	32	$0,76 \pm 0,03$	$0,70 \pm 0,06$	$0,59 \pm 0,01$	$0,56 \pm 0,01$	$0,51 \pm 0,01$	$0,47 \pm 0,01$

SGR - CD (%/ngày)	27 - 28	1,49 ± 0,58	1,28 ± 0,89	0,97 ± 0,24	0,83 ± 0,32	0,81 ± 0,74	0,61 ± 0,51
	30	1,37 ± 1,11	1,07 ± 0,92	0,86 ± 1,05	0,64 ± 1,07	0,54 ± 0,46	0,10 ± 0,13
	32	0,64 ± 1,07	0,60 ± 0,65	0,47 ± 0,22	0,25 ± 0,23	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01
SGR - KL (%/ngày)	27 - 28	4,82 ± 0,18	3,85 ± 0,13	2,71 ± 0,17	1,86 ± 0,06	1,28 ± 0,13	0,71 ± 0,06
	30	4,44 ± 0,01	3,91 ± 0,37	3,00 ± 0,98	1,73 ± 0,11	1,07 ± 0,04	0,65 ± 0,57
	32	4,16 ± 0,33	3,42 ± 0,65	2,04 ± 0,08	1,57 ± 0,01	0,90 ± 0,13	0,24 ± 0,19
	Phân tích ANOVA		Nhiệt độ		Ammonia	Nhiệt độ × ammonia	
Chiều dài	Giá trị của P		0,013		0,433	0,513	
Khối lượng	Giá trị của P		0,001		<0,0001	0,578	
SGR - CD	Giá trị của P		0,011		0,414	0,517	
SGR - KL	Giá trị của P		< 0,0001		< 0,0001	0,708	

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia lên tần số hô hấp

Kết quả theo dõi tần số hô hấp (Bảng 3) cho thấy, cả nhiệt độ, nồng độ ammonia và tương tác giữa 2 yếu tố đều ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến hoạt động hô hấp của cá ($P < 0,0001$). Ở nghiệm thức đối chứng (27 - 28°C và 0 ppm NH_3), tần số hô hấp đo được là $109,00 \pm 1,73$ lần/phút. Khi nhiệt độ tăng lên 32°C tại cùng nồng độ ammonia 0 ppm, chỉ số này tăng lên $124,00 \pm 2,65$ lần/phút, tương ứng tăng 13,76%. Về ảnh hưởng của ammonia, tại nhiệt độ 27 - 28°C, khi nồng độ

NH_3 tăng từ 0 lên 0,31 ppm, tần số hô hấp tăng từ $109,00 \pm 1,73$ lên $146,00 \pm 1,00$ lần/phút, tương ứng tăng 33,94%. Ở mức nhiệt độ 32°C, cùng với sự gia tăng NH_3 từ 0 lên 0,31 ppm, tần số hô hấp tăng từ $124,00 \pm 2,65$ lên $157,33 \pm 5,13$ lần/phút, tăng 26,05%. Tổ hợp điều kiện khắc nghiệt nhất (32°C và 0,31 ppm NH_3) ghi nhận giá trị tần số hô hấp cao nhất: $157,33 \pm 5,13$ lần/phút, tăng 44,32% so với nghiệm thức đối chứng (27 - 28°C, 0 ppm). Sự gia tăng này phản ánh tình trạng stress hô hấp nghiêm trọng và hiệu ứng cộng hưởng giữa nhiệt độ cao và độc tính ammonia.

Bảng 3. Tần số hô hấp (lần/phút) của cá hồng Mỹ giai đoạn giống ở các mức nhiệt và nồng độ ammonia khác nhau

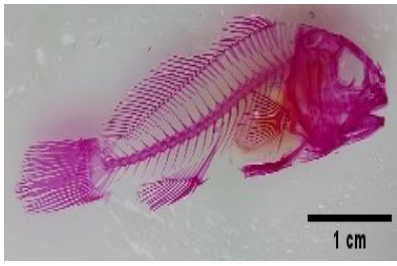
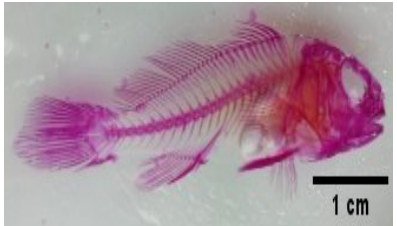
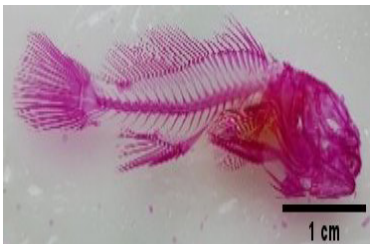
Nhiệt độ (°C)	Nồng độ ammonia (ppm)					
	0	0,02	0,03	0,19	0,23	0,31
27 - 28	109,00 ± 1,73	124,00 ± 1,00	130,33 ± 0,58	134,33 ± 1,53	139,67 ± 2,08	146,00 ± 1,00
30	110,33 ± 1,53	126,00 ± 1,00	132,00 ± 1,00	134,33 ± 2,08	140,67 ± 1,53	147,00 ± 1,00
32	124,00 ± 2,65	130,00 ± 2,65	134,00 ± 1,73	135,67 ± 0,58	143,33 ± 1,15	157,33 ± 5,13
Phân tích ANOVA		Nhiệt độ		Ammonia	Nhiệt độ × ammonia	
Giá trị P		< 0,0001		< 0,0001	< 0,0001	

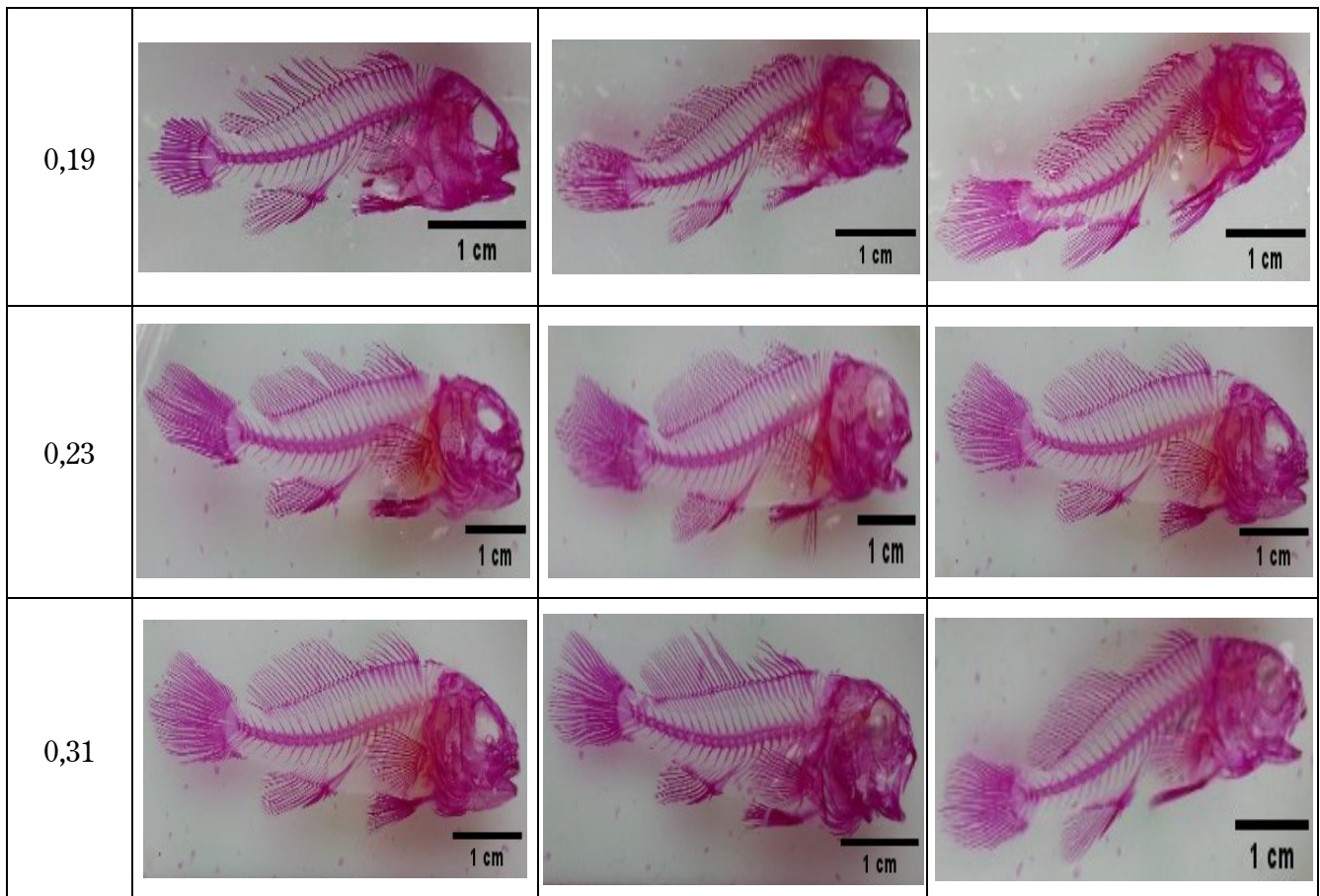
Tần số hô hấp là chỉ tiêu sinh lý nhạy, phản ánh mức độ stress của cá khi tiếp xúc với điều kiện bất lợi [15, 16, 19]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cả nhiệt độ, nồng độ ammonia và tương tác giữa chúng đều ảnh hưởng có ý nghĩa đến tần số hô hấp của cá hồng Mỹ ($P < 0,0001$). Cụ thể, khi nhiệt độ tăng từ 27 - 28°C lên 32°C ($\text{NH}_3 = 0$ ppm), tần số hô hấp tăng từ $109,00 \pm 1,73$ lên $124,00 \pm 2,65$ lần/phút (tăng 13,76%). Khi NH_3 tăng từ 0 lên 0,31 ppm ở 27 - 28°C, chỉ số này tăng 33,94%; còn ở 32°C, tăng 26,05%. Tổ hợp điều kiện khắc nghiệt nhất (32°C + 0,31 ppm NH_3) cho giá trị cao nhất: $157,33 \pm 5,13$ lần/phút, tăng 44,32% so với đối chứng. Sự gia tăng này phản ánh hiệu ứng cộng hưởng rõ rệt của stress nhiệt và độc tính NH_3 , gây rối loạn trao đổi khí và điều hòa nội môi [3, 16, 17, 19]. Việc giám sát tần số hô hấp có thể giúp phát hiện sớm stress và điều chỉnh kịp thời điều kiện nuôi [18, 21].

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia lên cấu trúc xương

Phân tích cấu trúc xương cá hồng Mỹ sau thí nghiệm (Bảng 4) cho thấy, không phát hiện dị tật hay biến dạng rõ ràng ở tất cả nghiệm thức, bất kể nhiệt độ (27 - 32°C) hay nồng độ NH_3 (0 - 0,31 ppm). Điều này cho thấy, thời gian phơi nhiễm trong nghiên cứu có thể chưa đủ dài để gây ảnh hưởng đến quá trình khoáng hóa xương, hoặc hệ xương ở giai đoạn giống đã đủ ổn định để chống chịu stress môi trường. Tuy nhiên, các tổn thương tiềm ẩn ở cấp mô hoặc cơ quan khác như mang, gan, thận vẫn có thể xảy ra, do NH_3 có ái lực cao với các mô này [6, 17, 18]. Do đó, cần nghiên cứu sâu hơn ở cấp độ mô học và mở rộng sang các giai đoạn phát triển sớm hơn để làm rõ ảnh hưởng tích lũy của stress môi trường.

Bảng 4. Cấu trúc xương của giống cá hồng Mỹ ở các mức nhiệt độ và nồng độ NH_3 khác nhau

NH_3 (ppm)	Nhiệt độ (°C)		
	28	30	32
0			
0,02			
0,03			



3.4. Khả năng phục hồi của cá giống sau giai đoạn thí nghiệm

Kết quả theo dõi tỷ lệ sống sau giai đoạn phục hồi trong điều kiện môi trường tối ưu (nhiệt độ 27 - 28°C, $\text{NH}_3 = 0$ ppm) cho thấy, mức độ hồi phục của cá hồng Mỹ (Bảng 5) phụ thuộc rõ rệt vào mức độ stress mà cá đã trải qua trước đó. Ở nhóm đối chứng (27 - 28°C, 0 ppm NH_3), tỷ lệ sống sau 5 ngày phục hồi đạt $95,00 \pm 12,25\%$. Tuy nhiên, ở các nhóm cá từng tiếp xúc với ammonia 0,02 ppm và 0,03 ppm tại cùng mức nhiệt độ, tỷ lệ sống lần lượt giảm còn $35,00 \pm 15,50\%$ và $20,00 \pm 12,50\%$, mặc dù các cá thể này được đưa trở lại điều kiện lý tưởng. Đáng chú ý, đối với các nghiệm thức có nồng độ ammonia từ 0,19 ppm trở lên, cá không còn sống đến thời điểm kết thúc giai đoạn phục hồi. Cụ thể, ở nhiệt độ 27 - 28°C, cá chỉ duy trì sự sống trong 10 ngày tại nồng độ 0,19 và 0,23 ppm, 8 ngày tại 0,31 ppm. Tại 30°C, thời gian sống kéo dài 10 ngày (0,03 ppm), 9 ngày (0,19 và 0,23 ppm), 8 ngày (0,31 ppm). Đặc biệt, ở mức nhiệt độ cao nhất (32°C), thời gian sống sau khi chuyển về môi trường sạch chỉ còn 8 ngày (0,03 ppm), 7 ngày (0,19 ppm), 5

ngày (0,23 và 0,31 ppm). Kết quả này cho thấy, cá đã chịu tổn thương sinh lý nghiêm trọng khi bị phơi nhiễm ở các nghiệm thức nhiệt độ cao và ammonia $\geq 0,19$ ppm, vượt quá khả năng tự phục hồi. Việc chuyển về điều kiện tối ưu sau đó không còn đủ để đảo ngược các tổn thương trước đó, đặc biệt là khi stress xảy ra đồng thời do nhiệt độ cao và độc tính ammonia vượt ngưỡng sinh lý chịu đựng.

