

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ HAI MƯƠI TƯ

SỐ 481 NĂM 2024
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN THỊ THANH THỦY
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. DƯƠNG THANH HẢI
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: tapchinongnghiep@mard.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

- ❑ NGUYỄN TRUNG ĐỨC, NGUYỄN THỊ NGUYỆT ANH, PHẠM QUANG TUÂN, VŨ VĂN LIẾT. Đánh giá nguồn gen ngô siêu ngọt trắng, tím, đen phục vụ chọn tạo giống ngô đặc sản 3-13
- ❑ NGUYỄN HOÀNG YÊN THY, BÙI THANH HÒA, PHẠM HỒNG ĐIẾP, TRẦN VĂN MINH. Nghiên cứu vi nhân giống cây lược vàng (*Callisia fragrans* Lindl.) và sự tích lũy oleanolic axit trong mô nuôi cấy 14-24
- ❑ LÊ THỊ MỸ THU, TRẦN TRỌNG KHÔI NGUYỄN, NGUYỄN ĐỨC TRỌNG, VÕ MINH THUẬN, PHAN CHẤN HIỆP, LÊ VĨNH THỨC. Đánh giá hiệu quả của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali tới sự nảy mầm của hạt ngô và lúa 25-37
- ❑ CAO HỒNG TỖ, NGUYỄN PHƯƠNG THÚY, TRẦN THỊ TRANG, NGUYỄN VĂN TOÀN, TRẦN THỊ GIANG, ĐỖ TẤN KHANG, NGUYỄN PHẠM ANH THI. Khả năng cố định đạm của vi khuẩn vùng rễ và nốt sần cây họ đậu ở tỉnh Trà Vinh 38-46
- ❑ NGUYỄN ĐỨC TIẾN, NGUYỄN ĐÌNH KHOA. Ảnh hưởng một số yếu tố tới khả năng chiết xuất Triterpenoid từ nấm Vân chi (*Trametes versicolor*) có hỗ trợ sóng siêu âm 47-55
- ❑ MAI THỊ VÂN ANH, ĐẶNG ĐÌNH TRIỂN, NGUYỄN THANH HẰNG. Nghiên cứu xác lập điều kiện lên men tạo đồ uống từ dịch thủy phân bã đậu nành 56-65
- ❑ NGUYỄN XUÂN HUY, BÙI THANH LONG, NGUYỄN HOÀNG NHẬT MINH, TRẦN VĂN GIANG. Đặc điểm hình thái của cá dia (*Siganus guttatus* Bloch, 1787) ở tỉnh Thừa Thiên Huế bằng phương pháp tiếp cận đơn vị hình học 66-71
- ❑ ĐƯỜNG HUYỀN TRANG, PHẠM HUỲNH THANH VÂN, PHẠM DUY TIẾN, HỒ VĂN HÒA. Chuyển đổi cơ cấu cây trồng vùng đồng bằng để thích ứng với suy giảm nguồn nước tại tỉnh An Giang 72-79
- ❑ HOÀNG HUY TUẤN, TRẦN THỊ THÚY HẰNG, NGUYỄN DUY PHONG, NGUYỄN HỢI, LÊ THÁI HÙNG, NGÔ THỊ PHƯƠNG ANH, CHU THỊ KIM YẾN. Đánh giá tiềm năng đất trồng rừng Giổi ăn hạt (*Michelia tonkinensis*) bằng phương pháp phân tích thứ bậc mờ tại huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum 80-91
- ❑ PHẠM THANH TÂM, LÊ VĂN THƠ, TRẦN XUÂN BIÊN. Xây dựng bản đồ đơn vị đất tại tỉnh Đắk Lắk 92-100

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND RURAL
DEVELOPMENT**

ISSN 1859 - 4581

**THE TWENTY FOURTH YEAR
No. 481 - 2024**

Editor-in-Chief

Dr. NGUYEN THI THANH THUY
Tel: 024.37711070

Deputy Editor-in-Chief

Dr. DUONG THANH HAI
Tel: 024.38345457

Head-office

No 10 Nguyenconghoan
Badinh - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@mard.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

- ❑ NGUYEN TRUNG DUC, NGUYEN THI NGUYET ANH, PHAM QUANG TUAN, VU VAN LIET. Evaluation of white, purple, black super sweet corn genetic resources for specialty corn breeding program 3-13
- ❑ NGUYEN HOANG YEN THY, BUI THANH HOA, PHAM HONG DIEP, TRAN VAN MINH. Study of micropropagation of Luoc vang and accumulation of oleanolic acid in cultured tissues 14-24
- ❑ LE THI MY THU, TRAN TRONG KHOI NGUYEN, NGUYEN DUC TRONG, VO MINH THUAN, PHAN CHAN HIEP, LE VINH THUC. Assessment of effectiveness of potassium solubilizing purple nonsulfur bacteria to the germination of hybrid maize and rice grains 25-37
- ❑ CAO HONG TO, NGUYEN PHUONG THUY, TRAN THI TRANG, NGUYEN VAN TOAN, TRAN THI GIANG, DO TAN KHANG, NGUYEN PHAM ANH THI. Nitrogen fixing ability of rhizosphere and nodulated bacteria in legume crops in Tra Vinh province 38-46
- ❑ NGUYEN DUC TIEN, NGUYEN DINH KHOA. Effects on some factors on the extract of triterpenoid from *Trametes versicolor* by ultrasonic wave-assisted extraction method 47-55
- ❑ MAI THI VAN ANH, DANG DINH TRIEN, NGUYEN THANH HANG. Investigating some factors affecting on the fermentation process of creating beverage from soybean curd residue hydrolysate 56-65
- ❑ NGUYEN XUAN HUY, BUI THANH LONG, NGUYEN HOANG NHAT MINH, TRAN VAN GIANG. Morphological characteristics of the fish *Siganus guttatus* (Bloch, 1787) in Thua Thien Hue province by geometric geomorphic approach 66-71
- ❑ DUONG HUYEN TRANG, PHAM HUYNH THANH VAN, PHAM DUY TIEN, HO VAN HOA. Shifting crop structure in inland areas to adapt to declining water resources in An Giang province 72-79
- ❑ HOANG HUY TUAN, TRAN THI THUY HANG, NGUYEN DUY PHONG, NGUYEN HOI, LE THAI HUNG, NGO THI PHUONG ANH, CHU THI KIM YEN. Assessing the potential land for planting *Michelia tonkinensis* by using the fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) in Kon Plong district, Kon Tum province 80-91
- ❑ PHAM THANH TAM, LE VAN THO, TRAN XUAN BIEN. Building a land unit map of the Dak Lak province 92-100

ĐÁNH GIÁ NGUỒN GEN NGÔ SIÊU NGỌT TRẮNG, TÍM, ĐEN PHỤC VỤ CHỌN TẠO GIỐNG NGÔ ĐẶC SẢN

Nguyễn Trung Đức^{1*}, Nguyễn Thị Nguyệt Anh¹,
Phạm Quang Tuấn¹, Vũ Văn Liệt²

TÓM TẮT

Nghiên cứu tiến hành đánh giá kiểu hình và tiềm năng phát triển giống của 109 nguồn gen ngô siêu ngọt chia thành 4 nhóm trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà Nội, dựa trên 20 tính trạng nông sinh học nhằm chọn lọc dòng ngô siêu ngọt ưu tú phục vụ chọn tạo giống ngô đặc sản. Kết quả cho thấy, các dòng ngô siêu ngọt sinh trưởng, phát triển tốt với thời gian sinh trưởng trung bình trong khoảng 81,5 - 85,2 ngày, năng suất cá thể trung bình biến động từ 21,8 - 27,8 g/cây, chỉ số độ ngọt trung bình dao động từ 17,4 - 19,6 °Brix và độ dày vỏ hạt trung bình trong khoảng 44,3 - 63,9 μm. Chọn lọc dựa trên kiểu hình bằng chỉ số chọn lọc kiểu gen đa tính trạng (MGIDI) đã chọn được 30 dòng ngô siêu ngọt (10 dòng siêu ngọt trắng, 10 dòng siêu ngọt tím và 10 dòng siêu ngọt đen) ưu tú. Nghiên cứu đã cung cấp nguồn vật liệu ngô siêu ngọt trắng, tím, đen ưu tú là cơ sở để lai tạo giống ngô siêu ngọt mới, đa dạng về màu sắc và chủng loại tại Việt Nam.

Từ khóa: Ngô siêu ngọt, *sh2sh2*, trắng, tím, đen.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phát triển các giống ngô chất lượng cao, màu sắc đa dạng, giàu dinh dưỡng làm đặc sản là xu thế tất yếu đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng, phòng chống suy dinh dưỡng, cải thiện sức khỏe cho con người và thực hiện mục tiêu phát triển bền vững [1]. Các giống ngô đặc sản được lai tạo với mục tiêu không chỉ có năng suất vượt trội, khả năng thích ứng rộng mà còn có độ ngọt cao tự nhiên, thơm ngon, giàu vitamin, khoáng chất, đa dạng về hình dạng, màu sắc, chủng loại. Trên thị trường hiện nay, các giống ngô ngọt màu vàng hiện đang phổ biến. Chưa có các giống ngô ngọt trắng, tím, đen và nhiều màu được phát triển và thương mại hóa tại Việt Nam. Để lai tạo được các giống ngô này thì phát triển dòng thuần ngô siêu ngọt trắng, tím, đen là công nghệ lõi. Ngô ngọt được cho là có phổ di truyền hẹp [2], nên quá trình chọn tạo giống ngô siêu ngọt có màu trắng, tím, đen là thách thức rất lớn đối với các nhà chọn giống ngô, đặc biệt trong điều kiện khí hậu nhiệt

đới ẩm gió mùa, sâu, bệnh, mưa bão nhiều như ở Việt Nam.

Ngô ngọt là kết quả đột biến gen lặn tự nhiên bao gồm: *Sugary1 (su1)*, *shrunken2 (sh2)*, *brittle1 (bt1)*, *sugary enhancer1 (se1)* và các dạng kết hợp của chúng, làm chậm quá trình chuyển hóa đường thành tinh bột dẫn đến tích tụ đường trong hạt [2, 3]. Ngô siêu ngọt mang đột biến lặn *sh2* được khai thác và sử dụng phổ biến trong các giống ngô ngọt thương mại ngày nay do chúng có khả năng duy trì lượng đường cao, quá trình chuyển hóa đường thành tinh bột diễn ra với tốc độ chậm hơn nhiều so với các giống ngô ngọt tiêu chuẩn nên có thể được thu hoạch và bảo quản trong thời gian dài hơn [4]. Đột biến tự nhiên làm cho ngô siêu ngọt mang gen *sh2* có vị trí cực kỳ gần với đột biến ức chế quá trình sinh tổng hợp sắc tố tím anthocyanin *anthocyaninless-1* nên việc phát triển các dòng ngô siêu ngọt có màu tím, đen phụ thuộc vào việc phá vỡ liên kết di truyền rất chặt khoảng 140 kb này [5]. Các vật liệu ngô siêu ngọt có màu trắng, tím, đen hoàn toàn có thể phát triển từ các phép lai giữa giống ngô siêu ngọt thương mại có màu vàng tại Việt Nam và các nguồn gen ngô tím địa phương [6], sau đó chọn lọc cá thể dựa trên kiểu hình hạt (hạt nhăn nheo và có màu sắc đồng nhất) cùng với

¹ Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

* Email: ntduc@vnu.edu.vn

sự hỗ trợ của chỉ thị phân tử SSR kiểm tra sự có mặt của các gen quy định hàm lượng đường cao [7]. Do đó, cơ hội phát triển và thương mại hóa các giống ngô đặc sản tại Việt Nam là rất lớn một khi các dòng thuần ngô siêu ngọt trắng, tím, đen được phát triển và các tổ hợp lai ngô ngọt đặc thù triển vọng được lai tạo.

Nghiên cứu này tiến hành đánh giá đặc điểm kiểu hình và tiềm năng phát triển giống của nguồn gen ngô siêu ngọt trắng, tím, đen phục vụ chọn tạo giống ngô đặc sản. Kết quả nghiên cứu cung cấp nguồn vật liệu ngô ngọt trắng, tím, đen ưu tú là cơ sở để lai tạo giống ngô siêu ngọt mới, đa dạng về màu sắc và chủng loại tại Việt Nam.



Nhóm ngô siêu ngọt màu đen (B01-B33)



Nhóm ngô siêu ngọt màu tím (P01-P33)



Nhóm ngô siêu ngọt màu trắng (Wh01-Wh33)



Nhóm đối chứng ngô siêu ngọt màu vàng (SW01-SW10)

Hình 1. Dạng hạt của các dòng ngô siêu ngọt

2.2. Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm đồng ruộng đánh giá dòng ngô siêu ngọt được bố trí tuần tự không nhắc lại tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong vụ đông năm 2022. Các dòng thí nghiệm được trồng bầu với hàng cách hàng 60 cm, cây cách cây 25 cm, tương ứng với mật độ 67.000 cây/ha. Chăm sóc, bón phân, phòng trừ sâu, bệnh hại theo TCVN 13381-2:2021 [8].

2.3. Các chỉ tiêu theo dõi

Hai mươi chỉ tiêu nông sinh học được theo dõi và đánh giá gồm: Thời gian trổ cờ (TC, ngày), thời gian phun râu (PR, ngày), thời gian thu bắp tươi (TBT, ngày), thời gian sinh trưởng (TGST, ngày), chênh lệch tung phần - phun râu (ASI, ngày), chiều cao cây (CCC, cm), chiều cao đóng bắp (CDB, cm), tỉ lệ chiều cao đóng bắp/chiều cao cây (CDBCC, %), góc lá (GOCLA, cm), chiều dài cờ (CDC, cm), số nhánh cờ cấp 1 (SNCC1), chiều dài

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu gồm 109 dòng ngô siêu ngọt tự phối mang gen lặn *sh2* gồm: 33 dòng ngô siêu ngọt trắng (Wh01-Wh33), 33 dòng ngô siêu ngọt tím (P01-P33), 33 dòng ngô siêu ngọt đen (B01-B33) và nhóm đối chứng là 10 dòng ngô siêu ngọt vàng (SW1-SW10) được chọn tạo trong nước bởi Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Các dòng này được chọn tạo bằng phương pháp lai trở lại ở thế hệ BC2F1 kết hợp chọn lọc phủ hệ và tự phối đến đời thứ 5 dựa trên kiểu hình hạt nhân nhiều và màu sắc hạt đặc trưng (Hình 1).

bắp (ChDB, cm), đường kính bắp (DKB, cm), số hàng hạt/bắp (HHB), số hạt/hàng (HH), khối lượng 100 hạt (P100, g), năng suất cá thể (NSCT, g), chỉ số độ ngọt (TSS, °Brix), độ dày vỏ hạt trung bình (DVH, μ m) và hàm lượng anthocyanin tổng số (AN, mg/100 g hạt khô). Đo độ dày vỏ hạt theo phương pháp cải tiến bởi So (2018) [9], đo ở đỉnh, mặt trước và mặt sau hạt sau đó tính giá trị trung bình. Chỉ số độ ngọt được đo ở giai đoạn thu bắp tươi (18 - 22 ngày sau thụ phấn) bằng máy đo độ ngọt điện tử Atago PAL-1. Hàm lượng anthocyanin tổng số được phân tích theo phương pháp pH vi sai [10].

2.4. Phân tích số liệu

Số liệu nông sinh học được tổng hợp trên phần mềm Microsoft Excel, thống kê mô tả trên phần mềm STAR 2.0.1. Biểu đồ được vẽ bằng gói “ggplot2”, chọn lọc dòng triển vọng bằng chỉ số chọn lọc kiểu gen đa tính trạng (MGIDI) sử dụng gói “metan” trên phần mềm R 4.1.3.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm nông sinh học của các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm

Thời gian trổ cờ, phun râu là cơ sở để chọn lọc các dòng ở những đời tự phối đầu, thiết kế thí nghiệm lai đánh giá khả năng kết hợp ở các vụ tiếp theo. Trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà

Nội, thời gian từ gieo đến trổ cờ trung bình giữa các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động trong khoảng 48,8 - 52,5 ngày, thời gian từ gieo đến phun râu trung bình dao động trong khoảng 49,5 - 54,3 ngày, chênh lệch giữa tung phân và phun râu trung bình biến động từ 1,8 - 2,5 ngày, nhìn chung khá trùng khớp (Bảng 1).

Bảng 1. Thống kê mô tả đặc điểm nông học của các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà Nội

Tính trạng	Nhóm	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số biến động (%)
TC (ngày)	Đen	44,0	60,0	52,5	3,0	5,7
	Tím	41,0	57,0	48,8	3,3	6,7
	Trắng	38,0	54,0	47,4	3,9	8,3
	Vàng	48,0	55,0	51,2	2,4	4,7
PR (ngày)	Đen	48,0	62,0	54,3	2,8	5,2
	Tím	41,0	58,0	51,4	3,7	7,3
	Trắng	40,0	56,0	49,5	3,8	7,7
	Vàng	50,0	57,0	54,5	2,1	3,8
TBT (ngày)	Đen	64,0	78,0	70,2	3,0	4,2
	Tím	56,0	74,0	67,2	3,8	5,6
	Trắng	56,0	75,0	66,5	4,1	6,1
	Vàng	66,0	73,0	70,2	2,3	3,3
TGST (ngày)	Đen	79,0	93,0	85,2	3,0	3,5
	Tím	71,0	89,0	82,2	3,8	4,6
	Trắng	71,0	90,0	81,5	4,1	5,0
	Vàng	81,0	88,0	85,2	2,3	2,7
ASI (ngày)	Đen	0,0	4,0	1,8	1,1	60,6
	Tím	0,0	4,0	2,4	1,3	54,8

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

Tính trạng	Nhóm	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số biến động (%)
	Trắng	0,0	4,0	2,0	1,1	54,6
	Vàng	0,0	4,0	2,5	1,2	47,1
CCC (cm)	Đen	69,6	179,9	141,9	21,6	15,2
	Tím	88,1	165,9	129,8	19,4	14,9
	Trắng	73,1	185,1	132,2	29,2	22,1
	Vàng	125,2	150,8	139,7	9,3	6,7
CDB (cm)	Đen	22,3	78,2	62,8	10,7	17,0
	Tím	36,5	75,6	61,9	8,7	14,0
	Trắng	23,5	76,9	58,6	13,9	23,7
	Vàng	53,0	74,4	62,1	6,8	11,0
CDBCC (%)	Đen	29,3	70,1	44,6	7,8	17,5
	Tím	35,6	79,6	48,8	10,6	21,8
	Trắng	23,3	67,9	45,2	10,6	23,5
	Vàng	37,2	58,9	44,7	6,4	14,4
GOCLA (°)	Đen	49,5	70,9	59,8	6,7	11,2
	Tím	49,9	70,8	61,5	6,3	10,3
	Trắng	46,5	70,8	59,2	7,3	12,3
	Vàng	34,5	70,0	54,5	9,3	17,0
CDC (cm)	Đen	24,0	39,7	31,5	3,5	11,2
	Tím	22,2	36,2	29,1	3,4	11,6
	Trắng	22,5	37,6	29,2	3,4	11,6
	Vàng	28,5	37,0	31,2	2,4	7,5
SNCC1	Đen	5,8	17,0	12,2	2,8	22,8

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

Tính trạng	Nhóm	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số biến động (%)
	Tím	2,5	14,1	8,2	2,9	34,7
	Trắng	3,8	17,8	8,1	3,1	37,9
	Vàng	8,8	14,1	12,0	1,8	15,0
ChDB (cm)	Đen	9,5	14,9	12,5	1,3	10,2
	Tím	9,4	17,4	12,0	1,6	12,9
	Trắng	8,1	16,5	12,1	1,8	15,2
	Vàng	11,8	13,5	12,6	0,5	3,9
DKB (cm)	Đen	3,1	4,0	3,6	0,2	5,8
	Tím	3,1	4,3	3,7	0,3	8,1
	Trắng	2,7	4,5	3,8	0,4	9,5
	Vàng	3,3	3,8	3,6	0,2	4,5
HHB	Đen	8,0	16,0	11,3	2,6	22,8
	Tím	8,0	16,0	10,8	2,5	23,6
	Trắng	8,0	16,0	12,2	2,3	18,6
	Vàng	8,0	14,0	10,8	1,7	15,6
HH	Đen	16,7	25,8	20,6	1,9	9,4
	Tím	17,0	26,7	21,7	2,4	11,1
	Trắng	10,0	25,4	20,8	3,3	16,1
	Vàng	17,8	21,1	19,5	1,1	5,5
P100 (g)	Đen	7,9	18,4	12,8	2,3	17,7
	Tím	6,9	16,8	11,4	2,3	20,5
	Trắng	8,8	22,8	14,2	3,6	25,4
	Vàng	12,9	15,4	14,1	0,8	5,4

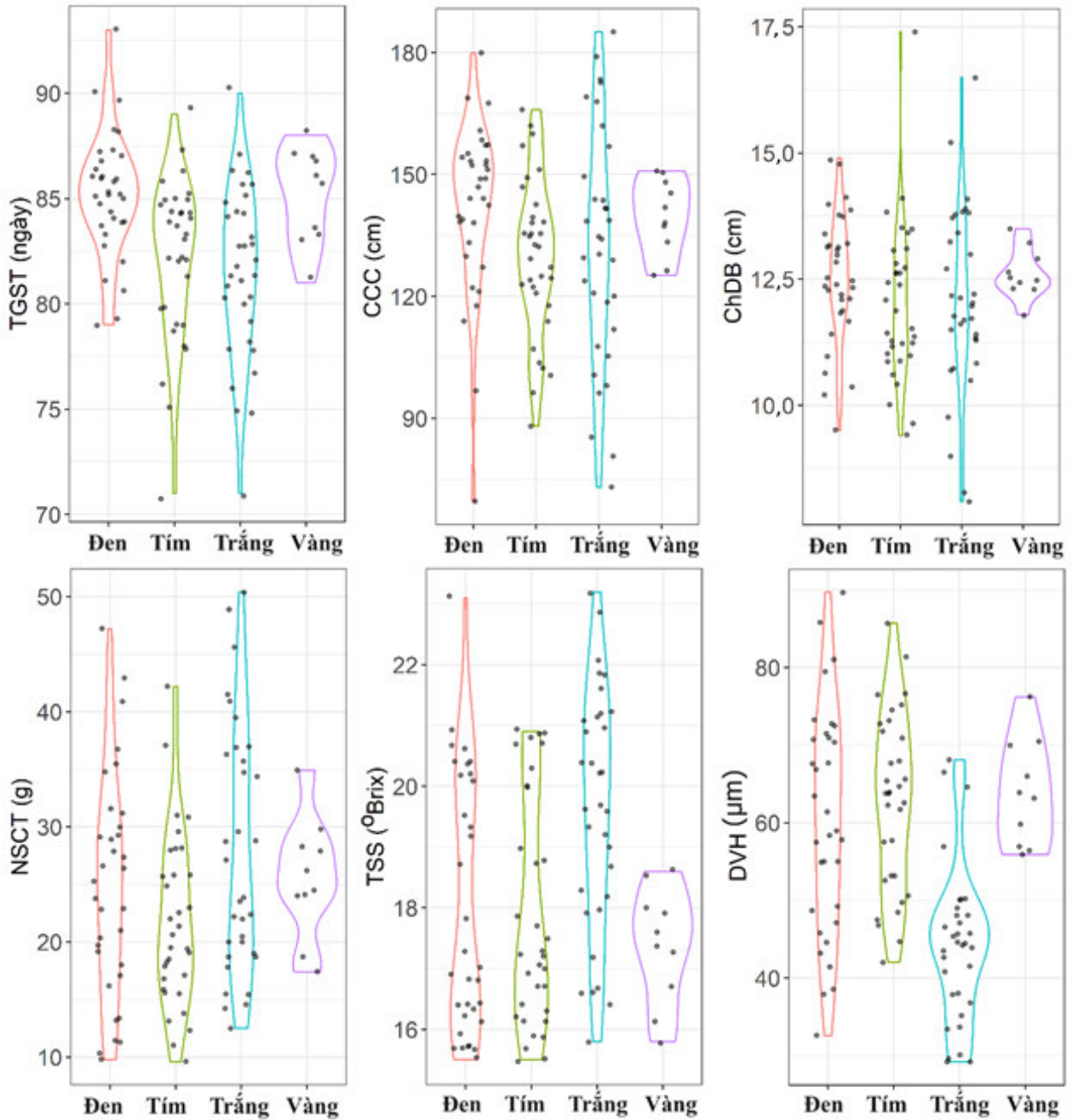
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

Tính trạng	Nhóm	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số biến động (%)
NSCT (g)	Đen	9,8	47,2	24,9	9,6	38,7
	Tím	9,6	42,2	21,8	7,4	34,1
	Trắng	12,5	50,4	27,8	10,8	38,8
	Vàng	17,4	34,9	25,6	5,1	20,1
TSS (°Brix)	Đen	15,5	23,1	18,0	2,1	11,9
	Tím	15,5	20,9	17,9	1,9	10,5
	Trắng	15,8	23,2	19,6	2,0	10,1
	Vàng	15,8	18,6	17,4	0,9	5,4
DVH (µm)	Đen	32,6	89,7	60,4	14,6	24,1
	Tím	42,0	85,7	62,8	11,3	18,0
	Trắng	29,2	68,1	44,3	9,9	22,4
	Vàng	55,9	76,2	63,9	6,9	10,7
AN (mg/100 g)	Đen	167,2	253,5	208,8	29,3	14,0
	Tím	136,2	199,7	161,0	18,2	11,3
	Trắng	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	Vàng	0,0	0,0	0,0	0,0	-

So sánh giữa các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm cho thấy, thời gian từ gieo đến khi thu bắp tươi dao động trong khoảng 66,5 - 70,2 ngày, thời gian sinh trưởng biến động từ 81,5 - 85,2 ngày. Hệ số biến động của các tính trạng này < 10% với thời gian sinh trưởng của nhóm dòng ngô siêu ngọt đen, vàng cao hơn khoảng 3 - 4 ngày so với nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng, tím. Thời gian sinh trưởng ở nhóm dòng ngô siêu ngọt tím, trắng có sự biến động nhiều hơn so với nhóm dòng ngô siêu ngọt đen, vàng (Hình 2).

Chiều cao cây là tính trạng quan trọng phản ánh độ thuần của các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm và là một trong các căn cứ để chọn lọc

sớm các dòng ở ngay giai đoạn trở cò, phun râu. Chiều cao cây trung bình của các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động từ 129,8 - 141,9 cm, chiều cao đóng bắp trung bình dao động từ 58,6 - 62,8 cm. Chiều cao cây ở nhóm dòng ngô siêu ngọt đen và trắng biến động lớn hơn so với nhóm dòng ngô siêu ngọt tím và vàng (Hình 2). Tỷ lệ chiều cao đóng bắp của các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động từ 44,6% - 48,8% trong vụ đông năm 2022. So với nhóm dòng ngô siêu ngọt vàng đối chứng, hệ số biến động cao > 10% trên các nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng, tím, đen ở các tính trạng này có thể liên quan tới sự đa dạng nguồn gen và độ thuần của các dòng tự phối (Bảng 1).



Hình 2. Biểu đồ so sánh một số tính trạng quan trọng giữa các nhóm dòng ngô siêu ngọt dựa trên màu sắc hạt

Đánh giá các tính trạng liên quan tới đặc điểm hình thái cây trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà Nội cho thấy, các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm có góc lá trung bình dao động từ 54,5 - 61,5°, chiều dài cờ trung bình dao động trong khoảng 29,1 - 31,5 cm. Số nhánh cờ cấp 1 dao động từ 8,1 - 12,2 nhánh với hệ số biến động rất cao, trong khoảng 15,0 - 37,9%. Trong đó, nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng, tím, đen có hệ số biến động ở tính trạng số nhánh cờ cấp 1 cao hơn hẳn so với

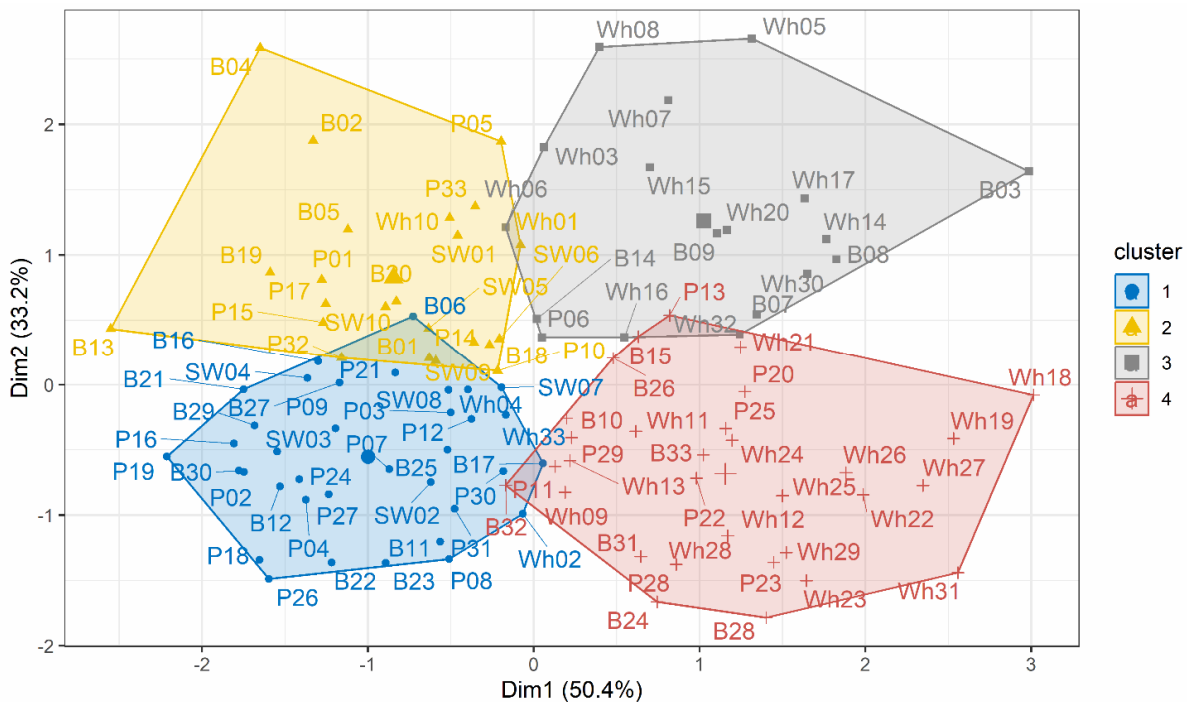
nhóm dòng đối chứng ngô siêu ngọt vàng. Đánh giá hình thái bắp cho thấy, chiều dài bắp trung bình của các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động từ 12,0 - 12,6 cm, đường kính bắp trung bình dao động từ 3,6 - 3,8 cm. Tuy nhiên, giữa các nhóm dòng có sự biến động khá lớn ở chỉ tiêu này. Chiều dài bắp của nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng và tím biến động lớn nhất trong khoảng 9,4 - 17,4 cm và 8,1 - 16,5 cm tương ứng (Bảng 1, hình 2). Nhóm dòng ngô siêu ngọt đen có chiều dài bắp

biến động khá lớn từ 9,5 - 14,9 cm và khoảng biến động này đều lớn hơn nhóm dòng ngô siêu ngọt vàng đối chứng (11,8 - 13,5 cm).

Đánh giá các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm cho thấy, số hàng hạt/bấp trung bình dao động từ 10,8 - 12,2 hàng hạt/bấp, số hạt/hàng trung bình có sự dao động từ 19,5 - 21,7 hạt/hàng, khối lượng 100 hạt trung bình của nhóm các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động từ 11,4 - 14,2 g. Năng suất cá thể trung bình của các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động từ 21,8 - 27,8 g/cây. Cả ba nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng, tím, đen đều có khoảng biến động lớn ở chỉ tiêu này. Trong đó, nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng có năng suất cá thể dao động trong khoảng 12,5 - 50,4 g/cây, nhóm dòng ngô siêu ngọt tím dao động trong khoảng 9,6 - 42,2 g/cây và nhóm dòng ngô siêu ngọt đen dao động trong khoảng 9,8 - 47,2 g/cây (Hình 2). Bấp của các dòng sau 18 - 22 ngày thụ phấn được thu và tiến hành đánh giá các chỉ tiêu chất lượng. Qua đánh giá cho thấy, chỉ số độ ngọt của các nhóm dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dao động từ 17,4 - 19,6 °Brix và độ dày vỏ hạt dao động từ 44,3 - 63,9 μm. Hàm lượng anthocyanin tổng số của các dòng ngô thí nghiệm dao động từ

0,0 (nhóm ngô ngọt vàng, trắng) đến 208,8 mg/100 g (nhóm ngô ngọt đen) trong vụ đông năm 2022. Hàm lượng AN trung bình ở nhóm ngô siêu ngọt đen cao hơn so với các nhóm dòng ngô siêu ngọt tím (161,0 mg/100 g). Các dòng ngô siêu ngọt trắng có chỉ số độ ngọt trung bình (19,6 °Brix) cao hơn và độ dày vỏ hạt trung bình thấp hơn hẳn (44,0 μm) so với ba nhóm ngô siêu ngọt còn lại (Hình 2). Trên thế giới, phát triển các dòng ngô siêu ngọt tím đã được báo cáo bởi Anirban và cs (2023) [5]. Tại Việt Nam, các dòng ngô ngọt tím đã được phát triển bởi Phạm Quang Tuấn và cs (2022) [11]. Trong nghiên cứu này, nhóm dòng siêu ngọt màu tím, đen ở nghiên cứu này đều xuất hiện các dòng có tính trạng chất lượng tương đương và vượt các công bố trước đó. Tuy nhiên, để lai tạo ra các giống ngô đặc sản triển vọng có khả năng thương mại hóa thì nhóm các dòng này không chỉ cần có đặc điểm nông học ưu tú mà còn phải có ưu thế lai và khả năng kết hợp về các tính trạng sinh trưởng, năng suất, chất lượng. Do vậy, cần có các nghiên cứu tiếp theo để xác định cặp bố mẹ ưu tú và tổ hợp lai triển vọng nhất.

3.2. Đa dạng di truyền của các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm



Hình 3. Phân tích cụm dựa trên thành phần chính phân nhóm các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm

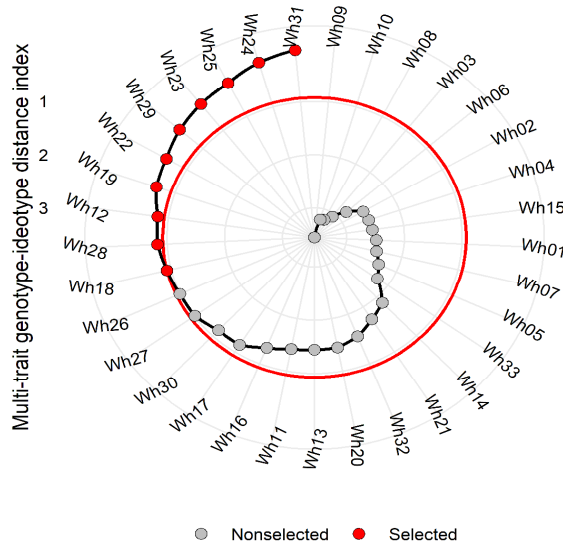
Ghi chú: Dim1: Thành phần chính 1; Dim2: Thành phần chính 2; cluster: Nhóm

Phân tích cụm dựa trên thành phần chính phân nhóm đa dạng di truyền các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm dựa trên 3 tính trạng quan trọng gồm: Năng suất cá thể, chỉ số độ ngọt, độ dày vỏ hạt cho thấy, nguồn gen ngô siêu ngọt được chia thành 4 nhóm chính. Phương pháp phân cụm này đã được áp dụng phân nhóm các dòng ngô ngọt ôn đới, nhiệt đới mới phát triển tại Việt Nam bởi Nguyễn Trung Đức và cs (2023) [12]. Kết quả phân nhóm cho thấy, các dòng này không phân

nhóm theo màu sắc hạt mà phân nhóm theo sự chọn lọc có mục tiêu từ nhà chọn giống.

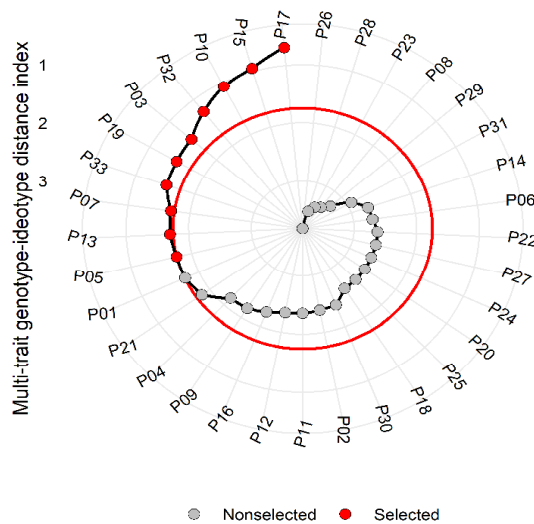
3.3. Chọn lọc các dòng ngô siêu ngọt ưu tú

Phương pháp chọn lọc đa biến dựa trên chỉ số chọn lọc kiểu gen đa tính trạng (MGIDI) được sử dụng để chọn lọc các dòng ngô siêu ngọt ưu tú với 3 tính trạng chính gồm: Năng suất cá thể (mục tiêu cao), chỉ số độ ngọt (mục tiêu cao) và độ dày vỏ hạt (mục tiêu thấp).