Khả năng phục hồi của cá hồng Mỹ sau stress chỉ hiệu quả trong điều kiện chịu tác động nhẹ (27 - 28°C, 0 ppm NH_3 , tỷ lệ sống phục hồi đạt 95%). Khi từng tiếp xúc với 0,02 - 0,03 ppm NH_3 , tỷ lệ sống sau phục hồi giảm còn 20 - 35% và ở mức $\geq 0,19$ ppm NH_3 , cá không thể sống đến cuối giai đoạn phục hồi. Đặc biệt, nhóm 32°C kết hợp với $\geq 0,23$ ppm NH_3 chỉ sống thêm trung bình 5 ngày cho thấy, tổn thương không thể hồi phục. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Guo và cs (2023) [18], Oliveira và cs (2008) [19] và Ip và cs (2001) [15], Ip và Chew (2010) [16], khẳng định cần duy trì môi trường ổn định, tránh stress vượt ngưỡng để đảm bảo chất lượng cá giống.

Bảng 5. Tỷ lệ sống của giống cá hồng Mỹ sau giai đoạn nuôi phục hồi

Nhiệt độ (°C)	0	0,02	0,03	0,19	0,23	0,31
27 - 28	95,00 ± 12,25	35,00 ± 15,50	20,00 ± 12,50	- (10 ngày)	- (10 ngày)	- (8 ngày)
30	60,00 ± 15,00	25,00 ± 7,00	- (10 ngày)	- (9 ngày)	- (9 ngày)	- (8 ngày)
32	40,00 ± 10,45	15,50 ± 5,00	- (8 ngày)	- (7 ngày)	- (5 ngày)	- (5 ngày)

Dựa trên kết quả nghiên cứu, cần mở rộng các hướng nghiên cứu chuyên sâu nhằm hiểu rõ hơn tác động môi trường đến chất lượng cá giống biển. Trước tiên, nên phân tích mô học các cơ quan như mang, gan, thận để xác định cơ chế tổn thương do nhiệt độ và ammonia [18, 19]. Đồng thời, theo dõi dài hạn sau stress sẽ giúp đánh giá khả năng hồi phục và hậu quả lâu dài. Việc mở rộng nghiên cứu trên các loài cá biển khác (cá chim, cá mú, cá bớp) sẽ giúp xây dựng khuyến nghị chung thích ứng biến đổi khí hậu [13, 20]. Ngoài ra, ứng dụng chỉ thị sinh hóa (ALT, AST, cortisol) sẽ hỗ trợ đánh giá stress ở cấp tế bào [3, 17, 22]. Cuối cùng, nên thử nghiệm bổ sung vitamin, khoáng và probiotic để tăng sức đề kháng [2, 18]. Những định hướng này góp phần nâng cao chất lượng giống và hiệu quả sản xuất bền vững.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Cả 2 yếu tố nhiệt độ và nồng độ ammonia không ion hóa (NH_3) đều ảnh hưởng rõ rệt và độc lập đến chất lượng cá hồng Mỹ giai đoạn giống. Trong đó, nhiệt độ $\geq 32^\circ\text{C}$ và nồng độ $\text{NH}_3 \geq 0,19$ ppm, đặc biệt khi kết hợp là các điều kiện không phù hợp, gây suy giảm đáng kể tỷ lệ sống (còn 50,0%), ức chế tăng trưởng (SGR - KL chỉ $0,24 \pm 0,19\%$ /ngày) và tăng tần số hô hấp đến mức cao ($157,33 \pm 5,13$ lần/phút). Những tổ hợp này còn làm giảm khả năng phục hồi sau stress, với cá chỉ sống thêm 5 - 8 ngày, cho thấy, tổn thương sinh lý không hồi phục.

Ngược lại, điều kiện tối ưu được xác định trong nghiên cứu là $27 - 30^\circ\text{C}$ kết hợp với $\text{NH}_3 \leq 0,03$ ppm, trong đó cá đạt tỷ lệ sống cao ($\geq 75\%$), sinh trưởng tốt (SGR - KL $\geq 4,44 \pm 0,01\%$ /ngày) và

hoạt động hô hấp ổn định. Dù không ghi nhận dị tật xương rõ rệt, các tổn thương tiềm ẩn ở cấp mô như gan, thận hoặc mang vẫn cần được nghiên cứu chuyên sâu hơn trong các giai đoạn tiếp theo.

4.2. Kiến nghị

Duy trì nhiệt độ nước không quá 30°C và nồng độ NH_3 dưới 0,03 ppm trong giai đoạn ương giống cá hồng Mỹ để giảm thiểu stress sinh lý. Cần theo dõi thường xuyên tần số hô hấp để phát hiện sớm dấu hiệu bất thường, đồng thời tiến hành nghiên cứu mô học và thử nghiệm các biện pháp bổ trợ như vitamin, khoáng chất và probiotic nhằm tăng cường sức đề kháng. Ngoài ra, nên mở rộng nghiên cứu trên các loài cá biển khác để xây dựng hướng dẫn kỹ thuật thích ứng với biến đổi khí hậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The physical science basis*. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.
- Burkhalter, D. E., Kaya, C. M. (1977). Effects of prolonged exposure to ammonia on fertilized eggs and sac fry of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Transactions of the American Fisheries Society*, 106(5), 470 - 475.
- Randall, D. J., Tsui, T. K. N. (2002). Ammonia toxicity in fish. *Marine pollution bulletin*, 45(1 - 12), 17 - 23.
- FAO (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

5. FAO (2009). *Sciaenops ocellatus*. In cultured aquatic species fact sheets. Text by Cynthia K. Faulk, A. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
6. Ngô Văn Mạnh (2016). Chuyển giao công nghệ sản xuất giống nhân tạo cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus* Linnaeus, 1766) tại Khánh Hòa. Báo cáo tổng hợp kết quả đề tài khoa học công nghệ tỉnh Khánh Hòa, 60.
7. Nguyễn Văn Mạnh (2017). Đánh giá ảnh hưởng của một số biện pháp kỹ thuật ương nuôi lên sinh trưởng, tỷ lệ sống của cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus* Linnaeus, 1766) từ giai đoạn cá bột lên cá giống. Luận văn Thạc sĩ ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Nha Trang, 124.
8. Võ Văn Nhật, Nguyễn Đình Huy, Ngô Văn Mạnh, Lê Minh Hoàng (2025). Ảnh hưởng của nhiệt độ và ammonia lên chất lượng ấu trùng cá hồng mỹ (*Sciaenops ocellatus*) trong điều kiện biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, (1), 108 - 114.
9. Ngô Văn Mạnh, Lại Văn Hùng, Nguyễn Văn Mạnh (2017). Ảnh hưởng của mật độ và chế độ chiếu sáng đến tỷ lệ sống của cá hồng Mỹ giai đoạn ấu trùng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam* 21(10): 32 - 36.
10. Lee, C. S., Ostrowski, A. C. (2001). Current status of marine finfish larviculture in the United States. *Aquaculture*, 200(1 - 2), 89 - 109.
11. El-Shafai, S. A., El-Gohary, F. A., Nasr, F. A., van der Steen, N. P., Gijzen, H. J. (2004). Chronic ammonia toxicity to duckweed-fed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 232(1 - 4), 117 - 127.
12. Phạm Quốc Nguyên, Nguyễn Thị Ngọc Yến, Trương Quốc Phú, Nguyễn Văn Công (2015). Ảnh hưởng của tổng đạm amon lên sinh trưởng cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh*, 5(70), 168.
13. Ngô Văn Mạnh, Hoàng Thị Thanh, Trần Văn Dũng (2024). Tỷ lệ dị hình ở một số loài cá biển trong các trại sản xuất giống tại Khánh Hòa. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, (4), 139 - 153.
14. Taylor, W. R., Van Dyke, G. C. (1985). Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*, 9(2), 107 - 119.
15. Ip, Y. K., Chew, S. F., Randall, D. J. (2001). *Ammonia toxicity, tolerance and excretion*. In D. H. Evans (Ed.), *Physiology of Fishes* (3rd ed., pp. 109 - 148). CRC Press.
16. Ip, Y. K., Chew, S. F. (2010). Ammonia production, excretion, toxicity, and defense in fish: a review. *Frontiers in physiology*, 1, 134.
17. Shiwanand, A., Tripathi, G. (2013). A review on ammonia toxicity in fish. *Asia Pacific Journal of Life Sciences*, 7(2), 193.
18. Guo, M., Xu, Z., Zhang, H., Mei, J., Xie, J. (2023). The effects of acute exposure to ammonia on oxidative stress, hematological parameters, flesh quality and gill morphological changes of the large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). *Animals*, 13(15), 2534.
19. Oliveira, S. R. D., Souza, R. T. Y. B. D., Nunes, É. D. S. S., Carvalho, C. S. M. D., Menezes, G. C. D., Marcon, J. L., Affonso, E. G. (2008). Tolerance to temperature, pH, ammonia and nitrite in cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi*, an amazonian ornamental fish. *Acta Amazonica*, 38, 773 - 779.
20. Barbieri, E., Doi, S. A. (2012). Acute toxicity of ammonia on juvenile cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture International*, 20(2), 373 - 382.
21. Xu, Z., Cao, J., Qin, X., Qiu, W., Mei, J., Xie, J. (2021). Toxic effects on bioaccumulation, hematological parameters, oxidative stress, immune responses and tissue structure in fish exposed to ammonia nitrogen: A review. *Animals*, 11(11), 3304.
22. Yang, Q., Ma, Z., Zheng, P., Jiang, S., Qin, J. G., Zhang, Q. (2016). Effect of temperature on growth, survival and occurrence of skeletal deformity in the golden pompano *Trachinotus ovatus* larvae. *Indian J. Fish.*, 63(1), 74 - 82.

EFFECTS OF TEMPERATURE AND AMMONIA ON GROWTH, SURVIVAL RATE, RESPIRATORY RATE AND DEFORMITY RATE OF JUVENILE RED DRUM (*Sciaenops ocellatus*)**Ngo Van Manh¹, Le Minh Hoang¹**¹*Institute of Aquaculture, Nha Trang University***Summary**

This study aimed to evaluate the individual and combined effects of temperature (27 - 28°C, 30°C, 32°C) and un-ionized ammonia concentrations (NH₃: 0; 0.02; 0.03; 0.19; 0.23; 0.31 ppm) on the quality indicators of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Fish were monitored for survival rate, growth (length, weight, specific growth rate - SGR), respiration rate, skeletal deformities, and recovery ability after exposure. Results showed that survival dropped from 90.0 ± 11.55% (27 - 28°C, 0 ppm) to 50.0 ± 11.55% (32°C, 0.31 ppm). Final length decreased from 43.00 ± 3.00 mm to 36.00 ± 0.01 mm (a 16.3% reduction) and weight declined from 0.82 ± 0.02 g to 0.47 ± 0.01 g (a 42.7% reduction). Respiration rate increased from 109.00 ± 1.73 to 157.33 ± 5.13 breaths/min, equivalent to a 44.32% increase. SGR based on weight dropped significantly from 4.82 ± 0.18%/day to 0.24 ± 0.19%/day (a 95.0% decrease). No visible skeletal deformities were observed across treatments. However, fish exposed to temperatures ≥ 30°C and NH₃ concentrations ≥ 0.19 ppm did not survive the recovery phase. The study identifies optimal nursery conditions as 27 - 30°C with NH₃ levels below 0.03 ppm. These findings provide a scientific foundation for refining hatchery protocols and improving environmental management strategies under climate change conditions.

Keywords: *Red drum, temperature, ammonia, juvenile fish, climate change.*

Ngày nhận bài: 17/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 20/02/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/3/2025

Ngày duyệt đăng: 19/3/2025

NGHIÊN CỨU CẤP KHÍ BẰNG ỐNG VENTURI VÀO BỂ Bùn HOẠT TÍNH THEO MẸ ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT

Phan Xuân Lợi¹, Nguyễn Trường Thành², Kim Lavane^{2,*}

¹ Học viên cao học, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: klavane@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu nhằm đánh giá khả năng cung cấp oxy của ống venturi kết hợp bộ trộn cho các vi sinh vật (VSV) trong quá trình xử lý sinh học hiếu khí dạng sinh trưởng lơ lửng để loại bỏ TSS, chất hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải sinh hoạt. Mô hình thí nghiệm gồm 2 bể sử dụng thùng phuy nhựa HDPE có thể tích làm việc là 60 L và được vận hành theo mẻ với thời gian lưu nước là 5,5 giờ. Thí nghiệm được tiến hành song song với 2 dạng cấp khí gồm: Ống venturi kết hợp với bộ trộn và sục khí qua thanh sứ bọt vào mỗi bể. Thí nghiệm đầu được tiến hành để đánh giá hiệu quả hoà tan oxy vào trong nước. Sau đó, hai kiểu cấp khí được áp dụng để cung cấp oxy cho hai mô hình bể bùn hoạt tính đã được nuôi cấy VSV ổn định. Kết quả thí nghiệm cho thấy, hiệu suất xử lý TSS, chất hữu cơ và chất dinh dưỡng của 2 mô hình tương đương nhau. Hiệu suất loại bỏ COD và BOD₅ đạt khoảng 80% và NH₄⁺ đạt khoảng 90%. Mô hình cấp vi bóng khí bằng ống venturi kết hợp bộ trộn có hiệu suất loại bỏ TSS thấp hơn kiểu sục khí truyền thống. Nhìn chung, nồng độ trung bình của TSS, COD, BOD₅, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, PO₄³⁻ trong nước thải sau xử lý lần lượt là 26,7 ± 4,2 mg/L và 18,3 ± 5,8 mg/L, 36,7 ± 15,5 mg/L và 34,3 ± 11,5 mg/L, 24,0 ± 6,5 mg/L và 21,1 ± 5,1 mg/L, 1,4 ± 0,11 mg/L và 1,26 ± 0,05 mg/L, 6,26 ± 0,74 mg/L và 6,07 ± 1,44 mg/L, 2,9 ± 0,3 mg/L 3,0 ± 0,37 mg/L đều đạt quy chuẩn xả thải loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, ống venturi kết hợp với bộ trộn để cấp oxy vào hệ thống bùn hoạt tính xử lý nước thải.

Từ khóa: Bùn hoạt tính, hiệu suất xử lý, nước thải sinh hoạt, ống venturi, vi bóng khí.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình bùn hoạt tính là phương pháp xử lý sinh học hiếu khí được áp dụng rộng rãi để xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp ở các nước phát triển và đang phát triển. Các bể bùn hoạt tính thường được áp dụng trong các hệ thống xử lý nước thải để loại bỏ các chất hữu cơ và dinh dưỡng vì mang lại hiệu suất cao và thân thiện với môi trường. Do VSV hiếu khí là nhân tố chính để chuyển hóa và loại bỏ chất ô nhiễm trong quá trình bùn hoạt tính, nên vấn đề cung cấp đầy đủ oxy và các chất dinh dưỡng cần phải được đảm bảo. Những yếu tố này sẽ ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến sự sinh trưởng và phát triển của VSV và do đó sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất loại bỏ các chất ô nhiễm trong nước thải. Nhiều nghiên cứu cho thấy, oxy sẽ là yếu tố giới hạn cho VSV

thực hiện quá trình hô hấp hiếu khí nếu trong nước thải có đầy đủ chất hữu cơ và các dưỡng chất [1]. Trong các bể bùn hoạt tính, quá trình sục khí vừa cung cấp oxy cho các VSV trong hệ thống vừa tạo sự khuấy trộn hỗn dịch trong bể để duy trì trạng thái lơ lửng của các VSV [2].

Oxy đóng một vai trò quan trọng trong quá trình trao đổi chất của các sinh vật hiếu khí. Nhiều phương pháp cung cấp oxy khác nhau đã được áp dụng rộng rãi như: Khuấy trộn cơ học, thổi khí, hoặc nén khí qua các đĩa phân phối. Thông thường, các thiết bị khuấy trộn cơ học có chi phí bảo trì cơ khí và tiêu thụ năng lượng cao nên có chi phí vận hành lớn và không hiệu quả kinh tế [3]. Theo Gu và cs (2023) [4], Levitsky và cs (2022) [5], năng lượng tiêu thụ để cấp khí vào công đoạn xử lý cấp 2 bằng bể sinh học đối với

nước thải cống rãnh sử dụng các phương pháp thổi khí nén qua đĩa phân phối khí truyền thống chiếm khoảng trên 50% năng lượng tiêu thụ toàn hệ thống xử lý.

Vi bóng khí (microbubble) gần đây thu hút sự chú ý của các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực xử lý môi trường [6]. Vi bóng khí có đặc điểm bề mặt riêng lớn và khuếch tán trong nước nên tăng cường hiệu quả truyền khối của oxy vào trong nước. Theo Nguyễn Hữu Nghĩa và cs (2022) [7], vi bóng khí cho thấy độ nổi thấp so với các bóng khí lớn nên oxy hoà tan vào trong nước hiệu quả hơn. Các vùng thiếu oxy ở đáy hồ được duy trì oxy hòa tan ở nồng độ lớn hơn 6 mg/L trong khí cấp vi bóng khí [8]. Xiao và cs (2021) [1] kết luận rằng, sử dụng siêu vi bóng khí (nanobubbles) cung cấp oxy vào hệ thống bùn hoạt tính đã tác động đến cấu trúc phân bố VSV và tích cực nâng cao hiệu quả xử lý chất hữu cơ và dinh dưỡng.

Phương pháp thuỷ động lực học được cho là tạo được vi bóng khí đã được nghiên cứu và phát triển trong thời gian qua gồm: Thiết bị tạo dòng xoáy xoắn ốc, thiết bị phun tia, bộ giảm áp, ống venturi, vòi phun, hoặc loại màng xốp lỗ rỗng siêu nhỏ [2, 9 - 11]. Trong đó, dạng ống venturi được sử dụng trong nhiều nghiên cứu để tạo vi bóng khí [12 - 14].

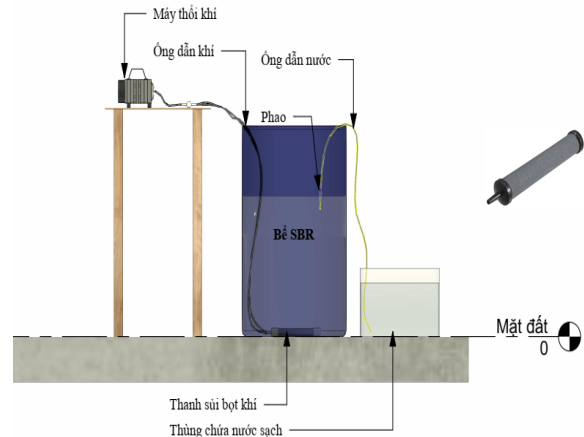
Ống venturi được biết đến nhiều trong thuỷ lực để khảo sát việc giảm áp suất khi nước đi qua đoạn thắt. Sự giảm áp suất sẽ tạo lực hút không khí từ bên ngoài vào. Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng ống venturi và ống trộn dạng xoắn ốc tạo vi bóng khí cấp vào bùn hoạt tính để xử lý nước thải sinh hoạt. Kết quả của nghiên cứu sẽ góp phần làm cơ sở khoa học về khả năng áp dụng vi bóng khí vào quá trình xử lý sinh học hiếu khí trong lĩnh vực xử lý nước thải.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và mô hình thí nghiệm

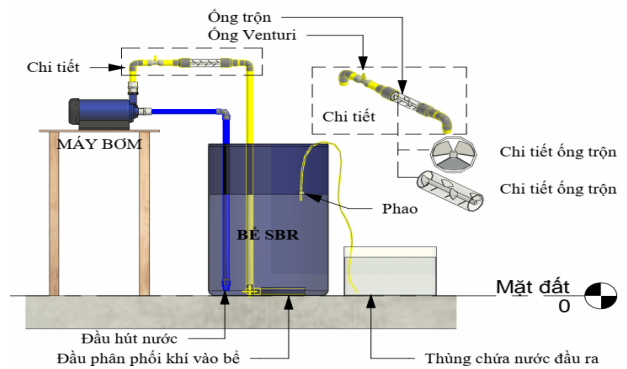
Mô hình nghiên cứu được chế tạo dựa theo nghiên cứu của Aan và cs (2015) [15], Terasaka và cs (2011) [13], Agarwal và cs (2011) [16]. Bể SBR (SBR: Sequencing batch bioreactor) có tổng thể tích 90 L (đường kính $\times$ cao = 45 cm $\times$ 93 cm) được làm bằng thùng phuy nhựa HPDE, trong đó thể tích làm việc 60 L (Hình 1). Hệ thống cung cấp oxy đối với mỗi mô hình bể SBR hoạt động độc

lập. Mô hình đối chứng được cấp khí bằng thanh sủi bọt khí sử dụng máy thổi khí mini có công suất 4,5 L/phút.



Hình 1. Sơ đồ mô hình thí nghiệm cấp khí bằng thanh sủi bọt

Vi bóng khí được tạo ra bằng cách sử dụng bộ venturi kết hợp bộ trộn kiểu cánh xoắn được điều chỉnh dựa theo các nghiên cứu trước đây [12, 14, 17]. Các bộ phận chính của mô hình gồm: Máy bơm, ống venturi, bộ trộn cánh xoắn. Máy bơm nước thải và lượng khí hút vào hệ thống được kiểm soát bằng van kim tương ứng với lưu lượng nước 6 L/phút và lưu lượng khí 4,5 L/phút. Bộ trộn cánh xoắn được thiết kế bằng đoạn ống PVC $\Phi 27$ và cố định cánh xoắn bằng lá nhôm bên trong. Sơ đồ mô hình thí nghiệm và ống venturi được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Sơ đồ quy trình mô hình thí nghiệm sử dụng ống venturi kết hợp bộ trộn

2.2. Khảo nghiệm khả năng cung cấp oxy hoà tan

Oxy hoà tan là thông số quan trọng để đánh giá hiệu quả của quá trình khuếch tán oxy vào trong nước. Nghiên cứu trước đây sử dụng thông số DO để đánh giá hiệu quả hoà tan oxy vào trong nước khi nghiên cứu về vi bóng khí [18, 19]. Trong nghiên cứu này, DO cũng được sử dụng làm thông

số chỉ hiệu quả của quá trình trong mỗi hệ thống thí nghiệm sử dụng nước kênh tiếp nhận nước thải sinh hoạt có $DO < 1,0$ mg/L. Hai mô hình được vận hành trong 3 ngày liên tục với cùng loại nước kênh nạp vào. Thời gian thổi cấp khí diễn ra liên tục trong 4 giờ. Oxy hoà tan trong bể được đo tại 5 vị trí ở các độ sâu: 5 cm, 30 cm, 60 cm so với mặt nước trong bể.

2.3. Nuôi cấy VSV

Hệ VSV trong bể bùn hoạt tính được cấy vào bằng cách sử dụng bùn sinh học hiếu khí được thu tại bể xử lý sinh học hiếu khí của Nhà máy xử lý nước thải tập trung, Khu công nghiệp Bình Minh. Để cho hệ VSV nhanh ổn định, nước thải sinh hoạt có nồng độ BOD_5 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} lần lượt là $119 \pm 4,2$ mg/L, $12,3 \pm 0,65$ mg/L, $0,56 \pm 0,1$ mg/L, $2,23 \pm 0,23$ mg/L, được bổ sung vào bể nuôi cấy sau mỗi 5 giờ thổi khí liên tục. Mỗi mô hình nghiên cứu tiến hành chạy khởi động 2 tuần nhằm ổn định hệ VSV trong bể. Trong thời gian khởi động mô hình, nồng độ MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) trong bể được duy trì trong khoảng 4.500 – 5.000 mg/L, chỉ số SV30 là 350 mg/L, chỉ số SVI là 75 mg/L.

2.4. Thí nghiệm xử lý nước thải sinh hoạt

Bảng 1. Chất lượng nước thải sinh hoạt đầu vào và giới hạn cho phép

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả		QCVN 14:2008/ BTNMT (cột A) [20]
		Trung bình	Độ lệch chuẩn	
pH	-	7,25	0,05	6 - 9
BOD_5	mg/L	115,7	11,1	30
COD	mg/L	221	24,4	75
TSS	mg/L	73,3	7,6	50
NH_4^+	mg/L	12,7	2,4	5
NO_3^-	mg/L	0,1	0,06	30
PO_4^{3-}	mg/L	4,11	0,78	6

Sau khi VSV thích nghi, nước thải sinh hoạt được nạp vào mô hình và tiến hành vận hành định hướng thời gian lưu nước trong bể và đánh giá sự ổn định hệ VSV trong chuyển hoá chất ô nhiễm

bằng cách quan trắc thông số pH, DO, COD, TSS trong nước thải sau xử lý.

Để so sánh hiệu suất xử lý của 2 mô hình, chúng được vận hành song song nhau với cùng điều kiện nước thải đầu vào. Tính chất nước thải đầu vào được trình bày trong bảng 1.

Điều kiện và các thông số vận hành của hai mô hình được duy trì tương đương nhau. Trong đó, tổng thời gian lưu nước trong mỗi mẻ vận hành là 5,5 giờ, gồm 4 giờ sục khí, 1 giờ lắng và 0,5 giờ xả nước sau xử lý theo khuyến nghị của Tchobanoglous và cs (2003) [21] và kết quả thí nghiệm định hướng. Bảng 2 thể hiện thời gian nạp nước, cấp khí, lắng và xả nước. Mẫu nước thải sau xử lý được thu thập bằng ống dẫn nước thải đầu ra vào bể thùng chứa. Thí nghiệm được chia thành 5 mẻ để đánh giá hiệu suất loại bỏ xử lý TSS, BOD_5 , COD, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} trong nước thải của hai mô hình.

2.5. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

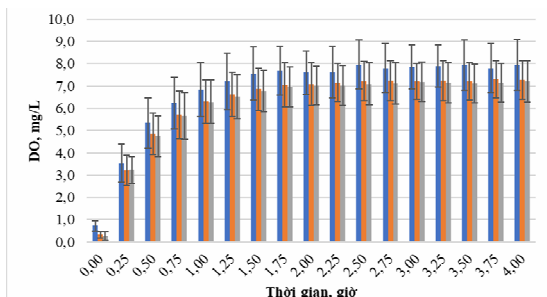
Các chỉ tiêu ô nhiễm được đo đạc và phân tích tại Phòng thí nghiệm Hoá kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Cần Thơ. Phương pháp phân tích các thông số ô nhiễm được thực hiện dựa theo quy chuẩn hiện hành. Cụ thể, các giá trị pH, nhiệt độ, DO được đo bằng thiết bị đo cầm tay TOA MM41DP và TOA DO31P. Chỉ tiêu BOD_5 đo bằng phương pháp Winkler cải tiến [22]. Nồng độ COD được xác định bằng phương pháp Dicromate đun hoàn lưu kín [22]. Hàm lượng TN, TP được xác định bằng phương pháp SMEWW 4500-N và 4500-P [22]. Chỉ tiêu TSS được xác định theo phương pháp khối lượng theo TCVN 6625:2000 [23] (lọc bằng giấy lọc có kích thước 0,45 μ m rồi sấy ở nhiệt độ 105°C đến khối lượng không đổi).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng cung cấp DO

Oxy hoà tan là một trong các thông số vận hành quan trọng của các hệ thống xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí. Hình 3 thể hiện nồng độ DO ở các độ sâu và vị trí khác nhau trong bể chứa nước thải được cấp khí bằng ống venturi kết hợp bộ trộn. Nồng độ DO tăng lên theo thời gian cấp khí và đạt giá trị ổn định sau khoảng 1,5 giờ. Kết quả thí nghiệm cho thấy, tại vị trí

trung tâm, nồng độ DO tại lớp nước bề mặt có giá trị cao hơn so với 2 lớp nước sâu hơn được khảo sát. Xu hướng nổi lên của bong bóng khí có thể làm hạn chế sự hoà tan oxy trong lớp nước sâu so với lớp nước bề mặt. Tuy nhiên, nồng độ DO đo được ở đáy bể đạt giá trị trung bình khoảng 7,0 mg/L. Kết quả này cho thấy, ống venturi có thể đã tạo ra các vi bong bóng khuếch tán trong lớp nước gần đáy bể. Theo Wu và cs (2022) [14], sử dụng ống venturi thì DO đạt được 3,75 mg/L sau 1 giờ. Nghiên cứu khác cho thấy, hệ số truyền khối của oxy vào trong nước khi sử dụng ống venturi và ống trộn thuỷ lực để tạo vi bong bóng là từ tương đương cho đến cao hơn so với các dạng cấp khí truyền thống bằng đĩa tạo bọt khí. Trong một hệ thống có dòng chảy liên tục sử dụng ống venturi để cấp khí thì hệ thống chỉ có thể duy trì tối đa khoảng 2,4 mg/L [11]. Do đó, kết quả thí nghiệm này cho thấy sự kết hợp của ống venturi và bộ trộn đã mang lại hiệu quả hoà tan oxy vào trong nước thải rất tốt.