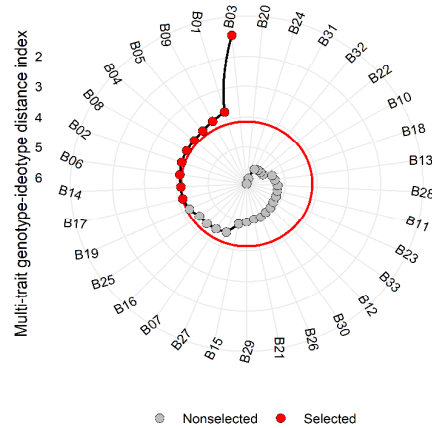
Hình 4. Kết quả chọn lọc các dòng ngô siêu ngọt trắng triển vọng bằng phương pháp chọn lọc đa biến MGIDI trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà Nội

Ghi chú: Nonselected: Không chọn; Selected: Chọn



Hình 5. Kết quả chọn lọc các dòng ngô siêu ngọt tím triển vọng bằng phương pháp chọn lọc đa biến MGIDI trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà Nội

Ghi chú: Nonselected: Không chọn; Selected: Chọn



Hình 6. Kết quả chọn lọc các dòng ngô siêu ngọt đen triển vọng bằng phương pháp chọn lọc đa biến MGIDI trong vụ đông năm 2022 tại thành phố Hà Nội

Ghi chú: Nonselected: Không chọn; Selected: Chọn

Kết quả chọn lọc bằng phương pháp chọn lọc đa biến dựa trên chỉ số MGIDI với áp lực chọn lọc 30% trong vụ đông năm 2022 độc lập trên 3 nhóm dòng ngô siêu ngọt đã chọn được 10 dòng ngô siêu ngọt trắng gồm: Wh12, Wh18, Wh19, Wh22, Wh23, Wh24, Wh25, Wh28, Wh29, Wh31 (Hình 4), 10 dòng ngô siêu ngọt tím gồm: P03, P05, P07, P10, P13, P15, P17, P19, P32, P33 (Hình 5) và 10 dòng ngô siêu ngọt đen ưu tú gồm: B01, B02, B03, B04, B05, B06, B08, B09, B14, B17 (Hình 6).

4. KẾT LUẬN

Các dòng ngô siêu ngọt thí nghiệm sinh trưởng, phát triển tốt trong điều kiện vụ đông năm 2022 tại huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội với thời gian sinh trưởng trung bình dao động từ 81,5 - 85,2 ngày, năng suất cá thể trung bình biến động trong khoảng 21,8 - 27,8 g/cây, chỉ số độ ngọt trung bình dao động từ 17,4 - 19,6 °Brix và độ dày vỏ hạt trung bình dao động từ 44,3 - 63,9 µm. Nhóm dòng ngô siêu ngọt trắng nhìn chung có các tính trạng chất lượng cao hơn ba nhóm còn lại. Kết quả chọn lọc bằng phương pháp chọn đa biến dựa trên chỉ số MGIDI trong vụ đông năm 2022 đã xác định được 30 dòng ngô siêu ngọt trắng, tím, đen triển vọng. Nghiên cứu cung cấp thông tin về đặc điểm nông học và bổ sung thêm nguồn vật liệu quan trọng phục vụ tạo giống ngô đặc sản tại Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thuộc đề tài khoa học công nghệ trọng điểm Học viện Nông nghiệp Việt Nam,

mã số: T2022-41-06TD. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã cấp kinh phí thực hiện nghiên cứu. Đề tài này được xuất phát từ ý tưởng sáng tạo do nhóm tác giả Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đề xuất đã đạt giải Nhì tại Cuộc thi Ý tưởng sáng tạo Khoa học công nghệ, công trình NCKH tiêu biểu Học viện Nông nghiệp Việt Nam năm 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Mehta B. K., Muthusamy V., Zunjare R. U., Baveja A., Chauhan H. S., Chhabra R., Singh A. K. & Hossain F. (2020). Biofortification of sweet corn hybrids for provitamin-A, lysine and tryptophan using molecular breeding. *Journal of Cereal Science*. 96: 103093.
2. Tracy W. F., Shuler S. L. & Dodson-Swenson H. (2019). The use of endosperm genes for sweet corn improvement. in *Plant Breeding Reviews*, Volume 43, First Edition, 215-241.
3. Zhang X., Mogel K. J. H. v., Lor V. S., Hirsch C. N., De Vries B., Kaepler H. F., Tracy W. F. & Kaepler S. M. (2019). Maize *sugary enhancer1 (se1)* is a gene affecting endosperm starch metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(41): 20776-20785.
4. Yang Q., Yang X., Zhang Q., Wang Y., Song H. & Huang F. (2020). Quantifying soluble sugar in super sweet corn using near-infrared spectroscopy combined with chemometrics. *Optik*, 220: 165128.

5. Anirban A., Hayward A., Hong H. T., Masouleh A. K., Henry R. J. & O'hare T. J. (2023). Breaking the tight genetic linkage between the *a1* and *sh2* genes led to the development of anthocyanin-rich purple-pericarp super-sweetcorn. *Scientific Reports*, 13(1): 1050.
6. Nguyễn Trung Đức, Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Nguyễn Quốc Trung, Vũ Văn Liết (2023). Đánh giá đa dạng di truyền nguồn gen ngô thực phẩm dựa trên đặc điểm nông học và chỉ thị phân tử SSR. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 450(3): 18-29.
7. Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Quốc Trung, Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Phạm Thu Hằng, Phạm Xuân Hội, Vũ Văn Liết (2023b). Xác định chỉ thị phân tử SSR liên kết với gen *sh2* và *su1* trên các dòng ngô ngọt tự phối. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 21(2): 149-160.
8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13381-2:2021. Giống cây trồng nông nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng - Phần 2: Giống ngô.
9. So Y. S. (2018). Pericarp thickness of Korean maize landraces. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, 17(1): 87-90.
10. Giusti M. M. & Wrolstad R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV - visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, 00(1): 1-13.
11. Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Vũ Thị Xuân Bình, Vũ Văn Liết (2022). Phát triển và chọn lọc các dòng ngô trái cây giàu anthocyanin. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(7): 853-862.
12. Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Phạm Quang Tuấn, Vũ Văn Liết (2023). Đặc điểm nông học và đa dạng di truyền của các dòng ngô ngọt ôn đới và nhiệt đới tự phối S4 mới phát triển. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Bản B)*, 65(7): 47-52.

EVALUATION OF WHITE, PURPLE, BLACK SUPER SWEET CORN GENETIC RESOURCES FOR SPECIALTY CORN BREEDING PROGRAM

Nguyen Trung Duc¹, Nguyen Thi Nguyet Anh¹, Pham Quang Tuan¹, Vu Van Liet²

¹*Crops Research and Development Institute, Vietnam National University of Agriculture*

²*Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture*

Summary

The study evaluated the phenotypic traits and breeding potential of 109 super sweet corn lines divided into 4 groups in the Winter crop season 2022 in Ha Noi city based on 20 agronomic traits to select elite super sweet corn lines for specialty corn breeding program. The results showed that the super sweet corn lines grow and develop well with an average growth duration of about 81.5 - 85.2 days, average individual yield fluctuated from 21.8 - 27.8 g/plant, the average total soluble solids ranged from 17.4 - 19.6 °Brix and the average pericarp thickness ranged from 44.3 - 63.9 µm. Selection based on phenotype using the multitrait genotype-ideotype distance index (MGIDI) had selected 30 elite super sweet corn lines (10 white super sweet lines, 10 purple super sweet lines and 10 black super sweet lines). This research provided an excellent white, purple, and black super sweet corn genetic materials as a basis for breeding new super sweet corn varieties, diverse in color and type in Vietnam.

Keywords: *Super sweet corn, sh2sh2, white, purple, black.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Đồng

Ngày nhận bài: 30/9/2023

Ngày thông qua phản biện: 17/10/2023

Ngày duyệt đăng: 17/4/2024

NGHIÊN CỨU VI NHÂN GIỐNG CÂY LƯỢC VÀNG (*Callisia fragrans* Lindl.) VÀ SỰ TÍCH LŨY OLEANOLIC AXIT TRONG MÔ NUÔI CÂY

Nguyễn Hoàng Yên Thy^{1,*}, Bùi Thanh Hòa¹,
Phạm Hồng Diệp¹, Trần Văn Minh¹

TÓM TẮT

Cây Lược vàng là một trong những nguồn dược liệu để chữa trị các bệnh như: Nhiễm trùng, thoái hóa khớp, bỏng... Cây có chứa các hoạt chất có giá trị trong việc ức chế sự phát triển các tế bào ung thư, giúp tăng sức đề kháng tế bào và kích thích quá trình tái sinh tế bào. Vì vậy, cần thiết nghiên cứu nhằm bảo tồn và phát triển nguồn dược liệu quý vùng nhiệt đới. Nghiên cứu xây dựng quy trình vi nhân giống *in vitro* cây lược vàng và phân tích hoạt chất oleanolic axit tích lũy. Chồi nảy mầm từ đốt thân cây thực sinh được sử dụng làm mẫu nuôi cấy. Trên môi trường MS có bổ sung 2 mg/l BA, cho tỷ lệ tái sinh chồi từ đốt thân là 82%. Nuôi cấy tạo cụm chồi trên môi trường có bổ sung 1 mg/l BA + 0,5 mg/l NAA cho 1,46 chồi/mẫu. Nhân nhanh chồi trên môi trường có bổ sung 1 mg/l BA + 0,5 mg/l IBA cho 5,87 chồi/mẫu sau 4 tuần nuôi cấy. Chồi được nuôi cấy tạo rễ trên môi trường có bổ sung 0,5 mg/l IBA có số rễ trung bình đạt 30 rễ/chồi, chiều dài rễ trung bình 3 cm trong 4 tuần nuôi cấy. Thuần hóa chồi trên giá thể đất sạch có tỉ lệ cây sống cao, sinh trưởng tốt, chiều cao cây đạt hơn 15 cm sau 2 tháng chăm sóc. Môi trường cơ bản MS có bổ sung kết hợp 2 mg/l 2,4D + 1 mg/l kinetin cho kết quả tạo mô sẹo tốt nhất, đạt tỷ lệ 76% sau 18 ngày nuôi cấy. Mô sẹo được cấy truyền trên môi trường MS có bổ sung 1 mg/l 2,4D + 0,5 mg/l kinetin cho ra chỉ số sinh trưởng đạt 4,49. Phân tích hoạt chất cho thấy, có sự tích tụ saponin trong mô sẹo và chồi *in vitro*

Từ khóa: Cây Lược vàng, chồi non, cụm chồi, nuôi cấy chồi đỉnh, nuôi cấy mô sẹo, oleanolic axit, vi nhân giống.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Callisia fragrans (Lindl.) thuộc họ Commelinaceae (họ Thài Lài), hay còn gọi là cây Lược vàng, được trồng làm cây cảnh và dùng làm thuốc, có chứa nhiều thành phần hoạt tính sinh học khác nhau như: Flavonoid, axit phenolic và anthraquinone [1]. Các hoạt chất trong cây điều trị bệnh tim mạch, ung thư, bỏng và thoái hóa khớp [2]. Hai flavonoid chính được tìm thấy trong *C. fragrans* là quercetin (6,51%) và kaempferol (0,22%) [1]. Flavonoid có hoạt tính chống viêm đã được sử dụng để điều trị ung thư và ngăn ngừa tỷ lệ tử vong do tim mạch [3]. Ngoài ra, các hợp chất axit phenolic cũng là thành phần chống ung thư

trong các ứng dụng sản xuất dược phẩm [4]. Polyphenol không chỉ xuất hiện trong các phương pháp điều trị ung thư mà còn ngăn da người khỏi bị cháy nắng do hấp thụ tia UV [5]. Hơn nữa, ecdysteroid và axit amin có thể làm giảm lượng cholesterol trong máu, điều trị ung thư và chữa lành vết thương hở [6].

Bộ phận chính của cây Lược vàng được sử dụng có giá trị dược liệu là lá. Do nhu cầu về cây thuốc ngày càng tăng mạnh, dẫn đến áp lực khai thác liên tục lên tài nguyên thiên nhiên. Sự mất đa dạng sinh học do phá rừng và độc canh là nguyên nhân chính dẫn đến sự suy thoái của họ Thài Lài nói chung [7]. Trong khi đó, cây Lược vàng là cây thân thảo lâu năm và gặp nhiều trở ngại từ khâu gieo trồng đến thu hoạch trong thời gian dài. Những khó khăn trong quá trình trồng trọt như: Dịch bệnh, khả năng sinh tổng hợp, tích lũy hoạt

¹ Khoa Công nghệ sinh học, Trường Đại học Quốc tế, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

* Email: ythynguyen@yahoo.com; tvminh@hcmiu.edu.vn

chất phụ thuộc vào điều kiện sinh thái, canh tác, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật. Từ thực tế trên, nghiên cứu nhân giống *in vitro* cây Lược vàng nhằm bảo tồn, phát triển và nghiên cứu sự tích lũy oleanolic axit trong tế bào.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Vật liệu ban đầu là các đốt thân được lấy từ cây Lược vàng một năm tuổi tại huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh.

Môi trường dinh dưỡng cơ bản MS [8], có bổ sung 10% nước dừa, 20 g/l sucrose và 8 g/l agar được điều chỉnh pH = 5,8 - 6 trước khi hấp khử trùng. Có bổ sung các chất điều hòa sinh trưởng (hormone): NAA (α -Naphthalenacetic acid), 2,4D (2,4-Dichloro-phenoxyacetic acid), IBA (Indol butyric acid), BA (6-Benzylaminopurine), Kinetin (N^6 -Furfuryladenine). Nguồn hóa chất: Công ty Sigma, Mỹ.

Điều kiện nuôi cấy: Điều kiện nuôi cấy *in vitro*: 16 giờ chiếu sáng/8 giờ tối, cường độ ánh sáng 37,04 $\mu\text{mol/s/m}^2$, nhiệt độ $26 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khử trùng mẫu

Thân cây được rửa bằng xà phòng loãng và rửa lại bằng nước sạch 2 - 3 lần. Các đốt thân được cắt rời và được khử trùng bằng cồn 70% trong 1 phút; khử trùng tiếp bằng hypochlorite sodium 5% có thêm 1 - 2 giọt tween 20 trong 30 phút; rửa sạch bằng nước cất vô trùng 3 lần, mỗi lần 1 phút. Sau đó, các đốt thân được cắt hai đầu và được cấy vào môi trường MS [8] có bổ sung BA (0 - 0,1 - 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 mg/l) để kích thích sự nảy mầm của chồi.

2.2.2. Nuôi cấy tái sinh chồi *in vitro*

Các đốt thân được cấy trên môi trường MS bổ sung BA (0 - 0,1 - 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 mg/l) để kích thích sự nảy mầm của chồi bên; thời gian nuôi cấy 4 tuần.

2.2.3. Nuôi cấy tạo cụm chồi *in vitro*

Chồi cây thu được sau khi nảy mầm (chiều cao 2 - 2,5 cm) được cắt ra và cấy trên môi trường MS bổ sung BA (0 - 0,5 - 1 - 2 - 3 mg/l) phối hợp

với các nồng độ khác nhau của NAA (0 - 0,25 - 0,5 mg/l); thời gian nuôi cấy 4 tuần.

2.2.4. Nhân nhanh chồi *in vitro*

Cụm chồi (2 - 3 chồi/cụm chồi) được đặt trên môi trường nuôi cấy MS có bổ sung BA (0,5 - 1 - 2 - 3 mg/l), NAA (0 - 0,1 - 0,25 - 0,5 - 0,75 mg/l) và IBA (0 - 0,1 - 0,25 - 0,5 - 0,75 mg/l) riêng lẻ và kết hợp ở các nồng độ khác nhau. Sau 4 tuần nuôi cấy, các chồi đạt chiều cao trên 0,5 cm sẽ được thu dữ liệu hệ số nhân chồi.

Hệ số nhân chồi = Số chồi (sau 4 tuần)/Số chồi ban đầu

2.2.5. Nuôi cấy tạo rễ cho chồi *in vitro*

Các chồi có chiều cao 3,5 - 4 cm, sinh trưởng và phát triển tốt, được chuyển sang nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA (0 - 0,1 - 0,5 - 1 mg/l) và IBA (0 - 0,1 - 0,5 - 1 mg/l) kích thích tạo rễ; thời gian nuôi cấy 4 tuần.

2.2.6. Thuần hóa chồi trên vườn ươm

Chồi *in vitro* hoàn chỉnh, chồi có chiều cao 5 cm, có 4 tầng lá, bộ rễ tốt được chuyển ra điều kiện môi trường ngoài phòng thí nghiệm trong 3 ngày để thích nghi với nhiệt độ bên ngoài. Sau đó, cây được lấy ra khỏi bình, rửa sạch môi trường dinh dưỡng dính trên rễ và trồng vào chậu nhựa có chứa giá thể xơ dừa đã tiệt trùng và đất sạch; số liệu được ghi nhận sau 8 tuần.

2.2.7. Nuôi cấy tạo mô sẹo

Lá chồi *in vitro* được cắt ra thành các ô vuông có độ dài 1 cm^2 và được nuôi cấy trên môi trường MS bổ sung kinetin 1 mg/l và kết hợp với NAA (1 - 2 - 3 mg/l) và 2,4D (1 - 2 - 3 mg/l) tạo mô sẹo; thời gian nuôi cấy 4 tuần.

2.2.8. Cấy truyền mô sẹo trên agar

Mô sẹo xộp có màu trắng được tách khỏi lá. Khối lượng ban đầu mô sẹo được nuôi cấy là 0,1 g/cụm. Mô sẹo được nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung 10% nước dừa, 2 g than hoạt tính, kinetin (0,1 - 0,5 - 1 mg/l), 2,4D (0,1 - 0,5 - 1 - 2 - 3 mg/l) và kết hợp giữa kinetin và 2,4D; thời gian nuôi cấy 4 tuần. Chỉ số sinh trưởng được thu nhận và tính theo công thức: $GI = W_f / W_i$.

Trong đó: W_f là khối lượng tế bào tại thời điểm 4 tuần sau nuôi cấy; W_i là khối lượng tế bào ở thời điểm bắt đầu nuôi cấy - 0,1 g/cụm.

2.2.9. Phân tích hoạt chất oleanolic axit [9, 10]

Mẫu mô sẹo (sau 4 tuần nuôi cấy), mẫu chồi *in vitro* (sau 5 tháng), chồi *ex vitro* (sau 2 tháng) được phân tích oleanolic axit. Mẫu được sấy đến khối lượng không đổi ở 50°C để xác định khối lượng khô. Hàm lượng oleanolic axit tổng được xác định bằng máy sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) theo Norhidayah và cs (2015) [10] có điều chỉnh phù hợp với điều kiện phòng thí nghiệm.

Điều kiện chạy HPLC: Nhiệt độ cột 30°C, cột Zorbax Eclipse-XDB C18 (5 µm, 4,6 × 150 mm); tốc độ dòng chảy 1 ml/phút; detector đọc ở bước sóng 220 nm; pha tĩnh là silica gel và pha động là kênh A (H₂O) và kênh B (acetonitrile); chương trình pha động đồng đẳng 95% B. Quy trình phân tích HPLC được thực hiện trên hệ thống máy Agilent series 1200, với UV-VIS detector. Hàm lượng saponin tổng được tính dựa trên đường chuẩn oleanolic axit (OA). Kết quả biểu thị bằng số µg (OA)/mg mẫu.

2.3. Bố thí thí nghiệm và phân tích số liệu

Các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm được bố trí nhắc lại 3 lần mỗi nghiệm thức, mỗi lần 10 mẫu. Các chỉ tiêu được quan sát và thu số liệu sau

4 tuần nuôi cấy. Thí nghiệm thích nghi chồi ở môi trường bên ngoài được bố trí nhắc lại 3 lần mỗi công thức, mỗi lần 10 mẫu. Các chỉ tiêu được quan sát và thu số liệu sau 8 tuần. Số liệu được phân tích ANOVA bằng phần mềm SPSS v.22 với mức xác suất p=0,05.

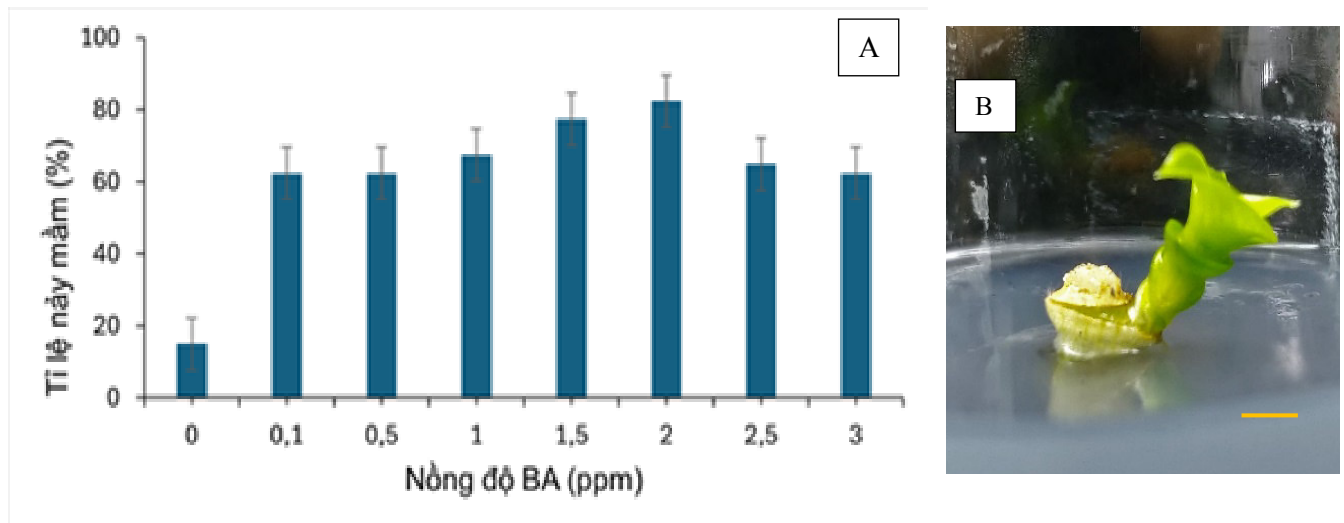
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nhân nhanh chồi *in vitro*

3.1.1. Nuôi cấy tái sinh chồi *in vitro*

Môi trường MS có bổ sung BA có nồng độ khác nhau được sử dụng nuôi cấy kích thích bật chồi từ đốt thân của mẫu nuôi cấy. Hình 1 cho thấy, sau 4 tuần nuôi cấy, tỉ lệ chồi nảy mầm cao ở trên môi trường bổ sung 2 mg/l BA là 82% so với đối chứng không có BA là 15% (Hình 1A). Có một số mẫu tạo mô sẹo trên bề mặt cắt của thân (Hình 1B). Môi trường MS có bổ sung 2 mg/l BA là thích hợp cho quá trình kích thích phát sinh chồi từ đốt thân.

Kết quả được ghi nhận trên cây hoa violet tím Ba Tư (*Persian violet*) [11]. BA tham gia vào quá trình điều hòa phân chia tế bào, hình thành chồi ngẫu nhiên và giảm ưu thế ngọn [12].



Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ BA đến tỷ lệ nảy mầm của đốt thân sau 4 tuần nuôi cấy (A); hình thái nảy mầm của chồi trong môi trường nuôi cấy có chứa BA (Bar 0,5 cm) (B)

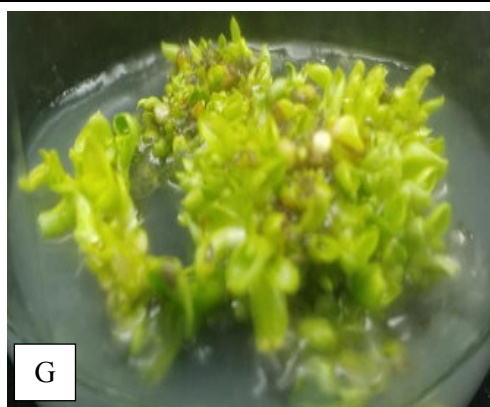
3.1.2. Ảnh hưởng của tổ hợp BA và NAA đến tạo cụm chồi *in vitro*

Chồi có kích thước 1 cm được sử dụng làm mẫu cấy và nuôi cấy trên môi trường MS có nồng độ BA (0 - 1 - 2 - 3 mg/l) và NAA (0 - 0,25 - 0,5 mg/l) khác

nhau. Bảng 1 cho thấy, hệ số nhân chồi đạt cao nhất 1,2 chồi/mẫu, chiều cao thân chồi 0,62 cm ở nghiệm thức có bổ sung 1 mg/l BA + 0,5 mg/l NAA (Hình 2). Tác động của BA và NAA đến quá trình nhân chồi cũng đã được Al-Drissi và cs (2022) [13] công bố.

Bảng 1. Ảnh hưởng của sự kết hợp BA và NAA đến tạo cụm chồi *in vitro* (sau 4 tuần nuôi cấy)

BA (ppm)	NAA (ppm)	Số chồi/cụm	Chiều cao chồi (cm)
0	0	0,11 ± 0,11 e	0,120 ± 0,080 e
0,5	0,25	1,06 ± 0,03 bc	0,420 ± 0,020 bc
1	0,25	1,27 ± 0,20 ab	0,630 ± 0,008 a
2	0,25	0,80 ± 0,05 cd	0,514 ± 0,030 ab
3	0,25	0,73 ± 0,03 cd	0,395 ± 0,007 bcd
0,5	0,5	1,20 ± 0,10 ab	0,420 ± 0,020 bcd
1	0,5	1,46 ± 0,12 a	0,590 ± 0,008 a
2	0,5	0,60 ± 0,05 d	0,375 ± 0,007 cd
3	0,5	0,60 ± 0,05 d	0,280 ± 0,009 d



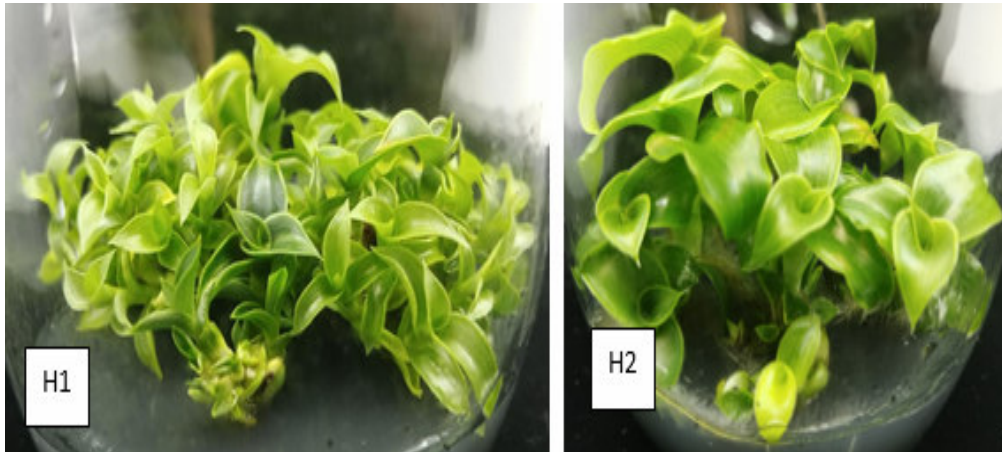
Hình 2. Phản ứng tạo cụm chồi của cây Lược vàng ở 1 mg/l BA + 0,5 mg/l NAA (G) sau 4 tuần nuôi cấy (Bar A đến I - 1 cm)

3.1.3. Ảnh hưởng của tổ hợp BA + NAA và BA + IBA đến nhân chồi *in vitro*

Cụm chồi (có 2 - 3 chồi nhỏ) được cấy truyền sang môi trường MS có bổ sung 1 mg/l BA kết hợp với NAA hoặc IBA. Kết quả ở bảng 2 cho thấy, môi trường MS có 1 mg/l BA + 0,5 mg/l NAA đạt hệ số nhân chồi cao nhất là 4,44 và môi trường bổ sung 1 mg/l BA + 0,5 mg/l IBA cho hệ số nhân chồi đạt cao nhất 5,87 lần (Bảng 2, hình 3). Kết quả được ghi nhận sự kết hợp BA và IBA có hiệu quả trong việc nhân chồi cây môn lưỡng sắc (*Caladium bicolor*) [14].

Bảng 2. Ảnh hưởng của sự kết hợp BA + NAA và BA + IBA đến nhân cụm chồi (sau 4 tuần nuôi cấy)

BA (mg/l)	NAA (mg/l)	IBA (mg/l)	Hệ số nhân chồi
0	0		1,10 ± 0,10 d
1	0,10		2,71 ± 0,17 c
1	0,25		3,08 ± 0,19 c
1	0,50		4,44 ± 0,24 ab
1	0,75		2,98 ± 0,48 c
1		0,10	3,84 ± 0,18 bc
1		0,25	4,38 ± 0,82 abc
1		0,50	5,87 ± 0,86 a
1		0,75	3,65 ± 0,27 bc



Hình 3. Phản ứng nhân chồi của cây Lược vàng ở 1 mg/l BA + 0,5 mg/l IBA sau 2 tuần (H1) và sau 4 tuần nuôi cấy (H2) (Bar A đến I - 1 cm)

3.1.4. Nuôi cấy tạo rễ cho chồi *in vitro*

Chồi đơn, có chiều cao thân 2,5 - 3,5 cm, được tách ra từ những cụm chồi. Mẫu được cấy trên môi trường không và có bổ sung NAA, IBA đều ra rễ. Trên môi trường MS có bổ sung 1 mg/l IBA (Bảng 3) cho kết quả số lượng rễ cao nhất (30 rễ/chồi),

dài rễ 3,03 cm và môi trường có bổ sung 1 mg/l NAA cho số rễ 27 rễ/chồi, dài rễ 1,26 cm (Hình 4). Bộ rễ hình thành trên môi trường bổ sung IBA có hình dạng mảnh và nhiều rễ con, điều này cũng đã được ghi nhận trên loài hoa hoàng lan *T. Yakawa* (*D. trankimianum T. Yukawa*) [15].

Bảng 3. Ảnh hưởng của NAA và IBA đến sự tạo rễ *in vitro* (sau 4 tuần nuôi cấy)

NAA (mg/l)	IBA (mg/l)	Số rễ	Chiều dài (cm)
0	0	6,00 ± 0,57 c	4,56 ± 0,72 a
0,1		12,33 ± 1,45 c	2,46 ± 0,14 ab
0,5		25,00 ± 2,08 bc	3,56 ± 0,89 ab
1		27,00 ± 5,00 ab	1,26 ± 0,17 b
	0,1	12,33 ± 0,33 c	4,00 ± 0,76 ab
	0,5	17,00 ± 2,00 ab	3,00 ± 0,57 ab
	1	30,00 ± 3,60 a	3,03 ± 0,51 ab



Hình 4. Phản ứng tạo rễ của cây Lược vàng trên môi trường có bổ sung 1 mg/l IBA (*) (Bar - 1 cm)

3.1.5. Thuần hóa chồi trên vườn ươm

Giá thể để trồng cây là một yếu tố rất quan trọng trong việc tạo điều kiện thích nghi cho cây ngoài vườn ươm. Chồi *in vitro* đạt chiều cao từ 3,0 - 3,5 cm, có 4 - 5 lá, bộ rễ khỏe, sinh trưởng tốt, được cấy chuyển ra ngoài nhà lưới. Chồi cây Lược vàng sinh trưởng, phát triển tốt trên hầu hết các giá thể. Trên giá thể xơ dừa, có chiều cao chồi 9,02 cm sau 2 tháng (Bảng 4, hình 5). Chồi được trồng trong đất sạch có thân chồi cao hơn, lá dài hơn và có màu xanh đặc trưng. Chồi được trồng trong xơ dừa ít dinh dưỡng có thân chồi nhỏ hơn, lá có màu vàng nhạt nhưng có rễ phát triển và dài hơn do xơ

dừa thoáng và nhẹ (Hình 5). Nghiên cứu của Ara và cs (2013) [16] cũng sử dụng giá thể đất sạch để

Bảng 4. Thuần hóa cây Lọc vàng (sau 8 tuần)

Tuần	Đất xơ dừa		Đất sạch	
	Chiều cao thân (cm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều cao thân (cm)	Chiều dài lá (cm)
W1	3,5 ± 0,15	2,96 ± 0,13	3,00 ± 0,12	2,94 ± 0,11
W2	3,92 ± 0,13	3,09 ± 0,14	4,20 ± 0,12	3,50 ± 0,14
W3	5,37 ± 0,21	3,47 ± 0,13	6,61 ± 0,10	5,20 ± 0,19
W4	6,49 ± 0,26	4,37 ± 0,14	7,94 ± 0,15	6,11 ± 0,20
W5	7,31 ± 0,20	5,30 ± 0,13	11,22 ± 0,24	6,67 ± 0,21
W6	7,95 ± 0,17	5,31 ± 0,13	13,01 ± 0,20	6,95 ± 0,19
W7	8,43 ± 0,16	5,38 ± 0,13	14,49 ± 0,22	7,64 ± 0,21
W8	9,02 ± 0,10	5,39 ± 0,11	15,09 ± 0,30	7,99 ± 0,26



Hình 5. Chồi Lọc vàng được trồng trong khay xơ dừa (B) sau 2 tháng (Bar - 1 cm)

3.2. Nuôi cấy mô sẹo

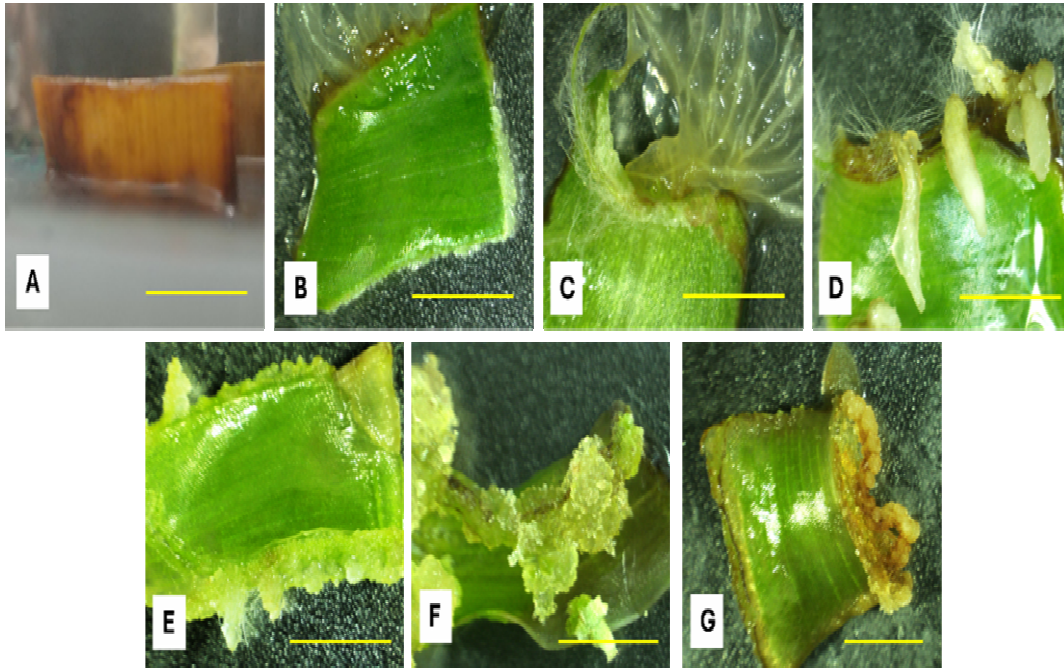
3.2.1. Nuôi cấy tạo mô sẹo

Lá *in vitro* được cắt thành từng đoạn hình vuông khoảng 1 cm². Mẫu lá được nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA và 2,4D có các nồng độ khác nhau. Nghiệm thức có bổ sung 2,4D thích hợp cho sự tạo mô sẹo từ lá Lọc vàng. Nồng độ 1 - 2 mg/l 2,4D là thích hợp cho ra kết quả tạo mô sẹo tươi xốp, có màu trắng, không trong suốt (Bảng 5). Nồng độ 2,4D cao (3 mg/l) mô sẹo bị hóa nâu. Môi trường có NAA kích thích mô sẹo tạo rễ tốt hơn là cho sinh trưởng mô sẹo (Bảng 5). Thời gian tạo mô sẹo trên môi trường bổ sung 1 - 2 mg/l 2,4D và NAA cho kết quả 21 - 18 ngày.

Kết quả cũng được ghi nhận ở loài hoa cửu lý hương (*Ruta Chalepensis*) [17], cây chùm ngây (*Moringa oleifera* Lam) [18, 19], cây riềng (*Pimpinella alpina*) [20].

Bảng 5. Ảnh hưởng của NAA và 2,4D đến sự tạo mô sẹo (sau 4 tuần)

NAA (mg/l)	2,4D (mg/l)	Tỷ lệ tạo mô sẹo (%)	Thời gian tạo mô sẹo (ngày)
0	0	-	-
1		7,30 ± 3,09	21,04 ± 2,09
2		7,30 ± 3,09	18,42 ± 1,30
3		5,70 ± 3,00	16,45 ± 1,27
	1	62,90 ± 6,94	21,58 ± 2,14
	2	76,80 ± 5,58	18,20 ± 1,58
	3	87,70 ± 5,15	15,43 ± 0,61



Hình 6. Sự tạo thành mô sẹo từ lá *in vitro* của cây Lược vàng với nồng độ kinetin 1 ppm và các tổ hợp auxin (NAA + 2,4D) khác nhau sau 4 tuần nuôi cấy. Mẫu cấy trên môi trường không chứa chất điều hòa sinh trưởng (A); 1 mg/l kinetin + 0,1 mg/l NAA (B); 1 mg/l kinetin + 2 mg/l NAA (C); 1 mg/l kinetin + 3 mg/l NAA (D); 1 mg/l kinetin + 1 mg/l 2,4D (E); 1 mg/l kinetin + 2 mg/l 2,4D (F); 1 mg/l kinetin + 3 mg/l 2,4D (G). Bar a đến g - 0,5 cm

3.2.2. Cấy truyền mô sẹo

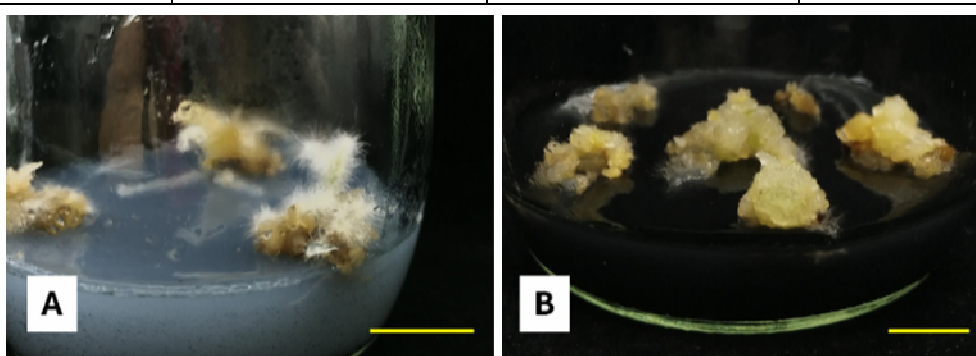
Sự phát triển của mô sẹo phụ thuộc vào tốc độ tăng trưởng và thành phần môi trường nuôi cấy. Với nồng độ thích hợp giữa auxin và cytokinin kích thích sự tăng sinh mô sẹo [21]. Bảng 6 cho thấy,

môi trường MS bổ sung 1 mg/l 2,4D + 0,5 mg/l kinetin, mô sẹo có mức tăng trưởng cao 4,49; các mô sẹo đều xốp và có màu vàng nhạt sau 4 tuần nuôi cấy. Kết quả này cũng được ghi nhận ở loài cây họ măng tây (*Chlorophytum borivilianum*) [22].