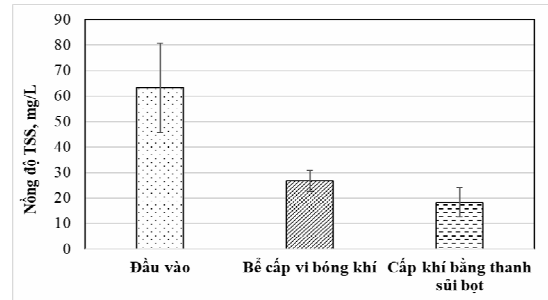


Hình 3. Oxy hoà tan ở các độ sâu khác nhau trong bể tại vị trí trung tâm

3.2. Ảnh hưởng bong bóng mịn đến xử lý TSS

Kết quả nghiên cứu cho thấy, khả năng xử lý TSS của bể SBR sục khí bằng thanh sủi bọt và hệ thống ống venturi đều đạt loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT [20]. Nồng độ TSS trong nước thải đầu ra của bể sục khí bằng ống venturi là $26,7 \pm 4,1$ mg/L, trong khi nước thải sau xử lý bằng bể sục khí bằng thanh sủi bọt có nồng độ TSS là $18,3 \pm 5,8$ mg/L (Hình 4). Hiệu suất xử lý tương ứng của các mô hình là 58% và 71%. Khi sục khí bằng ống venturi thì bể SBR có hiệu suất xử lý TSS thấp hơn so với thanh sủi bọt. Kết quả này cho thấy, hệ thống ống venturi có tác động đến tính chất bùn. Bùn hoạt tính sau khi được bơm tuần hoàn đi qua hệ

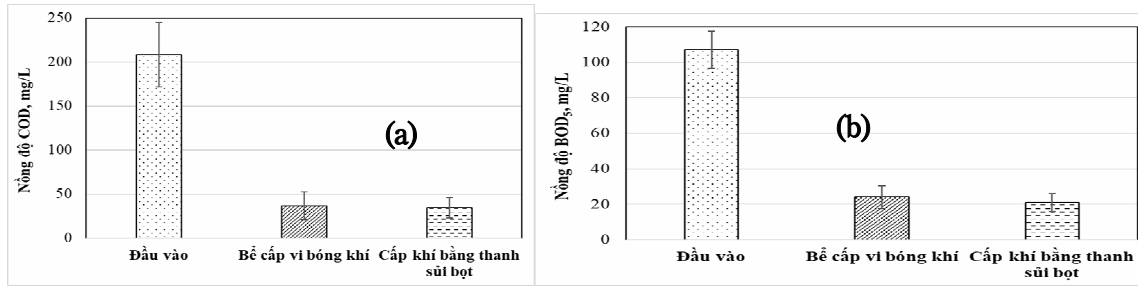
thống ống venturi bị xáo trộn mạnh và tạo thành hạt bùn có kích thước nhỏ nên làm giảm hiệu quả lắng. Bên cạnh đó, bong bóng mịn được tạo ra từ hệ thống ống venturi có tính chất trôi nên kết hợp lại làm giảm hiệu quả lắng. Nghiên cứu trước đây cho thấy, sục bong bóng mịn dẫn đến giảm khả năng lắng của bùn hoạt tính so với sục khí truyền thống [24, 25]. Các bong bóng mịn có tính chất trôi nổi và tồn tại tương đối dài dễ dàng kết hợp với các hạt bùn có thể khiến khả năng lắng của bùn kém [1].



Hình 4. Nồng độ trước và sau xử lý và hiệu suất loại bỏ TSS

3.3. Loại bỏ chất hữu cơ trong nước thải

Nước thải sinh hoạt đầu vào sử dụng trong nghiên cứu có nồng độ BOD_5 107 ± 11 mg/L và COD 208 ± 37 mg/L. Nước thải này có tỷ lệ BOD_5/COD lớn hơn 0,5 nên nước thải phù hợp với điều kiện xử lý bằng phương pháp sinh học. Hình 5A và 5B thể hiện kết quả xử lý COD của hai mô hình. Nồng độ trung bình COD sau xử lý của mô hình được cấp khí bằng ống venturi và sục khí qua thanh sủi bọt là $36,7 \pm 15,5$ mg/L và $34,3 \pm 11,5$ mg/L. Hiệu suất loại bỏ COD trung bình của hai mô hình là 82,4% và 83,5%. Nhìn chung, hiệu suất xử lý COD của hai hệ thống khác biệt không có ý nghĩa ở độ tin cậy 5% ($\alpha = 0,51 > 0,05$). Hiệu suất xử lý này cũng tương đương với kết quả nghiên cứu của Lim và cs (2020) [11] là 82%. Kết quả này cho thấy, kiểu cấp khí bằng ống venturi kết hợp với bộ trộn có thể mang lại hiệu quả cung cấp oxy cho VSV. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu khác, hiệu suất loại bỏ tổng các-bon hữu cơ có thể đạt đến 89% trong hệ thống xử lý sinh học được cấp vi bong bóng khí [13] và hệ thống cấp vi bong bóng khí có hiệu suất cao hơn trên 3%. Từ kết quả nghiên cứu này cho thấy, hệ thống venturi có thể cung cấp khí phù hợp cho hệ thống xử lý sinh học hiếu khí để xử lý nước thải sinh hoạt.



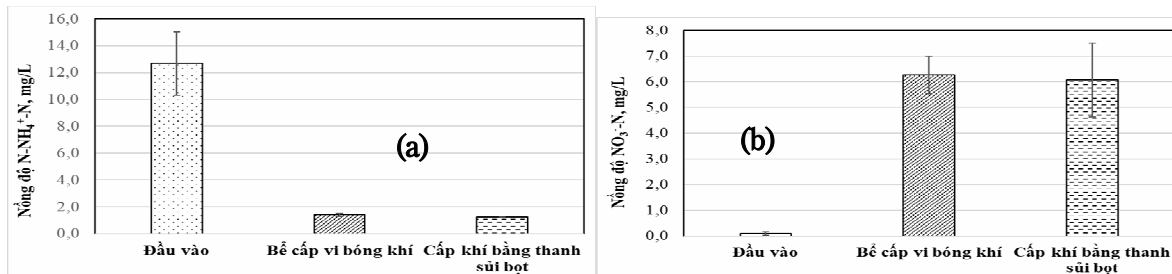
Hình 5. Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải trước và sau xử lý: a) COD; b) BOD₅

Tương tự như COD, BOD₅ được loại bỏ một cách hiệu quả bởi cả hai mô hình, nồng độ BOD₅ trong nước thải sau xử lý đạt ngưỡng của QCVN 14:2008/BTNMT cột A (30 mg/L) [20]. Cụ thể, BOD₅ trong nước thải đầu ra của mô hình cấp vi bóng khí là $24 \pm 6,5$ mg/L và mô hình cấp khí thông qua thanh sỏi bọt là $21 \pm 9,1$ mg/L. Hiệu suất xử lý BOD₅ trung bình của hai mô hình lần lượt là 77,6% và 80,4%. Hiệu suất xử lý trung bình của hai mô hình cho thấy, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($\alpha = > 0,05$). Kết quả nghiên cứu này cho thấy, nồng độ oxy hoà tan được cung cấp vào mô hình thí nghiệm thông qua ống venturi đáp ứng được cho các VSV sử dụng để thực hiện chuyển hoá chất hữu cơ trong nước thải. Oxy hoà

tan tăng nhanh trong 2 giờ sục khí ban đầu và duy trì nồng độ ổn định trên 3,5 mg/L theo thời gian nhằm đáp ứng nhu cầu oxy của các VSV dị dưỡng hiếu khí trong bể bùn hoạt tính [9].

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu suất xử lý các chất hữu cơ bởi các VSV ổn định. Kết quả này chứng tỏ rằng, oxy được cung cấp thông qua bộ venturi đáp ứng được nhu cầu oxy của các VSV để chuyển hóa các chất hữu cơ trong nước thải. Nghiên cứu của Yaparadne và cs (2022) [24] nhận định rằng, sự hoà tan hiệu quả của oxy vào trong nước từ các hệ thống cấp vi bóng khí trong bể bùn hoạt tính mang lại hiệu suất loại bỏ chất hữu cơ cao.

3.4. Xử lý các chất dinh dưỡng



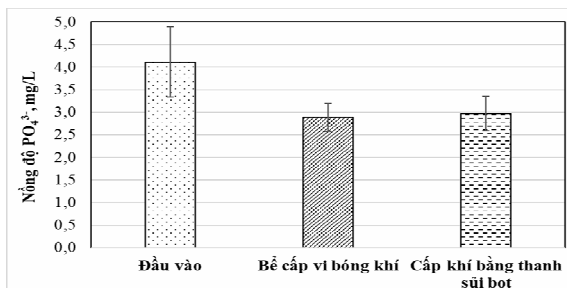
Hình 6. Nồng độ đầu vào và đầu ra của (a) NH₄⁺ và (b) NO₃⁻

Hiệu suất xử lý nitơ (NH₄⁺-N và NO₃⁻-N) của hệ thống mô hình đạt hiệu quả ổn định. Hình 6a và 6b thể hiện nồng độ NH₄⁺-N và NO₃⁻-N trong nước thải đầu vào và nước thải sau xử lý. Nước thải đầu vào có nồng độ NH₄⁺-N là $12,7 \pm 2,3$ mg/L và nước thải sau xử lý bởi mô hình cấp vi bóng khí và sục khí qua thanh sỏi bọt có nồng độ NH₄⁺-N là 1,3 mg/L và 1,26 mg/L, tương ứng với hiệu suất loại bỏ lần lượt là 89,7% và 90%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, quá trình nitrat hoá diễn ra một cách hiệu quả trong 2 mô hình. Hệ thống cấp vi bóng khí cũng có thể mang lại quá trình chuyển hoá NH₄⁺ thành NO₃⁻ tương tự như hệ thống được cấp khí bằng thanh sỏi bọt. Quá trình nitrat hoá diễn ra

trong hệ thống làm tăng nồng độ nitrat trong nước thải sau xử lý, kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Yao và cs (2021) [26]. So với kết quả nghiên cứu của Lim và cs (2020) [11], với hiệu suất xử lý NH₄⁺-N 81%, thì hệ thống mô hình của nghiên cứu này mang lại hiệu suất xử lý NH₄⁺-N tương đối cao và không có sự khác biệt giữa mô hình cấp vi bóng khí và mô hình cấp khí kiểu truyền thống (89,7% và 90%). Tuy nhiên, nghiên cứu của Yao và cs (2021) [26] cho thấy, hiệu quả xử lý NH₄⁺ trong hệ thống bùn hoạt tính cấp vi bóng khí cao hơn so với hệ thống cấp khí kiểu truyền thống và đạt đến 96%. Ở nghiên cứu khác cho thấy, hiệu quả xử lý dinh dưỡng có thể nâng

cao hiệu quả xử lý khoảng 10,6% so với hệ thống cấp khí truyền thống như đĩa sục khí hay thiết bị khuấy trộn [1].

Nồng độ PO_4^{3-} trong nước thải đầu vào và nước thải sau xử lý của 2 mô hình trong nghiên cứu được thể hiện trong hình 7. Nhìn chung, các mô hình có loại bỏ PO_4^{3-} nhưng hiệu suất xử lý không cao (29,8% và 27,7%). Thông thường, phốt pho trong nước thải được vi khuẩn ưa phốt pho được chọn lọc từ điều kiện kỵ khí sẽ hấp thu và tích lũy trong tế bào trong điều kiện hiếu khí và sau đó được loại bỏ qua quá trình lắng [27]. So với NH_4^+-N , hiệu suất loại bỏ PO_4^{3-} thấp hơn rất nhiều. Nguyên nhân, có thể các vi khuẩn ưa phốt pho thiếu đi sự chọn lọc do hệ mô hình nghiên cứu chỉ có 1 bể bùn hoạt tính, dòng khí và nước được cấp liên tục nên không tạo điều kiện phù hợp cho chúng. Tuy nhiên, nghiên cứu của Liu và cs (2023) [2] cho thấy, hiệu suất xử lý tổng phốt pho (TP) có thể duy trì hiệu quả xử lý tương đối cao (89%) khi cấp khí vi bóng khí trong mô hình bể bùn hoạt tính dạng hạt hoạt động theo mẻ.



Hình 7. Nồng độ đầu vào và đầu ra của PO_4^{3-}

4. KẾT LUẬN

Oxy được cung cấp bởi ống venturi kết hợp với ống trộn đạt hiệu quả tương đương với kiểu sục khí bằng thanh sỏi bọt. Nồng độ DO đạt được trong mô hình xử lý đã đáp ứng nhu cầu oxy của VSV để thực hiện quá trình loại bỏ các chỉ tiêu ô nhiễm trong nước thải. Hiệu suất loại bỏ TSS, chất hữu cơ và dinh dưỡng của mô hình được cấp khí bởi ống venturi kết hợp với ống trộn không khác biệt với sục khí bằng thanh sỏi bọt. Hệ thống vận hành ổn định trong khoảng thời gian nghiên cứu và chất lượng nước thải sau xử lý đáp ứng yêu cầu Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải sinh hoạt QCVN 14:2008/BTNMT.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, ống venturi kết hợp với ống trộn áp dụng được trong mô hình bể bùn hoạt tính xử lý nước thải sinh hoạt. Nghiên cứu tiếp theo cần triển khai ở quy mô lớn hơn hoặc trên bể bùn hoạt tính của hệ thống thực tế để đánh giá thêm về hiệu quả năng lượng cũng như các yếu tố kỹ thuật khác.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi nguồn kinh phí nghiên cứu khoa học cấp cơ sở của Trường Đại học Cần Thơ (Mã số đề tài: T2023-41).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Xiao, W., Xu, G. and Li, G. (2021). Effect of nanobubble application on performance and structural characteristics of microbial aggregates. *Science of the total environment*, 65: 142725.
- Liu, M., Wang, J. and Peng, Z. (2023). Effects of micro-bubble aeration on the pollutant removal and energy-efficient process in a flocculant-sludge coexistence system. *Water Science & Technology*, 88(11): 3044 - 3055.
- El-Zahaby, A. M. and El-Gendy, A. S. (2016). Passive aeration of wastewater treated by an anaerobic process - A design approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(4, Part A): 4565 - 4573.
- Gu, Y., Li, Y., Yuan, F. and Yang, Q. (2023). Optimization and control strategies of aeration in WWTPs: A review. *Journal of Cleaner Production*, 418: 138008.
- Levitsky, I., Tavor, D. and Gitis, V. (2022). Micro and nanobubbles in water and wastewater treatment: A state-of-the-art review. *Journal of Water Process Engineering*, 47: 102688.
- Movahed, S. M. A. and Sarmah, A. K. (2021). Global trends and characteristics of nano and micro-bubbles research in environmental engineering over the past two decades: A scientometric analysis. *Science of the total environment*, 785: 147362.
- Nguyễn Hữu Nghĩa, Nguyễn Đức Bình, Phạm Thái Giang, Nguyễn Thị Minh Nguyệt, Nguyễn Thị Nguyễn, Nguyễn Thị Hạnh, Phan Trọng Bình, Vũ Thị Kiều Loan, Phan Trọng Bình (2022). Nghiên cứu chất lượng nước và bệnh trong nuôi tôm thẻ chân trắng (*Penaeus vannamei*) áp

dụng công nghệ Nanobubble. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam*, 64(2): 58 - 64.