Bảng 6. Ảnh hưởng của 2,4D và kinetin đến sự tăng sinh mô sẹo (sau 4 tuần)

2,4D (ppm)	Kinetin (ppm)	Khối lượng mô sẹo (g)	Tăng sinh mô sẹo
0	0	Ra rễ	-
0	0,1	Hóa nâu	-
0	0,5	Hóa nâu	-
0	1	Hóa nâu	-
0	2	Hóa nâu	-
0,1	0	0,150 ± 0,02 ef	1,50 ± 0,04 de
0,5	0	0,137 ± 0,04 de	1,37 ± 0,46 cd
1	0	0,391 ± 0,07 bc	3,91 ± 0,58 ab
2	0	0,326 ± 0,08 ab	3,26 ± 0,47 abc

0,1	0,1	0,145 ± 0,02 de	1,45 ± 0,05 cde
0,5	0,5	0,286 ± 0,04 cd	2,86 ± 0,50 abcd
1	0,5	0,449 ± 0,02 de	4,49 ± 0,70 a
2	0,5	0,325 ± 0,03 de	3,25 ± 0,49 abc
3	0,5	0,299 ± 0,03 de	2,99 ± 0,44 abc
1	1	0,437 ± 0,06 a	4,37 ± 0,93 a
2	1	0,394 ± 0,03 a	3,94 ± 0,73 ab
3	1	0,322 ± 0,05 ab	3,22 ± 1,13 bcd

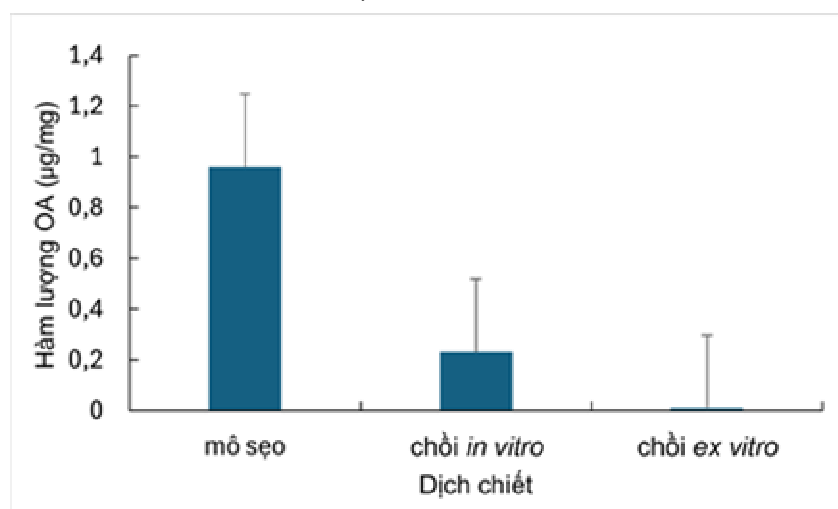


Hình 7. Cây truyền mô sẹo Lược vàng sau 4 tuần nuôi cấy trên môi trường 2,4D kết hợp kinetin. Mẫu mô sẹo ra rễ trên môi trường không bổ sung 2,4D hay kinetin (A); mẫu mô sẹo tăng sinh tốt trên môi trường có bổ sung 1 mg/l 2,4D + 0,5 mg/l kinetin (B) (Bar A, B - 1 cm)

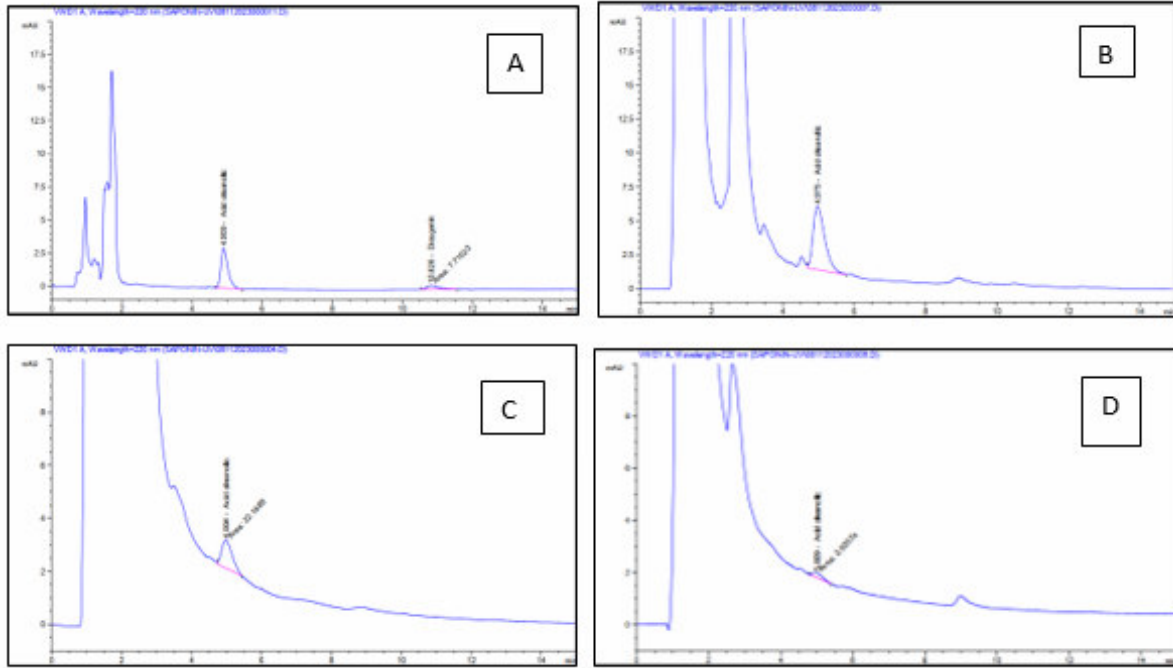
3.3. Phân tích hoạt chất

Kết quả phân tích HPLC mẫu dịch chiết từ mô sẹo 30 ngày tuổi trên môi trường MS cơ bản có bổ sung 1 mg/l 2,4D + 1 mg/l kinetin, chồi *in vitro* 5 tháng tuổi và chồi *ex vitro* 2 tháng tuổi cho thấy, trên sắc ký đồ của tất cả các mẫu đều xuất hiện 1

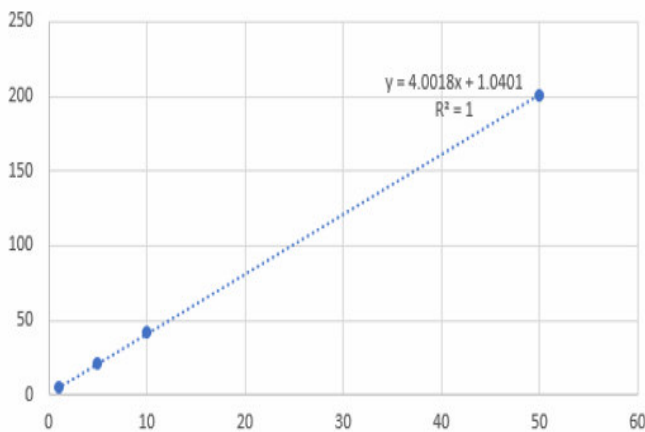
peak có thời gian lưu giống với thời gian lưu của chất chuẩn oleanolic axit (khoảng 5 phút) (Hình 8, 9, 10). Hàm lượng oleanolic axit trong mẫu mô sẹo cao nhất 0,96 µg/mg, mẫu chồi *in vitro* 0,23 µg/mg, chồi *ex vitro* 0,01 µg/mg. Vì vậy, mẫu mô sẹo phù hợp để dùng chiết xuất oleanolic axit.



Hình 8. Kết quả phân tích hàm lượng saponin trong 3 mẫu Lược vàng: Mô sẹo, chồi *in vitro*, chồi *ex vitro*



Hình 9. Sắc ký đồ HPLC phân tích hoạt chất oleanolic axit chuẩn (A); dịch chiết mô sẹo cây lược vàng (B); chồi *in vitro* (C); chồi *ex vitro* (D)



Hình 10. Phương trình đường chuẩn oleanolic axit $y=4.0018x + 1.0401$ ($R^2=1$)

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu thiết lập những thông số kỹ thuật nhân giống Lược vàng thông qua phương pháp cấy mô dùng đốt thân từ cây mẹ một năm tuổi. Môi trường dinh dưỡng MS thích hợp cho nuôi cấy. Mẫu cây được khử trùng với hypochlorite sodium 5% trong 30 phút. Kích thích mầm chồi ngủ từ đốt trên môi trường bổ sung 2 mg/l BA, tạo cụm chồi trên môi trường bổ sung kết hợp 1 mg/l BA + 0,5 mg/l NAA, nhân nhanh cụm chồi trên môi trường có tổ hợp IBA 0,5 mg/l + 1 mg/l BA; nuôi cấy tạo rễ trên môi trường 0,5

mg/l NAA để tạo cây hoàn chỉnh; chồi được thuần hóa và trồng trên giá thể xơ dừa khi chuyển ra nhà lưới. Trong quá trình hình thành mô sẹo, môi trường bổ sung 1 - 2 mg/l 2,4D thích hợp để tạo mô sẹo nhanh và tươi xốp; cấy truyền mô sẹo nhằm tăng sinh mô sẹo trên môi trường có bổ sung 1 mg/l 2,4D + 1 mg/l kinetin. Phân tích hoạt chất oleanolic axit cho thấy có sự tích lũy trong tế bào mô sẹo và chồi *in vitro*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Olennikov D. N., Ibragimov T. A., Zilfikarov I. N. and Chelombit'ko V. A. (2008). Chemical composition of *Callisia fragrans* juice 1. Phenolic compounds. *Chemistry of Natural Compounds*, 44, pp. 776 – 777.
2. Chernenko T. V., U'chenko N. T., Glushenkova A. I. and Redzhepov D. (2007). Chemical investigation of *Callisia fragrans*. *Chemistry of Natural Compounds*, 43, pp. 253 – 255.
3. Panche, A. N., Diwan, A. D. and Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, pp. 47.
4. Manach C., A. Scalbert, C. Morand, C. Rémésy and L. Jiménez (2004). Polyphenols: food

- sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79, pp. 727 - 747.
5. Panche A., Diwan A. and Chandra S. (2007). Phenolic compound biochemistry. *Choice Reviews Online*, 45(02), pp. 35 - 62.
6. Hang DTT, Hang NTM, Anh HLT, Nhiem NX, Hue CT, Binh PT, Dat NT, Nam NH, Yen PH, Minh CV (2015). ¹H and ¹³C NMR assignments of new ecdysteroids from *Callisia fragrans*. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 53(5), pp. 379 - 382.
7. Nguyen, M. and Cho, J. (2009). Plant Genetic Resources in Lam Dong province - Vietnam: Brief in medicine plants and wild orchids situation. *Korean J. Plant Res*, 22(6), pp. 571 - 583.
8. Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol Plantarum*, 15, 473 - 497.
9. Dược điển Việt Nam 5 (2018). Phần 2: Cây Nguội tât. Trang 1275. <https://duocdienvietnam.com/nguu-tat/>
10. Norhidayah A, Vejayan J, Yusoff MM (2015). Detection and quantification of eurycoma none levels in Tongkat Ali herbal products. *Journal of Applied Sciences*, 15(7), pp. 999 - 1005.
11. Nisakorn S., Kitti B., Sompoch N., Parutuch L. and David W. M. Leung (2017). Microshoot culture of Persian violet: Plant regeneration and in vitro flowering. *Annals of Agricultural Sciences*, 62(1), pp. 105 - 111.
12. Mangena, P. (2020). Benzyl adenine in plant tissue culture- succinct analysis of the overall influence in soybean *Glycine max* (L.) Merrill. seed and shoot culture establishment. *Journal of Biotech Research*, 11, pp. 23 - 34.
13. Al-Drisi E. E., Majid A. I. and Abbas M. J. (2022). Effect of different combinations of Benzyl adenine and Naphthalene acetic acid on micropropagation of *Carica papaya* l. Hybrid plant in vitro. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 18, pp. 681 - 688.
14. Ahmed K. S., ME. Hoque, M. Shamsuzzaman, M. Sultana and MS. Islam (2023). In vitro regeneration of *Caladium bicolor*. *International Journal of Biosciences*, 22, pp. 132 - 139.
15. H' Yon N. B., Tham D. T., Vinh T. T., Hoi Q. V., Cong V. K. and Duy N. V. (2020). In vitro propagation of the new orchid *Dendrobium trankimianum* T. Yukawa. *Vietnam Journal of Biotechnology*, 16(4), pp. 649 - 657.
16. Ara T., Karim MR., Aziz MA, Karim R., Islam R., Hossain M. (2013). Micropropagation and field evaluation of seven strawberry genotypes suitable for agro-climatic condition of Bangladesh. *African Journal of Agricultural Research*, 8(13), pp. 1194 - 1199.
17. Jagadeesan, M., Srinivasan, S. and Mani, T. (2023). In vitro propagation of *ruta chalepensis* through and callus culture. *Journal of Advanced Zoology*, 44, pp. 752 - 756.
18. Al-Hamidi, A. O. A., Al-Hadedy, S. H. A. and Bashi, A. Z. A. K. (2023). Effect of 2,4-D and NAA in callus induction and differentiation from different explants of *Moringa Oleifera* Lam, IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 1252(1), pp. 012091.
19. Asfandyar C., Kashif A., Neha F. and Nosheen M. (2019). Optimization of tissue culture protocol for regeneration and direct multiplication of *Moringa Oleifera* by seed germination. *International Journal of Advanced Research*, 7(4), pp. 547 - 555.
20. Faramayuda, F., Irwan, M. and Syam, A. (2022). The growth of *Pimpinella alpina* host callus at various treatments of plant growth regulator concentrations of NAA, 2,4-D and its combination with BAP. *Agric Jurnal Ilmu Pertanian*, 34, pp. 171 - 182.
21. Thomas G., Claire K., Claude P., Hubert G., David M. R. and Trevor A. T. (1996). Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. *In vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 32(4), pp. 272 - 289.
22. Jaafar J. N., Uma R. S., Nurashikin K. and Kumara S. M. (2016). Induction, subculture cycle, and Regeneration of callus in safed musli (*Chlorophytum borivilianum*) using different types of phytohormones. *Pharmacognosy Magazine*, 12(4), pp. 460 - 464.

**STUDY OF MICROPROPAGATION OF LUOC VANG AND ACCUMULATION
OF OLEANOLIC ACID IN CULTURED TISSUES**

Nguyen Hoang Yen Thy¹, Bui Thanh Hoa¹,

Phạm Hong Diep¹, Tran Van Minh¹

¹ School of Biotechnology, International University,

Vietnam National University Ho Chi Minh city

Summary

The Luoc vang tree (*Callisia fragrans* Lindl.) needs research to develop valuable medicinal resources in the tropics. The active ingredients of the Luoc vang plant have great value in inhibiting the growth of cancer cells, helping to increase cell resistance and stimulating cell regeneration. Sprouts from vegetative stem nodes are used as culture samples. On MS medium supplemented with 2 mg/l BA, the rate of shoot regeneration from stem nodes is 82%. Cultivation creates shoot clusters on medium supplemented with 1 mg/l BA + 0.5 mg/l NAA for 1.46 shoots/sample. Rapid multiplication of shoots on medium supplemented with 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA gave 5.87 shoots/sample after 4 weeks of culture. Shoots were cultured to form roots on medium supplemented with 0.5 mg/l IBA, with an average number of roots reaching 30 roots/bud and an average root length of 3 cm in 4 weeks of culture. Acclimatized shoots on clean soil substrate has a high survival rate, good growth, tree height reaches more than 15 cm after 2 months of care. MS basic medium supplemented with a combination of 2 mg/l 2.4D + 1 mg/l kinetin gave the best callus formation results, reaching 76% after 18 days of culture. Callus was cultured on MS medium supplemented with 1 mg/l 2.4D and 0.5 mg/l kinetin giving a growth index of 4.49. Analysis of active ingredients showed an accumulation of saponin (oleanolic acid) in callus (0.96 µg/mg) and shoots in vitro (0.23 µg/mg).

Keywords: *Callisia fragrans (Lindl.), young shoot, shoot cluster, meristem culture, callus culture, oleanolic acid, micropropagation.*

Người phản biện: TS. Nghiêm Tiến Chung

Ngày nhận bài: 29/3/2024

Ngày thông qua phản biện: 18/4/2024

Ngày duyệt đăng: 26/4/2024

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA CÁC CHỦNG VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍM HÒA TAN KALI TỚI SỰ NẢY MẦM CỦA HẠT NGÔ VÀ LÚA

Lê Thị Mỹ Thu^{1,2}, Trần Trọng Khôi Nguyễn², Nguyễn Đức Trọng³,
Võ Minh Thuận⁴, Phan Chấn Hiệp³, Lê Vĩnh Thúc^{2,*}

TÓM TẮT

Thí nghiệm được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tím hòa tan kali tới sự nảy mầm của hạt ngô và lúa. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với các chủng vi khuẩn hòa tan kali, *Cereibacter sphaeroides* M-SI-09, *Rhodospseudomonas thermotolerans* M-So-11, *Rhodospseudomonas palustris* M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn lần lượt ở các tỷ lệ pha loãng (mL/mL) 1: 500, 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000, 1: 2.500 và 1: 3.000, với 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại là 1 đĩa petri chứa 10 hạt ngô hay lúa. Kết quả cho thấy, các chủng vi khuẩn *C. sphaeroides* M-SI-09, *R. thermotolerans* M-So-11 và *R. palustris* M-So-14 không gây độc đối với hạt ngô và lúa ở giai đoạn nảy mầm. Trong đó, tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 ở cả 3 chủng vi khuẩn đơn *C. sphaeroides* M-SI-09, *R. thermotolerans* M-So-11 và *R. palustris* M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng không gây độc tính mà còn hiệu quả tốt nhất tới chỉ số sức sống của mầm, với giá trị lần lượt là 17,5, 12,0, 12,6 và 8,72% so với đối chứng, chỉ đạt 5,47% đối với hạt ngô và 9,60, 9,78, 10,0 và 11,7 so với đối chứng, chỉ đạt 7,31% đối với hạt lúa. Đồng thời, tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 cũng góp phần cải thiện chỉ số tăng sức sống của mầm ngô tương ứng với 219,1; 102,7; 129,7; 59,2% và mầm lúa tương ứng với 31,4; 33,8; 37,3 59,8% đối với từng chủng đơn M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng.

Từ khóa: Vi khuẩn hòa tan kali, vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tím, hạt lúa, ủ nảy mầm, hạt ngô.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự nảy mầm của hạt và hình thành cây con là quá trình chuyển đổi quan trọng trong chu trình sống của cây trồng góp phần đạt được sinh khối và năng suất cao [1], [2]. Trong đó, vùng rễ là vùng tương tác liên tục giữa rễ cây và quần thể vi sinh vật đất. Thông qua dịch tiết của rễ cây trồng, vi sinh vật được thu hút đến vùng rễ, xâm chiếm bề mặt rễ và các mô bên trong [3]. Vi khuẩn vùng rễ kích thích tăng trưởng cây trồng (Plant growth

promotion rhizobacteria, PGPR) thông qua một số phương thức hoạt động trực tiếp hoặc gián tiếp góp phần tăng hàm lượng dưỡng chất hữu dụng, sản xuất hormone cây trồng, phát triển chồi và rễ, bảo vệ cây trồng chống lại một số mầm bệnh [4]. Tuy nhiên, ứng dụng PGPR trên thực tế đã bị hạn chế bởi các cơ chế cải thiện tăng trưởng, sức khỏe và năng suất của cây trồng gồm khả năng xâm nhập vào vùng rễ của cây trồng và phát triển trong các điều kiện môi trường khác nhau [5]. Hơn nữa, vi khuẩn nội sinh kích thích tăng trưởng thực vật chủ yếu hiện diện trong hệ thống rễ có vai trò tích cực đối với sự phát triển của cây trồng cũng như chống lại các điều kiện bất lợi và được sử dụng làm phân bón sinh học [6]. Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tím (PNSB) đã được áp dụng trong sản xuất nông nghiệp nhờ khả năng

¹ Học viên cao học ngành Khoa học cây trồng, Khóa 29,

Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

² Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

³ Học viên cao học ngành Khoa học cây trồng, Khóa 30,

Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

⁴ Sinh viên ngành Bảo vệ thực vật, Khóa 47, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

* Email: lvthuc@ctu.edu.vn

sản xuất và tích lũy các hợp chất có lợi cho sự phát triển của cây trồng [7]. PNSB có khả năng thực hiện nhiều chức năng hữu ích như khả năng cố định N [8], hòa tan P [9], hòa tan K [10], [11], xử lý kim loại nặng [12] và giảm thiểu phát thải CH_4 [8], [13]. Ngoài ra, PNSB có khả năng tiết ra các kích thích sinh trưởng thực vật như: axit indole-3-acetic và axit 5-aminolevulinic hỗ trợ sự phát triển của cây trồng [13], [14], [15]. Bên cạnh đó, việc không có độc tính của tế bào là một trong những tiêu chí quan trọng nhất đối với việc sử dụng chế phẩm sinh học vào trong thực tế [8]. Ngô hay được gọi là bắp (*Zea mays* L.) là một loại cây ngũ cốc quan trọng trên thế giới được sử dụng làm thực phẩm và thức ăn gia súc [16], [17]. Diện tích canh tác ngô trên toàn thế giới năm 2021 đạt 205,9 triệu ha với tổng sản lượng 1.210,2 triệu tấn [18]. Ngô là cây lương thực được trồng phổ biến ở Việt Nam, với diện tích 902,8 triệu ha vào năm 2021. Trong đó, vùng Đông Nam bộ có diện tích canh tác đạt 54,7 nghìn ha, nhưng năng suất ngô trung bình cao nhất (71,4 tạ/ha) và cao hơn trung bình cả nước (49,3 tạ/ha). Diện tích canh tác và sản lượng ngô cả nước có xu hướng giảm trong giai đoạn 2017 - 2021, với sản lượng năm 2021 đạt 4.446,4 nghìn tấn [19]. Ngoài ra, lúa (*Oryza sativa* L.) là cây lương thực chính của hơn một nửa dân số thế giới [20]. Canh tác lúa được xem là hệ sinh thái đất ngập nước do con người tạo ra, đóng vai trò quan trọng trong sản xuất lương thực và bảo tồn hệ sinh thái [21]. Lúa là cây lương thực được trồng phổ biến ở Việt Nam, với diện tích 7.109,0 nghìn ha vào năm 2022, tập trung ở vùng đồng bằng sông Cửu Long (3.898,6 nghìn ha), Bắc Trung bộ, Duyên hải miền Trung (1.185,5 nghìn ha) và đồng bằng sông Hồng (953,7 nghìn ha). Trong đó, đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng có năng suất lúa cao lần lượt là 61,9 tạ/ha và 61,7 tạ/ha, cao hơn trung bình cả nước (60,0 tạ/ha). Diện tích canh tác và sản lượng lúa cả nước có xu hướng giảm trong giai đoạn 2018 - 2022, với sản lượng năm 2022 đạt 42.660,7 nghìn tấn [22]. Chính vì vậy, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá độc tính của các chủng vi khuẩn hòa tan kali đối với hạt ngô và lúa ở giai đoạn nảy mầm để đề xuất tỷ lệ phù hợp cho ứng dụng trong canh tác ngô và lúa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Thí nghiệm được thực hiện tại Khoa Khoa học cây trồng, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Hạt giống ngô lai DK6919S của Công ty Bayer, có thời gian sinh trưởng 90 - 95 ngày. Chiều dài trái ngô khoảng 22 cm, lõi nhỏ, hạt có màu vàng cam, giống chịu hạn, cứng cây, xanh lá và chống đổ ngã tốt. Năng suất cao và ổn định, đạt từ 10 - 12 tấn/ha. Ngoài ra, để đánh giá tính ổn định của các chủng vi khuẩn đã thử nghiệm, các chủng này được đánh giá tương tự trên hạt lúa, ở giống OM5451.

Giống lúa *Oryza sativa* cv. OM 5451 lai từ tổ hợp lai Jasmine 85 x OM 2490, có thời gian sinh trưởng 88 - 93 ngày, chiều cao cây 85 - 95 cm, khối lượng 1.000 hạt 25 - 26 g và năng suất 6 - 8 tấn ha⁻¹ [23].

Nguồn vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía: Các chủng PNSB hòa tan kali gồm: *C. sphaeroides* M-SI-09, *Rhodospseudomonas thermotolerans* M-So-11 và *Rhodospseudomonas palustris* M-So-14 được phân lập và tuyển chọn từ đất phù sa trong đê trồng ngô tại huyện An Phú, tỉnh An Giang. Hàm lượng K được sinh ra từ 3 chủng vi khuẩn lần lượt là 48,8; 49,3; 48,2 mg/L. Ngoài ra, các chủng này còn có khả năng cố định N (đạt 10,1; 13,5; 11,4 mg/L) và hòa tan Ca-P (đạt 26,7; 27,0; 19,5 mg/L).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các chủng vi khuẩn hòa tan K đã tuyển chọn được nuôi cấy trong môi trường BIM (pH=5,50) ở điều kiện vi hiếu khí sáng. Sau 48 giờ, các chủng vi khuẩn được điều chỉnh mật số tế bào vi khuẩn đạt 10⁸ CFU/mL tương đương với giá trị OD= 0,5 ở bước sóng 660 nm để đánh giá độc tính đối với cây ngô ở giai đoạn nảy mầm dựa trên chỉ số nảy mầm của hạt (GI) và chỉ số tăng sức sống (IVI).

Hạt ngô được khử trùng bằng ethanol 70% trong 3 phút và dung dịch natri hypochlorite 1% trong 10 phút, tiếp theo rửa bằng nước cất vô trùng. Quy trình đánh giá độc tính của vi khuẩn đến khả năng nảy mầm của hạt ngô được thực

hiện theo phương pháp của Kantha và cs (2015) [8] và đã được điều chỉnh. Các chủng PNSB hòa tan K được sử dụng để đánh giá độc tính đối với cây ngô thông qua chỉ số nảy mầm ở các nồng độ khác nhau. Cụ thể là 1 mL của mỗi chủng PNSB đã điều chỉnh mật số và đối chứng (nước cất) được pha loãng theo tỷ lệ thể tích lần lượt là: 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 và 3.000 mL. Đối với hỗn hợp 3 chủng PNSB với 0,33 mL cho mỗi chủng đơn được trộn lẫn để có 1 mL hỗn hợp.

Mười hạt ngô được đặt trên đĩa petri (10 cm x 1,5 cm) với giấy lọc ẩm. Sau đó, thêm 5 mL huyền phù của các chủng PNSB ở các nồng độ khác vào từng đĩa và các đĩa petri thử nghiệm được ủ ở 30°C trong tủ nuôi trong 5 ngày [24]. Sau khi ủ, xác định tỷ lệ nảy mầm của hạt ngô, chiều dài rễ và chiều cao mầm. Cụ thể là đếm số hạt nảy mầm, đo chiều dài từ hạt đến đỉnh của rễ mầm, đo chiều cao từ hạt đến đỉnh của chồi mầm bằng thước có chia vạch đến mm.

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn, mỗi chủng vi khuẩn ở một nồng độ pha loãng được xem là 1 công thức với 3 lần lặp lại. Tỷ lệ nảy mầm của hạt ngô và chỉ số sinh trưởng của mầm được xác định theo mô tả của Ng và cs (2012) [25] và Jakubus và Bakinowska (2018) [26] vào 120 giờ sau ủ. Các chỉ tiêu khảo sát được sử dụng để đánh giá độc tính của chủng vi khuẩn (B) đối với nảy mầm và sinh trưởng của cây con so với đối chứng (DW) như sau:

$RSG (\%) = [\text{số hạt nảy mầm (B)}/\text{số hạt nảy mầm (DW)}] \times 100.$

$RRG (\%) = [\bar{X} \text{ chiều dài rễ mầm (B)}/\bar{X} \text{ chiều dài rễ mầm (DW)}] \times 100.$

$GI = (RSG \times RRG)/100.$

Trong đó: RSG là tỷ lệ phần trăm hạt nảy mầm; RRG là tỷ lệ phần trăm sự phát triển của rễ; GI là chỉ số nảy mầm.

Đánh giá sự tăng trưởng của cây con xử lý các chủng PNSB hòa tan K đã chọn.

$GR = (\text{tổng số hạt} - \text{tổng số hạt không nảy mầm}) \times 100/\text{tổng số hạt}.$

$VI = (\bar{X} \text{ chiều dài rễ mầm} + \bar{X} \text{ chiều dài chồi mầm}) \times GR (\%).$

$IVI (\%) = (VI_B - VI_{DW}) \times 100\%/VI_{DW}.$

Trong đó: GR là tỷ lệ nảy mầm; VI là chỉ số sức sống; IVI là chỉ số tăng sức sống của mầm.

Thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các chủng PNSB lên sự nảy mầm của hạt lúa được thực hiện tương tự.

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được tính toán và xử lý thống kê bằng chương trình Microsoft Office Excel 2016. Xử lý thống kê số liệu bằng phần mềm SPSS 13.0, phân tích phương sai (ANOVA) để so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng phép kiểm định Duncan.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến khả năng nảy mầm của hạt ngô

3.1.1. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chiều dài rễ và chiều dài chồi mầm ngô lai

Chiều dài rễ mầm: Kết quả ở bảng 1 cho thấy, chiều dài rễ mầm khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% đối với tất cả chủng vi khuẩn đơn và hỗn hợp. Đối với chủng đơn M-SI-09, các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.500 và 1: 2.500 có chiều dài rễ mầm tương đương nhau với giá trị tương ứng 10,0; 9,44; 9,97 cm. Tỷ lệ pha loãng 1: 1.000 có chiều dài rễ mầm đạt 6,46 cm thấp hơn tỷ lệ 1: 1.000 và 1: 3.000, tương ứng với 7,51 và 7,90 cm, cao hơn so với đối chứng (2,67 cm). Bên cạnh đó, bổ sung chủng vi khuẩn M-So-11 có chiều dài rễ mầm cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 với 6,73 cm. Các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000 và 1: 3.000 có chiều dài rễ mầm dao động 4,53 - 5,93 cm, cao hơn so với đối chứng (2,67). Trong khi đó, tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 2.500 của chủng vi khuẩn M-So-14 có chiều dài rễ mầm cao tương đương nhau, lần lượt là 5,87 và 6,12 cm. Đối với hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn, tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 2.000 và 1: 2.500 có chiều dài rễ mầm cao tương đương nhau và cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.500, 1: 3.000, với giá trị 4,60; 4,90; 4,93 cm so với 2,94; 3,34; 2,19 cm, theo thứ tự. Bảng 1 cũng cho thấy, bổ sung từng chủng đơn PNSB hòa tan kali M-SI-

09, M-So-11, M-So-14 ở các tỷ lệ pha loãng 1: 500 đến 1: 3.000 hoặc hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn với tỷ lệ pha loãng từ 1: 1.000 đến 1: 3.000 đã góp phần cải thiện chiều dài rễ mầm so với đối chứng. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Miljaković và cs (2022) [27], bổ sung chủng đơn vi khuẩn kích thích sinh trưởng cây trồng *Bacillus megaterium* hoặc hỗn hợp 2 chủng vi khuẩn *Bradyrhizobium japonicum* và *Bacillus megaterium* có chiều dài rễ mầm đậu nành lần lượt là 157,50 và 154,57 mm so với đối chứng (144,63 mm). Bên cạnh đó, Román-Ponce và cs (2017) [28] cũng cho biết, hạt mù tạt (*Brassica nigra*) được bổ sung từng chủng đơn vi khuẩn *Microbacterium* sp. CE3R2, *Bacillus* sp. CM1R3, *Bacillus* sp. CE1R10, *Alcaligenes* sp. CE1R6 hoặc hỗn hợp 7 chủng vi khuẩn (*Microbacterium* sp. CE3R2, *Microbacterium* sp. NE1R5, *Curtobacterium* sp. NM1R1, *Microbacterium* sp. NM3R9, *Bacillus* sp. CM1R3, *Bacillus* sp. CE1R10, *Alcaligenes* sp. CE1R6) đã cải thiện chiều dài rễ mầm so với không bổ sung vi

khuẩn. Đồng thời, kết quả nghiên cứu của Noumavo và cs (2013) [29] cho thấy, hạt ngô được bổ sung vi khuẩn kích thích tăng trưởng cây trồng dưới dạng chủng đơn *Azospirillum lipoferum*, *Pseudomonas fluorescens*, hoặc hỗn hợp 2 chủng vi khuẩn *Azospirillum lipoferum* và *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum lipoferum* và *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens* và *Pseudomonas putida* có chiều dài rễ mầm dao động khoảng 13,43 - 16,79 cm, cao hơn so với đối chứng (11,08 cm). Hagaggi và Mohamed (2020) [30] cũng cho biết, chiều dài rễ mầm ngô có bổ sung vi khuẩn *Mixta theicola* SAR (65 ± 6,1 mm) cao hơn so với đối chứng (31 ± 8,9 mm). Tuy nhiên, trong nghiên cứu này chiều dài chồi mầm chưa theo một quy luật nhất định, nên các nghiên cứu tiếp theo cần đánh giá hiệu quả của các chủng vi khuẩn hòa tan kali qua nhiều thí nghiệm hoặc nhiều loại hạt giống khác nhau. Điều này cho thấy, bổ sung vi sinh vật góp phần cải thiện chiều dài rễ mầm so với không bổ sung.

Bảng 1. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chiều dài rễ và chiều dài chồi mầm ngô

Tỷ lệ pha loãng (mL/mL)	Chiều dài rễ (cm)				Chiều dài chồi mầm (cm)			
	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D
ĐC	2,67 ^d	2,67 ^e	2,67 ^d	2,67 ^c	4,47 ^e	4,47 ^d	4,47 ^e	4,47 ^b
1: 500	10,0 ^a	5,93 ^b	5,87 ^{ab}	2,94 ^{bc}	6,32 ^c	6,21 ^a	5,44 ^d	4,58 ^b
1: 1.000	7,51 ^b	5,03 ^c	4,20 ^c	4,60 ^a	5,89 ^d	5,95 ^{ab}	4,85 ^e	4,93 ^b
1: 1.500	9,44 ^a	5,64 ^b	5,23 ^b	3,34 ^b	7,13 ^b	6,11 ^a	6,08 ^b	6,22 ^a
1: 2.000	6,46 ^c	4,80 ^{cd}	5,13 ^b	4,90 ^a	6,02 ^{cd}	5,44 ^c	5,98 ^{bc}	5,96 ^a
1: 2.500	9,97 ^a	6,73 ^a	6,12 ^a	4,93 ^a	8,12 ^a	6,15 ^a	6,90 ^a	5,97 ^a
1: 3.000	7,90 ^b	4,53 ^d	4,13 ^c	3,19 ^b	7,01 ^b	5,51 ^{bc}	5,58 ^{cd}	5,83 ^a
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	5,12	4,57	8,81	6,01	3,32	4,72	4,77	4,90

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (). ĐC: Đối chứng; HH3D: Hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn gồm M-SI-09 + M-So-11 + M-So-14.*

Chiều dài chồi mầm: Chiều dài chồi mầm ngô khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% giữa các chủng đơn vi khuẩn M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn. Trong đó, chủng vi khuẩn

M-SI-09 và M-SO-14 có chiều dài chồi mầm cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500, với giá trị tương ứng 8,12 và 6,90 cm. Chiều dài chồi mầm dao động 5,89 - 7,13 cm và 4,85 - 6,08 cm ở các tỷ lệ pha

loãng 1: 5.00, 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000 và 1: 3.000 tương ứng với chủng vi khuẩn M-SI-09 và M-So-14. Chiều dài chồi mầm cao tương đương nhau ở các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.000, 1: 1.500 và 1: 2.500 đối với chủng vi khuẩn M-So-11, với giá trị lần lượt 6,21; 5,95; 6,11; 6,15 cm. Hơn nữa, các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000 và 1: 3.000 có chiều dài chồi mầm cao hơn so với đối chứng, lần lượt là 5,44 và 5,51 cm so với 4,47 cm. Đối với hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn, các tỷ lệ pha loãng 1: 1.500, 1: 2.000, 1: 2.500 và 1: 3.000 có chiều dài chồi mầm lần lượt là 6,22; 5,96; 5,97; 5,83 cm, cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 500; 1: 1.000 và đối chứng, tương ứng với 4,58; 4,93; 4,47 cm (Bảng 1).

Điều này cũng tương tự với kết quả nghiên cứu trên đậu nành của Miljaković và cs (2022) [27] áp dụng từng chủng đơn vi khuẩn *Bradyrhizobium japonicum* hoặc *Bacillus megaterium* hay hỗn hợp 2 chủng vi khuẩn *Bradyrhizobium japonicum* và *Bacillus megaterium* cũng đã góp phần tăng chiều dài mầm tương ứng với 128,18; 127,51; 127,08 mm so với đối chứng không bổ sung vi khuẩn, với 118,42 mm. Bên cạnh đó, Noumavo và cs (2013) [29] cho biết, hạt ngô được bổ sung vi khuẩn kích thích tăng cây trồng ở dạng chủng đơn, hỗn hợp 2 chủng vi khuẩn hoặc hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn (*Azospirillum lipoferum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*) có chiều dài dao động 7,07 - 8,39 cm, cao hơn so với đối chứng, với 5,43 cm.

3.1.2. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến tỷ lệ nảy mầm và chỉ số nảy mầm ngô lai

Tỷ lệ nảy mầm: Kết quả ở bảng 2 cho thấy, tỷ lệ nảy mầm của hạt ngô khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% ở các chủng đơn M-SI-09, M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn. Tỷ lệ nảy mầm của hạt ngô tương đương ở các tỷ lệ pha loãng từ 1: 500 đến 1: 3.000 và cao hơn so với đối chứng, tương ứng với 96,7 - 100% so với 76,7%. Trong khi đó, chủng vi khuẩn M-So-14 có tỷ lệ nảy mầm ở tỷ lệ pha loãng 1: 500 (96,7%) tương đương với các tỷ lệ pha loãng 1: 1.500, 1: 2.000, 1: 2.500 với giá trị tương ứng 86,7; 86,7; 96,7%. Đối với hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn, tỷ lệ nảy mầm cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, với 96,7%. Tuy nhiên, tỷ lệ nảy mầm khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các tỷ lệ pha loãng ở chủng vi khuẩn M-So-11.

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, bổ sung vi khuẩn hòa tan kali chủng đơn M-SI-09 ở tỷ lệ pha loãng 1: 500 đến 1: 3.000, M-So-14 với tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 2.500 hoặc hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn ở tỷ lệ pha loãng 1: 1.000 có tỷ lệ nảy mầm của hạt ngô cao hơn so với đối chứng chỉ bổ sung nước cất vô trùng. Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Miljaković và cs (2022) [27], hạt đậu nành được bổ sung vi khuẩn *Bacillus megaterium* hoặc hỗn hợp 2 chủng vi khuẩn *Bradyrhizobium japonicum* và *Bacillus megaterium* có tỷ lệ nảy mầm (đạt tương ứng 90,75 và 90,50%) cao hơn so với đối chứng (87,25%). Hơn nữa, hạt ngô bổ sung chủng đơn vi khuẩn *Azospirillum lipoferum*, *Pseudomonas fluorescens*, hoặc hỗn hợp 2 chủng *Pseudomonas fluorescens* và *Pseudomonas putida* có tỷ lệ nảy mầm lần lượt là 98,33; 93,33; 100,00% cao hơn so với đối chứng, với 81,67% [29]. Theo Hagaggi và Mohamed (2020) [30], tỷ lệ nảy mầm của hạt ngô được bổ sung vi khuẩn *Mixta theicola* SAR ($97 \pm 9,35\%$) cũng cao hơn so với đối chứng ($70 \pm 9,35\%$).

Chỉ số nảy mầm: Kết quả ở bảng 2 cho thấy, chỉ số nảy mầm của hạt ngô khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% ở các chủng vi khuẩn M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn. Ở chủng đơn vi khuẩn M-SI-09, chỉ số nảy mầm cao tương đương nhau ở các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.500, 1: 2.500, lần lượt là 490,1; 445,4; 471,1% cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 2.000 và 1: 3.000, tương ứng với 355,6; 315,8; 385,9%. Trong khi đó, chỉ số nảy mầm ở tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 1.500 của chủng vi khuẩn M-So-11 lần lượt là 289,8 và 292,5% tương đương với tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 (261,3%) và cao hơn các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 2.000, 1: 3.000, với 229,1; 210,2; 199,2%, theo thứ tự. Đối với chủng vi khuẩn M-So-14, chỉ số nảy mầm ở tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 2.500 cao tương đương, với giá trị tương ứng 278,1 và 288,9%, cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000, 1: 3.000, dao động trong khoảng 160,5 - 220,7%. Chỉ số nảy mầm cao tương đương nhau ở tỷ lệ pha loãng 1: 1.000 và 1: 2.000 đối với hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn, với 217,4 và 200,2%, theo thứ tự, cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.500, 1: 2.500, 1: 3.000, dao động từ 124,6 - 130,5%.

Bảng 2. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến tỷ lệ nảy mầm và chỉ số nảy mầm ngô

Tỷ lệ pha loãng (mL/mL)	Tỷ lệ nảy mầm (%)				Chỉ số nảy mầm (%)			
	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D
ĐC	76,7 ^b	76,7	76,7 ^b	76,7 ^c	-	-	-	-
1: 500	100 ^a	100	96,7 ^a	86,7 ^b	490,1 ^a	289,8 ^a	278,1 ^a	124,6 ^b
1: 1.000	96,7 ^a	93,3	83,3 ^b	96,7 ^a	355,6 ^{bc}	229,1 ^{bc}	170,4 ^c	217,4 ^a
1: 1.500	96,7 ^a	90,0	86,7 ^{ab}	80,0 ^{bc}	445,4 ^a	292,5 ^a	220,7 ^b	130,5 ^b
1: 2.000	100 ^a	90,0	86,7 ^{ab}	83,3 ^{bc}	315,8 ^c	210,2 ^c	218,2 ^b	200,2 ^a
1: 2.500	96,7 ^a	93,3	96,7 ^a	80,0 ^{bc}	471,1 ^a	261,3 ^{ab}	288,9 ^a	126,4 ^b
1: 3.000	100 ^a	90,0	80,0 ^b	83,3 ^{bc}	385,9 ^b	199,2 ^c	160,5 ^c	129,3 ^b
Mức ý nghĩa	*	ns	*	*	*	*	*	*
CV (%)	4,58	8,36	7,55	5,82	6,89	9,56	46,00	10,19

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (). ĐC: Đối chứng; HH3D: Hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn gồm M-SI-09 + M-So-11 + M-So-14.*

Chỉ số nảy mầm đạt cao ở tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.500, 1: 2.500 ở chủng vi khuẩn M-SI-09 và M-So-11, trong khi đó, chỉ nảy mầm ở chủng vi khuẩn M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn đạt cao ở tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 2.500 và 1: 1.000, 1: 2.000, theo thứ tự (Bảng 2). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Nookongbut và cs (2020) [31] hạt đậu tây (*Phasecolus vulgaris* L.) bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía KKSSR91 với tỷ lệ pha loãng 1 g/L có chỉ số nảy mầm cao hơn so với tỷ lệ pha loãng 5 g/L và 10 g/L ở cả 2 điều kiện pH 4,5 (84,87% so với 51,41 và 54,54%) và pH 7,0 (68,81% so với 61,92 và 64,34%). Bên cạnh đó, Kantha và cs (2015) [8] cũng cho biết, chủng vi khuẩn *Rhodospseudomonas palustris* KT103 ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.000 và 1: 3.000 có chỉ số nảy mầm cao lần lượt 99,27 và 105,42% so với các tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 1.000, tương ứng với 80,61 và 74,2%. Tuy nhiên, ở chủng *Rhodospseudomonas palustris* PP803 và *Rhodospseudomonas palustris* P1 có chỉ số nảy mầm cao ở tỷ lệ pha loãng lần lượt là 1: 1.000 và 1: 500, tương ứng với 111,90 và 107,60%.

3.1.3. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chỉ số sức sống và chỉ số tăng sức sống của hạt ngô

Chỉ số sức sống: Kết quả ở bảng 3 cho thấy, chỉ số sức sống khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% ở các chủng vi khuẩn M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn. Đối với chủng vi khuẩn M-SI-09, chỉ số sức sống của hạt ngô cao ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500, với 17,5% tương đương với tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 1.500, tương ứng với 16,2 và 16,0%, cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 2.000, 1: 3.000, lần lượt là 13,0, 12,5, 14,9. Hơn nữa, chỉ số sức sống của hạt ngô được ghi nhận thấp nhất ở công thức đối chứng, với 5,47%. Chỉ số sức sống của hạt ngô ở chủng vi khuẩn M-So-11 đạt cao ở tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.500, 1: 2.500, tương ứng với 12,1; 10,6; 12,0%, cao hơn so với đối chứng (5,47%). Ở chủng vi khuẩn M-So-14, chỉ số sức sống của mầm cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 (12,6%) và thấp nhất là chỉ số sức sống của đối chứng. Tuy nhiên, chỉ số sức sống của mầm ở hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn cao tương đương nhau ở tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 2.000, 1: 2.500, lần lượt là 9,23; 9,05; 8,72%, cao khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với đối chứng.

Chỉ số tăng sức sống của mầm: Kết quả ở bảng 3 cho thấy, chỉ số tăng sức sống của mầm ngô khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% ở các chủng vi khuẩn M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và hỗn hợp 3

chủng vi khuẩn. Chỉ số tăng sức sống của mầm cao ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 (219,1%) đối với chủng vi khuẩn M-SI-09, tương đương với tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 1.500, với 198,5 và 192,3%, cao hơn so với các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 2.000, 1: 3.000, lần lượt là 137,2, 127,9 và 172,2%. Đối với chủng vi khuẩn M-So-11, tỷ lệ pha loãng 1: 500 và 1: 1.500 có chỉ số tăng sức sống của mầm lần lượt là 121,7 và 110,1%, tương đương với tỷ lệ pha loãng 1: 1.000 và 1: 2.500, với 87,2 và 102,7%, theo thứ tự, cao hơn chỉ số tăng sức sống của mầm ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.000 và 1: 3.000, tương ứng với 67,8 và 65,0%. Tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 ở chủng vi khuẩn M-So-14 có chỉ số tăng sức sống của mầm đạt 129,7% tương đương với tỷ lệ pha loãng 1: 500 và cao hơn các tỷ lệ pha loãng 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000, 1: 3.000, dao động từ 37,3 - 78,7%. Bên cạnh đó, đối với hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn, chỉ số tăng sức sống của mầm cao ở tỷ lệ pha loãng 1: 1.000 và 1: 2.000 lần lượt là 68,5 và 65,3%, tương đương với tỷ lệ pha loãng 1: 2.500, với 59,2%, cao hơn so với các tỷ lệ 1: 500, 1: 1.500 và 1: 3.000, với giá trị tương ứng 18,8; 39,6; 37,1%.

Chỉ số sức sống của mầm ở các tỷ lệ pha loãng 1: 500 đến 1: 3.000 ở các chủng vi khuẩn M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và 1: 1.000 đến 1: 3.000 ở hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn cao hơn so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu này đã góp phần dẫn đến tăng chỉ số tăng sức sống của mầm ở các tỷ lệ pha loãng (Bảng 3). Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Noumavo và cs (2013) [29], hạt ngô bổ sung hỗn hợp 2 chủng vi khuẩn vùng rễ kích thích tăng trưởng cây trồng *Pseudomonas fluorescens* và *Pseudomonas putida* có chỉ số sức sống mầm cao hơn 77,54% so với đối chứng không bổ sung vi khuẩn và cũng đã góp phần nâng cao chỉ số tăng sức sống của mầm ngô. Kết quả tương tự trên hạt ngô, với chỉ số sức sống tăng 55% bởi *P. putida* [32]. Bên cạnh đó, Hagaggi và Mohamed (2020) [30] cũng cho biết, chỉ số sức sống của mầm ngô ở nghiệm thức bổ sung chủng vi khuẩn *Mixta theicola* SAR đạt 1173% cao hơn so với đối chứng (539%), chỉ số sức sống của mầm ngô bổ sung chủng vi khuẩn *Mixta theicola* SAR cao hơn đối chứng 634%.

Bảng 3. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chỉ số sức sống và chỉ số tăng sức sống của mầm ngô lai

Tỷ lệ pha loãng (mL/mL)	Chỉ số sức sống (%)				Chỉ số tăng sức sống của mầm (%)			
	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D
ĐC	5,47 ^d	5,47 ^d	5,47 ^d	5,47 ^d	-	-	-	-
1: 500	16,3 ^{ab}	12,1 ^a	11,0 ^b	6,51 ^{cd}	198,5 ^{ab}	121,7 ^a	100,1 ^{ab}	18,8 ^c
1: 1.000	13,0 ^c	10,3 ^{bc}	7,52 ^c	9,23 ^a	137,2 ^c	87,2 ^{abc}	37,3 ^c	68,5 ^a
1: 1.500	16,0 ^{ab}	10,6 ^{abc}	9,79 ^b	7,65 ^b	192,3 ^{ab}	110,1 ^a	78,7 ^b	39,6 ^{bc}
1: 2.000	12,5 ^c	9,19 ^c	9,66 ^b	9,05 ^a	127,9 ^c	67,8 ^{bc}	76,4 ^b	65,3 ^a
1: 2.500	17,5 ^a	12,0 ^{ab}	12,6 ^a	8,72 ^a	219,1 ^a	102,7 ^{ab}	129,7 ^a	59,2 ^{ab}
1: 3.000	14,9 ^b	9,04 ^c	7,77 ^c	7,51 ^{bc}	172,2 ^b	65,0 ^c	41,9 ^c	37,1 ^c
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	6,24	10,1	9,72	7,66	9,44	20,7	47,7	23,3

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (). ĐC: Đối chứng; HH3D: Hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn gồm M-SI-09 + M-So-11 + M-So-14.*

Kết quả nghiên cứu này cho thấy, các chủng dài rễ, tỷ lệ nảy mầm và chỉ số sức sống của hạt PNSB cải thiện được chiều dài chồi mầm, chiều ngô. Điều này cho thấy, các chủng vi khuẩn hòa

tan K không chỉ có tiềm năng trong cung cấp K mà còn triển vọng trong cải thiện sức khỏe cây trồng dưới dạng chế phẩm sinh học.

3.2. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến khả năng nảy mầm của hạt lúa

3.2.1. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chiều dài rễ và chiều dài chồi mầm lúa

Chiều dài rễ mầm: Đối với chủng đơn M-SI-09, hoặc hỗn hợp 3 chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14 có chiều dài rễ mầm đạt cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500, với giá trị 6,24 và 8,03 cm so với các tỷ lệ pha loãng còn lại 4,53 - 5,57 và 5,08 - 7,32 cm. Đối với chủng M-So-11, M-So-14, các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000 và 1: 2.500 có chiều dài rễ (5,65 - 6,46 cm) cao hơn ở tỷ lệ pha loãng 1: 3.000 (5,76 cm). Đối với chủng M-So-14, tất cả các tỷ lệ pha loãng khảo sát đều có chiều dài rễ dài hơn đối chứng, nhưng ở tỷ lệ pha loãng từ 1: 1.500 trở lên, chiều dài rễ có khuynh hướng cao hơn

(Bảng 4). Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Nookongbut và cs (2018) [33], bổ sung chủng *B. megaterium* DD-2, *B. aryabhatai* DD-3 và *B. subtilis* DD-4 góp phần tăng sinh khối rễ và chiều dài rễ lúa.

Chiều dài chồi mầm: Chiều dài chồi mầm đạt cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.000, với 3,77 cm đối với chủng M-SI-09 và 3,58 cm đối với chủng M-So-11. Tuy nhiên, chủng M-So-14 có chiều dài chồi mầm tương đương nhau ở tất cả các tỷ lệ pha loãng, với giá trị trung bình 3,36 cm. Trong trường hợp sử dụng hỗn hợp 3 chủng, chỉ có tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 đạt chiều dài chồi (3,65 cm) cao hơn đối chứng (Bảng 4). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Kantha và cs (2015) [8], tất cả các nghiệm thức có bổ sung PNSB như P1, TK103, PP803 cao hơn so với không bổ sung. Trong trường hợp áp dụng trên cây lúa, *B. methylotrophicus* DD-1 giúp tăng chiều dài chồi lúa [34].

Bảng 4. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chiều dài rễ và chiều dài chồi mầm lúa

Tỷ lệ pha loãng (mL/mL)	Chiều dài rễ (cm)				Chiều dài chồi mầm (cm)			
	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D
ĐC	5,08 ^c	5,08 ^c	5,08 ^c	5,08 ^d	3,04 ^c	3,04 ^c	3,04	3,04 ^b
1: 500	5,51 ^{bc}	5,65 ^b	5,89 ^b	7,32 ^b	3,20 ^c	3,14 ^c	3,20	3,32 ^{ab}
1: 1,000	5,57 ^b	6,35 ^a	5,86 ^b	6,88 ^b	3,40 ^b	3,33 ^b	3,50	3,43 ^{ab}
1: 1,500	5,41 ^{bc}	6,13 ^{ab}	6,08 ^{ab}	6,93 ^b	3,50 ^b	3,15 ^c	3,26	3,41 ^{ab}
1: 2,000	5,30 ^{bc}	6,38 ^a	6,27 ^{ab}	6,75 ^b	3,77 ^a	3,58 ^a	3,45	3,36 ^{ab}
1: 2,500	6,42 ^a	6,46 ^a	6,53 ^a	8,03 ^a	3,52 ^b	3,32 ^b	3,50	3,65 ^a
1: 3,000	4,53 ^d	5,67 ^b	6,28 ^{ab}	5,99 ^c	3,42 ^b	3,13 ^c	3,26	3,18 ^b
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*	ns	*
CV (%)	18,3	14,8	13,2	24,4	11,9	9,77	9,01	9,96

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*). ĐC: Đối chứng; HH3D: Hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn gồm M-SI-09 + M-So-11 + M-So-14.

3.2.2. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến tỷ lệ nảy mầm và chỉ số nảy mầm lúa

- *Tỷ lệ nảy mầm:* Bảng 5 cho thấy, tỷ lệ nảy mầm của chủng M-SI-09 và M-So-11 rất biến động

giữa các tỷ lệ pha loãng, dao động 90 -100%. Trái lại, chủng M-SI-09 đạt tỷ lệ nảy mầm tương đương nhau giữa các tỷ lệ pha loãng khảo sát (90 - 100%). Tuy nhiên, sử dụng hỗn hợp ba chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14, tỷ lệ nảy mầm ở tất cả các tỷ lệ pha

loãng đều cao hơn so với đối chứng, với 96,7 - 100% so với 90%.

- *Chỉ số nảy mầm*: Bảng 5 cho thấy, chủng M-SI-09, hoặc hỗn hợp 3 chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14 đạt chỉ số nảy mầm theo thứ tự của tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 > 1: 2.000 ~ 1: 1.500 ~ 1: 1.000 ~ 1: 500 > 1: 3.000, với 135,6 > 111,7 ~ 118,3 ~ 117,7 ~ 120,5 > 99,0% và 175,6 > 147,6 ~ 151,6 ~ 150,4 ~ 154,3 > 131,0%. Đối với chủng M-So-14, chỉ số nảy

mầm tương đương nhau ở các tỷ lệ pha loãng, với 128,1 - 142,9%. Theo Kantha và cs (2015) [8] chỉ số nảy mầm trong điều kiện bổ sung chế phẩm sinh học là 105 - 117% so với sử dụng nước cất là 94%. Ngoài ra, theo Nookongbut và cs (2018) [35] bổ sung PNSB cải thiện chỉ số nảy mầm của hạt lúa. Điều này cho thấy, tiềm năng của các chủng PNSB trong cải thiện chỉ số nảy mầm hạt giống.

Bảng 5. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến tỷ lệ nảy mầm và chỉ số nảy mầm lúa

Tỷ lệ pha loãng (mL/mL)	Tỷ lệ nảy mầm (%)				Chỉ số nảy mầm (%)			
	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D
ĐC	90,0 ^b	90,0 ^b	90,0	90,0 ^b	-	-	-	-
1: 500	100,0 ^a	100,0 ^a	96,7	96,7 ^a	120,5 ^b	123,6 ^c	128,8	154,3 ^b
1: 1,000	96,7 ^{ab}	93,3 ^b	96,7	100,0 ^a	117,7 ^b	129,3 ^{bc}	128,1	150,4 ^b
1: 1,500	100,0 ^a	100,0 ^a	96,7	100,0 ^a	118,3 ^b	134,1 ^{ab}	128,3	151,6 ^b
1: 2,000	96,7 ^{ab}	93,3 ^b	96,7	100,0 ^a	111,7 ^b	130,0 ^{bc}	132,7	147,6 ^b
1: 2,500	96,7 ^{ab}	100,0 ^a	100,0	100,0 ^a	135,6 ^a	141,3 ^a	142,9	175,6 ^a
1: 3,000	100,0 ^a	100,0 ^a	96,7	100,0 ^a	99,0 ^c	124,0 ^c	132,6	131,0 ^c
Mức ý nghĩa	*	*	Ns	*	*	*	ns	*
CV (%)	6,35	7,71	5,34	6,67	17,7	8,83	7,38	16,3

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (). ĐC: Đối chứng; HH3D: Hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn gồm M-SI-09 + M-So-11 + M-So-14.*

3.2.3. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chỉ số sức sống và chỉ số tăng sức sống của hạt lúa

- *Chỉ số sức sống*: Đối với chủng M-SI-09 và hỗn hợp 3 chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14, tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 đạt chỉ số sức sống cao nhất. Tiếp đến là các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000, có chỉ số sức sống cao hơn tỷ lệ 1: 3.000. Chỉ số sức sống đạt thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng. Cụ thể là, chỉ số sức sống 9,60 > 8,71 - 8,97 > 7,95 > 7,31% đối với chủng M-SI-09; 9,78 > 10,1 - 10,4 > 9,17 > 7,31% đối với hỗn hợp 3 chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14. Đối với chủng M-So-11, M-So-14, tất cả các tỷ lệ pha loãng đều có chỉ số sức sống cao hơn đối chứng, với 8,79 - 9,78

và 8,77 - 10,0 so với 7,31%. Trong đó, chỉ số sức sống cao nhất ở tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 (Bảng 6).

- *Chỉ số tăng sức sống của mầm*: Tất cả các tỷ lệ pha loãng 1: 500, 1: 1.000, 1: 1.500, 1: 2.000, 1: 2.500, 1: 3.000 đều có chỉ số tăng sức sống của mầm cao hơn so với đối chứng, dao động 8,75 - 31,4, 20,3 - 33,8, 20,0 - 37,3 và 25,5 - 59,8% theo thứ tự đối với chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14. Trong đó, tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 phù hợp nhất cả cả chủng đơn và hỗn hợp 3 chủng M-SI-09, M-So-11, M-So-14 (Bảng 6). Kết quả nghiên cứu của Kantha và cs (2015) [8] cho thấy, PNSB không gây độc đối với hạt lúa. Bên cạnh đó, sử dụng PNSB, *R. palustris* và *Rubrivivax gelatinosus* ở tỷ lệ 1: 1 dưới dạng rắn hay lỏng đều không gây độc cho cây lúa [36].

Bảng 6. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía hòa tan kali đến chỉ số sức sống và chỉ số tăng sức sống của mầm lúa

Tỷ lệ pha loãng (mL/mL)	Chỉ số sức sống (%)				Chỉ số tăng sức sống của mầm (%)			
	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D	M-SI-09	M-So-11	M-So-14	HH3D
ĐC	7,31 ^d	7,31 ^d	7,31 ^d	7,31 ^d	-	-	-	-
1: 500	8,71 ^b	8,79 ^c	8,77 ^c	10,3 ^b	19,2 ^b	20,3 ^b	20,0 ^b	40,6 ^b
1: 1.000	8,67 ^b	9,02 ^{bc}	9,04 ^{bc}	10,3 ^b	18,6 ^b	23,4 ^b	23,7 ^{ab}	41,0 ^b
1: 1.500	8,91 ^b	9,28 ^b	9,01 ^{bc}	10,4 ^b	21,9 ^b	27,0 ^{ab}	23,3 ^{ab}	41,6 ^b
1: 2.000	8,75 ^b	9,29 ^b	9,38 ^b	10,1 ^b	19,7 ^b	27,1 ^{ab}	28,4 ^b	38,3 ^b
1: 2.500	9,60 ^a	9,78 ^a	10,0 ^a	11,7 ^a	31,4 ^a	33,8 ^a	37,3 ^a	59,8 ^a
1: 3.000	7,95 ^c	8,80 ^c	9,21 ^{bc}	9,17 ^c	8,75 ^c	20,5 ^b	26,0 ^{ab}	25,5 ^c
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	14,8	15,2	15,6	23,7	6,30	3,48	3,94	4,62

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (). ĐC: Đối chứng; HH3D: Hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn gồm M-SI-09 + M-So-11 + M-So-14.*

4. KẾT LUẬN

Các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng hòa tan kali *C. sphaeroides* M-SI-09, *Rhodospseudomonas thermotolerans* M-So-11 và *Rhodospseudomonas palustris* M-So-14 không gây độc tính đối với hạt ngô và lúa bởi cải thiện chỉ số tăng sức sống của mầm ngô 12,0 - 17,5% so với 5,47% và mầm lúa 9,60 - 11,7% so với 8,72%.

Tỷ lệ pha loãng 1: 2.500 không gây độc tính đối với hạt ngô và lúa ở cả 3 chủng vi khuẩn đơn *C. sphaeroides* M-SI-09, *Rhodospseudomonas thermotolerans* M-So-11 và *Rhodospseudomonas palustris* M-So-14 và hỗn hợp 3 chủng vi khuẩn.

Cần tiếp tục đánh giá hiệu quả của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng hòa tan kali đã tuyển chọn trong canh tác ngô và một số cây trồng cạn khác ở điều kiện nhà lưới và đồng ruộng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Farooq, M. A., Zhang, X., Zafar, M. M., Ma, W., & Zhao, J. (2021). Roles of reactive oxygen

species and mitochondria in seed germination. *Frontiers in Plant Science*, 12, 781734.

2. Tamindžić, G., Ignjatov, M., Milošević, D., Nikolić, Z., Nastasić, A., Jovičić, D., & Savić, J. (2020). Assessment of quality and viability of primed maize seed. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 57(3), 87 - 92.

3. Grover, M., Bodhankar, S., Sharma, A., Sharma, P., Singh, J., & Nain, L. (2021). PGPR mediated alterations in root traits: Way toward sustainable crop production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 618230.

4. de Andrade, L. A., Santos, C. H. B., Frezarin, E. T., Sales, L. R., & Rigobelo, E. C. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural production. *Microorganisms*, 11(4), 1088.

5. Santoyo, G., Urtis-Flores, C. A., Loeza-Lara, P. D., Orozco-Mosqueda, M. D. C., & Glick, B. R. (2021). Rhizosphere colonization determinants by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Biology*, 10(6), 475.

6. Mushtaq, S., Shafiq, M., Tariq, M. R., Sami, A., Nawaz-ul-Rehman, M. S., Bhatti, M. H. T., Haider, M.S., Sadiq, S., Abbas, M.T., Hussain, M., & Shahid, M. A. (2023). Interaction between bacterial endophytes and host plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1092105.
7. Sakarika, M., Spanoghe, J., Sui, Y., Wambacq, E., Grunert, O., Haesaert, G., Spiller, M., & Vlaeminck, S. E. (2020). Purple non-sulphur bacteria and plant production: benefits for fertilization, stress resistance and the environment. *Microbial Biotechnology*, 13(5), 1336 - 1365.
8. Kantha, T., Kantachote, D., & Klongdee, N. (2015). Potential of biofertilizers from selected *Rhodopseudomonas palustris* strains to assist rice (*Oryza sativa* L. subsp. indica) growth under salt stress and to reduce greenhouse gas emissions. *Annals of Microbiology*, 65(4), 2109 - 2118.
9. Rana, G., Meikap, S., Mondol, M., Bose, P.P., & Mandal, T. (2016). Green-fertilize, *Rhodospirillum rubrum*, for agricultural development on flyash without any toxic metal ion release. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*, 5(8), 109 - 117.
10. Ge, H., & Zhang, F. (2019). Growth-promoting ability of *Rhodopseudomonas palustris* G5 and its effect on induced resistance in cucumber against salt stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(1), 180 - 188.
11. Khuong, N. Q., Sakpirom, J., Oanh, T. O., Thuc, L. V., Thu, L. T. M., Xuan, D. T., Quang, L. T., & Xuan, L. N. T. (2023). Isolation and characterization of novel potassium-solubilizing purple nonsulfur bacteria from acidic paddy soils using culture-dependent and culture-independent techniques. *Brazilian Journal of Microbiology*, 54(3), 2333 - 2348.
12. Batool, K., Zahra, F., & Rehman, Y. (2017). Arsenic-redox transformation and plant growth promotion by purple nonsulfur bacteria *Rhodopseudomonas palustris* CS2 and *Rhodopseudomonas faecalis* SS5. *BioMed Research International*, 2017, 6250327.
13. Sakpirom, J., Kantachote, D., Nunkaew, T., & Khan, E. (2017). Characterizations of purple non-sulfur bacteria isolated from paddy fields, and identification of strains with potential for plant growth-promotion, greenhouse gas mitigation and heavy metal bioremediation. *Research in Microbiology*, 168(3), 266 - 275.
14. Nunkaew, T., Kantachote, D., Kanzaki, H., Nitoda, T., & Ritchie, R. J. (2014). Effects of 5-aminolevulinic acid (ALA)-containing supernatants from selected *Rhodopseudomonas palustris* strains on rice growth under NaCl stress, with mediating effects on chlorophyll, photosynthetic electron transport and antioxidative enzymes. *Electronic Journal of Biotechnology*, 17(1), 4 - 4.
15. Khuong, N. Q., Minh, D. P. T., Thu, L. T. M., & Thuc, L. V. (2023). The potential of bacterial strains of *Luteovulum sphaeroides* W22 and W47 for producing δ -aminolevulinic acid to improve soil quality, growth and yield of saline-irrigated rice cultivated in salt-contaminated soil. *Agronomy*, 13(5), 1409.
16. Gao, C., El-Sawah, A. M., Ali, D. F. I., Alhaj-Hamoud, Y., Shaghaleh, H., & Sheteiwy, M. S. (2020). The integration of bio and organic fertilizers improve plant growth, grain yield, quality and metabolism of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 10(3), 319.
17. Saboor, A., Ali, M. A., Hussain, S., El Enshasy, H. A., Hussain, S., Ahmed, N., Gafurf, A., Sayyed, R. Z., Fahad, S., Danish, S., & Datta, R. (2021). Zinc nutrition and arbuscular mycorrhizal symbiosis effects on maize (*Zea mays* L.) growth and productivity. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(11), 6339 - 6351.
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). (2023). Available online: <https://www.fao.org/faostat>, accessed on 3 April 2023.
19. Tổng cục Thống kê (2022). *Niên giám thống kê 2021*. Nxb Thống kê, Hà Nội.
20. Perera, T. A., & Tirimanne, S. (2021). Role of microbial communities in sustainable rice cultivation. In: Seneviratne, G., & Zahir, J. S.

(Editors). Role of microbial communities for sustainability, Springer, Singapore, 189 - 223.

21. Dang, A. T., Kumar, L., & Reid, M. (2020). Modelling the potential impacts of climate change on rice cultivation in Mekong Delta, Vietnam. *Sustainability*, 12(22), 9608.

22. Tổng cục Thống kê (2023). *Niên giám thống kê 2022*. Nxb Thống kê, Hà Nội.

23. Trần Thị Cúc Hòa, Huỳnh Thị Phương Loan, Phạm Trung nghĩa (2011). Kết quả chọn tạo giống lúa giàu sắt OM 5451. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, tháng 6: 14 - 20.

24. Mia, M. B., Shamsuddin, Z. H., & Mahmood, M. (2012). Effects of rhizobia and plant growth promoting bacteria inoculation on germination and seedling vigor of lowland rice. *African Journal of Biotechnology*, 11(16), 3758 - 3765.

25. Ng, L. C., Sariah, M., Sariam, O., Radziah, O., & Zainal-Abidin, M. A. (2012). Rice seed bacterization for promoting germination and seedling growth under aerobic cultivation system. *Australian Journal of Crop Science*, 6(1), 170 - 175.

26. Jakubus, M., & Bakinowska, E. (2018). Practical applicability of germination index assessed by logistic models. *Compost Science & Utilization*, 26(2), 104 - 113.

27. Miljaković, D., Marinković, J., Tamindžić, G., Đorđević, V., Tintor, B., Milošević, D., Ignjatov, M., & Nikolić, Z. (2022). Bio-priming of soybean with *Bradyrhizobium japonicum* and *Bacillus megaterium*: Strategy to improve seed germination and the initial seedling growth. *Plants*, 11(15), 1927.

28. Román-Ponce, B., Reza-Vázquez, D. M., Gutierrez-Paredes, S., de Haro-Cruz, Jess M. D. J., D. E., Maldonado-Hernandez, J., Bahena-Osorio, Y., Estrada-De Los Santos, P., Wang, E. T., & Vásquez-Murrieta, M. S. (2017). Plant growth-promoting traits in rhizobacteria of heavy metal-resistant plants and their effects on *Brassica nigra* seed germination. *Pedosphere*, 27(3), 511 - 526.

29. Noumavo, P. A., Kochoni, E., Didagbé, Y. O., Adjanohoun, A., Allagbé, M., Sikirou, R., Gachomo, E. W., Kotchoni, S. O., & Baba-Moussa, L. (2013). Effect of different plant growth promoting rhizobacteria on maize seed germination and seedling development. *American Journal of Plant Sciences*, 4(5), 1013 - 1021.

30. Hagaggi, N. S. A., & Mohamed, A. A. (2020). Enhancement of *Zea mays* (L.) growth performance using indole acetic acid producing endophyte *Mixta theicola* isolated from *Solenostemma argel* (Hayne). *South African Journal of Botany*, 134, 64 - 71.

31. Nookongbut, P., Jingjit, N., Kantachote, D., Sukhoom, A., & Tantirungkij, M. (2020). Selection of acid tolerant purple nonsulfur bacteria for application in agriculture. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 19(4), 774 - 790.

32. Kálmán, C. D., Nagy, Z., Berényi, A., Kiss, E., & Posta, K. (2024). Investigating PGPR bacteria for their competence to protect hybrid maize from the factor drought stress. *Cereal Research Communications*, 52(1), 129-150.

33. Nookongbut, P., Kantachote, D., Megharaj, M., & Naidu, R. (2018). Reduction in arsenic toxicity and uptake in rice (*Oryza sativa* L.) by As-resistant purple nonsulfur bacteria. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 36530 - 36544.

34. Sakpirom, J., Nunkaew, T., Khan, E., & Kantachote, D. (2021). Optimization of carriers and packaging for effective biofertilizers to enhance *Oryza sativa* L. growth in paddy soil. *Rhizosphere*, 19, 100383.

35. Liu, Z., Zhang, X., Li, L., Xu, N., Hu, Y., Wang, C., Shi, Y., & Li, D. (2022). Isolation and characterization of three plant growth-promoting rhizobacteria for growth enhancement of rice seedling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(3), 1382 - 1393.

36. Liu, Z., Wang, H., Xu, W., & Wang, Z. (2020). Isolation and evaluation of the plant growth promoting rhizobacterium *Bacillus methylotrophicus* (DD-1) for growth enhancement of rice seedling. *Archives of Microbiology*, 202(8), 2169 - 2179.

ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF POTASSIUM SOLUBILIZING PURPLE NONSULFUR BACTERIA TO THE GERMINATION OF HYBRID MAIZE AND RICE GRAINS

**Le Thi My Thu^{1,2}, Tran Trong Khoi Nguyen², Nguyen Duc Trong³,
Vo Minh Thuan⁴, Phan Chan Hiep³, Le Vinh Thuc²**

¹ Master student in Crop Science, Course 29, College of Agriculture, Can Tho University

² College of Agriculture, Can Tho University

³ Master student in Crop Science, Course 30, College of Agriculture, Can Tho University

⁴ Student in Plant Protection, Course 47, College of Agriculture, Can Tho University

Summary

The experiment was conducted to evaluate the effectiveness of potassium (K)-solubilizing purple nonsulfur bacteria to the germination of hybrid maize and rice grains. The experiment was a completely randomized design with different strains of K-solubilizing bacteria *Cereibacter sphaeroides* M-SI-09, *Rhodopseudomonas thermotolerans* M-So-11, *Rhodospseudomonas palustris* M-So-14, the mixture those three bacterial strains, along with different dilution rates (mL/mL) 1: 500, 1: 1000, 1: 1500, 1: 2000, 1: 2500, 1: 3000. There were three replications each of which was a Petri dish containing 10 hybrid maize or rice grains. The result revealed that the strains *C. sphaeroides* M-SI-09, *R. thermotolerans* M-So-11, *R. palustris* M-So-14 were not toxic to hybrid maize and rice grains during the germination stage. On the other hand, the 1: 2500 dilution rate do not cause the toxicity in all the three bacterial strains *C. sphaeroides* M-SI-09, *R. thermotolerans* M-So-11, *R. palustris* M-So-14, their mixture and showed the efficacy via vigor index of seedlings with 17.5; 12.0; 12.6; 8.72% as compared with the control, with 5.47% in maize and 9.60, 9.78, 10.0 and 11.7 as compared with the control, with only 7.31% in rice. Simultaneously, the 1: 2500 dilution rate also improved the vitality of the maize seedlings by 219.1; 102.7; 129.7; 59.2%, and rice by 31.4, 33.8, 37.3 59.8% respectively, as compared with the control.

Keywords: Germination, hybrid maize grain, potassium-solubilizing bacteria, purple nonsulfur bacteria, rice grain.

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Minh

Ngày nhận bài: 28/02/2024

Ngày thông qua phản biện: 18/3/2024

Ngày duyệt đăng: 10/5/2024

KHẢ NĂNG CỐ ĐỊNH ĐẠM CỦA VI KHUẨN VÙNG RỄ VÀ NỐT SẦN CÂY HỌ ĐẬU Ở TỈNH TRÀ VINH

Cao Hồng Tơ¹, Nguyễn Phương Thúy², Trần Thị Trang³,
Nguyễn Văn Toàn³, Trần Thị Giang¹,
Đỗ Tấn Khang¹, Nguyễn Phạm Anh Thi^{1*}

TÓM TẮT

Hiện nay, nhu cầu về phân bón ngày càng tăng cao, việc sử dụng một lượng lớn phân hóa học trong nông nghiệp là rất lãng phí. Đặc biệt, hiệu suất cây hấp thu phân đạm thấp và phần còn lại sẽ thoát ra môi trường gây ô nhiễm môi trường. Việc sử dụng vi khuẩn cố định đạm trong nông nghiệp là một trong những giải pháp thay thế được quan tâm hiện nay. Nghiên cứu được thực hiện nhằm phân lập đánh giá, so sánh khả năng cố định đạm của các dòng vi khuẩn vùng rễ và vi khuẩn nốt sần. Từ 6 mẫu đất vùng rễ và 2 mẫu nốt sần cây họ đậu ở tỉnh Trà Vinh, đã phân lập được 10 dòng vi khuẩn vùng rễ trên môi trường Burk không đạm và phân lập được 7 dòng vi khuẩn nốt sần trên môi trường YEMA. Khảo sát 10 dòng vi khuẩn vùng rễ bằng phương pháp Indolphenol blue cho kết quả hàm lượng đạm NH_4^+ trung bình từ 0,296 - 0,812 mg/l, trong đó cao nhất là dòng N1 (0,562 mg/l), N7 (0,547 mg/l), N10 (0,812 mg/l) và được chọn để thực hiện thí nghiệm trong nhà lưới trên cây rau muống. Kết quả thí nghiệm trong nhà lưới cho thấy, khi bổ sung dòng vi khuẩn N1, chiều cao cây, khối lượng rễ, khối lượng tươi và khô của thân lá có khác biệt ý nghĩa so với khi bổ sung dòng vi khuẩn N7 và dòng N10. Khảo sát 7 dòng vi khuẩn nốt sần trên cây đậu xanh trong điều kiện nhà lưới cho thấy khác biệt ý nghĩa so với các nghiệm thức đối chứng. Trong đó, nghiệm thức có chủng dòng vi khuẩn R1.5 cho kết quả số nốt sần gấp 1,98 lần so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn và gấp 2,04 lần so với nghiệm thức bón phân hóa học.