8. Zhang, H., Lyu, T., Bi, L., Tempero, G., Hamilton, D. P. and Pan, G. (2018). Combating hypoxia/anoxia at sediment-water interfaces: A preliminary study of oxygen nanobubble modified clay materials. *Science of The Total Environment*, 637 - 638: 550 - 560.

9. Zhou, S., Liu, M., Chen, B., Sun, L. and Lu, H. (2022). Microbubble and nanobubble-aeration for upgrading conventional activated sludge process: A review. *Bioresource Technology*, 362: 127826.

10. Patel, A. K., Singhanian, R. R., Chen, C.-W., Tseng, Y.-S., Kuo, C.-H., Wu, C.-H. and Dong, C. D. (2021). Advances in micro and nano bubbles technology for application in biochemical processes. *Environmental Technology & Innovation*, 23: 101729.

11. Lim, J.-Y., Kim, H.-S., Park, S.-Y. and Kim, J.-H. (2020). Simultaneous nitrification and denitrification by using ejector type microbubble generator in a single reactor. *Environmental Engineering Research*, 25(2): 251 - 257.

12. Yin, J., Li, J., Li, H., Liu, W. and Wang, D. (2015). Experimental study on the bubble generation characteristics for an venturi type bubble generator. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 91: 218 - 224.

13. Terasaka, K., Hirabayashi, A., Nishino, T., Fujioka, S. and Kobayashi, D. (2011). Development of microbubble aerator for waste water treatment using aerobic activated sludge. *Chemical Engineering Science*, 66(14): 3172 - 3179.

14. Wu, M., Yuan, S., Song, H. and Li, X. (2022). Micro-nano bubbles production using a swirling-type venturi bubble generator. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 170: 108697.

15. Aan, D., Wiratni, W., Tontowi, A., Indarto, I. and Iriawan, A. G. (2015). The implementation of a developed microbubble generator on the aerobic wastewater treatment. *International Journal of Technology*, 6: 924 - 930.

16. Agarwal, A., Ng, W. J. and Liu, Y. (2011). Principle and applications of microbubble and

nanobubble technology for water treatment. *Chemosphere*, 84(9): 1175 - 1180.

17. Sakamatapan, K., Mesgarpour, M., Mahian, O., Ahn, H. S. and Wongwises, S. (2021). Experimental investigation of the microbubble generation using a venturi-type bubble generator. *Case Studies in Thermal Engineering*, 27: 101238.

18. Eklund, F., Alheshibri, M. and Swenson, J. (2021). Differentiating bulk nanobubbles from nanodroplets and nanoparticles. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 53: 101427.

19. Kim, S., Kim, H., Han, M. and Kim, T. (2019). Generation of sub-micron (nano) bubbles and characterization of their fundamental properties. *Environmental Engineering Research*, 24(3): 382 - 388.

20. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 14:2008/BTNMT về nước thải sinh hoạt.

21. Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., Metcalf and Eddy, I. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*. Boston: McGraw-Hill Publisher, 1189 pages.

22. WEF, A. A. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington DC: 21st Ed. American Public Health Association.

23. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997). Chất lượng nước - Xác định chất rắn lơ lửng bằng cách lọc qua cái lọc sợi thủy tinh.

24. Yapararne, S., Doherty, Z., Luna Magdaleno, A., Matula, E., Macrae, J., Garcia-Segura, S. and Apul, O. (2022). Effect of air nanobubbles on oxygen transfer, oxygen uptake, and diversity of aerobic microbial consortium in activated sludge reactors. *Bioresource Technology*, 351: 127090.

25. Liu, C., Tanaka, H., Ma, J., Zhang, L., Zhang, J. and Matsuzawa, Y. (2012). Effect of microbubble and its generation process on mixed liquor properties of activated sludge using Shirasu porous glass (SPG) membrane system. *Water research*, 46: 6051 - 6058.

26. Yao, G.-J., Ren, J.-Q., Zhou, F., Liu, Y.-D. and Li, W. (2021). Micro-nano aeration is a promising alternative for achieving high-rate partial nitrification. *Science of the total environment*, 795: 148899.

27. Nguyễn Võ Châu Ngân và Lê Hoàng Việt Nxb Đại học Cần Thơ.
(2023). *Giáo trình vi sinh vật kỹ thuật môi trường*.

USING VENTURI TUBE FOR AIR SUPPLY IN SEQUENCING BATCH BIOREACTOR TO TREAT DOMESTIC WASTEWATER

Phan Xuan Loi¹, Nguyen Truong Thanh², Kim Lavane²

¹*Master student, College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

²*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

Summary

The purpose of the study aims to assess the ability of venturi tubes combined with mixers to provide oxygen to microbes in the aerobic biological treatment of suspended growth to remove total suspended solids, organic matters and nutrients in domestic wastewater. The experimental system consists of 2 tanks using HDPE plastic barrels with a working volume of 60 L and are operated in batches with hydraulic retention time of 5.5 hours. The experiment was conducted in parallel with 2 types of air supply including venturi tubes combined with mixers and conventional aeration through a porous tube into each tank. The experiment was firstly conducted to evaluate the efficiency of dissolving oxygen into water. Then, two types of air supply are applied to provide oxygen to the two experimental systems of activated sludge chambers that have been cultured with microorganisms. The experimental results showed that the removal efficiencies of TSS, organic matters and nutrients by the 2 experimental systems was most likely similar. The COD and BOD₅ removal efficiency is about 80% and NH₄⁺-N is about 90%. The venturi tube air supply type combined mixer has a lower TSS removal efficiency than the conventional aeration type. Overall, the average concentrations of TSS, COD, BOD₅, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, PO₄³⁻ in the treated wastewater of both experimental systems were 26.7 ± 4.2 mg/L and 18.3 ± 5.8 mg/L, 36.7 ± 15.5 mg/L and 34.3 ± 11.5 mg/L, 24.0 ± 6.5 mg/L and 21.1 ± 5.1 mg/L, 1.4 ± 0.11 mg/L and 1.26 ± 0.05 mg/L, 6.26 ± 0.74 mg/L and 6.07 ± 1.44 mg/L, 2.9 ± 0.3 mg/L and 3.0 ± 0.37 mg/L respectively and meet the column A of the national technical regulation on domestic wastewater QCVN 14:2008/BTNMT. Ultimately, the research results shown that the venturi tube combines with the mixer is able to supply oxygen sufficiently to microbes in an activated sludge system for domestic wastewater treatment.

Keywords: *Activated sludge, domestic wastewater, microbubble, removal efficiency, venturi tube.*

Ngày nhận bài: 28/10/2024

Ngày chuyển phản biện: 4/11/2024

Ngày thông qua phản biện: 29/11/2024

Ngày duyệt đăng: 20/3/2025

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG PHÒNG HỘ, CẢI THIỆN MÔI TRƯỜNG CỦA RỪNG TRỒNG TRẤU (*Vernicia montana* Lour.) HỖN LOẠI TẠI TỈNH QUẢNG TRỊ

Đặng Thái Dương¹, Đặng Thái Hoàng^{1,*}

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Email: dangthaiduong@hual.edu.vn

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu rừng trồng Trấu hỗn loài ở tỉnh Quảng Trị (rừng trồng hỗn loài Trấu, Thông nhựa, 20 tuổi; Trấu, Thông nhựa, Sao đen, 20 tuổi; Trấu, Sau sau, 10 tuổi; Trấu, Sao đen, 10 tuổi; Trấu, Lim xanh, Sao đen, 5 tuổi; Trấu, Sao đen, 5 tuổi) bước đầu đã xác định rừng trồng hỗn loài Trấu, Thông nhựa; Trấu, Sau sau; Trấu, Lim xanh, Sao đen có khả năng phòng hộ, cải thiện môi trường đất và không khí tốt. Theo đó, rừng trồng Trấu hỗn loài (5 tuổi) có chỉ số cấu trúc tổng hợp của thảm thực vật rừng (Z) = 172,7% và đạt cao nhất ở rừng trồng Trấu hỗn loài (20 tuổi), với Z = 297,8%. Nhiệt độ đất dưới tán rừng được cải thiện từ 1,4 - 2,5°C; độ ẩm đất được cải thiện từ 11,9 - 19,7%; các chỉ tiêu hoá tính đất được cải thiện là: Độ pH từ 1,88 - 2,02; hàm lượng mùn từ 2,01 - 2,95%; hàm lượng đạm dễ tiêu từ 1,53 - 2,24 mg/100 g đất; hàm lượng lân dễ tiêu từ 37,41 - 77,46 mg/100 g đất; hàm lượng kali dễ tiêu từ 75,8 - 85,91 mg/100 g đất. Nhiệt độ không khí dưới tán rừng được cải thiện từ 3,4 - 6°C; độ ẩm không khí được cải thiện từ 5 - 11,2%. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở lựa chọn rừng trồng Trấu hỗn loài phù hợp phát triển cho tỉnh Quảng Trị.

Từ khoá: Cây Trấu, cấu trúc rừng phòng hộ, cải thiện đất, cải thiện không khí.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trấu (*Vernicia montana* Lour.) thuộc họ Thầu dầu, là loài cây bản địa, đa mục đích, có giá trị phòng hộ bảo vệ, cải tạo môi trường... [1]. Ở tỉnh Quảng Trị, từ năm 1990, cây Trấu được Ban Quản lý Rừng phòng hộ Hướng Hóa - Đakrông đưa vào trồng rừng tập trung. Từ đó đến nay, diện tích rừng trồng Trấu không ngừng tăng lên trên địa bàn toàn tỉnh Quảng Trị. Tổng diện tích rừng trồng Trấu tập trung và phân tán trên toàn tỉnh hiện nay là 4.296,26 ha. Từ năm 2000, cây Trấu được chọn để đưa vào trồng rừng hỗn loài với một số loài cây bản địa khác nhằm mục tiêu phòng hộ đầu nguồn, điển hình phải kể đến rừng trồng hỗn loài Trấu và Thông nhựa (trồng năm 2004); Trấu, Thông nhựa và Sao đen (trồng năm 2004); Trấu và Sau sau (trồng năm 2014); Trấu và Sao đen (trồng năm 2019); Trấu, Lim xanh và Sao đen (trồng năm 2019). Kết quả đánh giá năm 2020 của Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Một thành viên Tư vấn Quản lý Tài nguyên và Môi trường Quảng Trị cho thấy, ngoài hiệu quả kinh tế, rừng trồng Trấu hỗn loài bước đầu đã phát huy được hiệu quả phòng

hộ, cải thiện môi trường, hạn chế thiệt hại do thiên tai... [2]. Tuy nhiên, kết quả đánh giá mới chỉ dừng lại ở việc nhận định thông qua một số chỉ tiêu về cấu trúc, quy mô còn hạn chế; việc đánh giá các chỉ tiêu cấu trúc rừng phản ánh khả năng phòng hộ; đánh giá hiệu quả cụ thể về khả năng cải thiện đất, cải thiện môi trường không khí của rừng trồng Trấu hỗn loài với các loài cây bản địa khác còn chưa cụ thể, điều này ảnh hưởng không nhỏ đến việc quyết định lựa chọn loài cây trồng, chọn phương thức trồng, tỷ lệ hỗn loài nhằm phát triển rừng phòng hộ bền vững trên địa bàn tỉnh Quảng Trị. Do vậy, *Nghiên cứu đánh giá khả năng phòng hộ cải thiện môi trường của rừng trồng Trấu (*Vernicia montana* Lour.) hỗn loài tại tỉnh Quảng Trị* là cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Rừng trồng hỗn loài Trấu và Thông nhựa, 20 năm tuổi; Trấu, Thông nhựa và Sao đen, 20 năm tuổi; Trấu và Sau sau, 10 năm tuổi; Trấu và Sao đen, 10 năm tuổi; Trấu, Lim xanh và Sao đen, 5 năm tuổi; Trấu và Sao đen, 5 năm tuổi; đất dưới tán

rừng và khu vực đất trống gần rừng trồng Trầu hỏn loài tại tỉnh Quảng Trị.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu về cấu trúc rừng

Mỗi lô rừng trồng Trầu hỏn loài được thiết lập 5 ô tiêu chuẩn (OTC), diện tích OTC là 500 m² (20 x 25 m), tổng số OTC là 30 OTC (5 OTC/lô x 6 lô = 30 OTC). Chỉ số diện tích tán (C_{ai} , %) được xác định cho tầng cây cao thông qua các bước sau: Đếm số cây còn lại của mỗi loài, đo đường kính tán (Dt) của từng cây trong OTC, đo hình chiếu tán cây theo 2 hướng: Đông - Tây và Nam - Bắc để lấy giá trị trung bình. Sau đó, lấy tổng diện tích tán của tất cả các cây trên OTC chia cho diện tích của OTC và quy đổi ra tỷ lệ phần trăm. C_{ai} (%) = $\Sigma(DT_{tán})/DT_{đất\ rừng} \times 100$. Diện tích tán cây được tính dựa trên công thức diện tích hình tròn. Đánh giá độ che phủ của cây bụi và thảm tươi (S_{LC} , %): Mỗi OTC bố trí 4 tuyến song song cách đều, mỗi tuyến cách nhau 4 m, tuyến đo vuông góc với cạnh dài 20 m và song song với cạnh 25 m của OTC. Trên tuyến điều tra cứ cách 1 m được đánh giá bằng phương pháp cho điểm dựa trên quan sát tại các điểm cụ thể, nếu chiếu thẳng từ điểm đó xuống mặt đất và trùng với tán lá của cây bụi hoặc thảm tươi, điểm là 1; nếu trùng với mép tán lá, điểm là 0,5; nếu rơi vào khu vực trống, điểm là 0. S_{LC} (%) = Tổng số điểm có cây bụi và thảm tươi/100 điểm đánh giá. Độ che phủ của vật rơi rụng (FO_{UFC} , %) được xác định tương tự bằng phương pháp cho điểm. Nếu chiếu thẳng từ điểm đó xuống mặt đất và trùng với vật rơi rụng, điểm là 1; nếu trùng với mép vật rơi rụng, điểm là 0,5; nếu rơi vào khu vực trống không có vật rơi rụng, điểm là 0. FO_{UFC} (%) = Tổng số điểm có vật rơi rụng/100 điểm đánh giá.

$$Z (\%) = C_{ai} (\%) + S_{LC} (\%) + FO_{UFC} (\%) [3].$$

Phân tích thống kê bao gồm: Sử dụng phân tích phương sai (ANOVA) với tiêu chuẩn F để so sánh Z (%) giữa các rừng phòng hộ; áp dụng tiêu chuẩn t (Student) để xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của Z (%) giữa các rừng trồng [4].