Từ khóa: Cố định đạm, cây họ đậu, vi khuẩn vùng rễ, vi khuẩn nốt sần.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong canh tác nông nghiệp, bên cạnh lân và kali thì đạm đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong sự phát triển của thực vật. Khi thiếu đạm, cây trồng có dấu hiệu ngả vàng, hàm lượng diệp lục tố giảm mạnh làm ảnh hưởng đến sự phát triển của cây, điều này làm cho nông dân có tâm lý bón nhiều phân đạm cho cây trồng. Tuy nhiên, theo các nghiên cứu thì hiệu suất hấp thụ dao động từ 30 - 53% lượng phân đạm bón vào đất được cây sử dụng và phần phân đạm còn lại sẽ thoát ra môi trường gây ô nhiễm nguồn nước ngầm [1]. Để giảm lượng phân đạm hóa học sử dụng trong nông

nghiệp, cần phải dùng nguồn phân đạm thay thế, một trong số đó là nguồn đạm từ nitrogen có trong không khí được tổng hợp nhờ vi khuẩn cố định đạm. Các vi khuẩn cố định đạm cộng sinh trong nốt sần đóng vai trò cố định đạm từ khí quyển và cung cấp cho cây họ đậu [2]. Vì thế, sử dụng vi khuẩn cố định đạm để cung cấp đạm cho cây trồng hứa hẹn sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc giảm sử dụng phân đạm hóa học.

Theo Cổng thông tin điện tử tỉnh Trà Vinh (2023), tính đến hết 2022, tỉnh Trà Vinh có tổng diện tích đất nông nghiệp là 141.158 ha, chiếm 59,04% diện tích đất tự nhiên của tỉnh. Tổng diện tích đất trồng trọt là hơn 252.500 ha, tập trung phát triển các loại cây trồng chủ lực như: Lúa gạo với diện tích gieo trồng hàng năm là 220.000 ha, sản lượng 1,15 triệu tấn/năm; cây bắp và các loại rau màu, đậu chiếm 10% diện tích và sản lượng đứng

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

² Trung tâm Ứng dụng sinh học, Trường Đại học Trà Vinh

³ Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu

* Email: npathi@ctu.edu.vn

thứ 3 - 5 của khu vực; cây đậu phộng chiếm 60% diện tích và 70% sản lượng của khu vực [3]. Từ thực tế trên, nghiên cứu "*Khả năng cố định đạm của vi khuẩn vùng rễ và nốt sần cây họ đậu ở tỉnh Trà Vinh*" được thực hiện làm tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo về sản xuất phân vi sinh từ vi khuẩn cố định đạm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Sáu mẫu đất vùng rễ và 2 mẫu nốt sần cây họ đậu (điền điển) được thu thập trên đất nông nghiệp của tỉnh Trà Vinh. Hạt giống rau muống, đậu xanh và phân bón NPK được mua tại cửa hàng hạt giống Xuân Nông ở thành phố Cần Thơ.

Môi trường Burk [4] và môi trường YEMA [5] được sử dụng cho nuôi cấy vi khuẩn vùng rễ và vi khuẩn nốt sần cố định đạm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân lập vi khuẩn cố định đạm

2.2.1.1. Phân lập vi khuẩn cố định đạm tự do từ mẫu đất vùng rễ

Cho 10 g mẫu đất quanh vùng rễ cây vào các bình tam giác 250 ml có chứa 90 ml nước cất vô trùng. Lắc mẫu ở tốc độ 120 vòng/phút trong 60 phút, để lắng trong 10 phút và trải phần dịch trong trên môi trường Burk. Sau đó, mẫu được ủ ở nhiệt độ phòng 3 ngày, tiến hành quan sát và tiếp tục cấy chuyển để tách thuần trên môi trường Burk.

2.2.1.2. Phân lập vi khuẩn cộng sinh với nốt sần cây họ đậu

Mẫu rễ cây họ đậu được rửa dưới vòi nước chảy để loại bỏ đất bám xung quanh rễ. Tiến hành khử trùng bề mặt bằng việc ngâm nốt sần trong cồn 70% trong 5 phút, loại bỏ cồn. Tiếp theo, khử trùng với NaClO nồng độ 1% trong 30 giây và cuối cùng rửa lại với nước cất vô trùng 3 lần. Cho các nốt sần vào ống eppendorf chứa sẵn 900 μ l dung dịch đệm phosphate, nghiền nốt sần và trải đều trên bề mặt môi trường YEMA có bổ sung 0,0025% thuốc nhuộm congo red. Sau 24 giờ ủ, tiến hành quan sát và chọn các khuẩn lạc không bắt màu hoặc bắt màu hồng nhạt với thuốc nhuộm congo red [6]. Sau đó, tiến hành tách thuần các dòng vi khuẩn này trên môi trường YEMA.

2.2.2. Khảo sát khả năng cố định đạm của vi khuẩn vùng rễ

Hàm lượng đạm được xác định bằng phương pháp Indophenol blue [7]. Xây dựng đường chuẩn để xác định hàm lượng đạm bằng cách so màu nhờ vào phản ứng của NH_4^+ với phenol tạo thành indophenol có màu xanh trong môi trường kiềm có xúc tác của nitroprusside và xác định giá trị OD ở bước sóng 636 nm [5]. Phương trình đường chuẩn thể hiện tương quan giữa giá trị OD và hàm lượng đạm được xác định bởi phương trình $y = 0,1515x - 0,0031$ ($R^2 = 0,9973$). Trong đó: y là giá trị OD và x là hàm lượng đạm (mg/l).

Xác định khả năng cố định đạm, nuôi 3 ml dịch vi khuẩn cố định đạm (mật số 10^7 CFU/ml) trong bình tam giác 150 ml có chứa 27 ml môi trường Burk lỏng trên máy lắc với tốc độ 120 vòng/phút. Sau 2, 4, 6 và 8 ngày thu 1 ml dịch nuôi cấy cho vào 4 ml nước cất, 1 ml EDTA, 2 ml nitroprusside, 4 ml sodium hypochloride. Lắc đều và để yên 30 phút, tiến hành đo OD ở bước sóng 636 nm. So giá trị đo được với đường chuẩn để xác định được hàm lượng đạm vi khuẩn cố định được.

2.2.3. Đánh giá khả năng cố định đạm của dòng vi khuẩn nốt sần và vi khuẩn vùng rễ cho cây trong điều kiện nhà lưới

2.2.3.1. Vi khuẩn cố định đạm vùng rễ trên cây rau muống trong điều kiện nhà lưới

Khử trùng giá thể (cát và tro trấu) ở 121°C trong 30 phút. Cho 3 kg giá thể đã khử trùng vào chậu nhựa đường kính 20 cm đã được khử trùng bề mặt bằng cồn 70%. Đậy kín chậu để hạn chế nhiễm vi sinh vật từ bên ngoài.

Ngâm hạt giống trong nước ấm (35°C) trong 3 giờ. Sau đó, hạt giống được xử lý bằng cách ngâm trong dung dịch ethanol 70% trong 1 phút. Đối với các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn cố định đạm, hạt giống được ngâm trong dịch huyền phù vi khuẩn thử nghiệm có mật số 10^7 CFU/ml trong 3 giờ trước khi gieo vào chậu.

Nuôi cấy vi khuẩn vùng rễ trong bình tam giác 250 ml có chứa 100 ml môi trường LB lỏng 2 - 3 ngày. Sau đó, chủng vi khuẩn vào chậu nhựa chứa giá thể cho đạt mật số 10^7 CFU/g khối lượng giá thể. Hạt rau muống được ngâm trong dịch huyền

phù vi khuẩn cố định đạm vùng rễ. Gieo 30 - 40 hạt rau muống vào một chậu, sau khi hạt nảy mầm 5 - 7 ngày, tiến hành tỉa lại còn 15 - 20 cây/chậu.

Nghiên cứu được bố trí gồm các nghiệm thức: ĐC (-) (không bón phân và không chủng vi khuẩn), ĐC (+) (bón phân đạm) và 3 nghiệm thức bón các dòng vi khuẩn (không bón phân đạm). Tất cả các nghiệm thức bón đầy đủ phân lân và kali theo khuyến cáo của Cao Ngọc Diệp và cs (2011) [8] (Bảng 1). Ở nghiệm thức có chủng vi khuẩn, thực hiện tưới 30 ml dịch nuôi cấy vi khuẩn mật số 10^7 CFU/ml tại các thời điểm bón phân đạm. Tổng cộng thí nghiệm gồm 5 nghiệm thức, với 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức.

Bảng 1. Liều lượng và thời gian bón phân cho cây rau muống

Loại phân	Bón lót (1 NTKG) (%)	Bón thúc 1 (10 NSKG) (%)	Bón thúc 2 (15 NSKG) (%)	Bón thúc 3 (25 NSKG) (%)
Đạm	20	30	30	20
Lân	100	0	0	0
Kali	50	20	20	10

Ghi chú: NTKG - Ngày trước khi gieo giống; NSKG - Ngày sau khi gieo.

Tiến hành lấy chỉ tiêu (chiều cao cây, khối lượng thân và lá, khối lượng và chiều dài rễ) tại thời điểm 30 ngày sau khi gieo. Chỉ tiêu chiều cao lấy từ gốc đến đỉnh của lá có chiều dài lớn nhất. Khối lượng khô được thực hiện cân sau khi cho sấy ở 80°C đến khối lượng không đổi (2 - 3 ngày).

2.2.3.2. Vi khuẩn cố định đạm trong nốt sần trên cây đậu xanh trong điều kiện nhà lưới

Chuẩn bị giá thể và hạt giống được thực hiện tương tự ở mục 2.2.3.1.

Nuôi cấy vi khuẩn nốt sần trong bình tam giác 250 ml có chứa 100 ml môi trường YEMA lỏng 2 - 3 ngày. Sau đó, chủng vào chậu nhựa chứa giá thể sao cho đạt mật số 10^7 CFU/g khối lượng giá thể. Hạt đậu xanh được ngâm trong dung dịch huyền phù vi khuẩn cố định đạm nốt sần trong 3 giờ trước khi gieo. Gieo 15 hạt đậu xanh vào một chậu cây, sau khi hạt nảy mầm 7 ngày tiến hành tỉa lại còn 3 - 5 cây/chậu.

Nghiên cứu được bố trí gồm các nghiệm thức: ĐC (-) (không bón phân và không chủng vi khuẩn), ĐC (+) (bón phân đạm) và 7 nghiệm thức bón các dòng vi khuẩn (không bón phân đạm). Tất cả các nghiệm thức bón đầy đủ phân lân và kali theo khuyến cáo của Nguyễn Đức Cường (2009) [9] (Bảng 2). Ở nghiệm thức có chủng vi khuẩn, thực hiện tưới 30 ml dịch nuôi cấy vi khuẩn mật số 10^7 CFU/ml tại các thời điểm bón phân đạm. Tổng cộng thí nghiệm gồm 9 nghiệm thức, với 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức.

Bảng 2. Liều lượng và thời gian bón phân cho cây đậu xanh

Loại phân	Bón lót (1 NTKG) (%)	Bón thúc 1 (15 NSKG) (%)	Bón thúc 2 (25 NSKG) (%)
Đạm	33,3	33,3	33,3
Lân	100	0	0
Kali	33,3	33,3	33,3

Ghi chú: NTKG - Ngày trước khi gieo giống; NSKG - Ngày sau khi gieo.

Tiến hành lấy chỉ tiêu (số lượng nốt sần và khối lượng khô nốt sần, chiều cao cây, khối lượng thân và lá) tại thời điểm 30 ngày sau khi gieo. Chỉ tiêu chiều cao lấy từ gốc đến đỉnh của lá có chiều dài lớn nhất. Khối lượng khô được thực hiện cân sau khi cho sấy ở 80°C đến khối lượng không đổi (2 - 3 ngày).

2.2.4. Xử lý số liệu

Số liệu trong quá trình thí nghiệm được ghi nhận, xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019 và xử lý phân tích thống kê bằng phần mềm Minitab 16.

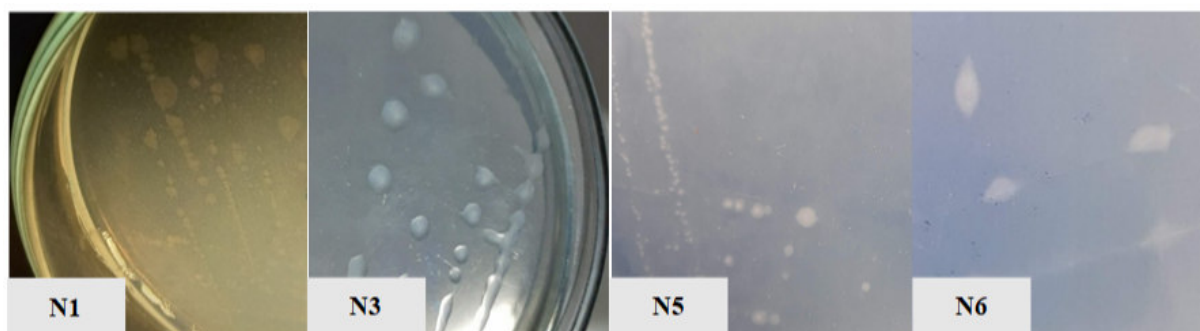
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân lập vi khuẩn cố định đạm từ đất vùng rễ

Phân lập được 10 dòng vi khuẩn (được kí hiệu N1 đến N10) trên môi trường Burk từ 6 mẫu đất vùng rễ và từng dòng vi khuẩn lại cho đặc điểm khác nhau (Bảng 3 và hình 1). Đa số khuẩn lạc có hình tròn và đặc biệt dòng N6 có hình oval. Các dòng vi khuẩn phân lập được có hai màu chính là trắng trong và trắng sữa, trong đó có 4 dòng có bìa màu trắng trong hoặc trắng sữa không đồng nhất với màu ở tâm khuẩn lạc. Hình dạng tế bào đa số hình cầu và Gram âm, tuy nhiên dòng N4 có hình que và Gram dương.

Bảng 3. Đặc điểm khuẩn lạc và đặc điểm tế bào của vi khuẩn vùng rễ trên môi trường Burk sau 48 giờ nuôi cấy

TT	Dòng vi khuẩn	Đặc điểm khuẩn lạc					Đặc điểm tế bào	
		Hình dạng	Màu sắc	Bìa (viên) khuẩn lạc	Độ cao khuẩn lạc	Kích thước (mm)	Hình dạng	Gram
1	N1	Không đều	Trắng sữa, màu đậm ở giữa	Răng cưa	Đẹt	1	Cầu	-
2	N2	Tròn đều	Trắng sữa	Nguyên	Đẹt	1	Cầu	-
3	N3	Tròn đều	Trắng trong, tâm trắng sữa	Nguyên	Nổi mô	2 - 4	Cầu	-
4	N4	Tròn đều	Trắng sữa	Nguyên	Đẹt	2	Que	+
5	N5	Tròn đều	Trắng sữa, tâm trắng đậm hơn	Nguyên	Nổi mô	1 - 3	Cầu	-
6	N6	Oval	Trắng sữa	Nguyên	Đẹt	2 x 4	Cầu	-
7	N7	Không đều	Trắng trong	Gợn sóng	Nổi mô	2 - 4	Cầu	-
8	N8	Tròn đều	Bìa trắng trong, tâm trắng sữa	Nguyên	Đẹt	2	Cầu	-
9	N9	Tròn đều	Trắng sữa	Gợn sóng	Đẹt	1 - 2	Cầu	-
10	N10	Không đều	Trắng trong	Nguyên	Nổi mô	1 - 2	Cầu	-



Hình 1. Hình thái khuẩn lạc của một số dòng vi khuẩn được quan sát trên môi trường Burk sau 48 giờ nuôi cấy

3.2. Phân lập vi khuẩn cố định đạm từ nốt sần ở rễ cây họ đậu

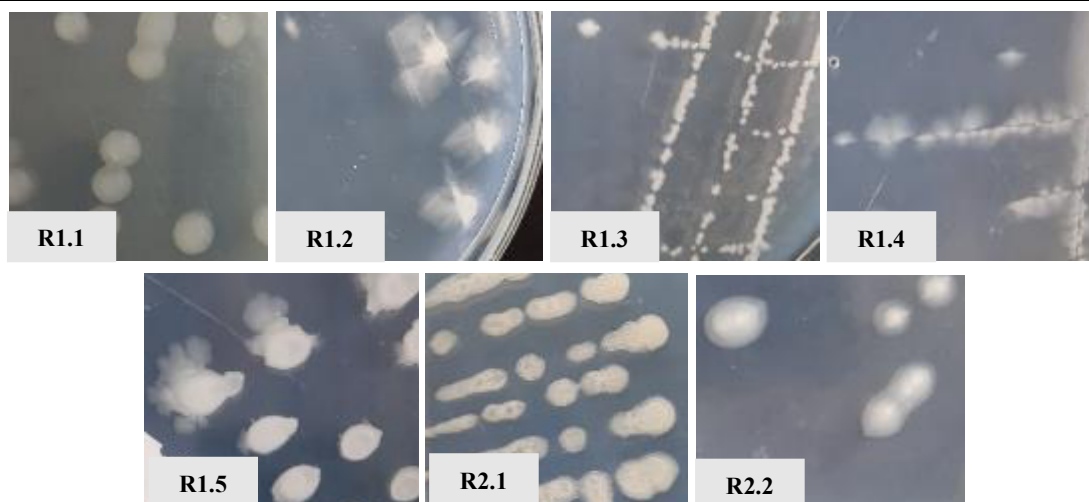
Phân lập được 7 dòng vi khuẩn từ nốt sần cây họ đậu trên môi trường YEMA. Đặc điểm của 7 dòng vi

khuẩn đã phân lập được trình bày trong bảng 4 và hình 2. Hai hình dạng chính của khuẩn lạc vi khuẩn là hình tròn và oval. Hầu hết các khuẩn lạc có màu trắng sữa, dòng vi khuẩn R2.1 có màu vàng nhạt.

Bảng 4. Đặc điểm khuẩn lạc và tế bào của vi khuẩn nốt sần trên môi trường YEMA sau 48 giờ nuôi cấy

TT	Dòng vi khuẩn	Hình dạng khuẩn lạc	Màu sắc	Bìa (viên) khuẩn lạc	Độ cao khuẩn lạc	Gram
1	R1.1	Tròn đều	Trắng sữa	Nguyên	Nổi mô	-
2	R1.2	Không đều	Trắng sữa nhạt ở bìa, đậm ở giữa	Chia thùy	Nổi mô	-
3	R1.3	Oval, không đều	Trắng sữa nhạt ở bìa, đậm ở giữa	Gợn sóng	Nổi mô	-
4	R1.4	Không đều	Trắng sữa nhạt ở	Gợn sóng	Đẹt	-

			bìa, đậm ở giữa			
5	R1.5	Oval, nhọn ở hai đầu	Trắng sữa nhạt ở bìa, đậm ở giữa	Chia thùy	Nổi mô	-
6	R2.1	Tròn, nhọn ở hai đầu	Vàng nhạt	Nguyên	Nổi mô	-
7	R2.2	Tròn	Trắng sữa nhạt ở bìa, đậm ở giữa	Nguyên	Nổi mô	-



Hình 2. Khuẩn lạc của các dòng vi khuẩn trên môi trường YEMA sau 48 giờ nuôi cấy

3.3. Khảo sát khả năng cố định đạm của vi khuẩn vùng rế

Kết quả khảo sát cho thấy, tất cả các dòng vi khuẩn vùng rế đều có khả năng cố định đạm trong môi trường Burk (Bảng 5). Dòng vi khuẩn N10 có kết quả định lượng cao và ổn định qua các thời điểm khảo sát, lần lượt là 0,306, 0,88, 1,24, 0,821

mg/l. Ba dòng vi khuẩn có kết quả trung bình của bốn thời điểm khảo sát tốt nhất là: N1 (0,562 mg/l), N7 (0,547 mg/l), N10 (0,821 mg/l).

Hàm lượng đạm trung bình này khá thấp so với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Anh Huy (2019) [10] với 3,35 mg/l và Nguyễn Thị Pha và cs (2015) với 4,32 mg/l [11].

Bảng 5. Hàm lượng đạm trung bình của các dòng vi khuẩn vùng rế

TT	Dòng vi khuẩn	Hàm lượng đạm NH ₄ ⁺ (mg/l)				Trung bình
		Ngày 2	Ngày 4	Ngày 6	Ngày 8	
1	N1	0,488 ^c	0,027 ^h	0,936 ^b	0,797 ^a	0,562
2	N2	0,629 ^a	0,567 ^d	0,221 ^f	0,266 ^d	0,421
3	N3	0,315 ^d	0,692 ^c	0,214 ^f	0,568 ^b	0,447
4	N4	0,539 ^b	0,225 ^g	0,811 ^c	0,305 ^d	0,470
5	N5	0,068 ^e	0,581 ^d	1,209 ^a	0,174 ^e	0,508
6	N6	0,554 ^b	0,604 ^d	0,516 ^c	0,397 ^c	0,518
7	N7	0,451 ^c	0,796 ^b	0,897 ^b	0,042 ^f	0,547
8	N8	0,055 ^e	0,495 ^e	0,479 ^c	0,155 ^e	0,296
9	N9	0,645 ^a	0,356 ^f	0,590 ^d	0,568 ^b	0,540
10	N10	0,306 ^d	0,880 ^a	1,240 ^a	0,821 ^a	0,812
F		252,26*	150,74*	554,64*	279,70*	
CV%		5,754	7,010	3,803	6,835	

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có kí tự chữ theo sau giống nhau (a, b, c...) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

3.4. Khả năng cố định đạm cho cây trong điều kiện nhà lưới

3.4.1. Vi khuẩn cố định đạm vùng rễ trên cây rau muống trong điều kiện nhà lưới

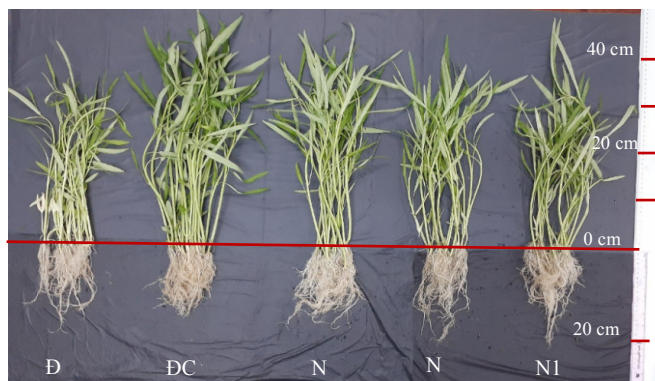
Ba dòng vi khuẩn N1, N7, N10 được lựa chọn thực hiện thí nghiệm tiếp theo trên cây rau muống trong điều kiện nhà lưới (Bảng 6 và hình 3). Cả 3 dòng vi khuẩn đều giúp rau muống phát triển hơn so với nghiệm thức ĐC (-) (không bón phân và không chủng vi khuẩn). Nghiệm thức ĐC (+) (bón phân đạm) có kết quả khối lượng, khối lượng khô,

chiều cao cây cao nhất. Vi khuẩn N1 cho kết quả chiều cao bằng với nghiệm thức bón phân đạm và khối lượng khô cao hơn những dòng vi khuẩn còn lại. Vi khuẩn N7 và N10 cho kết quả tương đương nhau về khối lượng và khối lượng khô, nhưng N7 cho kết quả chiều cao cây hơn nghiệm thức N10. Trong các nghiệm thức có chủng vi khuẩn, nghiệm thức N1 cho kết quả tốt nhất và cho kết quả khối lượng thân, khối lượng khô thân và rễ, chiều cao cây tốt hơn và khác biệt có ý nghĩa so với 2 nghiệm thức còn lại.

Bảng 6. Ảnh hưởng của ba dòng vi khuẩn vùng rễ lên cây rau muống

Nghiệm thức	Khối lượng thân lá (g)	Khối lượng khô thân lá (g)	Chiều cao (cm)	Khối lượng khô rễ (g)	Chiều dài rễ (cm)
ĐC (+)	5,078 ^a	0,2931 ^a	43,45 ^a	0,0760 ^c	18,58 ^b
ĐC (-)	1,974 ^d	0,1060 ^d	28,86 ^d	0,0335 ^d	16,63 ^c
N1	4,155 ^b	0,2422 ^b	41,52 ^a	0,0972 ^a	20,37 ^a
N7	2,803 ^c	0,1690 ^c	36,70 ^b	0,0817 ^b	20,18 ^a
N10	2,891 ^c	0,1612 ^c	32,75 ^c	0,0820 ^b	19,94 ^a
F	141,00*	115,45*	74,36*	82,56*	46,30*
CV (%)	5,296	6,098	3,331	7,975	2,086

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có kí tự chữ theo sau giống nhau (a, b, c...) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. ĐC (-): không bón phân và không chủng vi khuẩn, ĐC (+): bón phân đạm, N1, N7, N10: lần lượt là các nghiệm thức bón vi khuẩn N1, N7, N10 (không bón phân đạm).



Hình 3. Cây rau muống tại thời điểm 30 ngày

3.4.2. Vi khuẩn cố định đạm trong nốt sần trên cây đậu xanh trong điều kiện nhà lưới

Các dòng vi khuẩn nốt sần được tưới 30 ml mật số 10^7 CFU/ml vào thời điểm 7 - 10 NSKG, tưới lại vào thời điểm 15 NSKG để đảm bảo mật số và khả năng tạo nốt sần của các nghiệm thức, thu chỉ tiêu vào thời điểm 30 NSKG. Bảy dòng vi khuẩn được phân lập và cho hiệu quả tạo nốt sần tốt trên cây đậu xanh trong điều kiện nhà lưới và khác biệt ý nghĩa so với các nghiệm thức đối

chúng. Trong đó, nghiệm thức có chủng dòng vi khuẩn R1.5 cho kết quả số nốt sần (56,11 nốt sần) gấp 1,98 lần so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (28,21 nốt sần). Tương tự, nghiệm thức có chủng dòng vi khuẩn R1.5 cũng cho kết quả tốt hơn so với so với nghiệm thức bón phân hóa học và gấp 2,04 lần (Bảng 7).

Kết quả thu chỉ tiêu tăng trưởng cây đậu xanh của các nghiệm thức cho thấy, nghiệm thức có chủng vi khuẩn tốt hơn ĐC (-) về khối lượng, khối

lượng khô và chiều cao cây (Hình 4). Chiều cao 46,28 cm, chiều dài rễ 35,46 cm, tương đương ĐC
 nghiệm thức ĐC (+) đạt cao nhất với 46,5 cm và (+) và khác biệt so với các nghiệm thức chủng vi
 thấp nhất là nghiệm thức ĐC (-) với 39,79 cm, khuẩn khác.
 trong đó nghiệm thức R1.5 cho kết quả chiều cao

Bảng 7. Ảnh hưởng của các dòng vi khuẩn nốt sần lên cây đậu xanh

Nghiệm thức	Khối lượng thân lá (g)	Khối lượng khô thân lá (g)	Chiều cao thân (cm)	Khối lượng khô rễ (g)	Chiều dài rễ (g)	Số nốt sần/cây (nốt)	Khối lượng khô nốt sần/cây (g)
R1.1	4,29 ^{ef}	0,514 ^e	41,64 ^c	0,060 ^e	31,90 ^e	48,27 ^b	0,0133 ^c
R1.2	5,33 ^{cd}	0,680 ^{bc}	44,65 ^b	0,071 ^{bcd}	33,74 ^{cd}	56,08 ^a	0,0145 ^{bc}
R1.3	5,33 ^{cd}	0,715 ^{bc}	40,70 ^{cd}	0,064 ^{de}	34,31 ^{bc}	58,44 ^a	0,0177 ^a
R1.4	5,39 ^c	0,682 ^{bc}	43,48 ^b	0,074 ^{bc}	31,75 ^e	46,83 ^{bc}	0,0168 ^{ab}
R1.5	6,07 ^b	0,752 ^b	46,28 ^a	0,074 ^{bcd}	35,46 ^{ab}	56,11 ^a	0,0179 ^a
R2.1	4,70 ^{de}	0,589 ^{de}	40,22 ^{cd}	0,066 ^{cde}	32,63 ^{de}	41,87 ^{cd}	0,0139 ^{bc}
R2.2	5,23 ^{cd}	0,665 ^{cd}	43,89 ^b	0,079 ^b	35,75 ^{ab}	38,87 ^d	0,0162 ^{abc}
ĐC (+)	6,78 ^a	0,903 ^a	46,50 ^a	0,147 ^a	36,53 ^a	27,47 ^e	0,0101 ^d
ĐC (-)	3,64 ^f	0,433 ^f	39,79 ^d	0,059 ^e	29,11 ^f	28,21 ^e	0,0089 ^d
F	17,82 [*]	26,21 [*]	28,30 [*]	60,00 [*]	19,71 [*]	43,39 [*]	9,51 [*]
CV (%)	7,309	6,811	1,928	8,064	2,747	6,825	12,586

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có kí tự chữ theo sau giống nhau (a, b, c...) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. ĐC (-): Không bón phân và không chủng vi khuẩn, ĐC (+): bón phân đậm, các nghiệm thức còn lại lần lượt là các nghiệm thức bón vi khuẩn (không bón phân đậm).



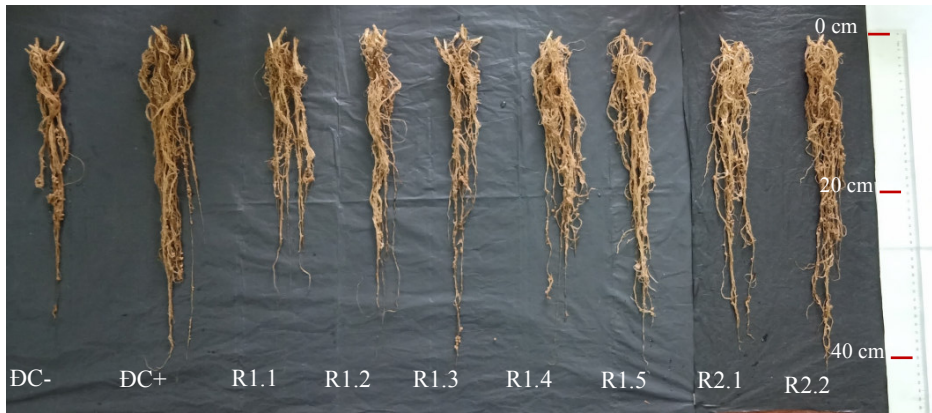
Hình 4. Mẫu thân lá cây đậu xanh tại thời điểm 30 ngày

Sự tạo nốt sần xảy ra khác nhau giữa các nghiệm thức, nhìn chung nghiệm thức có chủng vi khuẩn cho số lượng nốt sần và khối lượng khô nốt sần cao hơn hai nghiệm thức đối chứng (Hình 5). Hai nghiệm thức đối chứng có tạo số lượng nốt sần thấp nhất (27 - 28 nốt/cây). Trong khi đó, số lượng nốt sần của các nghiệm thức chủng vi khuẩn từ 38,87 - 58,44 nốt và khối lượng khô nốt sần từ 0,111 - 0,168 g. Trong đó, kết quả cao nhất về số lượng nốt sần và khối lượng khô nốt sần ở hai dòng R1.3

(58,44 nốt/cây và 0,0177 g/cây) và R1.5 (56,11 nốt/cây và 0,0179 g/cây), nghiệm thức R1.5 lại cho kết quả tốt hơn về khối lượng và chiều cao cây so với nghiệm thức R1.3. Theo Nguyễn Hữu Hiệp và Hà Danh Đức (2009), vi khuẩn *Bradyrhizobium* được phân lập trên cây đậu phộng cho số lượng nốt sần trung bình cao nhất đến 83,14 nốt/cây, trong khi nghiệm thức đối chứng cho 18,86 nốt/cây và khối lượng khô nốt sần từ 0,0113 - 0,0229 g/cây ở nghiệm thức chủng vi khuẩn [12]. Thứ

thực nghiệm khả năng tạo nốt sần trên cây điền điển *Sesbania cannabina* cho thấy, dòng *Rhizobium* (*Agrobacterium*) IRBG74 tạo 43 nốt/cây, dòng *Rhizobium* sp. DUS1110 tạo 55 nốt/cây, dòng

Mesorhizobium huakuii KFR647 tạo 7 nốt/cây [13]. Điều này cho thấy, tùy theo dòng vi khuẩn được phân lập cũng như cây chủ được thử nghiệm mà hiệu quả tạo nốt sần sẽ biến động khác nhau.



Hình 5. Mẫu rễ cây đậu xanh tại thời điểm 30 ngày

4. KẾT LUẬN

Mười dòng vi khuẩn vùng rễ được phân lập từ 6 mẫu đất, trong đó 3 dòng vi khuẩn N1, N7 và N10 lần lượt cho kết quả cao nhất là 0,562, 0,547 và 0,812 mg/l về khả năng cố định đạm trong môi trường Burk. Ba dòng vi khuẩn này đã được tuyển chọn thử nghiệm trên cây rau muống. Kết quả cho thấy, khi bổ sung dòng vi khuẩn N1, chiều cao cây, khối lượng rễ, khối lượng tươi và khô của thân lá có khác biệt ý nghĩa so với khi bổ sung dòng vi khuẩn N7 và dòng N10.

Từ 2 mẫu rễ nốt sần, bảy dòng vi khuẩn được phân lập và cho hiệu quả tạo nốt sần tốt trên cây đậu xanh trong điều kiện nhà lưới và khác biệt ý nghĩa so với các nghiệm thức đối chứng. Trong đó, nghiệm thức có chủng dòng vi khuẩn R1.5 cho kết quả số nốt sần gấp 1,98 lần so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn và gấp 2,04 lần so với nghiệm thức bón phân hóa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z. L., Li, Q., Zeng, X. P., Liu, Y. and Li, Y. R. (2020). Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. *Biol Res.* 53(1), 47.

2. Krishnan, H. B., Song, B., Oehrle, N. W., Cameron, J. C. and Jez, J. M. (2018). Impact of overexpression of cytosolic isoform of *O*

acetylserine sulfhydrylase on soybean nodulation and nodule metabolome. *Sci Rep*, 8, 2367.

3. Cổng thông tin điện tử tỉnh Trà Vinh (2023). Tổng quan về tỉnh Trà Vinh. <https://travinh.gov.vn/gioi-thieu/tong-quan-ve-tinh-tra-vinh-702251>. Ngày truy cập 26/3/2024.

4. Park, M., Kim, C., Yang, J., Lee, H., Shin, W., Kim, S. and Sa. T. (2005). Isolation and characterization of diazotrophic growth promoting bacteria from Rhizosphere of Agricultural Crops of Korea. *Microbiological Research*, 160(2), 127 - 33.

5. Pervin, S., Jannat, B., Sanjee, S. and Farzana, T. (2017). Characterization of Rhizobia From Root Nodule and Rhizosphere of *Lablab Purpureus* and *Vigna Sinensis* in Bangladesh. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(1): 14 - 17.

6. Bala, A., Abaidoo, R. and Woomer, P. (2011). Diversity of *Rhizobium leguminosarum* by. Viceae Strain isolated from different schemes in Shendi Area. *Extensive Journal of Applied Science*, 3(1), 1 - 10.

7. Page, A. L., Miller, R. H and Keeney, Dr. (1982). Methods of soil analysis part 2 Chemical and Microbiological, 673 - 676.

8. Cao Ngọc Diệp, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Anh và Trần Thị Giang (2011). Hiệu quả của phân hữu cơ - vi sinh trên năng suất và chất lượng rau xanh trồng trên đất phù sa tại tỉnh

Long An. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*; 18b, 18 - 28.

9. Nguyễn Đức Cường (2009). *Kỹ thuật trồng đậu xanh*. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

10. Nguyễn Anh Huy (2019). Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn chịu mặn có khả năng cố định đạm, tổng hợp indole acetic acid trên mô hình canh tác lúa - tôm ở Bạc Liêu, Sóc Trăng và Kiên Giang. Luận án Tiến sĩ, chuyên ngành Công nghệ sinh học, Trường Đại học Cần Thơ.

11. Nguyễn Thị Pha, Trần Đình Giới và Nguyễn Hữu Hiệp (2015). Phân lập, tuyển chọn và định danh các dòng vi khuẩn cố định đạm vùng rễ lúa

các tỉnh đồng bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*; 38(2B), 38 - 47.

12. Nguyễn Hữu Hiệp và Hà Danh Đức (2009). Phân lập các dòng vi khuẩn cố định đạm và hòa tan lân cho đậu phộng trồng ở Trà Vinh. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*; 11, 123 - 133.

13. Cummings, S. P., Gyaneshwar, P., Vinuesa, P., Farruggia, F. T., Andrews, M., Humphry, D., Elliott, G. N., Nelson, A., Orr, C., Pettitt, D., Shah, G. R., Santos, S. R., Krishnan, H. B., Odee, D., Moreira, F. M., Sprent, J. I., Young, J. P. and James, E. K. (2009). Nodulation of *Sesbania* species by *Rhizobium* (*Agrobacterium*) strain IRBG74 and other rhizobia. *Environ Microbiol*, 11(10), 2510 - 2525.

NITROGEN FIXING ABILITY OF RHIZOPHERE AND NODULATED BACTERIA IN LEGUME CROPS IN TRA VINH PROVINCE

**Cao Hong To¹, Nguyen Phuong Thuy², Tran Thi Trang³,
Nguyen Van Toan³, Tran Thi Giang¹, Do Tan Khang¹, Nguyen Pham Anh Thi¹**

¹*Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University*

²*School of Agriculture and Aquaculture, Tra Vinh University*

³*Bac Lieu Department of Agriculture and Rural Development*

Summary

Currently, the demand for fertilizer is increasing and the use of large amounts of chemical fertilizers in agriculture is very wasteful. In particular, the efficiency of plants absorbing nitrogen fertilizer is low and the remainder will escape into the environment, causing environmental pollution. The use of nitrogen-fixing bacteria in agriculture is one of the alternative solutions of current interest. The study was conducted to isolate, evaluate and compare the nitrogen fixation ability of rhizosphere and nodule bacteria strains. From 6 rhizosphere samples and 2 legume nodule samples in Tra Vinh, 10 rhizosphere bacterial strains were isolated on nitrogen-free Burk medium and 7 nodule bacterial strains were isolated on YEMA medium. Surveying 10 rhizosphere bacterial strains using the Indolphenol blue method resulted in an average NH_4^+ content ranging from 0.296 - 0.812 mg/l, with the highest being strains N1 (0.562 mg/l), N7 (0.547 mg/l), N10 (0.812 mg/l) and was chosen to perform experiments in the greenhouse on water spinach plants. Experimental results in the greenhouse showed that when using rhizosphere strain N1, plant height, root weight, fresh and dry weight of stems and leaves had significant differences compared to when using strain N7 and strain N10. Survey of seven strains of nodule bacteria on mung bean plants under greenhouse conditions showed significant differences compared to control treatments. In particular, the treatment with R1.5 bacterial strain resulted in 1.98 times more nodules than the treatment without adding bacteria; and 2.04 times higher than the chemical fertilizer treatment.

Keywords: *Nitrogen fixation, legume plant, rhizobacteria, nodular bacteria.*

Người phản biện: TS. Lê Thị Thanh Thủy

Ngày nhận bài: 15/3/2024

Ngày thông qua phản biện: 15/4/2024

Ngày duyệt đăng: 22/4/2024

ẢNH HƯỞNG MỘT SỐ YẾU TỐ TỚI KHẢ NĂNG CHIẾT XUẤT TRITERPENOID TỪ NẤM VÂN CHI (*Trametes versicolor*) CÓ HỖ TRỢ SÓNG SIÊU ÂM

Nguyễn Đức Tiến^{1*}, Nguyễn Đình Khoa²

TÓM TẮT

Nấm Vân chi (*Trametes versicolor*) là loài nấm dược liệu được sử dụng như dược phẩm tăng cường sức khỏe, kéo dài tuổi thọ và hỗ trợ điều trị cho các bệnh nhân ung thư. Hệ sợi và quả thể nấm Vân chi chứa các hợp chất có hoạt tính sinh học như: Polysaccharide, glucans, phenolic, flavonol, coumarin, isoflavonoid, triterpenoid và sterol. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chiết xuất triterpenoid tổng số (TTE) từ nấm Vân chi bằng hệ thống chiết siêu âm tần số 20 kHz. Kết quả cho thấy, các điều kiện thích hợp chiết xuất TTE là: Tỷ lệ ethanol 75%/nguyên liệu là 9/1 (v/w), cường độ siêu âm 50 w/cm², nhiệt độ 50°C, thời gian chiết 12 phút, cho hàm lượng TTE cao gấp 6,13 lần so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tiềm năng ứng dụng sóng siêu âm trong chiết xuất TTE từ nấm Vân chi mang lại hiệu quả hơn so với phương pháp chiết xuất thông thường không sử dụng sóng siêu âm, rút ngắn thời gian chiết xuất và hàm lượng TTE thu được cao hơn.

Từ khóa: Chiết xuất, nấm Vân chi, triterpenoid, siêu âm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nấm Vân chi có tên khoa học là *Trametes versicolor*, là một loài nấm dược liệu thuộc họ Polyporaceae, chi *Coriolopsis*. Các chi *Coriolopsis*, *Artolenzites*, *Coriolus*, *Cubamyces*, *Cyclomyces*, *Lenzites*, *Poronidulus*, *Pseudotrametes*, *Pycnoporus* và chi *Trametes* giống nhau [1]. Nấm Vân chi phổ biến trong tự nhiên và phân bố chủ yếu ở châu Á, châu Âu, Bắc Mỹ. Quả thể của nấm Vân chi đã được biết đến như một loại dược liệu trong nhiều thế kỷ ở Trung Quốc [2, 3]. Nhiều nghiên cứu gần đây đã cho thấy, thành phần dịch cao chiết nấm Vân chi ly trích từ dung môi ethanol hay methanol có chứa các nhóm chất terpenoid, saponins, steroids, flavonoids, phenols, tannins và alkaloids [2, 3, 4].

Nấm Vân chi đã trở nên phổ biến và được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp thực phẩm và dược phẩm [5]. Triterpenoid đại diện cho nấm Vân chi là trametenolic acid B. Đây là chất có tiềm

năng để tổng hợp các hợp chất có hoạt tính chống ung thư và nhiều hoạt tính khác [5]. Hoạt tính sinh học của hợp chất này đa dạng như: Khả năng chống vi-rút [6], kháng nấm [7], chống oxy hóa do ức chế enzyme luciferase và khử gốc tự do [8, 9, 10], ức chế enzyme α -glucosydase nên có khả năng làm giảm lượng đường trong máu cho những người bị bệnh đái tháo đường [11], chống viêm và gây độc tế bào ung thư biểu mô tuyến tiền liệt ở người và tế bào ung thư vú [12, 13]. Công nghệ chiết xuất với hỗ trợ sóng siêu âm hiện nay được sử dụng rộng rãi trong ngành dược phẩm, thực phẩm, sử dụng dung môi với hỗ trợ siêu âm để chiết xuất. Các sóng siêu âm với cường độ cao tạo ra sự xâm thực mạnh có thể phá hủy các tế bào của dược liệu, để dung môi xâm nhập vào các tế bào của mẫu chiết. So với công nghệ chiết xuất truyền thống, công nghệ chiết xuất siêu âm có thể làm tăng năng suất của các thành phần được chiết xuất và rút ngắn thời gian chiết, có thể chiết xuất các thành phần ở nhiệt độ thấp, làm tăng đáng kể tỷ lệ thu hồi các hợp chất có hoạt tính sinh học. Chính vì vậy, trong nghiên cứu này, đã tiến hành khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng tới khả năng chiết xuất triterpenoid tổng số (TTE) từ nấm Vân

¹ Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch

² Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

* Email: nguyenductienved@gmail.com

chi trồng tại huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội có hỗ trợ sóng siêu âm nhằm thu nhận TTE với hàm lượng cao, làm cơ sở ứng dụng trong lĩnh vực chế biến thực phẩm có lợi cho sức khỏe.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu, dụng cụ và máy móc thiết bị

2.1.1. Nguyên liệu

Nguồn nấm Vân chi (*Trametes versicolor*): Thu mua tại cơ sở trồng nấm ở huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội, vào tháng 11 - 12/2023. Nấm Vân chi tươi ngay sau thu hoạch được đóng gói trong sọt nhựa, bảo quản ở nhiệt độ khoảng 10°C và vận chuyển ngay đến phòng thí nghiệm làm nguyên liệu cho nghiên cứu.

2.1.2. Vật liệu và hóa chất, dụng cụ, máy móc và thiết bị

Ethanol 96%, ethyl acetate, nước cất, ethanol tuyệt đối, vanillin và chất chuẩn scutellarin (CAS 27740-01-8).

Máy siêu âm TJS-3000 V6.0, máy đo mật độ quang (Ultrospec 2000, Pharmacia Biotech), máy sấy (Grot DZ 47-63), cân phân tích (Precisa XT 320M, Thụy Sĩ), cân kỹ thuật (Cent-0-Gram Balance, OHAUS, Mỹ).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu và xử lý mẫu

Quả thể nấm Vân chi tươi được thu thập tại cơ sở trồng nấm cho mỗi đợt nghiên cứu là cùng điều kiện sản xuất và thu hoạch nấm, lượng mẫu mỗi đợt tiến hành thực nghiệm là 40 kg nguyên liệu nấm tươi, nguyên liệu được đóng gói trong sọt nhựa 10 kg nguyên liệu/sọt, vận chuyển đến phòng thí nghiệm trong vòng 1 giờ, thu nhận mẫu theo phương pháp của Codex về lấy mẫu (CAC/GL 50-2004) [14]. Tại phòng thí nghiệm, tiến hành loại bỏ dị vật, làm sạch, đem sấy khô bằng sấy chân không ở nhiệt độ 45°C/-0,8 atm, sau đó xay nhỏ thành bột đạt cỡ hạt 1 mm có độ ẩm 14%, trộn đều để đồng nhất mẫu, gọi là bột nấm Vân chi, ký hiệu là TV1. Nguyên liệu TV1 bảo quản ở nhiệt độ 5°C, tránh ánh sáng, ẩm để dùng triển khai cho các thí nghiệm.

2.2.2. Phương pháp xác định dung môi chiết xuất TTE từ TV1

Mỗi mẫu 0,3 kg TV1 nguyên liệu được khảo sát chiết xuất ở các dung môi sau: Acetone methanol và ethanol 80%. Chiết xuất cùng điều kiện: Tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 11/1 (v/w), siêu âm cường độ 50 w/cm²/tần số 20 kHz và chiết ở nhiệt độ 40 ± 2°C/thời gian 8 phút. Dịch chiết xuất ở từng thực nghiệm đem xác định hàm lượng TTE của từng mẫu [15].

2.2.3. Phương pháp xác định nồng độ dung môi ethanol chiết xuất TTE từ TV1

Mỗi mẫu 0,3 kg TV1 nguyên liệu được khảo sát chiết xuất ở các nồng độ dung môi sau: Nước, ethanol 60%, ethanol 65%, ethanol 70%, ethanol 75%, ethanol 80%, ethanol 96%. Chiết xuất cùng điều kiện: Tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 11/1 (v/w), siêu âm cường độ 50 w/cm²/tần số 20 kHz và chiết ở nhiệt độ 40 ± 2°C/thời gian 8 phút. Dịch chiết xuất ở từng mẫu thực nghiệm đem xác định hàm lượng TTE của từng mẫu [15].

2.2.4. Phương pháp xác định tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (DM/NL) chiết xuất TTE từ TV1

Mỗi mẫu 0,3 kg TV1 nguyên liệu được khảo sát chiết xuất ở các tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (DM/NL) sau: 7/1; 8/1; 9/1; 10/1 và 11/1 (v/w). Chiết xuất cùng điều kiện: Dung môi ethanol 75%, siêu âm cường độ 50 w/cm²/tần số 20 kHz và chiết ở nhiệt độ 50 ± 2°C/thời gian 10 phút. Dịch chiết xuất ở từng thực nghiệm đem xác định hàm lượng TTE của từng mẫu [15].

2.2.5. Phương pháp xác định nhiệt độ chiết xuất TTE từ TV1

Mỗi mẫu 0,3 kg TV1 nguyên liệu được khảo sát chiết xuất ở các nhiệt độ sau: 30, 40, 50, 60, 70 ± 2°C. Chiết xuất cùng điều kiện: Dung môi ethanol 75%, tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), siêu âm 50 w/cm²/tần số 20 kHz/thời gian 8 phút. Dịch chiết xuất ở từng thực nghiệm đem xác định hàm lượng TTE của từng mẫu [15].

2.2.6. Phương pháp xác định thời gian và cường độ sóng siêu âm đến khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Mỗi mẫu 0,3 kg bột TV1 nguyên liệu được khảo sát chiết xuất ở nhiệt độ 50 ± 2°C, ở các cường độ siêu âm và thời gian khác nhau: 0

(không siêu âm), 30, 40 và 50 w/cm², thời gian siêu âm chiết xuất là 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 phút và thời gian 180 phút ở phương pháp chiết xuất không sử dụng sóng siêu âm. Chiết xuất cùng điều kiện: Dung môi ethanol 75%, tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), chiết ở nhiệt độ 50 ± 2°C tần số siêu âm 20 kHz, sau đó thu dịch chiết xuất để xác định hàm lượng TTE của từng mẫu [15].

2.2.7. Phương pháp định lượng triterpenoid tổng số

Hàm lượng triterpenoide tổng được xác định theo phương pháp của Lu và cs (2012) [15]: Mẫu sau khi trích ly được lọc và pha loãng 10 lần, hút 0,2 mL mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm, thêm lần lượt 0,2 mL vanillin - acetate (10%), 1,2 mL HClO₄, đun cách thủy và ủ ở 70°C trong 15 phút. Sau 15 phút, các ống nghiệm được lấy ra làm mát trong 2 phút, ethyl acetate được bổ sung sao cho tổng thể tích là 5 mL và đo quang ở bước sóng 548 nm. Tổng hàm lượng triterpenoid (TTE) được tính theo đơn vị mg/g chất khô nguyên liệu dựa trên đường chuẩn được xây dựng với chất chuẩn là axit oleanolic.

2.2.8. Xử lý số liệu

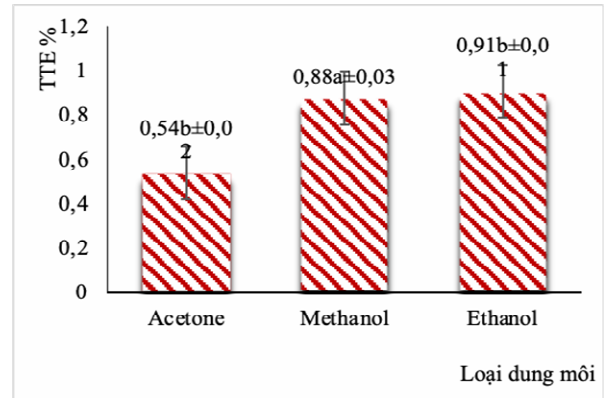
Mỗi thí nghiệm đều tiến hành lặp lại 3 lần độc lập, số liệu là kết quả trung bình của các lần thí nghiệm. Các số liệu thí nghiệm được xử lý bằng phân tích phương sai một nhân tố (ANOVA) để xác định sự sai khác giữa các giá trị trung bình so sánh bằng LSD, có ý nghĩa với độ tin cậy P < 0,05. Sử dụng phần mềm Statgraphics Plus, version 5.1.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của loại dung môi tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Dung môi để hoà tan các chất cần chiết xuất và hạn chế hoà tan các tạp chất, do đó dung môi có ảnh hưởng lớn tới chất lượng của dịch chiết và thành phẩm. TTE thuộc nhóm terpenoid, là những chất tan trong các dung môi hữu cơ [16]. Kết quả khảo sát chiết xuất với dung môi acetone, methanol, ethanol (Hình 1) cho thấy, khảo sát ảnh hưởng các loại dung môi đến khả năng chiết xuất TTE cho kết quả tương đối phù hợp với kết quả nghiên cứu của Ren G và cs (2006) [17], khi nghiên cứu trên đối tượng 8 loại nấm dược liệu cho thấy, hiệu suất chiết

tăng khi độ phân cực của dung môi tăng. Kết quả ở hình 1 cho thấy, dung môi acetone cho hàm lượng TTE thấp nhất, dung môi methanol và ethanol cho kết quả chiết TTE với hàm lượng cao, cao nhất là ethanol, đây là dung môi ít độc hại và có thể ứng dụng an toàn trong lĩnh vực thực phẩm là mục đích hướng tới, do đó, lựa chọn dung môi ethanol để chiết xuất TTE là phù hợp.



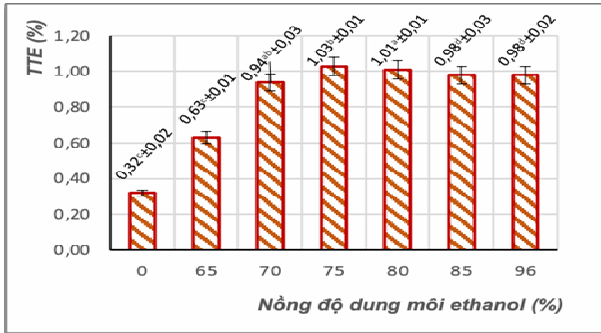
Hình 1. Ảnh hưởng của loại dung môi tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Ghi chú: Những chữ cái (a, b) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức (p<0,05), các giá trị được thể hiện ± SD của 3 lần lặp lại.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ dung môi ethanol tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Kết quả ở hình 1 cho thấy, khi nguyên liệu nấm chiết bằng dung môi có các nồng độ ethanol khác nhau cho hàm lượng TTE khác nhau. TV1 được chiết xuất bằng ethanol cho hàm lượng TTE cao hơn rất nhiều so với dung môi là nước. Trong dải nồng độ ethanol thay đổi từ 65 - 75%, hàm lượng TTE tổng số thu được tăng dần, thấp nhất tại dung môi ethanol 65% là 0,63% TTE và cao nhất là tại dung môi có nồng độ ethanol 75% là 1,03 TTE %. Tuy nhiên, khi nồng độ ethanol tăng từ 80 - 96%, hàm lượng TTE có xu hướng giảm dần, tại dung môi ethanol 80% là 1,01 ± 0,01% TTE, tại dung môi ethanol 85% là 0,98 ± 0,03% TTE và tại dung môi ethanol 96% cho hàm lượng TTE đạt là 0,94 ± 0,02% TTE. Điều này có thể giải thích, các chất chiết trong nấm có độ hòa tan trong dung môi có độ phân cực khác nhau khi thay đổi nồng độ dung môi. Độ hòa tan sẽ giảm khi đạt đến nồng độ chất hòa tan bão hòa. Vì vậy, chiết xuất TTE từ TV1 có

hỗ trợ bằng sóng siêu âm với dung môi ethanol 75% là điều kiện thích hợp cho chiết xuất TTE được nghiên cứu.



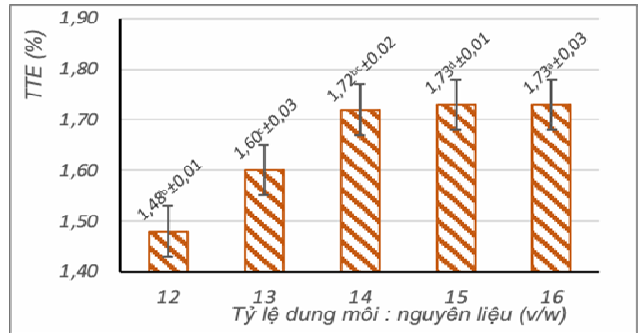
Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ dung môi ethanol tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Ghi chú: Những chữ cái (a, b, c, d) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức ($p < 0,05$), các giá trị được thể hiện \pm SD của 3 lần lặp lại.

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ DM/NL tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Kết quả ở hình 3 cho thấy, ở các tỷ lệ dung môi khác nhau cho hàm lượng TTE khác nhau. Khi tỷ lệ DM/NL tăng tức là dung môi sử dụng tăng, TTE và các chất tan có điều kiện hòa tan tốt vào dung môi bởi lượng dung môi lớn sẽ làm tăng khả năng tiếp xúc của tế bào với dung môi và sóng âm, làm tăng sự chênh lệch nồng độ giữa môi trường bên trong và bên ngoài tế bào nấm. Từ đó, làm tăng sự chênh lệch áp suất thẩm thấu và sự khuếch tán của các chất tan có trong tế bào nấm ra dung môi chiết, dẫn đến hàm lượng TTE và các chất tan khác trong dịch chiết tăng lên. Tỷ lệ DM/NL là 7/1 (v/w), hàm lượng TTE đạt $1,48 \pm 0,01\%$ TTE, thấp hơn nhiều so với các tỷ lệ còn lại. Tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), hàm lượng TTE thu được tăng mạnh nhất, đạt $1,72 \pm 0,02\%$ TTE, tăng gấp khoảng 1,16 lần so với tại tỷ lệ 7/1 (v/w). Khi tiếp tục tăng lượng dung môi lên tỷ lệ DM/NL là 10/1 (v/w) và 11/1 (v/w) thì hàm lượng TTE thu được tăng lên không đáng kể, tương ứng $1,73 \pm 0,01\%$ TTE và $1,73 \pm 0,03\%$ TTE. Do khi tiếp tục tăng dung môi lên giúp cho các chất tan không mong muốn trong TV1 được chiết ra nhiều hơn. Kết quả ở hình 3 cũng cho thấy, tỷ lệ dung môi chiết xuất thấp cho hàm lượng TTE thu hồi thấp,

có thể do lượng dung môi sử dụng ít, không đủ xâm nhập vào toàn bộ nguyên liệu chiết xuất, không đủ cho sự khuếch tán chất tan vào dung môi, gia tăng tỷ lệ dung môi sử dụng làm chênh lệch nồng độ chất tan và cơ chất tăng, làm tăng tính tan và tăng sự khuếch tán, vì thế làm tăng TTE trong quá trình chiết xuất, khi tỷ lệ dung môi sử dụng và nguyên liệu gia tăng cũng thúc đẩy quá trình hòa tan TTE vào dung môi tăng nhanh ở giai đoạn đầu, các chất tan có điều kiện hòa tan tốt vào dung môi bởi lượng dung môi lớn sẽ làm tăng khả năng tiếp xúc của tế bào với dung môi, làm tăng sự chênh lệch nồng độ giữa môi trường bên trong và bên ngoài tế bào nấm. Từ đó làm tăng sự chênh lệch áp suất thẩm thấu và sự khuếch tán của các chất tan có trong tế bào nấm vào dung môi chiết xuất, dẫn đến hàm lượng TTE và các chất tan khác trong dịch chiết tăng lên, ban đầu nồng độ TTE có trong nguyên liệu nhiều, dẫn đến sự khuếch tán chúng ra khỏi tế bào cũng nhanh. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Cheung và Ching (2014), theo đó, tỉ lệ DM/NL càng giảm thì hàm lượng chất chiết xuất được từ nấm càng giảm [18].



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ DM/NL tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

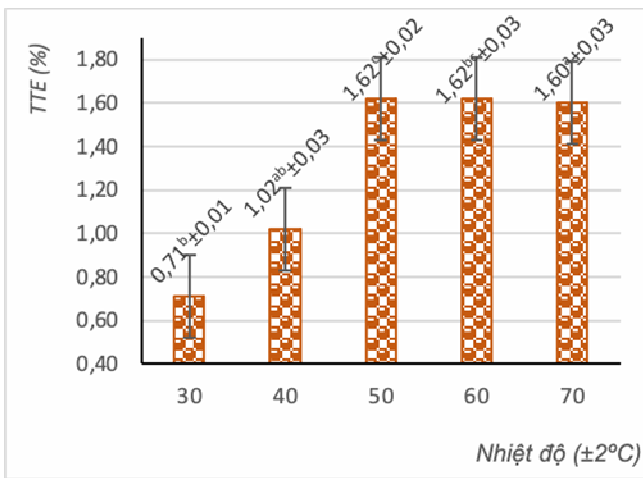
Ghi chú: Những chữ cái (a, b, c, d) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức ($p < 0,05$), các giá trị được thể hiện \pm SD của 3 lần lặp lại.

Lượng chất tạp tăng lên sẽ làm tăng chi phí, thời gian tinh sạch, thu nhận chế phẩm. Đồng thời, nếu chọn lượng dung môi quá lớn sẽ gây lãng phí dung môi và năng lượng, làm kéo dài thời gian cô đặc thu nhận hoạt chất. Ở các tỷ lệ DM/NL chiết xuất 9, 10 và 11 (v/w) cho khả năng chiết xuất TTE từ TV1 với hàm lượng TTE trong dịch chiết

xuất của các tỷ lệ này không có sự sai khác đáng kể, do đó để đảm bảo hiệu suất chiết xuất cũng như tối thiểu các chi phí (nguyên liệu, năng lượng...) thì tỷ lệ DM/NL là 9 (v/w) được chọn là phù hợp cho quá trình chiết xuất TTE từ TV1 bằng sử dụng sóng siêu âm.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1 bằng sử dụng sóng siêu âm

Kết quả ở hình 4 cho thấy, khi chiết xuất TTE từ TV1 bằng sóng siêu âm, tăng nhiệt độ từ 30 ± 2°C, 40 ± 2°C lên nhiệt độ 50 ± 2°C cho khả năng chiết TTE từ TV1 tăng tương ứng hàm lượng TTE từ 0,71 ± 0,01% TTE, 1,02 ± 0,03% TTE lên 1,62 ± 0,02% TTE. Tuy nhiên, khi tăng tiếp từ nhiệt độ 60 ± 2°C đạt 1,62 ± 0,03% TTE, tăng nhiệt độ lên 70 ± 2°C đạt 1,60 ± 0,03% TTE, cho thấy không thay đổi nhiều, có chiều hướng giảm và không có ý nghĩa về mặt thống kê. Do khả năng hòa tan của các chất trong dung dịch, nhất là TTE hoàn toàn phụ thuộc vào nhiệt độ. Hơn nữa, TTE nằm trong nguyên liệu nắm TV1 mà cấu trúc bên ngoài là lớp cellulose, pectin, polysaccharide không tan.



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Ghi chú: Những chữ cái (a, b, c, d) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức (p<0,05), các giá trị được thể hiện ± SD của 3 lần lặp lại.

Khi nhiệt độ chiết xuất càng cao sẽ làm cho độ xốp của nguyên liệu tăng lên (do nguyên liệu trương nở), độ nhớt giảm và hoạt chất sẽ hòa tan dễ hơn vào dung môi. Tuy nhiên, nhiệt độ là một yếu tố có giới hạn, vì nhiệt độ quá cao có thể xảy

ra các phản ứng khác không cần thiết như tăng độ tan của một số tạp chất, thúc đẩy các biến đổi hóa học làm chất lượng dịch chiết xuất biến đổi không có lợi và làm tăng chi phí sản xuất, ở nhiệt độ cao sẽ phá vỡ lớp màng, cũng như làm hòa tan các TTE... Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Cacace và Mazza (2003), theo đó, nhiệt độ ảnh hưởng nhiều đến quá trình trích ly các thành phần có trong nguyên liệu vào dung môi. Nguyên nhân là nhiệt độ trích ly tăng dẫn đến tính thẩm thấu của thành tế bào cao hơn, độ hòa tan của các hợp chất trong nguyên liệu cao hơn, dẫn đến động học của các quá trình chiết xuất cao [19].

Mặt khác, theo Li và cs (2006), nhiệt độ cao sẽ làm phá vỡ liên kết giữa các chất tan với các thành phần khác trong nguyên liệu và làm tăng hiệu quả chiết xuất [20]. Nhiệt độ chiết xuất bằng sóng siêu âm tăng sẽ làm gia tăng số lượng bọt khí tạo thành, tuy nhiên, cường độ vỡ bọt khí sẽ bị giảm do ảnh hưởng của áp suất hơi tăng lên và đóng vai trò như lớp đệm, ngăn cản sự va chạm của các phân tử xung quanh khi bọt khí vỡ. Ngược lại, sự vỡ bọt khí sẽ khó khăn khi nhiệt độ giảm, vì độ nhớt môi trường tăng cao. Vì vậy, chiết xuất TTE từ TV1 có hỗ trợ bằng sóng siêu âm ở nhiệt độ 50 ± 2°C là điều kiện thích hợp cho chiết xuất TTE được nghiên cứu.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian và cường độ xử lý sóng siêu âm đến khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Kết quả thực nghiệm khảo sát thông số cường độ sóng siêu âm cho chiết xuất TTE từ TV1 (Bảng 1) cho thấy, với cường độ sóng siêu âm tăng thì hàm lượng TTE tăng. Quá trình chiết bằng sóng siêu âm ở các cường độ khác nhau từ 30 - 50 w/cm² với thời gian 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 và 20 phút thu được hàm lượng TTE dao động từ 0,48 ± 0,02% - 1,97 ± 0,03% TTE. Có sự khác biệt đáng kể về hàm lượng TTE được chiết xuất giữa mẫu đối chứng và mẫu được chiết bằng sóng siêu âm ở các cường độ khác nhau (P<0,05). Ở các thời điểm chiết khác nhau, với công suất khác nhau cũng thu được thêm hàm lượng TTE (Bảng 1).

Hàm lượng TTE chiết xuất tăng mạnh sau 6, 8, 10 và 12 phút chiết xuất; sau đó, ở thời điểm chiết 14, 16, 18 và 20 phút, hàm lượng TTE chiết được

trong dịch chiết: Ở cường độ 30 w/cm² tăng mạnh đến thời gian chiết 18 và 20 phút cho hàm lượng TTE cao; ở cường độ 40 w/cm² tăng mạnh đến thời gian chiết 16 phút và sau 18 và 20 phút cho hàm lượng TTE dịch chiết tăng không đáng kể; ở cường độ 50 w/cm² sau thời gian chiết siêu âm 14, 16, 18 và 20 phút cho hàm lượng TTE dịch chiết tăng không đáng kể.

Kết quả này chứng minh rằng, ở cường độ siêu âm 30 w/cm², với thời gian chiết siêu âm 18 phút là điều kiện tốt nhất để chiết xuất TTE trong TV1. Ở cường độ siêu âm 40 w/cm², với thời gian chiết siêu âm 16 phút là điều kiện tốt nhất để chiết xuất TTE từ TV1; ở cường độ siêu âm 50 w/cm², với thời gian chiết siêu âm 12 phút là điều kiện tốt nhất để chiết xuất TTE trong TV1 cho hàm lượng TTE đạt 1,97 ± 0,01% TTE. Kết quả này minh chứng, ở cường độ siêu âm 50 w/cm², với thời gian chiết siêu âm 12 phút là điều kiện tốt nhất để chiết xuất TTE trong TV1. Điều đó cho thấy, cường độ sóng siêu âm có ảnh hưởng đến quá trình chiết TTE. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Chavan và cs (2013) trên đối tượng nấm *Trametes orientalis* [21].

Thời gian và cường độ siêu âm được khảo sát, khi cường độ và thời gian siêu âm tăng thì khả năng chiết TTE tăng cao và cao hơn nhiều so với

đối chứng (không sử dụng siêu âm, hàm lượng TTE trong dịch chiết là thấp nhất). Như vậy, thời gian chiết với hỗ trợ sóng siêu âm có ảnh hưởng đến hàm lượng chất chiết trong dịch chiết. Nguyên nhân là trước thời gian 12 phút, chiết xuất ở cường độ siêu âm 50 w/cm² thì các chất chiết vẫn còn dịch chuyển từ trong nguyên liệu, nhưng sau thời gian 12 phút, các TTE không tan vào dung môi thêm nữa. Điều này phù hợp với nhận định của Yang và cs (2009), Yim và cs (2012), theo đó, các chất hoạt tính nếu chiết xuất trong thời gian ngắn thì hàm lượng các chất chiết có trong nguyên liệu tan vào dung môi ít, cần phải có thêm thời gian để các chất chiết hòa tan vào trong dung dịch [22,23].

Cường độ siêu âm càng cao thì độ sủi bọt càng cao, lực bẻ gãy càng cao làm tăng tốc độ truyền khối của dịch chiết, đồng thời, việc phá bọt còn tạo ra sự khuấy trộn giúp khuếch tán dịch chiết bên trong vật liệu thoát ra ngoài dễ dàng hơn [24]. Công suất chiết tăng là do cường độ siêu âm càng cao thì hiệu ứng sủi bọt của lực phá vỡ càng cao làm tăng tốc độ truyền khối của dịch chiết. Ngoài ra, sự sủi bọt còn tạo ra sự khuấy trộn cho phép khuếch tán các chất chiết xuất bên trong vật liệu thoát ra dễ dàng hơn [24].

Bảng 1. Khảo sát thời gian và cường độ xử lý sóng siêu âm đến khả năng chiết xuất TTE từ TV1

Thời gian siêu âm (phút)/% TTE	Cường độ sóng siêu âm (w/cm ²)			
	0 (không siêu âm)	30	40	50
0	0,11 ^a ± 0,02	0,11 ^{cd} ± 0,02	0,11 ^a ± 0,02	0,11 ^c ± 0,02
6	0,23 ^d ± 0,02	0,48 ^{ab} ± 0,02	0,67 ^b ± 0,03	1,41 ^c ± 0,02
8	0,25 ^a ± 0,03	0,69 ^c ± 0,02	0,81 ^{ac} ± 0,01	1,61 ^a ± 0,02
10	0,28 ^{ac} ± 0,01	0,88 ^c ± 0,02	1,04 ^d ± 0,02	1,72 ^b ± 0,01
12	0,32 ^a ± 0,02	1,25 ^c ± 0,02	1,46 ^b ± 0,01	1,96 ^{ac} ± 0,01
14	0,37 ^{ab} ± 0,01	1,47 ^d ± 0,02	1,65 ^b ± 0,03	1,96 ^c ± 0,02
16	0,39 ^d ± 0,02	1,61 ^{ab} ± 0,02	1,96 ^a ± 0,01	1,96 ^b ± 0,03
18	0,41 ^a ± 0,03	1,96 ^a ± 0,01	1,96 ^c ± 0,02	1,97 ^d ± 0,03
20	0,43 ^b ± 0,04	1,96 ^{ad} ± 0,03	1,96 ^{ac} ± 0,04	1,97 ^a ± 0,03

Ghi chú: Những chữ cái (a, b, c, d) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức (p<0,05), các giá trị được thể hiện ± SD của 3 lần lặp lại.

Thời gian siêu âm càng dài, cường độ càng lớn, càng có nhiều hạt của vật liệu chiết bị phá hủy, độ nhớt và độ hòa tan tương ứng càng tăng. Độ nhớt tăng khi cường độ và thời gian siêu âm

tăng, số lượng phân tử chuỗi ngắn tăng nhiều, độ nhớt cũng tăng, nhưng khi cường độ đạt đến một giá trị nhất định thì độ nhớt giảm. Cường độ siêu âm càng cao là tác nhân góp phần nâng cao hiệu quả của quá trình chiết, sự giãn nở nhanh chóng của bong bóng trong chu kỳ áp suất âm khiến bong bóng không có cơ hội co lại trong chu kỳ áp suất dương. Ngược lại, khi cường độ siêu âm càng nhỏ thì số lần bong bóng nở ra và nén lại sẽ tăng lên, thời gian chiết sẽ lâu hơn. Cường độ sóng siêu âm càng mạnh thì khả năng chiết xuất hoạt chất càng cao với thời gian ngắn hơn.

Vì vậy, trong thực nghiệm trên, để tiết kiệm thời gian và chi phí, đã chọn được chiết xuất TTE từ TV1 bằng sóng siêu âm ở cường độ 50 w/cm²/tần số 20 kHz, chiết xuất ở nhiệt độ 50 ± 2°C trong 12 phút cho khả năng chiết TTE từ TV1 cao, đạt hàm lượng TTE là 1,96 ± 0,02% TTE, tăng cao hơn nhiều so với phương pháp chiết xuất không sử dụng sóng siêu âm, tăng gấp khoảng 6,13 lần ở thời gian chiết xuất 12 phút.

3.6. So sánh phương pháp chiết xuất TTE từ TV1 bằng sóng siêu âm và không sử dụng sóng siêu âm

Bảng 2 cho thấy, chiết xuất bằng sóng siêu âm cường độ 50 w/cm², tần số 20 kHz, ở nhiệt độ 50 ± 2°C, dung môi ethanol 75%, tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), trong 12 phút cho TTE cao nhất, đạt 1,96 ± 0,03% TTE và tổng số chất khô dịch chiết là 5,16 ± 0,04% so với nguyên liệu. Trong khi ở phương pháp chiết không dùng sóng siêu âm, chiết ở nhiệt độ 50 ± 2°C, dung môi ethanol 75%, tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), trong 12 phút cho khả năng chiết TTE đạt 0,32 ± 0,02% TTE và tổng số chất khô dịch chiết là 1,69 ± 0,03% so với nguyên liệu. Chiết không dùng sóng siêu âm ở 50 ± 2°C (phương pháp truyền thống), tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), trong 180 phút (3 giờ) cho khả năng chiết hàm lượng TTE chỉ là 0,52 ± 0,03% TTE, chế phẩm TTE tổng số là 5,14 ± 0,04% so với nguyên liệu và tổng số chất khô dịch chiết là 5,14 ± 0,04% so với nguyên liệu.

Bảng 2. So sánh phương pháp chiết xuất TTE từ TV1 bằng sóng siêu âm và không dùng sóng siêu âm

Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp chiết xuất		
		Siêu âm 50 w/cm ² /20 kHz	Không sử dụng sóng siêu âm	
Chiết xuất ở tỷ lệ dung môi ethanol 75%/nguyên liệu (v/w)	l/kg	9	9	9
Nhiệt độ chiết xuất	°C	50 ± 2	50 ± 2	50 ± 2
Thời gian chiết xuất	phút	12	12	180
Hàm lượng TTE chiết xuất	mg/g	1,96 ± 0,03	0,32 ± 0,02	0,52 ± 0,03
Tổng số chất khô dịch chiết xuất TTE (% chất khô dịch chiết xuất so với nguyên liệu)	%	5,16 ± 0,04	1,69 ± 0,03	5,14 ± 0,04

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình được thể hiện ± SD của 3 lần lặp lại.

Chiết xuất không có sóng siêu âm cung cấp hàm lượng TTE tổng số thấp hơn so với chiết xuất bằng sóng siêu âm. Ở cường độ sóng siêu âm 50 w/cm², tần số 20 kHz trong 12 phút, hàm lượng TTE cao hơn khoảng 6,13 lần so với không siêu âm trong 12 phút ở 50 ± 2°C (đối chứng), cao hơn khoảng 3,76 lần so với không siêu âm trong 180 phút ở 50 ± 2°C. Điều này cho thấy, năng lượng

sóng siêu âm có tác dụng chiết tách TTE từ TV1. Vì vậy, để tiết kiệm thời gian và chi phí, chiết xuất TTE từ TV1 ở cường độ siêu âm 50 w/cm² với thời gian 12 phút siêu âm chiết xuất được lựa chọn phù hợp nhất cho chiết xuất TTE từ TV1.