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu khả năng cải thiện môi trường đất của rừng trồng Trầu hỏn loài

Nghiên cứu này chỉ đánh giá khả năng cải thiện đất và không khí của 3 lô rừng trồng Trầu hỏn loài đã chọn dựa vào Z lớn hơn ở 3 độ tuổi: Rừng trồng Trầu hỏn loài 20 tuổi; 10 tuổi; 5 tuổi. Đào 3 phẫu diện trong rừng trồng Trầu hỏn loài và 3 phẫu diện ngoài đất trống. Kích thước phẫu diện dài 1,2 m, rộng 0,8 m, sâu 0,9 m. Lấy 3 mẫu đất khối lượng 500 - 1.000 g ở các độ sâu: 0 - 30 cm, 30 - 60 cm, 60 - 90 cm để phân tích chỉ tiêu hoá tính của đất. Nhiệt độ, ẩm độ đất: Dùng 3 loại nhiệt kế gồm: Nhiệt kế thường, nhiệt kế tối cao và nhiệt kế tối thấp đo trong rừng và ngoài đất trống, cách đai rừng 12 H (H là chiều cao trung bình của đai rừng, chiều cao đo bằng thước đo cao Blume - leiss); đo vào các ngày nắng; số liệu trong rừng trồng Trầu hỏn loài và ngoài đất trống được xác định cùng một thời điểm. Đo vào tháng 5 - 6 là tháng nóng nhất và số giờ nắng cao nhất trong năm, lấy số liệu trong 20 ngày trong 2 tháng; thời gian đo trong ngày vào thời điểm: 10 giờ, 13 giờ, 16 giờ. Đo độ ẩm đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài và ngoài đất trống vào ngày nắng, sau ngày mưa 15 ngày trở lên bằng dụng cụ Lutron PMS - 714 [5]. Mỗi mẫu đất phân tích 5 chỉ tiêu: pH_{KCl} , mùn tổng số, N %, P_2O_5 , K_2O . Trong đó: pH_{KCl} xác định theo TCVN 5979:2007 [6]; mùn tổng số theo TCVN 8941:2011 [7]; đạm dễ tiêu theo TCVN 5255:2009 [8]; lân dễ tiêu theo TCVN 8942:2011 [9]; kali dễ tiêu theo TCVN 8662:2011 [10]. Dựa vào số liệu phân tích về các chỉ tiêu của đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài và ngoài đất trống, tiến hành xác định biên độ, chênh lệch giữa trong và ngoài đất trống từ đó tổng hợp phân tích đánh giá khả năng cải thiện hoá tính đất, nhiệt độ và ẩm độ đất của rừng trồng Trầu hỏn loài.

2.2.3. Nghiên cứu về khả năng cải thiện môi trường không khí của rừng trồng Trầu hỏn loài

Sử dụng nhiệt ẩm kế thông gió Assman, nhiệt kế tối cao, nhiệt kế tối thấp; tiến hành đo ở 2 vị trí trong rừng trồng Trầu hỏn loài và ngoài đất trống, ở độ cao 1,5 m so với mặt đất; đo vào tháng 5 - 6 là tháng nóng nhất và số giờ nắng cao nhất trong năm ở vùng nghiên cứu và lấy số liệu trong 20 ngày trong 2 tháng; thời gian đo trong ngày vào thời điểm: 10 giờ, 13 giờ, 16 giờ; đo vào các ngày nắng, số liệu trong rừng trồng Trầu hỏn loài và

ngoài đất trống xác định cùng một thời điểm. Ẩm độ không khí dùng nhiệt ẩm kế thông gió Assman tiến hành đo ở 2 vị trí trong và ngoài đất trống, ở độ cao 1,5 m so với mặt đất. Tiến hành so sánh biên độ nhiệt độ, ẩm độ không khí trong rừng trồng Trầu hỗn loài và ngoài đất trống. Tổng hợp phân tích đánh giá khả năng cải thiện nhiệt độ không khí và độ ẩm không khí của rừng trồng

Trầu hỗn loài để làm rõ khả năng phòng hộ [5, 11].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc rừng về chức năng phòng hộ ở rừng trồng Trầu hỗn loài

3.1.1. Tổ thành, sinh trưởng Dt, mật độ cây hiện còn và tổng diện tích tán rừng trồng Trầu hỗn loài

Bảng 1. Mật độ cây hiện còn, Dt và tổng diện tích tán các loài cây trong OTC ở rừng trồng Trầu hỗn loài

STT	Rừng trồng hỗn loài	Tên loài	Số cây (cây/OTC)	Mật độ (cây/ha)	Dt (m)	Tổng diện tích tán (m ²)
1	Rừng trồng Trầu, Thông nhựa (20 tuổi), tỷ lệ 1: 1	Trầu	22,8 ± 1,30	456	4,28 ± 0,23	807,3 ± 41,64
		Thông nhựa	26 ± 1,22	520	4,84 ± 0,26	
2	Rừng trồng Trầu, Thông nhựa, Sao đen (20 tuổi), tỷ lệ 2: 1: 1	Trầu	21 ± 2,12	420	4,4 ± 0,16	626 ± 19,5
		Thông nhựa	16 ± 1,22	380	4,68 ± 0,19	
		Sao đen	7 ± 1,00	140	2,48 ± 0,33	
3	Rừng trồng Trầu, Sau sau (10 tuổi), tỷ lệ 1: 1	Trầu	30 ± 1,95	600	3,6 ± 0,32	777,7 ± 20,7
		Sau sau	30,4 ± 2,61	608	4,5 ± 0,22	
4	Rừng trồng Trầu, Sao đen (10 tuổi), tỷ lệ 1: 1	Trầu	30,8 ± 1,92	616	3,9 ± 0,23	489 ± 29,96
		Sao đen	26,4 ± 1,14	528	2,4 ± 0,18	
5	Rừng trồng Trầu, Sao đen (5 tuổi), tỷ lệ 1: 1	Trầu	32,8 ± 1,58	656	3,16 ± 0,23	334 ± 0,89
		Sao đen	27,4 ± 1,14	548	1,88 ± 0,20	
6	Rừng trồng Trầu, Lim xanh, Sao đen (5 tuổi), tỷ lệ 2: 1: 1	Trầu	27 ± 0,32	540	3,08 ± 58,70	408,5 ± 25,6
		Lim xanh	15,4 ± 1,92	308	3 ± 0,17	
		Sao đen	13,6 ± 1,95	272	1,6 ± 0,23	

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (20 tuổi), tỷ lệ 1: 1: Mật độ cây Trầu hiện còn bình quân trên 5 OTC là 456 cây/ha, Dt bình quân đạt 4,28 m; mật độ cây Thông nhựa hiện còn bình quân trên 5 OTC là 520 cây/ha, Dt bình quân đạt 4,84 m; tổng diện tích tán của 2 loài đạt 807,3 m². Rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen (20 tuổi), tỷ lệ 2: 1: 1: Mật độ cây Trầu hiện còn bình quân trên 5 OTC là 420 cây/ha, Dt bình quân đạt 4,4 m; mật độ cây Thông nhựa hiện còn bình quân trên 5 OTC là 380 cây/ha, Dt bình quân đạt 4,68 m; mật độ cây Sao đen hiện còn bình quân trên 5 OTC là 140 cây/ha, Dt bình quân đạt 2,48 m; tổng diện tích tán của 3 loài đạt 626 m². Rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 tuổi), tỷ lệ 1: 1: Mật độ cây Trầu hiện còn bình quân trên 5 OTC là 600 cây/ha, Dt bình quân đạt 3,6 m; mật độ cây Sau sau hiện còn bình quân trên 5 OTC là 608 cây/ha, Dt bình quân đạt 4,5 m; tổng diện tích tán của 2 loài đạt 777,7 m². Rừng trồng

hỗn loài Trầu, Sao đen (10 tuổi), tỷ lệ 1: 1: Mật độ cây Trầu hiện còn bình quân trên 5 OTC là 616 cây/ha, Dt bình quân đạt 3,9 m; mật độ cây Sao đen hiện còn bình quân trên 5 OTC là 528 cây/ha, Dt bình quân đạt 2,4 m; tổng diện tích tán của 2 loài đạt 489 m². Rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen (5 tuổi), tỷ lệ 1: 1: Mật độ cây Trầu hiện còn bình quân trên 5 OTC là 656 cây/ha, Dt bình quân đạt 3,16 m; mật độ cây Sao đen hiện còn bình quân trên 5 OTC là 548 cây/ha, Dt bình quân đạt 1,88 m; tổng diện tích tán của 2 loài đạt 334 m². Rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim xanh, Sao đen (5 tuổi), tỷ lệ 2: 1: 1: Mật độ cây Trầu hiện còn bình quân trên 5 OTC là 540 cây/ha, Dt bình quân đạt 3,08 m; mật độ cây Lim xanh hiện còn bình quân trên 5 OTC là 308 cây/ha; Dt bình quân đạt 3 m; mật độ cây Sao đen hiện còn bình quân trên 5 OTC là 272 cây/ha, Dt bình quân đạt 1,6 m; tổng diện tích tán của 3 loài đạt 408,5 m².

3.1.2. Đặc điểm cấu trúc rừng về chức năng phòng hộ của rừng trồng Trầu hỗn loài, 20 năm tuổi

Bảng 2 cho thấy, các chỉ tiêu cấu trúc rừng liên quan đến khả năng phòng hộ của rừng trồng hỗn loài Trầu với cây bản địa ở tuổi 20 có sự khác nhau giữa các lô rừng. C_{ai} của rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (161,5%) lớn hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen (125,2%); S_{LC} biến động từ 65,2% (rừng trồng hỗn loài Trầu và Thông nhựa) đến 70,4% (rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen). FO_{UFC} của rừng trồng hỗn loài Thông nhựa, Trầu (71,1%) lớn hơn rừng trồng

hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen (69,0%). Z biến động từ 264,6 - 297,8%. Kết quả tổng hợp phân tích số liệu cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa; Trầu, Thông nhựa, Sao đen 20 năm tuổi đều đáp ứng khả năng phòng hộ đầu nguồn vì Z lớn hơn 164% (Z theo TCVN 13532:2022 [3] đảm bảo giá trị từ 164% trở lên).

Sử dụng tiêu chuẩn t (student) để lựa chọn rừng trồng Trầu hỗn loài, 20 năm tuổi có khả năng phòng hộ tốt hơn. Kết quả cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa có chức năng phòng hộ tốt hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen, với độ tin cậy 95% ($t_{\text{tính}} = 9,2 > t_{05} = 2,2$).

Bảng 2. Đặc điểm cấu trúc rừng về chức năng phòng hộ của rừng trồng Trầu hỗn loài, 20 năm tuổi

Rừng trồng hỗn loài	OTC Chỉ tiêu (%)	1	2	3	4	5	Trung bình
Trầu, Thông nhựa	C_{ai}	160,7	166,1	164,5	168,5	147,5	$161,5 \pm 8,3$
	S_{LC}	68,5	66,0	65,0	62,0	64,5	$65,2 \pm 2,4$
	FO_{UFC}	65,5	75,5	74,0	65,0	75,5	$71,1 \pm 5,4$
	Z	294,7	307,6	303,5	295,5	287,5	$297,8 \pm 7,9$
Trầu, Thông nhựa, Sao đen	C_{ai}	122,0	125,7	122,7	131,7	123,8	$125,2 \pm 3,9$
	S_{LC}	71,0	70,5	68,5	67,5	74,5	$70,4 \pm 2,7$
	FO_{UFC}	73,5	65,5	65,0	72,5	68,5	$69,0 \pm 3,9$
	Z	266,5	261,7	256,2	271,7	266,8	$264,6 \pm 5,9$

3.1.3. Đặc điểm cấu trúc về chức năng phòng hộ của rừng trồng Trầu hỗn loài, 10 năm tuổi

Bảng 3. Đặc điểm cấu trúc rừng về chức năng phòng hộ của rừng trồng Trầu hỗn loài, 10 năm tuổi

Rừng trồng hỗn loài	OTC Chỉ tiêu (%)	1	2	3	4	5	Trung bình
Trầu, Sao đen	C_{ai}	103,6	96,9	90,6	93,8	104,2	$97,8 \pm 6$
	S_{LC}	67,5	65,0	66,5	65,5	70,5	$67,0 \pm 2,2$
	FO_{UFC}	58,0	62,5	62,0	58,5	55,5	$59,3 \pm 2,9$
	Z	229,1	224,4	219,1	217,8	230,2	$224,1 \pm 5,6$
Trầu, Sau sau	C_{ai}	162,3	153,4	155,3	155,4	151,3	$155,5 \pm 4,1$
	S_{LC}	65,5	68,5	64,5	56,5	64,5	$63,9 \pm 4,4$
	FO_{UFC}	55,5	57,0	60,5	66,0	68,0	$61,4 \pm 5,5$
	Z	283,3	278,9	280,3	277,9	283,8	$280,8 \pm 2,6$

Kết quả bảng 3 cho thấy: C_{ai} của rừng trồng Trầu hỗn loài biến động từ 97,8 - 155,5%, độ phủ tán cây của tầng cây cao trong rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau; Trầu, Sao đen đã đạt tiêu chuẩn về chức năng phòng hộ với độ tàn che của rừng trồng Trầu hỗn loài đều đạt trên 60%; S_{LC} biến động từ 63,9 - 67,0%; trong đó, rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau có S_{LC} cao nhất (67,0%), tiếp đến là rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen. FO_{UFC} biến động từ

59,3 - 61,4%; trong đó, rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau có FO_{UFC} là 61,4% lớn hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen. Z biến động từ 224,1 - 280,8%. Kết quả tổng hợp phân tích số liệu cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau và Trầu, Sao đen giai đoạn rừng 10 năm tuổi đều đáp ứng khả năng phòng hộ đầu nguồn.