4. KẾT LUẬN

Xác định được một số điều kiện thích hợp cho chiết xuất TTE tổng số từ nấm TV1 có hỗ trợ bằng

sóng siêu âm là chiết xuất bằng dung môi ethanol 75% với hỗ trợ chiết bằng sóng siêu âm tần số 20 kHz được sử dụng để tối ưu các thông số chiết là: Chiết xuất tỷ lệ DM/NL là 9/1 (v/w), cường độ siêu âm 50 w/cm², thời gian siêu âm 12 phút ở nhiệt độ 50 ± 2°C cho khả năng chiết xuất TTE tổng số cao từ TV1. Kết quả cho thấy, tiềm năng ứng dụng sóng siêu âm trong chiết xuất TTE từ nấm TV1 ở Việt Nam mang lại hiệu quả hơn so với phương pháp chiết xuất không sử dụng sóng siêu âm và rút ngắn thời gian chiết xuất cho thu nhận hàm lượng TTE cao, cải thiện sản lượng TTE, tận dụng tối đa các nguồn tài nguyên và mang lại triển vọng phát triển cho công nghiệp sản xuất chế phẩm TTE từ TV1.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Justo, A. and D. S. Hibbett (2022). Phylogenetic classification of *Trametes* (*Basidiomycota*, *Polyporales*) based on a five-marker dataset. *Taxon*, 60(6): p. 1567 - 1583.
2. Fakoya, S. S. and Oloketuyi, S. F. (2012). Antimicrobial efficacy and phytochemical screening of mushrooms, *Lenzites betulinus* and *Corioloopsis gallica* extracts. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 11(6): 695 - 698.
3. Fagbohunbe, Y. D. and Oyetayo, V. O. (2014). Phytochemical and antioxidant properties of *Trametes* species collected three districts of Ondo state Nigeria. *Research and Review in BioScience*, 9(10), 345 – 350.
4. Melappa G, Roshan A, Nithi C, Mohummed TS, Channabasara, *et al.* (2015). Phytochemical analysis and *in vitro* antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory and cytotoxicity activities of wood rotting fungi, *Trametes ochracea*. *Pharmacognosy Journal*, 7(2): 136 – 46.
5. Reis F. S., Martins A., Vasconcelos M. H., Morales P., Ferreira I. C. F. R. (2017). Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. *Trends Food Sci. Technol*, 66: 48 - 62.
6. Grienke, U., Zwirchmayr, J., Peintner, U., Urban, E., Zehl, M., Schmidtke, M. and Rollinger, J. M. (2019). Lanostane Triterpenes from *Gloeophyllum odoratum* and Their Anti-Influenza Effects. *Planta Med*, 85(3): p. 195 – 202.
7. Lee, In-Kyoung, Kim, Y.-S., Jang, Y.-W., Jung, J.-Y. and Yun, B.-S. (2007). New antioxidant polyphenols from the medicinal mushroom *Inonotus obliquus*. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 17(24), 6678 - 6681.
8. Asatiani, M. D., Elisashvili, V., Songulashvili, G., Reznick, A. Z. and Wasser, S. P. (2010). Higher basidiomycetes mushrooms as a source of antioxidants *Progress in mycology*. *Springer*, pp. 311 - 326.
9. Cui, Y., Kim, D.-S. and Park, K.-C. (2005). Antioxidant effect of *Inonotus obliquus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 96(1 - 2), 79 - 85.
10. Kahlos, K., Kangas, L. and Hiltunen, R. (1989). Ergosterol peroxide, an active compound from *Inonotus radiatus*. *Planta medica*, 55(04), 389 - 390.
11. Luo, Hua-Jun, Wang, J.-Z., Zhou, Y. and Zou, K. (2012). Docking study on trametenolic acid B as a α -glucosidase inhibitor. *Medicinal Chemistry Research*, 21(9), 2141 - 2144.
12. Ding, M. R., Zhang, Q. Y., Hu, F., Huang, N. Y. and Wang, J. Z. (2013). Synthesis and *in vitro* Anti-breast Cancer Activity of Trametenolic acid B Derivatives. Paper presented at the Advanced Materials Research, 4: 634 - 638.
13. Ma, Lishuai, Chen, H., Dong, P. and Lu, X. (2013). Anti-inflammatory and anticancer activities of extracts and compounds from the mushroom *Inonotus obliquus*. *Food Chemistry*, 139(1 - 4), 503 - 508.
14. Codex Methods of Sampling, General Guidelines on Sampling, CAC/GL 50 (2004).
15. Lu, J., Qin, J., Chen, P., Chen, X., Zhang, Y. & Zhao, S. (2012). Quality difference study of six varieties of *Ganoderma lucidum* with different origins. *Frontiers in Pharmacology*, 3(57): p. 1 - 5.
16. Lee E. W., Shizuki K., Hosokawa S., Suzuki M., Suganuma H., Inakuma T., Li J., Ohnishi-Kameyama M., Nagata T., Furukawa S. (2000). Two novel diterpenoids, erinacines H and I

from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 64: 2402 – 2405.

17. Ren G, Liu XY, Zhu HK, Yang SZ, Fu CX (2006). Evaluation of cytotoxic activities of some medicinal polypore fungi from China. *Fitoterapia*, 77(5): p. 408 - 410.

18. Cheung, Ching Y. (2014). High-intensity ultrasound for extraction and controlled degradation of high molecular weight polysaccharides from medicinal mushrooms: process characteristics and product properties. Pao Yue - Kong Library, the Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong. P: 74 - 110.

19. Cacace, J. and Mazza, G. (2003). Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries. *Journal of Food Engineering*, 59(4), 379 - 389.

20. Li, BB, Smith, B. and Hossain, M. M. (2006). Extraction of phenolics from citrus peels: I. Solvent extraction method. *Separation and Purification Technology*, 48(2), 182 - 188.

21. Chavan, Yogita and Singhal, R. S. (2013). Ultrasound-assisted extraction (UAE) of bioactives from arecanut (*Areca catechu* L.) and optimization study using response surface methodology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 106 - 113.

22. Yang, Bin, Liu, X. and Gao, Y. (2009). Extraction optimization of bioactive compounds (crocin, geniposide and total phenolic compounds) from Gardenia (*Gardenia jasminoides Ellis*) fruits with response surface methodology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(4), 610 - 615.

23. Yim, H. S., Chye, F. Y., Koo, S. M., Matanjun, P., How, S. E. và Ho, C. W. (2012). Optimization of extraction time and temperature for antioxidant activity of edible wild mushroom, *Pleurotus porrigens*. *Food and bioproducts processing*, 90(2), 235 - 242.

24. Jian - bing J., Xiang - hong L., Mei - qiang C. and Zhi - chao X. (2005). Improvement of ITTEching process of Geniposide with ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 13(5), pp. 455 – 462.

EFFECTS ON SOME FACTORS ON THE EXTRACT OF TRITERPENOID FROM *Trametes versicolor* BY ULTRASONIC WAVE-ASSISTED EXTRACTION METHOD

Nguyen Duc Tien¹, Nguyen Dinh Khoa²

¹ Vietnam Institute of Agricultural Engineering and Postharvest Technology

² Faculty of Food Science and Technology, Vietnam National University of Agriculture (VNUA)

Summary

Turkey tail mushroom (*Trametes versicolor*) is a medicinal mushroom used as a health-promoting pharmaceutical, extending life and adjuvant therapy for cancer patients. The mycelia and fruiting bodies of *Trametes versicolor* contain various biologically active compounds such as polysaccharides, glucans, phenolics, flavonols, coumarins, isoflavonoids, triterpenoids, and sterols. In this article, we extracted total triterpenoid (TTE) from *Trametes versicolor* by Ultrasound extraction system frequency 20 kHz: The results indicated that the appropriate conditions extracted TTE were an ethanol 75%/material ratio of 9/1, ultrasound intensity 50 w/cm², temperature 50°C, extraction time 12 min gave TTE content 6.13 times higher than the control. The potential application of ultrasound in the extraction of TTE from *Trametes versicolor* has been shown to be more effective than conventional extraction without ultrasound: shortening of extraction time, obtaining higher TTE content.

Keywords: *Extraction, Trametes versicolor, triterpenoid, ultrasonic.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Lợi

Ngày nhận bài: 28/3/2024

Ngày thông qua phản biện: 22/4/2024

Ngày duyệt đăng: 26/4/2024

NGHIÊN CỨU XÁC LẬP ĐIỀU KIỆN LÊN MEN TẠO ĐỒ UỐNG TỪ DỊCH THỦY PHÂN BÃ ĐẬU NÀNH

Mai Thị Vân Anh^{1*}, Đặng Đình Triển², Nguyễn Thanh Hằng³

TÓM TẮT

Dịch thủy phân bã đậu nành dưới tác dụng của các chế phẩm enzyme đã được xác nhận có sự gia tăng đáng kể lượng chất hòa tan, thuận lợi cho chuyển hóa của vi sinh vật. Kết quả nghiên cứu đã xác lập được các điều kiện nhiệt độ, tỷ lệ tiếp giống, hàm lượng đường và thời gian lên men dịch thủy phân bã khi sử dụng đồng thời 2 chủng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-745 và *Saccharomyces cerevisiae* 7012 nhằm tạo đồ uống lên men có chứa nấm men probiotic. Kết quả cho thấy, 30°C là nhiệt độ phù hợp trong điều kiện lên men kết hợp 2 chủng nấm men; hàm lượng saccharose bổ sung 1,5%; tỷ lệ tiếp giống ban đầu của probiotic *S. boulardii* CNCM I-745 là 6 log CFU/ml và tỷ lệ tiếp giống của *S. cerevisiae* 7012 không quá 5 log CFU/ml; thời gian lên men 24 giờ. Với điều kiện này, dịch sau lên men đã đạt được các thành phần mong muốn như mật độ nấm men probiotic sau lên men đạt 7,7 log CFU/ml; độ cồn không quá 1,2% v/v; chứa một số thành phần bay hơi có tác dụng tạo mùi thơm cho sản phẩm trong đó 2-phenylethanol được tạo ra đáng kể, chiếm 40% trong tổng lượng chất dễ bay hơi của dịch lên men.

Từ khóa: Dịch thủy phân bã đậu nành, nấm men, đồ uống lên men, probiotic.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bã đậu nành, một phụ phẩm của ngành sản xuất sữa đậu nành và đậu phụ, chứa đa dạng các chất dinh dưỡng tốt có thể khai thác. Bã đậu nành tươi có một số aldehyde tạo ra mùi đậu đặc trưng như hexanal, 2-hexenal, (2E)-2-octenal và (2E)-2-decenal, một số axit được phát hiện gồm axit hexanoic, axit acetic và axit 2-amino-5-methylbenzoic, trong đó axit acetic có mùi hăng sẽ ảnh hưởng đến mùi của các thực phẩm từ bã đậu nành [1]. Dịch thủy phân bã bằng một số enzyme đã được xác nhận có sự gia tăng đáng kể lượng chất hòa tan, thuận lợi cho chuyển hóa của vi sinh vật. Chuyển đổi sinh học bã đậu nành dưới tác dụng của nấm men là một trong những chiến lược để thay đổi mùi của phụ phẩm này. Các lipid trong bã có thể được chuyển hóa để tạo ra methyl ketone, rượu bậc hai, ester, alkane và các lactone [2]. Các aldehyde không mong muốn có thể bị chuyển hóa thành axit béo hoặc rượu, sau đó tạo

ester. Protein có thể bị proteinase và peptidase chuyển hóa, các amino axit tự do sau đó có thể được phân hủy tiếp qua con đường Ehrlich của nấm men để tạo rượu bậc cao và ester [3].

Gần đây, một số nghiên cứu không chỉ tập trung vào khả năng lên men của nấm men trên bã đậu nành mà còn quan tâm đến việc lên men kết hợp nấm men với các probiotic trên cơ chất bã [4], [5]. *S. boulardii* CNCM-I745 là chủng nấm men probiotic có hiệu quả trong hỗ trợ điều trị các bệnh đường tiêu hóa cấp tính như tiêu chảy hoặc các bệnh mãn tính như viêm ruột [6]. Thành tế bào *S. boulardii* dày hơn so với các loại nấm men khác [7]. Ngoài ra, *S. boulardii* có thể tồn tại trong điều kiện nhiệt độ cơ thể 37°C, chịu được axit dạ dày và mật, bám dính tốt vào thành dạ dày nên có khả năng tồn tại cao, có thể đạt mật độ rất cao trong đường tiêu hóa trong một thời gian rất ngắn [8]. Các nghiên cứu cho thấy, glucan không tan của polysaccharide thành tế bào *S. boulardii* có khả năng ức chế tăng sinh tế bào ung thư đại trực tràng [9]. *S. boulardii* khác biệt với *S. cerevisiae* ở đặc điểm không ưu tiên sử dụng galactose làm nguồn dinh dưỡng [10]. Hiện nay, *S. boulardii* còn

¹ Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

² Công ty cổ phần đầu tư liên doanh Việt Anh

³ Đại học Bách Khoa Hà Nội

* Email: mtvanh@uneti.edu.vn

được coi là tác nhân quan trọng để tạo ra các chất có hoạt tính sinh học thông qua quá trình lên men. *S. boulardii* tác động đến quá trình tổng hợp isoflavone [11] và polyphenol [12], do đó làm tăng khả năng chống oxy hóa cho sản phẩm, ngoài ra còn có thể tăng khả dụng sinh học của các khoáng chất và vitamin thiết yếu, giảm nồng độ các chất kháng dinh dưỡng như phytate [13]. *S. boulardii* đã được lên men kết hợp với *S. cerevisiae* để sản xuất bia thủ công có nhiều lợi ích cho sức khỏe. Sự kết hợp không những không ảnh hưởng tiêu cực đến mùi thơm của bia mà còn làm tăng hoạt tính chống oxy hóa và hàm lượng polyphenol trong sản phẩm [14].

Hiện tại, nghiên cứu về sự lên men kết hợp giữa *S. cerevisiae* với *S. boulardii* trên cơ chất bã đậu là hướng nghiên cứu mới có tính khả thi cao. Kết quả nghiên cứu của Mai Thị Vân Anh và cs (2023) [15] cho thấy, chủng nấm men *S. cerevisiae* 7012 có khả năng lên men và sinh hương tốt để kết hợp với nấm men có đặc tính probiotic *S. boulardii* CNCM I-745. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện để xác lập các điều kiện nhiệt độ, tỷ lệ tiếp giống, hàm lượng đường và thời gian lên men dịch thủy phân bã bởi phức hợp 2 chủng nhằm định hướng tạo đồ uống lên men từ dịch thủy phân bã đậu nành, có chứa nấm men probiotic ở mật độ > 7 log CFU/ml. Đa số nấm men *S. cerevisiae* lên men thích hợp ở 28 - 32°C còn *S. boulardii* có thể sinh trưởng, phát triển ở cả điều kiện 37°C. Do vậy, khoảng nhiệt độ từ 25 - 37°C được lựa chọn để thực hiện nghiên cứu lên men kết hợp. Theo quy định 1169/2011 của EU, đồ uống có chứa >1,2% cồn theo thể tích được gọi là đồ uống có cồn [16]. Để phù hợp với nhiều đối tượng sử dụng, độ cồn của sản phẩm cuối cùng được định hướng trong nghiên cứu này không quá 1,2% v/v.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Hai chủng nấm men: *S. boulardii* CNCM I-745 hoạt hóa từ chế phẩm men vi sinh Bioflora (Biocodex, Pháp); *S. cerevisiae* 7012 từ bộ sưu tập của Trường hóa và Khoa học sự sống, Đại học Bách Khoa Hà Nội, được ký hiệu tương ứng là I-745 và 7012.

Bã đậu nành: Thu nhận từ Nhà máy Sữa đậu nành Vinasoy Bắc Ninh (độ ẩm $85,32 \pm 0,02\%$, protein $3,05 \pm 0,02\%$, xơ tổng $10,25 \pm 0,16\%$). Dịch thủy phân bã dùng trong nghiên cứu (DBNC) thực hiện như sau: mỗi mẫu bã đã tiền xử lý hấp diệt trùng, được bổ sung nước để đạt 5% chất khô, chỉnh pH về 7,0 và thủy phân bằng Alcalase® 2.4 L trong 1 giờ; chỉnh tiếp về pH 4,5 thủy phân trong 3 giờ bằng Viscozyme®L và Pectinex®Ultra SP-L [17], sau đó bổ sung saccharose vào dịch (hàm lượng sẽ thay đổi theo các điều kiện nghiên cứu cụ thể). Dịch được đun sôi cách thủy 15 phút và làm nguội xuống 30°C trước khi cấy nấm men.

Môi trường nhân giống cấp 1 là dịch chiết malt đại mạch 10°Bx hấp diệt trùng 121°C trong 15 phút; môi trường cấp 2 là dịch bã đã chuẩn bị ở trên, ly tâm thu dịch trong và hấp diệt trùng 121°C trong 15 phút. Môi trường nuôi cấy nấm men: Sử dụng YGC (Yeast Glucose Chloramphenicol Agar) để định lượng cả 2 loại nấm men [18] và YPGal (Yeast Peptone Galactose Agar) để định lượng riêng chủng *S. cerevisiae* 7012 do *S. boulardii* không ưu tiên sử dụng galactose làm nguồn cơ chất [10].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên men

Nấm men từ thạch nghiêng được nhân giống trong các ống nghiệm chứa 10 ml môi trường cấp 1 ở 30°C trong 24 giờ. 1 ml giống cấp 1 được hút vào 9 ml môi trường cấp 2 nhân giống tiếp trong 24 giờ ở 30°C. 10 ml dịch giống cấp 2 của mỗi chủng được chuyển vào bình lên men chứa 90 ml dịch bã (DBNC), 2% saccharose bổ sung, mật độ tiếp giống ban đầu của mỗi chủng khoảng 6 log CFU/ml. Tiến hành lên men ở 25, 30, 35, 37°C trong 48 giờ. Phân tích các chỉ tiêu trước và sau lên men ở các điều kiện gồm: Mật độ vi sinh, axit tổng, đường tổng, hàm lượng ethanol.

2.2.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng saccharose bổ sung

Lượng saccharose bổ sung vào dịch trước lên men tác động đến độ cồn của sản phẩm. Các mẫu thử nghiệm và phân tích kết quả được tiến hành tương tự 2.2.1 ở nhiệt độ lên men đã chọn tại 2.2.1, tỷ lệ saccharose bổ sung khảo sát ở các mức 0, 1, 1,5, 2, 2,5%.

2.2.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống giữa hai chủng đến quá trình lên men kết hợp

Trong đồ uống lên men, *S. boulardii* CNCM I-745 đóng vai trò probiotic còn chủng 7012 đóng vai trò chủng lên men chính, giúp tạo hương và cồn cho sản phẩm. Các mẫu thử nghiệm và phân tích kết quả được tiến hành tương tự 2.2.1, thực hiện ở nhiệt độ lên men đã chọn ở 2.2.1, tỷ lệ saccharose bổ sung chọn ở 2.2.2. Tỷ lệ tiếp giống của *S. boulardii* CNCM I - 745 giữ cố định 6 log CFU/ml thay đổi tỷ lệ *S. cerevisiae* 7012 trong khoảng từ 2 log CFU/ml đến 6 log CFU/ml.

2.2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lên men

Các mẫu thử nghiệm và phân tích kết quả được tiến hành tương tự như 2.2.1 thực hiện ở nhiệt độ lên men đã chọn ở mục 2.2.1, tỷ lệ đường saccharose bổ sung chọn ở 2.2.2. Tỷ lệ tiếp giống của *S. boulardii* CNCM I-745 giữ cố định 6 log CFU/ml, tỷ lệ *S. cerevisiae* 7012 được chọn ở 2.2.3. Thời gian lên men khảo sát ở các mốc 12, 24, 36, 48, 60, 72 giờ.

2.2.5. Đánh giá chất lượng dịch sau lên men ở điều kiện đã chọn

Dịch lên men ở điều kiện đã chọn được tại 2.2.4 được phân tích hàm lượng một số thành phần đường đơn, axit hữu cơ, ethanol và glycerol, hàm lượng chất có hoạt tính chống oxy hóa, tỷ lệ của một số thành phần dễ bay hơi.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Xác định hàm lượng đường khử tổng

Dịch phân tích được thủy phân hoàn toàn trong 2 giờ bằng HCl 25%, sau đó trung hòa về pH 7,0 bằng NaOH 10%, định mức đến thể tích xác định và ly tâm thu dịch trong phân tích. Hàm lượng đường khử trong dịch được xác định bằng phương pháp DNS thông qua độ hấp thụ ở bước sóng 540 nm của sản phẩm cuối cùng với thuốc thử DNS sử dụng đường chuẩn D-glucose [19].

2.3.2. Xác định hàm lượng axit tổng

Dịch phân tích được ly tâm thu dịch trong. Hàm lượng axit tổng được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với NaOH 0,1 N chỉ thị phenolphthalein [20]. Hàm lượng axit tổng trong 100 ml dịch được

xác định thông qua số ml NaOH 0,1 N dùng trung hòa 100 ml dịch phân tích và quy đổi tương đương về mg axit acetic/100 ml dịch phân tích.

2.3.3. Xác định mật độ tế bào nấm men

Xác định bằng cách đếm khuẩn lạc nấm men nuôi ở 30°C trên môi trường thạch YGC [18] và YPGal [10].

2.3.4. Đánh giá khả năng lên men

Xác định thông qua lượng CO₂ thoát ra trong quá trình lên men.

2.3.5. Xác định hàm lượng axit amin và peptide mạch ngắn

Dịch phân tích được tủa với axit tricloaxetic (TCA) 20% (w/w) tỷ lệ 1: 1. Phần dịch trong không bị kết tủa bởi TCA gồm các peptide có khối lượng phân tử thấp (từ 330 - 380 dalton) và các axit amin [21] được ly tâm tách riêng khỏi phần protein kết tủa và được đưa đi xác định hàm lượng bằng thuốc thử Folin theo phương pháp Lowry [22].

2.3.6. Xác định hàm lượng polyphenol

Dịch phân tích được tủa với ethanol tuyệt đối tỷ lệ 1: 1 để loại protein, thu dịch trong đem đi phân tích. Hàm lượng polyphenol trong dịch thủy phân được xác định bằng phương pháp Folin - Ciocalteu. Nguyên tắc của phương pháp dựa vào phản ứng màu giữa các polyphenol trong dịch phân tích với thuốc thử Folin-Ciocalteu ở bước sóng 765 nm [23]. Hàm lượng polyphenol trong mẫu được xác định dựa theo đường chuẩn axit gallic.

2.3.7. Xác định khả năng chống oxy hóa

Dịch phân tích được tủa với methanol tuyệt đối để loại protein, thu dịch trong để thực hiện các phản ứng với DPPH (2,2 - Diphenyl - 1 - picrylhydrazyl). Hàm lượng chất chống oxy hóa trong dịch được quy về hàm lượng tương đương vitamin C (mg AAE)/ 100 ml [17].

2.3.8. Xác định hàm lượng monosaccharide, axit hữu cơ, glycerol và ethanol trong dịch phân tích

Xác định bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao HPLC, sử dụng hệ thống HPLC của Agilent Technologies 1200 series (Đức) với cột phân tích Biorad 87H, detector RID.

2.3.9. Xác định thành phần các chất dễ bay hơi

Các chất dễ bay hơi trong mẫu phân tích được chiết bằng etylaxetat tỷ lệ 1: 1, rồi được ly tâm tách dịch trong. Dịch này tiếp tục được lọc qua màng

0,2 μm và đem phân tích bằng phương pháp GC-MS, sử dụng máy sắc ký khí khối phổ SCION 456-GC [15].

2.3.10. Phương pháp phân tích thống kê

Kiểm tra ý nghĩa đối với dữ liệu thí nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng phân tích phương sai một yếu tố (One - Way ANOVA) và kiểm định Turkey sử dụng SPSS® 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

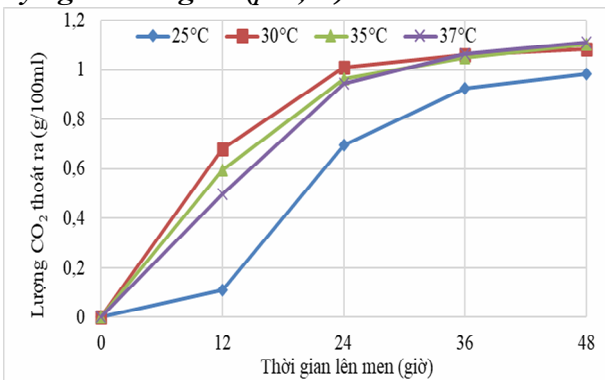
3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên men

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình lên men kết hợp hai chủng được thể hiện trong bảng 1 và hình 1. Bảng 1 cho thấy, mẫu lên men ở 25 và 30°C đều có mật độ nấm men probiotic sau lên men $> 7 \log \text{CFU/ml}$. Axit tổng sau lên men của mẫu 25 và 30°C thấp hơn mẫu 35 và 37°C cho thấy, nhiệt độ lên men tăng cao quá sẽ ảnh hưởng đến axit tổng của dịch.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên men đến chất lượng dịch thu được sau 48 giờ lên men

Chỉ tiêu	Trước lên men	Nhiệt độ lên men (°C)			
		25	30	35	37
Mật độ 7012, log CFU/ml	5,93 ^a ± 0,08	7,37 ^c ± 0,09	7,16 ^c ± 0,06	6,70 ^b ± 0,37	6,44 ^b ± 0,26
Mật độ I-745, log CFU/ml	5,97 ^a ± 0,10	7,51 ^c ± 0,10	7,51 ^c ± 0,17	6,92 ^b ± 0,36	6,48 ^b ± 0,19
Axit tổng, mg acetic/100 ml	255,0 ^b ± 3,5	241,7 ^a ± 1,9	240,0 ^a ± 2,7	255,0 ^b ± 10,4	264,0 ^b ± 4,9
Đường khử tổng, g/100 ml	4,53 ^d ± 0,07	2,26 ^c ± 0,03	2,01 ^b ± 0,02	2,05 ^b ± 0,01	1,92 ^a ± 0,05
Ethanol, % v/v	-	1,25 ^{ab} ± 0,01	1,37 ^c ± 0,01	1,33 ^{bc} ± 0,01	1,23 ^a ± 0,04

Ghi chú: “-”: Không xác định; các số liệu trong cùng một hàng, các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên men đến đến tốc độ lên men (biểu diễn bằng lượng CO₂ thoát ra)

Hình 1 cho thấy, nhiệt độ lên men thay đổi có ảnh hưởng đến tốc độ lên men và các chỉ tiêu của dịch sau lên men. Ở 30°C, tốc độ lên men kết hợp 2 chủng đạt cao nhất, lượng CO₂ giải phóng từ giờ thứ 12 đã vượt so với lượng CO₂ giải phóng tại các điều kiện nhiệt độ còn lại. Như vậy, lên men ở 30°C vừa tạo mật độ nấm men probiotic cao nhất, vừa có tốc độ lên men nhanh nhất và thích hợp với cả 2 chủng nấm men nên nhiệt độ 30°C được chọn để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.

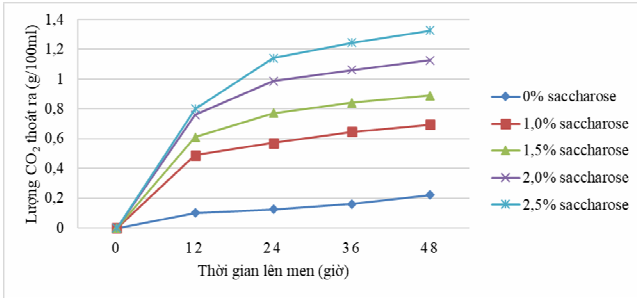
3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng saccharose bổ sung

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng saccharose bổ sung đến chất lượng dịch thu được sau 48 giờ lên men

Chỉ tiêu	Trước lên men (0% saccharose)	Hàm lượng saccharose bổ sung (%)				
		0	1,0	1,5	2,0	2,5
Mật độ 7012, log CFU/ml	6,00 ^a ± 0,03	6,40 ^b ± 0,20	6,89 ^c ± 0,06	6,7 ^{bc} ± 0,22	6,80 ^c ± 0,01	6,95 ^c ± 0,08
Mật độ I-745, log CFU/ml	6,03 ^a ± 0,10	6,82 ^b ± 0,03	7,22 ^{bc} ± 0,20	7,21 ^{bc} ± 0,06	7,32 ^c ± 0,21	7,36 ^c ± 0,14
Axit tổng, mg acetic/100 ml	230,1 ^a ± 5,5	245,7 ^a ± 5,5	241,8 ^a ± 2,4	245,3 ^a ± 4,9	241,8 ^a ± 1,23	241,4 ^a ± 0,6
Đường khử tổng, g/100 ml	2,58 ^f ± 0,01	2,06 ^a ± 0,01	2,09 ^b ± 0,01	2,19 ^c ± 0,02	2,22 ^d ± 0,01	2,26 ^c ± 0,02
Ethanol, % v/v	-	0,35 ^a ± 0,04	0,89 ^b ± 0,07	1,15 ^c ± 0,05	1,39 ^d ± 0,04	1,62 ^a ± 0,06

Ghi chú: “-”: Không xác định; các số liệu trong cùng một hàng, các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Ảnh hưởng của lượng saccharose bổ sung đến tốc độ lên men và thành phần của dịch sau lên men thể hiện trong bảng 2 và hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ saccharose bổ sung đến tốc độ lên men

Bảng 2 cho thấy, mật độ 2 chủng nấm men đều thay đổi có ý nghĩa khi bổ sung thêm saccharose vào dịch trước lên men. Từ 1% đường bổ sung đã cho thấy, mật độ probiotic đạt > 7 log CFU/ml sau 48 giờ lên men. Cùng điều kiện lên men, thay đổi hàm lượng saccharose tác động đáng kể đến độ cồn, đường sót và lượng CO₂ giải phóng theo thời gian so với mẫu lên men không bổ sung đường (Hình 2). Tuy nhiên, thay đổi hàm

lượng saccharose bổ sung không ảnh hưởng nhiều đến axit tổng của dịch sau lên men.

Với lượng đường bổ sung không quá 1,5%, lượng cồn đạt được không quá 1,2% là đảm bảo tiêu chí độ cồn của sản phẩm, mật độ *S. boulardii* 7,2 log CFU/ml cũng đảm bảo tiêu chí về mật độ probiotic. Do vậy, tỷ lệ saccharose bổ sung là 1,5% được chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống giữa 2 chủng

Ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống 7012 đến tốc độ lên men và các chỉ tiêu hóa lý của dịch lên men được thể hiện trong bảng 3 và hình 3. Khi tiếp giống, mật độ I-745 được giữ cố định 6 log CFU/ml chỉ thay đổi mật độ của *S. cerevisiae* 7012 cho phù hợp vì vai trò chính của chủng này là tạo cồn và sinh hương. Nếu *S. cerevisiae* 7012 nhiều quá sẽ dẫn đến sự cạnh tranh dinh dưỡng với probiotic, tạo độ cồn quá cao và khi tự phân có thể ảnh hưởng đến mùi vị của sản phẩm.

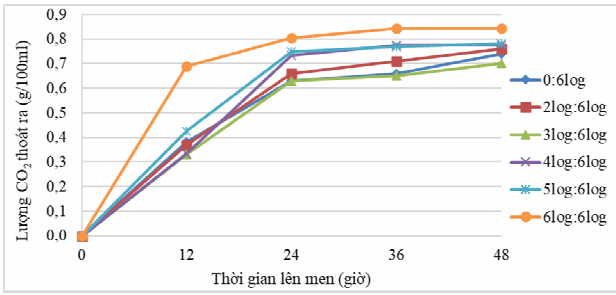
Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống giữa 2 chủng tới chất lượng dịch lên men sau 48 giờ

Tỷ lệ 7012: I-745	0: 6 log	2 log: 6 log	3 log: 6 log	4 log: 6 log	5 log: 6 log	6 log: 6 log
Mật độ 7012, log CFU/ml	-	4,98 ^a ± 0,03	5,98 ^{ab} ± 0,01	6,55 ^{bc} ± 0,49	7,17 ^c ± 0,42	7,33 ^c ± 0,08
Mật độ I-745, log CFU/ml	7,69 ^b ± 0,09	7,54 ^b ± 0,11	7,62 ^b ± 0,01	7,79 ^b ± 0,07	7,66 ^b ± 0,05	7,16 ^a ± 0,19
Axit tổng, mg acetic/100 ml	261,7 ^b ± 3,5	263,3 ^b ± 5,7	259,2 ^b ± 11,5	247,1 ^b ± 5,9	240,5 ^b ± 8,95	207,6 ^a ± 7,1
Đường khử tổng, g/100 ml	2,32 ^{cd} ± 0,05	2,39 ^d ± 0,05	2,28 ^c ± 0,03	2,26 ^{bc} ± 0,01	2,19 ^{ab} ± 0,02	2,14 ^a ± 0,01
Ethanol, % v/v	0,88 ^a ± 0,04	0,85 ^a ± 0,04	0,97 ^a ± 0,04	0,99 ^{ab} ± 0,06	1,15 ^{bc} ± 0,05	1,17 ^c ± 0,04

Ghi chú: “-”: Không xác định; các số liệu trong cùng một hàng, các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Kết quả cho thấy, ở tỷ lệ tiếp giống của *S. cerevisiae* 7012 là 6 log CFU/ml, tốc độ lên men cao hơn đáng kể so với tốc độ lên men ở các tỷ lệ tiếp giống còn lại chứng tỏ *S. cerevisiae* 7012 có ảnh hưởng lớn đến tốc độ lên men kết hợp. Tuy nhiên, với tỷ lệ tiếp giống này thì mật độ probiotic sau lên men thấp hơn so với các tỷ lệ tiếp giống còn lại, sự khác nhau này có ý nghĩa thống kê. Như vậy, khi tỷ lệ tiếp giống của *S. cerevisiae* 7012

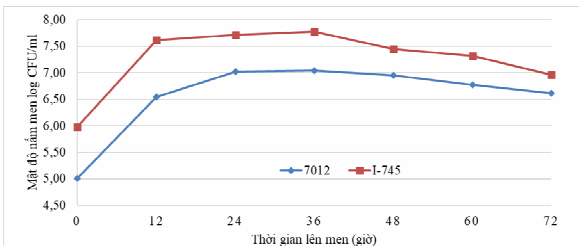
quá cao có thể ảnh hưởng tới mật độ probiotic trong dịch sau lên men do sự cạnh tranh dinh dưỡng nhưng *S. cerevisiae* 7012 cũng cần đạt mật độ đủ lớn để tạo hương cho sản phẩm. Trong các tỷ lệ tiếp giống còn lại, có thể thấy mật độ *S. cerevisiae* 7012 là 5 log CFU/ml vừa có tốc độ lên men cao nhất vừa có mật độ probiotic đạt tối đa, chênh lệch không đáng kể so với mẫu lên men độc lập.



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống giữa 2 chủng đến lượng CO₂ giải phóng theo thời gian khi lên men kết hợp chủng

Khi tăng mật độ *S. cerevisiae* 7012 từ 4 - 6 log CFU/ml bắt đầu nhận thấy sự giảm axit tổng sau lên men. Điều này chứng tỏ chủng 7012 còn có vai trò quan trọng trong việc làm giảm axit tổng của dịch lên men. Càng tăng mật độ chủng 7012 hàm lượng đường sót trong dịch sau 48 giờ lên men càng thấp, điều này là hợp lý do tăng mật độ chủng 7012 thì lượng cơ chất trong môi trường sẽ được nấm men sử dụng triệt để hơn trong quá trình lên men. Độ cồn của tất cả các mẫu lên men đều thấp hơn 1,2% v/v đảm bảo tiêu chí đề ra cho sản phẩm đồ uống.

3.4. Nghiên cứu lựa chọn thời gian lên men

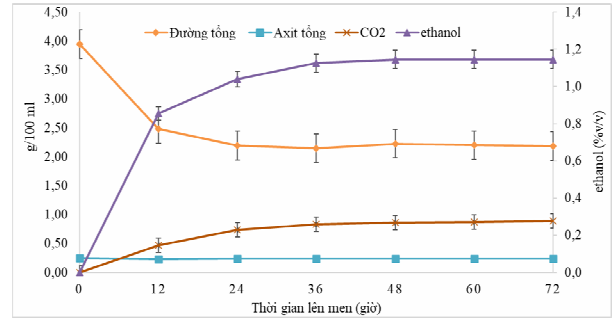


Hình 4. Sự biến thiên mật độ 2 chủng 7012 và I-745 theo thời gian lên men

Hình 4 cho thấy, khi kéo dài thời gian lên men từ 12 - 72 giờ, mật độ chủng I-745 đã đạt cực đại từ giờ thứ 12 khoảng 7,6 log CFU/ml và mật độ của *S. cerevisiae* 7012 cũng đã rất cao tại thời điểm này (khoảng 6,5 log CFU/ml). Mật độ chủng 7012 đạt

cực đại ở 24 giờ và cả 2 chủng duy trì mật độ cực đại đến hết 36 giờ, sau đó bắt đầu có xu hướng giảm từ sau thời điểm 36 giờ.

Axit tổng của dịch lên men thay đổi không nhiều khi kéo dài thời gian lên men. Lượng đường tổng của dịch giảm dần trong thời gian lên men từ 0 - 12 giờ và 24 giờ. Sau 24 giờ, lượng đường thay đổi không đáng kể. Tương ứng với chỉ tiêu này, lượng cồn cũng tăng từ 12 - 24 giờ, sau 24 giờ lượng cồn cũng tăng không đáng kể (Hình 5).



Hình 5. Động thái quá trình lên men khi kết hợp 2 chủng 7012/ I-745

Lượng CO₂ thay đổi cũng tương ứng với sự thay đổi đường và cồn trong dịch lên men. Từ 24 giờ, lượng này gần như không đổi giữa các mẫu (các chênh lệch không có ý nghĩa thống kê). Do quá trình tạo đồ uống còn có giai đoạn bảo quản lạnh sau lên men nên quá trình lên men dừng ở 24 giờ là phù hợp.

3.5. Đánh giá chất lượng dịch sau lên men ở điều kiện đã chọn

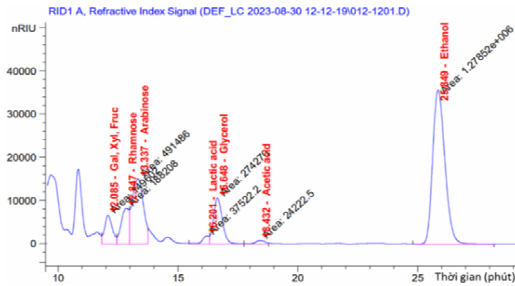
Bảng 4 và hình 6 cho thấy, trong dịch sau lên men 24 giờ, một số đường như glucose, galactose, fructose đã bị nấm men sử dụng, lượng đường sót còn lại có thể do sự có mặt của xylose. Một số đường khác như rhamnose, arabinose... cũng không biến đổi nhiều sau lên men là do nấm men không sử dụng được các loại đường này.