Sử dụng tiêu chuẩn t (student) để lựa chọn rừng trồng Trầu hỗn loài, 10 năm tuổi có khả năng

phòng hộ tốt hơn. Kết quả cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau có chức năng phòng hộ tốt hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen, với độ tin cậy 95% ($t_{\text{tinh}} = 24,9 > t_{05} = 2,2$).

3.1.4. Đặc điểm cấu trúc rừng về chức năng phòng hộ của rừng trồng Trầu hỗn loài, 5 năm tuổi

Bảng 4. Đặc điểm cấu trúc rừng về chức năng phòng hộ của rừng trồng Trầu hỗn loài, 5 năm tuổi

Rừng trồng hỗn loài	OTC	1	2	3	4	5	Trung bình
	Chỉ tiêu (%)						
Trầu, Lim xanh, Sao đen	Cai	83,4	66,5	86,0	75,0	97,6	81,7 ± 11,7
	S _{LC}	72,5	75,5	76,0	70,5	65,5	72,0 ± 4,3
	FO _{UFC}	35,5	36,5	30,5	40,5	42,5	37,1 ± 4,7
	Z	191,4	178,5	192,5	186,0	205,6	190,8 ± 10,0
Trầu, Sao đen	Cai	62,5	73,8	65,0	70,6	62,2	66,8 ± 5,2
	S _{LC}	65,0	75,0	76,0	70,0	75,0	72,2 ± 4,7
	FO _{UFC}	40,5	36,5	25,5	35,5	30,5	33,7 ± 5,8
	Z	168	185,3	166,5	176,1	167,7	172,7 ± 8

Kết quả nghiên cứu cho thấy: C_{ai} của rừng trồng Trầu hỗn loài biến động từ 66,8 - 81,7%, trong đó, C_{ai} của rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim xanh, Sao đen lớn hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen. S_{LC} biến động từ 72,0 - 72,2%. FO_{UFC} ở dưới tán rừng là thấp, biến động từ 33,7 - 37,1%. Z biến động từ 172,7 - 190,8%. Kết quả tổng hợp phân tích số liệu cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim, Sao đen; Trầu, Sao đen đều đạt tiêu chuẩn

đảm bảo chức năng của rừng phòng hộ đầu nguồn. Sử dụng tiêu chuẩn t (student) để lựa chọn rừng trồng Trầu hỗn loài, 5 năm tuổi có khả năng phòng hộ tốt hơn. Kết quả cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim xanh, Sao đen có chức năng phòng hộ tốt hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen n, với độ tin cậy 95% ($t_{\text{tinh}} = 3,8 > t_{05} = 2,2$).

3.1.5. So sánh chỉ tiêu tổng hợp Z của rừng trồng Trầu hỗn loài, 5 năm, 10 năm và 20 năm tuổi

Bảng 5. Chỉ tiêu phòng hộ tổng hợp Z của rừng trồng Trầu hỗn loài, 5 năm, 10 năm và 20 năm tuổi

Rừng trồng hỗn loài	Z các OTC (%)					
	1	2	3	4	5	Trung bình
Trầu, Thông nhựa (20 năm tuổi)	294,7	307,6	303,5	295,5	287,5	297,8 ± 7,9
Trầu, Thông nhựa, Sao đen (20 năm tuổi)	266,5	261,7	256,2	271,7	266,8	264,6 ± 5,9
Trầu, Sau sau (10 năm tuổi)	283,3	278,9	280,3	277,9	283,8	280,8 ± 2,6
Trầu, Sao đen (10 năm tuổi)	229,1	224,4	219,1	217,8	230,2	224,1 ± 5,6
Trầu, Lim xanh, Sao đen (5 năm tuổi)	191,4	178,5	192,5	186,0	205,6	190,8 ± 10,0
Trầu, Sao đen (5 năm tuổi)	168,0	185,3	166,5	176,1	167,7	172,7 ± 8,0

Bảng 5 cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (20 năm tuổi) có Z lớn nhất và thấp nhất là rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim xanh, Sao đen (5 năm tuổi) và rừng trồng hỗn loài Trầu, Sao đen (5 năm tuổi). Kết quả phân tích phương sai cho thấy: $F_t = 225 > F_{05} = 2,7$ chứng tỏ Z giữa các rừng trồng Trầu hỗn loài là có sự khác nhau rõ rệt. So sánh Z rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen (20 năm tuổi) và rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 năm tuổi) cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 năm tuổi) lớn hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen (20 năm

tuổi), với độ tin cậy 95% ($t_{\text{tinh}} = 5,6 > t_{05} = 2,3$). Vì vậy, yếu tố tổ thành rừng phòng hộ là quan trọng quyết định đến khả năng phòng hộ của rừng. Kết quả phân tích phương sai số liệu ở bảng 5 cho thấy: $F_t = 330 > F_{05} = 4,1$ chứng tỏ Z giữa các rừng trồng Trầu hỗn loài là có sự khác nhau rõ rệt. Dùng tiêu chuẩn t (Student) để so sánh Z của rừng trồng Trầu hỗn loài ở từng độ tuổi cho thấy: Ở rừng trồng Trầu hỗn loài tuổi 10 và tuổi 20 ($t_{\text{tinh}} = 5,5 > t_{05} = 2,2$); rừng trồng Trầu hỗn loài 10 năm tuổi và 5 năm tuổi ($t_{\text{tinh}} = 23,9 > t_{05} = 2,2$). Qua đó cho thấy, rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa

(20 năm tuổi) khả năng phòng hộ tốt nhất với độ tin cậy trên 95%. Vì vậy, tuổi rừng cũng là yếu tố quan trọng quyết định đến khả năng phòng hộ của rừng. Do đó, trong giai đoạn nghiên cứu rừng trồng Trầu hỏn loài từ 5 - 20 tuổi ở tỉnh Quảng Trị cho thấy, khi chọn tổ thành rừng phù hợp thì tuổi rừng càng cao khả năng phòng hộ càng tốt.

Bảng 6. Khả năng cải thiện về các chỉ tiêu lý tính đất của rừng trồng Trầu hỏn loài

Rừng trồng hỏn loài	Vị trí đo	Nhiệt độ môi trường đất (°C)				Độ ẩm đất (%)
		Tối cao	Tối thấp	Trung bình	Biên độ	
Trầu, Thông nhựt (20 tuổi)	Trong rừng	28,5	20,5	24,5	8,0	68,2
	Ngoài đất trống	31,5	22,5	27,0	9,0	48,5
	Chênh lệch	-3,0	-2,0	-2,5	-1,0	19,7
Trầu, Sau sau (10 tuổi)	Trong rừng	30,4	22,2	26,3	8,2	65,5
	Ngoài đất trống	32,6	23,8	28,2	8,8	52,0
	Chênh lệch	-2,2	-1,6	-1,9	-0,6	13,5
Trầu, Lim xanh, Sao đen (5 tuổi)	Trong rừng	30,7	23,5	27,1	7,2	62,5
	Ngoài đất trống	32,5	24,5	28,5	8,0	50,6
	Chênh lệch	-1,8	-1,0	-1,4	-0,8	11,9

Bảng 6 cho thấy: Rừng trồng Trầu hỏn loài đều có khả năng cải thiện nhiệt độ và ẩm độ đất dưới tán rừng. Nhiệt độ đất tối cao, tối thấp, trung bình và biên độ nhiệt đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài đều nhỏ hơn nhiệt độ và biên độ nhiệt đất ở ngoài đất trống. Nhiệt độ đất tối cao trong rừng trồng Trầu hỏn loài biến động từ 28,5 - 30,7°C, nhiệt độ đất tối cao ngoài đất trống biến động từ 31,5 - 32,6°C, nhiệt độ đất tối cao trong rừng trồng Trầu hỏn loài cải thiện được từ 1,8 - 3°C; nhiệt độ đất tối thấp trong rừng trồng Trầu hỏn loài biến động từ 20,5 - 23,5°C, nhiệt độ đất tối thấp ngoài đất trống biến động từ 22,5 - 24,5°C; nhiệt độ đất tối thấp cải thiện được 1 - 2°C; nhiệt độ đất trung bình trong rừng trồng Trầu hỏn loài mát hơn nhiệt độ trung bình ngoài đất trống từ 1,4 - 2,5°C.

Bảng 7. Đặc điểm hóa tính của đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài và ngoài đất trống

Rừng trồng hỏn loài	Vị trí phẫu diện	Độ sâu lấy mẫu (cm)	pH _{KCl}	Mùn _{ts} (%)	N _{dt} (mg/100 g)	P ₂ O ₅ dt (mg/kg)	K ₂ O _{dt} (mg/kg)
Trầu, Thông nhựt	Trong rừng	0 - 30	4,52	3,56	4,36	120,86	127,25
		30 - 60	4,66	1,45	3,03	45,84	65,38
		60 - 90	4,72	1,30	2,58	22,53	31,95
		Tổng số	13,90	6,31	9,98	189,23	224,57
	Ngoài đất	0 - 30	3,85	1,65	2,93	75,37	85,86

3.2. Đánh giá khả năng cải thiện môi trường đất của rừng trồng Trầu hỏn loài

3.2.1. Khả năng cải thiện các chỉ tiêu lý tính đất của rừng trồng Trầu hỏn loài

Kết quả đo đếm phân tích nhiệt độ đất và ẩm độ đất của các lô rừng được thể hiện ở bảng 6.

Độ ẩm đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài cao hơn độ ẩm đất ngoài đất trống biến động từ 11,9 - 19%. Đối với rừng trồng hỏn loài Trầu, Thông nhựt (20 tuổi), nhiệt độ trung bình cải thiện được 2,5°C, độ ẩm đất cải thiện được 19,7%; rừng trồng hỏn loài Trầu, Sau sau (10 tuổi), nhiệt độ trung bình cải thiện được 1,9°C, độ ẩm đất cải thiện được 13,5%. Đối với rừng trồng hỏn loài Trầu, Lim, Sao đen (5 tuổi), nhiệt độ trung bình cải thiện được 1,4°C, độ ẩm đất cải thiện được 11,9%.

3.2.2. Khả năng cải thiện về các chỉ tiêu hoá tính đất của rừng trồng Trầu hỏn loài

Kết quả phân tích đánh giá đặc điểm hóa tính của đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài được thể hiện ở bảng 7.

Rừng trồng hỗn loài	Vị trí phẫu diện	Độ sâu lấy mẫu (cm)	pH _{KCl}	Mùn _{ts} (%)	N _{dt} (mg/100 g)	P ₂ O ₅ dt (mg/kg)	K ₂ O _{dt} (mg/kg)
	trống	30 - 60	3,95	0,91	2,77	25,72	36,31
		60 - 90	4,08	0,79	2,30	10,68	16,76
		Tổng số	11,88	3,36	8,01	111,77	138,93
	Chênh lệch	0 - 30	0,67	1,91	1,43	45,49	41,39
		30 - 60	0,71	0,53	0,26	20,12	29,07
		60 - 90	0,64	0,51	0,28	11,85	15,19
		Tổng số	2,02	2,95	1,97	77,46	85,64
Trầu, Sau sau	Trong rừng	0 - 30	4,42	2,75	4,15	110,72	120,26
		30 - 60	4,55	1,34	2,42	35,25	50,45
		60 - 90	4,65	1,06	2,15	15,61	25,26
		Tổng số	13,62	5,14	8,72	161,58	195,97
	Ngoài đất trống	0 - 30	3,85	1,16	2,52	65,86	66,47
		30 - 60	3,93	0,90	2,04	18,64	28,56
		60 - 90	3,96	0,64	1,93	10,62	15,03
		Tổng số	11,74	2,71	6,48	95,12	110,06
	Chênh lệch	0 - 30	0,57	1,59	1,63	44,86	53,79
		30 - 60	0,62	0,43	0,38	16,61	21,89
		60 - 90	0,69	0,42	0,22	4,99	10,23
		Tổng số	1,88	2,44	2,24	66,46	85,91
Trầu, Lim, Sao đen	Trong rừng	0 - 30	4,25	2,75	4,08	105,2	110,26
		30 - 60	4,3	1,57	2,59	35,65	57,26
		60 - 90	4,32	1,19	2,31	15,68	25,34
		Tổng số	12,87	5,51	8,98	156,53	192,86
	Ngoài đất trống	0 - 30	4,32	1,46	2,86	66,86	70,47
		30 - 60	4,35	1,2	2,64	20,64	30,56
		60 - 90	4,45	0,84	1,95	11,62	16,03
		Tổng số	13,12	3,50	7,45	99,12	117,06
	Chênh lệch	0 - 30	-0,07	1,29	1,22	38,34	39,79
		30 - 60	-0,05	0,37	-0,05	15,01	26,70
		60 - 90	-0,13	0,35	0,36	4,06	9,31
		Tổng số	-0,25	2,01	1,53	57,41	75,8

Bảng 7 cho thấy: Rừng trồng Trầu hỗn loài có khả năng cải thiện tính chất hoá tính của đất. Đất trong rừng trồng Trầu hỗn loài có hàm lượng mùn, đạm, lân, kali đều lớn hơn đất ngoài đất trống. Đất trong rừng trồng Trầu hỗn loài và ngoài đất trống đều có độ pH thấp, xẹp và loại đất chua mạnh, từ 3 - 4,5, nhưng đất trong rừng trồng Trầu hỗn loài ít chua hơn. Độ pH trong rừng trồng Trầu hỗn loài biến động từ 4,42 - 4,72, pH ngoài đất trống biến động từ 3,85 - 4,08; qua đó cho thấy, đất ở cả trong rừng trồng Trầu hỗn loài và ngoài đất trống có độ

pH sự biến động lớn và nằm trong mức đất chua mạnh. Độ pH chênh lệch trong rừng trồng Trầu hỗn loài và ngoài đất trống từ 1,88 - 2,02.

Ở tầng đất 0 - 30 cm có hàm lượng mùn cao nhất và giảm dần theo độ sâu phẫu diện và hàm lượng mùn của đất ở trong rừng trồng Trầu hỗn loài luôn cao hơn ngoài đất trống. Do đất tầng mặt được cung cấp chất hữu cơ từ vật rơi rụng của trong rừng trồng Trầu hỗn loài nên đất tầng mặt luôn có hàm lượng mùn cao hơn. Lượng mùn ở đất tầng mặt trong rừng trồng Trầu hỗn loài từ

2,75 - 3,56%, thuộc loại đất mùn trung bình. Hàm lượng mùn ở tầng đất mặt ở ngoài đất trống biến động từ 1,16 - 1,65%, do đất chưa được cải tạo, rất ít thực bì che phủ nên hàm lượng mùn rất thấp, xếp loại đất nghèo mùn. Mức độ cải thiện hàm lượng mùn của trong rừng trồng Trầu hỏn loài từ 2,01 - 2,95%.

Ở tầng đất 0 - 30 cm có hàm lượng đạm cao nhất và giảm dần theo độ sâu phẫu diện và hàm lượng đạm của đất ở trong rừng trồng Trầu hỏn loài luôn cao hơn ngoài đất trống. Hàm lượng đạm của đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài ở tầng đất mặt dao động từ 4,15 - 4,36 mg/100 g đất, xếp vào loại đất có hàm lượng đạm trung bình. Hàm lượng đạm của đất ngoài đất trống ở tầng đất mặt dao động từ 2,52 - 2,93 mg/100 g đất, xếp vào loại đất có hàm lượng đạm nghèo. Mức độ cải thiện hàm lượng đạm dễ tiêu từ 1,53 - 2,24 mg/100 g đất.

Ở tầng đất 0 - 30 cm có hàm lượng lân dễ tiêu cao nhất và giảm dần theo độ sâu phẫu diện và hàm lượng lân của đất ở trong rừng trồng Trầu hỏn loài luôn cao hơn ngoài đất trống. Hàm lượng lân của đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài ở tầng đất mặt dao động từ 110,72 - 120,86 mg/100 g đất, xếp vào loại đất có hàm lượng lân nghèo. Hàm

lượng lân của đất ngoài đất trống ở tầng đất mặt dao động từ 65,86 - 75,37 mg/100 g đất, xếp vào loại đất có hàm lượng lân rất nghèo. Mức độ cải thiện hàm lượng lân dễ tiêu của rừng từ 37,41 - 77,46 mg/100 g đất.

Ở tầng đất 0 - 30 cm có hàm lượng kali cao nhất và giảm dần theo độ sâu phẫu diện và hàm lượng kali của đất ở trong rừng trồng Trầu hỏn loài luôn cao hơn ngoài đất trống. Hàm lượng kali của đất trong rừng trồng Trầu hỏn loài ở tầng đất mặt dao động từ 120,26 - 127,25 mg/100 g đất, xếp vào loại đất có hàm lượng kali trung bình. Hàm lượng kali ngoài đất trống ở tầng đất mặt dao động từ 53,79 - 83,86 mg/100 g đất, xếp vào loại đất có hàm lượng kali nghèo. Mức độ cải thiện hàm lượng kali dễ tiêu trong đất của rừng trồng Trầu hỏn loài từ 75,8 - 85,91 mg/100 g đất. Qua sự phân tích lý tính hoá tính đất cho thấy, đất dưới tán rừng có cây Trầu phân bố luôn tốt hơn ngoài đất trống.

3.3. Khả năng cải thiện môi trường không khí của rừng trồng Trầu hỏn loài

Kết quả đo đếm nhiệt độ không khí và ẩm độ không khí trong và ngoài rừng trồng Trầu hỏn loài được thể hiện ở bảng 8.

Bảng 8. Nhiệt độ và ẩm độ không khí trong và ngoài rừng trồng Trầu hỏn loài

Rừng trồng hỏn loài	Vị trí	Nhiệt độ (°C)				Ẩm độ (%)
		Tối cao	Tối thấp	Trung bình	Biên độ	
Trầu, Thông nhựa	Trong rừng	34,2	24,4	27,8	9,8	88,7
	Ngoài đất trống	38,5	26,7	33,8	11,8	77,4
	Chênh lệch	-4,3	-2,3	-6,0	-2,0	11,2
Trầu, Sau sau	Trong rừng	34,6	25,5	27,2	9,1	86,6
	Ngoài đất trống	37,9	27,2	31,8	10,7	78,3
	Chênh lệch	-3,2	-2,1	-4,6	-1,6	8,3
Trầu, Lim, Sao đen	Trong rừng	35,6	25,4	28,4	10,2	84,6
	Ngoài đất trống	38,8	27,5	31,8	11,3	79,6
	Chênh lệch	-3,2	-2,1	-3,4	-1,1	5,0

Bảng 8 cho thấy: Nhiệt độ không khí tối cao trong rừng trồng Trầu hỏn loài biến động từ 34,2 - 35,6°C, nhiệt độ tối cao ngoài đất trống biến động từ 37,9 - 38,8°C, nhiệt độ tối cao trong rừng trồng Trầu hỏn loài cải thiện được từ 3,2 - 4,3°C; nhiệt độ không khí tối thấp trong rừng trồng Trầu hỏn loài biến động từ 24,4 - 25,5°C, nhiệt độ không khí tối thấp ngoài đất trống biến động từ 26,7 - 27,5°C,

nhiệt độ không khí tối thấp trong rừng trồng Trầu hỏn loài cải thiện được 2,1 - 2,3°C; nhiệt độ không khí trung bình trong rừng trồng Trầu hỏn loài mát hơn nhiệt độ không khí trung bình ngoài đất trống từ 3,4 - 6°C. Độ ẩm không khí trong rừng trồng Trầu hỏn loài cao hơn ẩm độ không khí ngoài đất trống biến động từ 5 - 11%. Rừng hỏn loài có cấu trúc khác nhau thì khả năng cải thiện nhiệt độ, ẩm

độ không khí khác nhau; rừng càng lớn tuổi thì khả năng cải thiện nhiệt độ và ẩm độ không khí càng tốt. Rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (20 tuổi), nhiệt độ không khí trung bình cải thiện 6°C , độ ẩm không khí cải thiện 11,2%; rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 tuổi), nhiệt độ không khí trung bình cải thiện được $4,6^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không khí cải thiện 8,3%; rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim, Sao đen (5 tuổi), nhiệt độ không khí trung bình cải thiện $3,4^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không khí cải thiện 5%.

4. KẾT LUẬN

Z của rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau, tỷ lệ 1: 1 (10 tuổi) lớn hơn rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa, Sao đen, tỷ lệ 2: 1: 1 (20 tuổi).

So sánh Z của rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (20 tuổi) ($Z = 297,8\%$), rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 tuổi) ($Z = 280,8\%$) và rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim, Sao đen (5 tuổi) cho thấy có sự khác nhau rõ rệt. Vì vậy, chỉ số cấu trúc tổng hợp của thảm thực vật rừng Z phụ thuộc và tuổi rừng và tổ thành rừng.

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (20 tuổi), nhiệt độ đất được cải thiện $2,5^{\circ}\text{C}$, độ ẩm đất được cải thiện 19,7%; rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 tuổi), nhiệt độ đất được cải thiện $1,9^{\circ}\text{C}$, độ ẩm đất được cải thiện 13,5%; rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim, Sao đen (5 tuổi), nhiệt độ đất được cải thiện $1,4^{\circ}\text{C}$, độ ẩm đất được cải thiện 11,9%. Đất trong rừng trồng Trầu hỗn loài có hàm lượng mùn, đạm, lân, kali lớn hơn ngoài đất trống. Độ pH đất trong rừng trồng Trầu hỗn loài cao hơn pH đất ngoài đất trống từ 1,88 - 2,02; hàm lượng mùn cải thiện 2,01 - 2,95%; hàm lượng đạm dễ tiêu được cải thiện từ 1,53 - 2,24 mg/100 g đất; hàm lượng lân dễ tiêu được cải thiện từ 37,41 - 77,46 mg/100 g đất; hàm lượng kali dễ tiêu của đất được cải thiện từ 75,8 - 85,91 mg/100 g đất. Vì vậy, rừng trồng Trầu hỗn loài có khả năng cải thiện tính chất hoá tính đất tốt.

Rừng trồng hỗn loài Trầu, Thông nhựa (20 tuổi), nhiệt độ không khí được cải thiện 6°C , độ ẩm không khí được cải thiện 11,2%; rừng trồng hỗn loài Trầu, Sau sau (10 tuổi), nhiệt độ không khí được cải thiện $4,6^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không khí được cải thiện 8,3%; rừng trồng hỗn loài Trầu, Lim, Sao đen

(5 tuổi), nhiệt độ không khí được cải thiện $3,4^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không khí được cải thiện 5%. Nghiên cứu các rừng trồng Trầu hỗn loài với cây bản địa khác ở tỉnh Quảng Trị, đã chọn ra được rừng trồng hỗn loài: Trầu, Thông nhựa; Trầu, Sau sau; Trầu, Lim, Sao đen; $Z > 172,7\%$ và khả năng cải thiện môi trường đất và không khí tốt để phát triển trồng rừng phòng hộ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. UBND tỉnh Quảng Trị (2022). Kế hoạch số 237/KH-UBND ngày 30/12/2022 về phát triển sản xuất gắn với chế biến, tiêu thụ Trầu trên địa bàn huyện Hướng Hoá và Đakrông, tỉnh Quảng Trị giai đoạn 2023 - 2026, định hướng đến năm 2030.
2. Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Một thành viên Tư vấn Quản lý Tài nguyên và Môi trường Quảng Trị (2020). *Báo cáo khảo sát tiềm năng rừng trồng Trầu tại huyện Hướng Hoá, tỉnh Quảng Trị*.
3. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13532:2022. Rừng phòng hộ đầu nguồn - Các yêu cầu.
4. Nguyễn Hải Tuất, Vũ Tiến Hình, Ngô Kim Khôi (2006). *Phân tích thống kê trong Lâm nghiệp*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Đặng Thái Dương (2005). Nghiên cứu kỹ thuật gây trồng Sờ (*Camellia sasanqua*) nhằm mục đích phòng hộ và lấy dầu. Luận án Tiến sỹ ngành trồng rừng, chọn giống và hạt giống lâm nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5979:2007 (ISO 10390:2005). Chất lượng đất - Xác định pH.
7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8941:2011. Chất lượng đất - Xác định các bon hữu cơ tổng số - Phương pháp Walkley black.
8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5255:2009. Chất lượng đất - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ dễ tiêu.
9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8942:2011. Chất lượng đất - Xác định phospho dễ tiêu - Phương pháp Bray và Kurtz (Bray II).
10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8662:2011. Chất lượng đất - Phương pháp xác định kali dễ tiêu.

11. Võ Văn Hưng (2018). Nghiên cứu hiện phòng hộ bền vững tại tỉnh Quảng Trị. Luận án trạng, đề xuất giải pháp phát triển và quản lý rừng Tiến sỹ ngành Lâm sinh, Đại học Huế.

STUDY ON EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AND IMPROVEMENT CAPACITY OF *Vernicia montana* Lour FORESTS IN QUANG TRI PROVINCE

Dang Thai Duong¹, Dang Thai Hoang¹

¹ *University of Agriculture and Forestry, Hue University*

Summary

A study on mixed-species protective forests in Quang Tri province was conducted, evaluating various forest types of different ages. The research assessed a 20-year-old mixed forest of *Vernicia montana* Lour and *Pinus merkusii*; a 20-year-old mixed forest of *Vernicia montana* Lour, *Pinus merkusii* and *Hopea odorata*; a 10-year-old mixed forest of *Vernicia montana* Lour and *Liquidambar formosana* Hance; a 10-year-old mixed forest of *Vernicia montana* Lour and *Hopea odorata*; a 5-year-old mixed forest of *Vernicia montana* Lour, *Erythrophleum fordii* and *Hopea odorata*; a 5-year-old mixed forest of *Vernicia montana* Lour and *Hopea odorata*. The findings identified that the mixed forests of *Vernicia montana* Lour and *Pinus merkusii*; *Vernicia montana* Lour and *Liquidambar formosana* Hance; *Vernicia montana* Lour, *Erythrophleum fordii*, *Hopea odorata* demonstrated significant protective capabilities, effectively improving soil and air environments. At age 5, these forests recorded a comprehensive structural index of forest vegetation (Z, %) of 172.7%, which increased to 297.8% by age 20. Compared to non-forested areas, soil temperature decreased by 1.4 - 2.5°C, soil moisture rose by 11.9 - 19.7% and soil chemical properties improved, with pH ranging from 1.88 to 2.02, humus content from 2.01 to 2.95%, available nitrogen from 1.53 to 2.24 mg/100 g soil, available phosphorus from 37.41 to 77.46 mg/100 g soil, and available potassium from 75.8 to 85.91 mg/100 g soil. Furthermore, air temperature under the canopy dropped by 3.4 – 6°C, air humidity increased by 5 - 11.2%. These results provide a scientific foundation for selecting suitable mixed-species protective forests incorporating *Vernicia montana* Lour for development in Quang Tri province.

Keywords: *Vernicia montana* Lour., protective forest structure, soil improvement, air quality enhancement.

Ngày nhận bài: 14/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 3/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/4/2025

Ngày duyệt đăng: 16/4/2025

THỂ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT 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 PTNT 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 PTNT 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://tapchinongnghiep.vn/> và thực hiện các thủ tục theo hướng dẫn.

7. Chi tiết xin liên hệ: Tạp chí Nông nghiệp và PTNT; Số 10 Nguyễn Công Hoan, Ba Đình, 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