Bảng 4. Một số chỉ tiêu của dịch ở điều kiện đã chọn

STT	Chỉ tiêu	Trước lên men	Sau 24 giờ lên men
1	Glucose (mg/100 ml)	571,00	KPH
2	Galactose, Fructose & Xylose (mg/100 ml)	870,61	43,37
3	Rhamnose (mg/100 ml)	77,80	60,40
4	Arabinose (mg/100 ml)	148,28	134,41

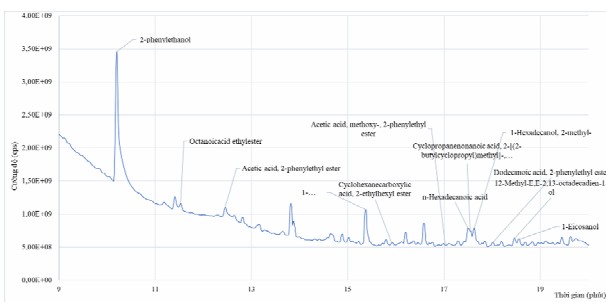
5	Lactic axit (mg/100 ml)	11,81	17,40
6	Axit acetic (mg/100 ml)	52,57	24,59
7	Glycerol (mg/100 ml)	48,66	79,77
8	Ethanol (% v/v)	KPH	1,01
9	Chất chống oxy hóa (mg AAE/100 ml)	0,75	1,81
10	Axit amin và peptide mạch ngắn (mg/100 ml)	563,96	406,20
11	Polyphenol (mg GAE/100 ml)	32,83	30,63

Ghi chú: KPH: không phát hiện



Hình 6. Sắc ký đồ HPLC phân tích thành phần một số hợp chất hòa tan trong dịch sau 24 giờ lên men

Sau quá trình lên men có sự giảm rõ rệt hàm lượng axit acetic và tăng lượng glycerol trong dịch. Sự có mặt của axit acetic trong dịch trước lên men có thể do đã có sẵn một lượng nhất định từ nguyên liệu. Kết quả này phù hợp với công bố của Yuanxin Qiu và cs (2023) [1], axit acetic là một trong 2 axit có sẵn trong bã đậu nành. Việc xuất hiện acetic axit 2-phenylethyl ester (Hình 7) có thể là nguyên nhân làm giảm lượng axit acetic trong dịch lên men.



Hình 7. Sắc ký đồ GC-MS phân tích thành phần một số hợp chất dễ bay hơi trong dịch sau 24 giờ lên men

Sau 24 giờ lên men, hàm lượng polyphenol có giảm chút ít so với trước lên men. Theo Vong và cs (2019) [5], trong số các hợp chất polyphenol có một vài thành phần được chuyển hóa trong quá trình lên men bã đậu nành nên bị giảm đi và cũng

có thể có những thành phần được tạo thêm trong quá trình lên men. Do vậy lượng này thay đổi không có quy luật cụ thể và cũng cần nghiên cứu thêm, tuy nhiên lượng giảm là không nhiều, sau quá trình lên men trong dịch vẫn còn một lượng polyphenol nhất định.

Quá trình lên men làm tăng lượng chất chống oxy hóa trong dịch, có thể được giải thích như sau: Trước khi tiến hành quá trình lên men, dịch đã có sẵn một lượng chất chống oxy hóa như các peptide mạch ngắn, polyphenol, một số hợp chất isoflavone, thành phần chất xơ có thể chứa các oligosaccharide có hoạt tính chống oxy hóa [17]. Theo Santos và cs (2018) [24], quá trình lên men của nấm men trên bã đậu nành có thể đã thúc đẩy chuyển đổi sinh học của các isoflavone β -D-glucoside thành các aglycone. Sau lên men, nấm men nói chung và *S. cerevisiae* nói riêng có khả năng tổng hợp một số hợp chất có hoạt tính sinh học đóng vai trò chất chống oxy hóa như glutathion [25], coenzyme Q hoặc ubiquinone [26], carotenoid... [27]. Một số sản phẩm chuyển hóa bởi nấm men sau quá trình lên men, một số chất trong thành phần tế bào như protein hòa tan, axit amin chứa lưu huỳnh, β -glucan thành tế bào nấm men... cũng góp phần tạo ra khả năng chống oxy hóa của dịch lên men [27]. Ngoài ra sự tăng thêm có thể là do bản thân tế bào nấm men cũng đã được công nhận là một nguồn chất chống oxy hóa.

Hình 7 cho thấy, trong dịch lên men sau 24 giờ có sự xuất hiện của một số rượu cao phân tử, ester và axit hữu cơ. Trong đó 2-phenylethanol được tạo ra đáng kể, chiếm 40% trong tổng lượng chất dễ bay hơi của dịch lên men, lượng này có thể dao động tùy thời điểm lên men, thường chỉ tiêu này bắt đầu ổn định từ 24 giờ lên men. Hiện nay 2-phenylethanol cho là rất có giá trị và đang có xu

hướng được khai thác thông qua con đường sinh tổng hợp nhờ quá trình lên men của nấm men. Nhiều loại nấm men, đặc biệt là *S. cerevisiae* có khả năng sinh tổng hợp thành phần này bằng cách sử dụng L-phenylalanine làm tiền chất [28]. Một số rượu cao phân tử khác cũng xuất hiện từ mẫu lên men 12 giờ và tăng dần, ổn định từ 24 giờ. Sau lên men nhận thấy có sự xuất hiện của nhiều ester như octanoic axit ethyl ester; acetic acid 2-phenylethyl ester; cyclohexanecarboxylic axit 2-ethylhexyl ester...

Như vậy, ngoài các tiêu chí đặt ra cho quá trình lên men từ dịch thủy phân bã đậu nành, dịch sau lên men vẫn chứa một số chất có hoạt tính sinh học có lợi cho sức khỏe và một số thành phần hương tạo mùi vị dễ chịu cho sản phẩm đồ uống lên men.

4. KẾT LUẬN

Nhiệt độ 30°C là phù hợp trong điều kiện lên men kết hợp 2 chủng nấm men; hàm lượng saccharose bổ sung phù hợp là 1,5%; tỷ lệ tiếp giống ban đầu của nấm men probiotic *S. boulardii* CNCM I-745 là 6 log CFU/ml và tỷ lệ tiếp giống của *S. cerevisiae* 7012 không quá 5 log CFU/ml; thời gian lên men là 24 giờ. Với điều kiện lên men như vậy, dịch sau lên men đã đạt được các thành phần mong muốn như mật độ probiotic sau lên men đạt tối đa 7,7 log CFU/ml, độ cồn không quá 1,2% v/v, chứa một số thành phần bay hơi có tác dụng tạo mùi thơm cho sản phẩm trong đó 2-phenylethanol được tạo ra đáng kể, chiếm 40% trong tổng lượng chất dễ bay hơi của dịch lên men. Như vậy nghiên cứu đã xác lập được điều kiện lên men thích hợp khi sử dụng đồng thời hai chủng nấm men *S. boulardii* CNCM I-745 và *S. cerevisiae* 7012 nhằm định hướng tạo đồ uống lên men probiotic.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yuanxin Qiu, Cungang Li, Min Xia, Hao Dong, Hairu Yuan, Shuangling Ye, Qun Wang (2023). Exploring a new technology for producing better-flavored HongJun Tofu, a traditional Neurospora-type okara food. *LWT*. 180, 114700, DOI: 10.1016/j.lwt.2023.114700.

2. Yvonne F. Collins, Paul L. H. McSweeney, Martin G. Wilkinson (2003). Lipolysis and free

fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*. 13(11), 841 - 866, DOI: 10.1016/S0958-6946(03)00109-2.

3. Louise Marie Sørensen, Klaus Gori, Mikael Agerlin Petersen, Lene Jespersen, Nils Arneborg (2011). Flavour compound production by *Yarrowia lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Debaryomyces hansenii* in a cheese-surface model. *International Dairy Journal*. 21(12), 970 - 978, DOI: 10.1016/j.idairyj.2011.06.005.

4. Hui Shi, Min Zhang, Weiqin Wang, Sakamon Devahastin (2020). Solid-state fermentation with probiotics and mixed yeast on properties of okara. *Food Bioscience*, 36: 100610.

5. Weng Chan Vong, Shao Quan Liu (2019). The effects of carbohydrase, probiotic *Lactobacillus paracasei* and yeast *Lindnera saturnus* on the composition of a novel okara (soybean residue) functional beverage. *LWT*. 100, 196 - 204, DOI: 10.1016/j.lwt.2018.10.059.

6. Pedro Pais, Vanda Almeida, Melike Yilmaz, Miguel C Teixeira (2020). *Saccharomyces boulardii*: what makes it tick as successful probiotic?. *Journal of Fungi*, 6(2): 78.

7. Lauren E. Hudson, Courtney D. McDermott, Taryn P. Stewart, William H. Hudson, Daniel Rios, Milo B. Fasken, Anita H. Corbett, Tracey J. Lamb (2016). Characterization of the probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* in the healthy mucosal immune system. *PloS one*. 11(4), DOI: 10.1371/journal.pone.0153351.

8. Joaquín Mulero-Cerezo, Álvaro Briz-Redón, Ángel Serrano-Aroca (2019). *Saccharomyces cerevisiae* Var. *boulardii*: Valuable Probiotic Starter for Craft Beer Production. *Applied Sciences*. 9(16), 3250, DOI: 10.3390/app9163250.

9. Olivier Fortin, Blanca Aguilar-Uscanga, Khanh Dang Vu, Stephane Salmieri, Monique Lacroix (2018). Cancer chemopreventive, antiproliferative and superoxide anion scavenging properties of *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* cell wall components. *Nutrition and cancer*, 70(1): 83 - 96.

10. Marcin Łukaszewicz (2012). *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* - Probiotic Yeast, in *Probiotics*. IntechOpen.

11. C. R. Rekha, G. Vijayalakshmi (2010). Bioconversion of isoflavone glycosides to aglycones, mineral bioavailability and vitamin B complex in fermented soymilk by probiotic bacteria and yeast. *Journal of applied microbiology*. 109(4), 1198 - 1208, DOI: 10.1111/j.1365-2672.2010.04745.x.
12. Nurcan Değirmencioglu, Ozan Gurbuz, Yasemin Şahan (2016). The monitoring, via an *in vitro* digestion system, of the bioactive content of vegetable juice fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardii*. *Journal of Food Processing and Preservation*. 40(4), 798-811, DOI: 10.1111/jfpp.12704.
13. SC Chandrasekar Rajendran, Bhawani Chamlagain, Susanna Kariluoto, Vieno Piironen, PEJ Saris (2017). Biofortification of riboflavin and folate in idli batter, based on fermented cereal and pulse, by *Lactococcus lactis* N8 and *Saccharomyces boulardii* SAA655. *Journal of Applied Microbiology*. 122(6), 1663 - 1671, DOI: 10.1111/jam.13453.
14. Angela Capece, Rossana Romaniello, Angela Pietrafesa, Gabriella Siesto, Rocchina Pietrafesa, Marianna Zambuto, Patrizia Romano (2018). Use of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* in co-fermentations with *S. cerevisiae* for the production of craft beers with potential healthy value-added. *International journal of food microbiology*. 284, 22 - 30, DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.028.
15. Thi Van Anh Mai, Kim Loan Nguyen, Dinh Trien Dang, Thi Xuan Sam Nguyen, Thanh Hang Nguyen (2023). Assessment of growth and fermentation of some yeasts on soybean residue hydrolysate. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, 65(3): 91 - 96.
16. European Parliament, Council (2011). Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers. *Off. J. Eur. Union*, 304: 18 - 63.
17. Mai Thị Vân Anh, Nguyễn Thị Xuân Sâm, Nguyễn Kim Loan, Nguyễn Thanh Hằng (2022). Nghiên cứu ứng dụng Viscozyme® L và pectinex® Ultra SP-L nhằm gia tăng hiệu quả chuyển hóa bã đậu nành. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, 438: 41 - 48.
18. Lê Thanh Mai, Nguyễn Thị Hiền, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Thanh Hằng, Lê Thị Lan Chi (2009). *Các phương pháp phân tích ngành công nghệ lên men*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, tr. 331.
19. Gail Lorenz Miller (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*. 31(3), 426-428, DOI: 10.1021/ac60147a030.
20. Catrin Tyl, George D. Sadler (2017). pH and titratable acidity. *Food analysis*. 389 - 406.
21. Norman A Greenberg, WF Shipe (1979). Comparison of the abilities of trichloroacetic, picric, sulfosalicylic, and tungstic acids to precipitate protein hydrolysates and proteins. *Journal of Food Science*, 44(3): 735 - 737.
22. Jakob H Waterborg (2009). The Lowry method for protein quantitation, in *The protein protocols handbook*, J. M. Walker, Editor. Springer. 7 - 10.
23. Andrew L. Waterhouse (2002). Determination of total phenolics. *Current protocols in food analytical chemistry*. 6(1), I1. 1.1-I1. 1.8, DOI: 10.1002/0471142913.fai0101s06.
24. Vidiany A. Queiroz Santos, Camila G. Nascimento, Carla A. P. Schimidt, Daniel Mantovani, Robert F. H. Dekker, Mário Antônio A. da Cunha (2018). Solid-state fermentation of soybean okara: Isoflavones biotransformation, antioxidant activity and enhancement of nutritional quality. *LWT*. 92, 509-515, DOI: 10.1016/j.lwt.2018.02.067.
25. Duncan W. S. Stephen, Derek J. Jamieson (1996). Glutathione is an important antioxidant molecule in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS microbiology letters*, 141(2-3): 207 - 212.
26. Isabel González-Mariscal, Elena García-Testón, Sergio Padilla, Alejandro Martín-Montalvo, Teresa Pomares Vicianá, Luis Vazquez-Fonseca, Pablo Gandolfo Domínguez, Carlos Santos-Ocaña (2014). The regulation of coenzyme Q

biosynthesis in eukaryotic cells: all that yeast can tell us. *Molecular Syndromology*. 5(3-4), 107 - 118, DOI: 10.1159/000362897.

27. Amparo Querol, Graham H Fleet (2006). *Yeasts in food and beverages*. Springer, Berlin Heidelberg New York. 285 - 291.

28. Sara Mitri, Mohamed Koubaa, Richard G. Maroun, Tristan Rossignol, Jean-Marc Nicaud, Nicolas Louka (2022). Bioproduction of 2-Phenylethanol through Yeast Fermentation on Synthetic Media and on Agro-Industrial Waste and By-Products: A Review. *Foods*. 11(1), DOI: 10.3390/foods11010109.

INVESTIGATING SOME FACTORS AFFECTING ON THE FERMENTATION PROCESS OF CREATING BEVERAGE FROM SOYBEAN CURD RESIDUE HYDROLYSATE

Mai Thi Van Anh¹, Dang Dinh Trien², Nguyen Thanh Hang³

¹*University of Economics-Technology for Industries*

²*Viet Anh Joint Venture Investment Joint Stock Company*

³*Hanoi University of Science and Technology*

Summary

The study explored some factors affecting the fermentation process of soybean hydrolysate when using simultaneously two yeast strains *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* CNCM I-745 and *Saccharomyces cerevisiae* 7012 to create a fermented beverage containing probiotic yeast. As a result, 30°C was chosen as the appropriate temperature in fermentation conditions combining two yeast strains; The appropriate added sucrose content is 1.5%; The initial seeding rate of probiotic *S. bouardii* CNCM I-745 is 6 log CFU/ml and the seeding rate of *S. cerevisiae* 7012 is not more than 5 log CFU/ml; fermentation time 24 hours. With such fermentation conditions, the post-fermentation liquid has achieved the desired ingredients such as post-fermentation probiotic density reaching a maximum of 7.7 log CFU/ml, alcohol content not exceeding 1.2% v/v, contains a number of volatile components that create aroma for the product, of which 2-phenylethanol is significantly produced, accounting for about 40% of the total volatile matter of the fermentation liquid.

Keywords: *Soy bean curd residue hydrolysate, yeast, fermentation beverage, probiotic.*

Người phản biện: PGS.TS. Phí Quyết Tiến

Ngày nhận bài: 29/3/2024

Ngày thông qua phản biện: 23/4/2024

Ngày duyệt đăng: 10/5/2024

ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI CỦA CÁ DÌA (*Siganus guttatus* Bloch, 1787) Ở TỈNH THỪA THIÊN HUẾ BẰNG PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN ĐƠN VỊ HÌNH HỌC

Nguyễn Xuân Huy¹, Bùi Thanh Long², Nguyễn Hoàng Nhật Minh³, Trần Văn Giang^{3,*}

TÓM TẮT

Cá dìa (*Siganus guttatus* Bloch, 1787) là một loài cá vây tia thuộc họ Siganidae có giá trị kinh tế và dinh dưỡng cao đối với sản xuất và nuôi trồng thủy sản nên có triển vọng cho nghề nuôi cá ở Việt Nam nói chung và tỉnh Thừa Thiên Huế nói riêng. Do vùng đầm phá Tam Giang có địa hình đáy và hình dạng bờ vực đa dạng nên dòng chảy ở khu vực này rất phức tạp. Vì vậy, trong nghiên cứu này, đã thu thập và so sánh các đặc điểm hình thái bằng phương pháp tiếp cận đơn vị hình học của các nhóm cá được thu tại hai địa điểm là Sam Chuồn và Hương Phong thuộc đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế nhằm đánh giá sự ảnh hưởng của dòng chảy lên sự đa dạng hình thái giữa các nhóm cá thể. Trên cơ sở phân tích đơn vị hình học của 27 điểm mốc từ 55 mẫu cá dìa thu ở khu vực nghiên cứu, kết quả chỉ ra rằng, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm cá thể đực và cái ($p > 0,05$). Tuy nhiên, nếu xét về yếu tố vị trí, kết quả phân tích chỉ ra rằng, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm cá thể được thu thập tại các địa điểm khác nhau ($p < 0,05$).

Từ khóa: Hình thái, mốc tương đồng, cá dìa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá dìa (*Siganus guttatus* Bloch, 1787) là một loài cá trong họ cá dìa phổ biến ở vùng biển miền Trung Việt Nam và là loài quý nhất trong các loài cá dìa, vì chúng có giá trị kinh tế rất cao. Loài này có thể có chiều dài tối đa lên tới 42 cm, mập mạp, thịt béo, thơm ngon, có vị tanh, phân bố ở khu vực Ấn Độ - Tây Thái Bình Dương, ở vùng biển Ấn Độ, Australia, Indonesia, Thái Lan, Malaysia, Singapore, Ryukyu (Nhật Bản), Trung Quốc, Philippines... Ở Việt Nam, cá dìa phân bố ở các vùng ven biển và vùng nước lợ.

Các nghiên cứu hình thái học từ lâu đã rất hữu ích để phân loại các đàn cá biển và đầm phá cũng như mô tả sự phân bố của quần thể cá trong không gian. Sự khác biệt về hình thái giữa các quần thể cá có thể do một số yếu tố môi trường gây ra. Nghiên cứu về hình thái dựa trên một tập hợp các phép đo là dữ liệu liên tục cho thấy sự thay đổi về kích thước và hình dạng [1]. Sự phát triển của các

hệ thống phân tích hình ảnh đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự tiến bộ và đa dạng hóa các phương pháp nghiên cứu hình thái học [2, 3]. Phân tích hình thái là một công cụ quan trọng được sử dụng để phân biệt các loài sinh vật có quan hệ gần gũi có chỉ số tương đồng rất lớn về các thông số hoặc ký tự khác nhau [4]. Zarine và cs (2013) đã mô tả hình dạng cơ thể và kích thước của các quần thể cá dìa (*Siganus fuscescens* Houttuyn, 1782) thu được từ các vịnh khác nhau ở đảo Mindanao, Philippines. Nghiên cứu được thực hiện bằng phương pháp đo hình học dựa trên các điểm mốc đã được sử dụng để mô tả hình dạng và kích thước cơ thể của cá với 25 điểm mốc đã được số hóa từ hình ảnh của 194 cá thể [5].

Ở Việt Nam hiện nay, các nghiên cứu trên loài cá dìa chủ yếu tập trung nghiên cứu về phân loại hình thái bằng phương pháp thông thường [6, 7]. Còn nghiên cứu về đặc điểm hình thái của loài cá dìa bằng phương pháp tiếp cận đơn vị hình học (Geometric geomorphic approach) ở nước ta nói chung và vùng đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế nói riêng thì chưa có công trình nào đề cập đến. Chính vì thế, sử dụng phương pháp tiếp

¹ Đại học Huế

² Trường Đại học Khánh Hoà

³ Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế

* Email: tvgiang@hueuni.edu.vn

cận đơn vị hình học là cần thiết, nhằm xác định được các đặc điểm hình thái của cá, phân tích và đánh giá được sự khác nhau về hình dạng của các nhóm cá địa sống ở các vùng có điều kiện môi trường nước khác nhau. Từ đó giúp chỉ ra mối quan hệ giữa hình dạng và kích thước của loài và các yếu tố ngoại cảnh của môi trường như áp lực sóng hoặc mức độ ổn định của dòng nước. Bên cạnh đó, còn cung cấp dẫn liệu, cơ sở khoa học cho các nghiên cứu sau này, cũng như phục vụ cho công tác chọn giống và bảo tồn loài cá này trong tương lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

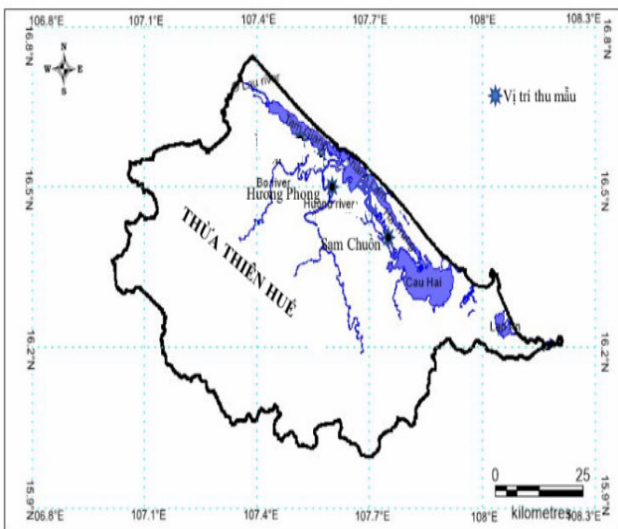
2.1. Vật liệu

Mẫu cá địa nghiên cứu được thu mẫu ngẫu nhiên từ tháng 7/2022 - 6/2023 ở Sam Chuồn và Hương Phong thuộc vùng đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế theo định kỳ 2 lần/tháng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa

2.2.1. Phương pháp xác định tuyến và điểm thu mẫu

Nguyên tắc chọn địa điểm thu mẫu: Thu mẫu theo điểm thu mẫu đã được chọn sẵn trên bản đồ. Lựa chọn các điểm thu mẫu đặc trưng vùng cửa sông, cửa biển (Sam Chuồn, Hương Phong) với các tiêu chí là những khu vực có nghề khai thác cá phát triển, có điều kiện thuận lợi cho việc đánh bắt cá địa, khác nhau về độ sâu cũng như khu hệ thực vật thủy sinh trong vùng nghiên cứu. Các vùng thu mẫu được xác định tọa độ điểm bắt đầu và kết thúc, tọa độ được xác định bằng máy GPS.



Hình 1. Bản đồ vị trí thu mẫu

2.2.2. Phương pháp thu mẫu cá

55 mẫu cá địa được thu trong vòng 11 tháng. Thời gian thu mẫu được thực hiện liên tục, một tháng một lần, trực tiếp đánh bắt với ngư dân để thu mẫu và mua mẫu từ các ngư dân đánh cá ở địa điểm nghiên cứu. Sau đó, thu thập thông tin từ người khai thác cá như: Nơi đánh bắt, thời gian đánh bắt, phương tiện đánh bắt, người đánh bắt và điều kiện thời tiết. Cá địa có thân dẹp tròn, da trơn màu nâu xám, kích cỡ trung bình khoảng 150 - 300 mm, vây sắc xanh nhạt, trên thân hình có những chấm nâu đen, đầu nhỏ, mắt đen tròn [8]. Cá địa đực và cái khi trưởng thành sẽ khác nhau hình dạng, con đực có khối lượng nhỏ hơn, con cái tròn mình hơn.

Bảng 1. Địa điểm, số lượng mẫu cá địa thu được

TT	Địa điểm	Số lượng mẫu	Đực	Cái
1	Sam Chuồn	25	13	12
2	Hương Phong	30	16	14
Tổng cộng		55	29	26

2.2.3. Xử lý mẫu

Đối với nghiên cứu hình thái: Mẫu cá được xử lý ngay khi cá còn tươi, định hình và cố định mẫu bằng dung dịch formol 40%; chụp ảnh nhằm đảm bảo màu sắc của cá, tiếp theo chuyển sang dung dịch cồn 90 độ.

2.2.4. Khảo sát, thu thập các dẫn liệu liên quan khác

Quan sát, chụp ảnh các cảnh quan, ghi các hiện tượng, sự việc liên quan đến nội dung nghiên cứu trong quá trình thực địa.

2.3. Phương pháp phân tích mẫu cá trong phòng thí nghiệm

Nghiên cứu đặc điểm hình thái của cá địa thông qua lập phiếu đo đếm các chỉ tiêu hình thái [9], đồng thời phân tích hình thái theo phương pháp tiếp cận đơn vị hình học [10, 11].

2.3.1. Chuẩn bị mẫu để chụp ảnh

Mẫu cá được ghim vào tấm xốp. Mỗi mẫu cá được chụp lại thông qua máy ảnh kỹ thuật số trên giá ba chân được đặt ở cùng độ cao, cùng độ phóng to để phân tích hình thái học.



Hình 2. 27 mốc tương đồng được sử dụng để phân tích hình dạng cá

Ghi chú: (1) Phía trước dưới của răng tiền hàm, (2) Phía trước trên của răng tiền hàm, (3) Đường giữa giữa hàm trên và phần trên của mắt, (4) Phần sâu nhất của thùy trán, (5) Góc của vây lưng, (6) Cột sống lưng thứ 6, (7) Góc của tia vây lưng không phân nhánh, (8) Điểm cuối vây lưng, (9) Điểm cuối của cuống đuôi, (10) Đầu trên của vây đuôi, (11) Đầu dưới của vây đuôi, (12) Góc của tia hậu môn không phân nhánh, (13) Góc của vây hậu môn, (14) Điểm cuối vây bụng, (15) Góc vây bụng, (16) Điểm cuối vây ngực, (17) Góc vây ngực, (18) Eo, (19) Bờ sau của xương nắp mang, (20) Góc sau của xương nắp mang, (21) Tâm mắt, (22) Bờ trên của mắt, (23) Bờ sau qua đường giữa của mắt, (24) Bờ dưới qua đường giữa ổ mắt, (25) Bờ trước qua đường giữa của mắt, (26) Phía trên của răng trước, (27) Phần sau phía dưới của tiền hàm.

2.3.2. Lựa chọn và số hóa các điểm mốc

Xác định các điểm tương đồng và không tương đồng ở bên trái và bên phải của cá để đánh dấu các điểm mốc bằng phần mềm tpsDig để số hóa các mốc và ghi lại hình dạng cơ thể chung của các mẫu vật. Lựa chọn và số hóa các điểm mốc tương đồng bằng phần mềm TpsDig 264 và TpsUtil. 27 điểm mốc trên là các điểm chính để giải thích hình dạng của loài cá. Đây là những điểm có vị trí cụ thể. Bằng cách xác định các điểm (cùng 1 vị trí) trên 1 nhóm cá thể, ta có thể phân tích được sự giống và khác nhau giữa các cá thể trong cùng 1 nhóm và giữa các nhóm.

2.3.3. Phân tích hình dạng

Các cấu trúc hình học thu được từ các mốc số hóa được tạo ra bởi phần mềm phân tích và xử lý

ảnh. Phần mềm MorphoJ được sử dụng để thực hiện phân tích thành phần chính (PCA) dựa trên điểm mốc đã được số hóa, xác định vai trò của các thành phần (các điểm mốc) trong việc tạo ra sự sai khác hình dạng. Phân tích tương quan chính tắc (CVA) cũng được sử dụng để kiểm tra mối quan hệ giữa hình dạng và kích thước bằng phần mềm TpsPLS. Sự sai khác trong kết quả phân tích hình học sẽ đưa đến những kết luận về hình thái cá giữa các quần thể cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến những sai khác đó.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái ngoài của cá diên vẩu ở đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế

Phân tích các chỉ tiêu hình thái của 55 mẫu cá kết hợp với tài liệu định loại. Cụ thể, mẫu được định danh ban đầu dựa trên các đặc điểm phân loại đã được mô tả bởi các nghiên cứu trước đó [12, 13]. Các chỉ tiêu đếm gồm: Số tia của vây lưng (D), vây ngực (P), vây bụng (V), vây đuôi (C), vây hậu môn (A). Kết hợp phân tích trình tự gene CO1, đã xác định được là loài cá diên vẩu (*Siganus guttatus* Bloch, 1787).

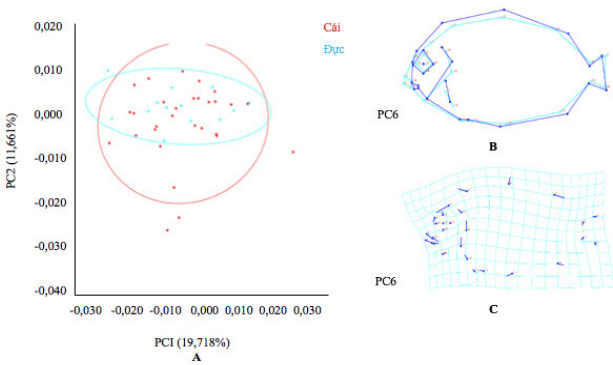
Hình thái cá diên vẩu tại vùng nghiên cứu có đặc điểm chung: Thân dẹp tròn, da trơn màu nâu xám, kích cỡ khoảng 150 - 300 mm, vây sắc xanh nhạt, trên thân hình có những chấm nâu đen, đầu nhỏ, mắt đen tròn. Minh cá hình bầu dục và dẹt hai bên, có vây tròn, nhỏ. Hai bên đầu cá đều có vây, đường bên hoàn toàn. Mỗi bên mõm đều có 2 lỗ mũi, miệng bé. Vây ngực hình tròn lớn vừa phải. Vây bụng ở dưới ngực. Vây đuôi bằng phẳng hoặc hơi chia thùy. Minh có nhiều chấm, có một số sọc xiên hẹp ở bên đầu, sọc từ mép miệng đến dưới mắt là rõ nhất. Đầu cuối của vây lưng có đám sọc màu nhạt. Số gai, tia cụ thể như sau: D = XIII, 10; A = VII, 9.

3.2. Phân tích sự khác nhau về hình thái giữa nhóm đực và cái của cá diên vẩu

Bên cạnh việc sử dụng các chỉ tiêu đo và đếm để nghiên cứu về hình thái thì hiện nay phương pháp tiếp cận đơn vị hình học cũng được dùng để xác định đặc điểm hình thái của cá (Hình 2). Sử dụng 27 mốc, phân tích phân biệt cho thấy, không có sự khác biệt đáng kể có ý nghĩa thống kê về

hình dạng giữa các giới với giá trị $p = 0,17$ (Hình 2).

27 điểm mốc này là các điểm chính để giải thích hình dạng của loài cá. Đây là những điểm có vị trí cụ thể. Bằng cách xác định các điểm (cùng 1 vị trí) trên 1 nhóm cá thể, có thể phân tích được sự giống và khác nhau giữa các cá thể trong cùng 1 nhóm và giữa các nhóm. Trên thực tế, nếu chấm được càng nhiều điểm và có thể xác định được thì nghiên cứu so sánh hình thái các loài càng chính xác. Phân tích thành phần chính được áp dụng cho tập dữ liệu mốc CovMatrix, cái_đực, tọa độ Procrustes tạo ra 55 thành phần chính, chiếm 100% sự thay đổi trong mẫu. Thành phần chính đầu tiên chiếm 19,72% sự thay đổi và được chọn để phân tích đa biến.

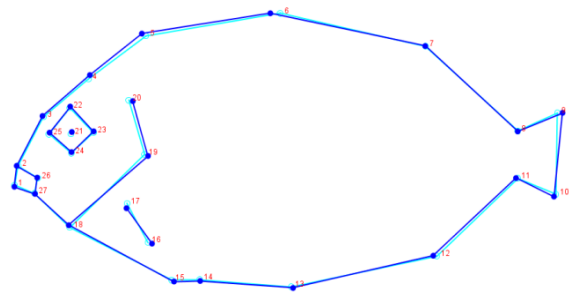


Hình 3. Phân tích hình dạng cá giữa nhóm đực và cái của cá địa

Ghi chú: A. Phân tích thành phần chính của các mốc hình thái cá địa cái (chấm đậm), cá địa đực (chấm nhạt); B. Biểu đồ khung dây hiển thị sự thay đổi hình dạng của các điểm mốc trên cá dọc theo PC6 từ mặt trái; C. Lưới cong tương đối với hình dạng trung bình của cá địa thu được từ 27 điểm mốc từ các vị trí nghiên cứu.

Giữa các cá thể đực và cái không có sự khác biệt với thành phần chính thứ nhất chiếm 19,72% và thành phần chính thứ 2 chiếm 11,66% (Hình 3).

Kết quả phân tích biến thể chuẩn (CVA) (Hình 4) cho thấy, giá trị p từ 10.000 phép đo khoảng cách Procrustes giữa các nhóm đực và cái qua phân tích thống kê với $p > 0,05$. Vì vậy, giữa nhóm đực (28 cá thể) và cái (27 cá thể) cá địa không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm này.

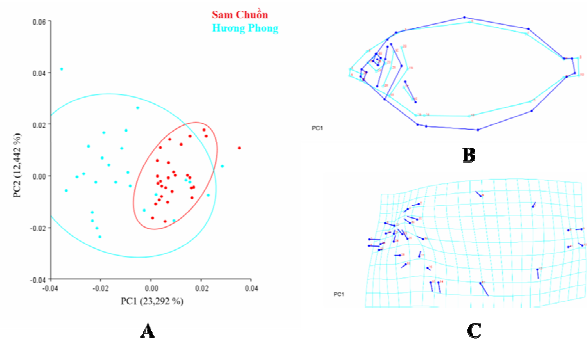


Hình 4. Phân tích biến thể chuẩn CVA giữa nhóm đực và cái của cá địa

Ghi chú: Đường màu đậm chỉ hình dạng trung bình của nhóm cá địa cái. Đường màu nhạt chỉ hình dạng trung bình của nhóm cá địa đực. Các chấm tròn là trung bình các điểm mốc tương đồng của các nhóm cá địa đực và cái.

3.3. Phân tích sự khác nhau về hình thái cá địa giữa hai khu vực thu mẫu thuộc đầm phá Tam Giang

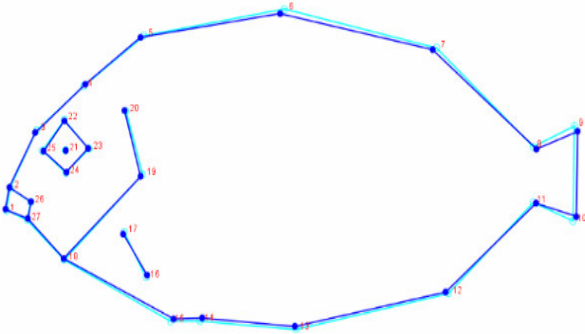
Nếu loại bỏ vai trò của giới tính đối với các biến thể hình dạng trong các quần thể cá, mô tả hình dạng của cá giữa các quần thể có thể thấy sự khác nhau về đặc điểm sinh thái của hai khu vực phân bố được thể hiện qua sự phân tích 55 thành phần chính (Hình 5).



Hình 5. Phân tích sự khác nhau về hình thái cá địa giữa hai khu vực phân bố Sam Chuẩn và Hương Phong thuộc đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế

Ghi chú: A. Phân tích thành phần chính của các mốc hình thái của cá địa giữa hai khu vực phân bố Sam Chuẩn (đậm) và Hương Phong (nhạt). B. Biểu đồ khung dây hiển thị sự thay đổi hình dạng của các điểm mốc trên cá dọc theo PC1 từ mặt trái; C. Lưới cong tương đối với hình dạng trung bình của cá địa thu được từ 27 điểm mốc từ các vị trí nghiên cứu.

Kết quả phân tích biến thể chuẩn (CVA) (Hình 6) cho thấy, giá trị p từ 10.000 vòng hoán vị cho khoảng cách Procrustes giữa các nhóm Sam Chuẩn và Hương Phong là $< 0,05$. Vì vậy, giữa hai khu vực phân bố Sam Chuẩn với số lượng cá thể là 29 và Hương Phong là 26 cá thể của cá diạ có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai khu vực này. Tuy nhiên, đây chỉ là kết quả bước đầu, để kết luận chính xác, cần nghiên cứu thêm với số mẫu lớn hơn.



Hình 6. Phân tích biến thể chuẩn CVA cá diạ giữa hai khu vực phân bố Sam Chuẩn và Hương Phong thuộc đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế

Ghi chú: Đường màu đậm chỉ hình dạng trung bình của cá thể cá diạ ở Sam Chuẩn. Đường màu nhạt chỉ hình dạng trung bình của cá thể cá diạ ở Hương Phong. Các chấm tròn là trung bình các điểm mốc tương đồng của các cá thể cá diạ ở Sam Chuẩn và Hương Phong.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Kết quả phân tích biến thể chuẩn (CVA) cho thấy, không có sự khác biệt về hình dạng giữa nhóm đực và cái của cá diạ ($p > 0,05$). Tuy nhiên, có sự khác nhau đáng kể giữa các nhóm cá được thu tại hai vùng khác nhau ở đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế gồm Sam Chuẩn và Hương Phong ($p < 0,05$).

- Sự đa dạng về hình dạng giữa các nhóm cá có thể được giải thích do sự khác nhau về chế độ dòng chảy cũng như các tác động môi trường khác. Vì vậy, cần tiến hành thêm các nghiên cứu khác và tăng số lượng mẫu để đánh giá cụ thể các tính chất vật lý dòng chảy và các tác động môi trường khác của các khu vực này nhằm đưa ra kết luận chắc chắn hơn về mối tương quan giữa môi trường và sự đa dạng hình thái của sinh vật.

LỜI CẢM ƠN

Công trình này được hỗ trợ từ kinh phí nhóm nghiên cứu mạnh Đại học Huế mã số: NCM.DHH.2022.07.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dean C, Adams F, Erik O. C. (2013). Geomorph: an R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods in Ecology and Evolution*, 4: 393 - 399.
2. Cemal T (1999). A Note on The Examination of Morphometric Differentiation Among Fish Populations: The Truss System. *Turkish Journal of Zoology*, 23(3): 1 - 9.
3. Cridlin S (2018). Geometric Morphometric and Traditional Morphometric Analyses of Secular Changes in the Craniofacial and Anterior Cranial Base Shapes of Modern Euro-Americans, 18 - 27.
4. Rahman M, Saydur M, Akihiro T, Kazunori T (2000). Correlation between plasma steroid hormones and vitellogenin profiles and lunar periodicity in the female golden rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 127(1): 113 - 122.
5. Zarine M. Hermita, Jessie G. Gorospe, Mark Anthony J. Torres, Gil J. Lumasag, Cesar G. Demayo (2013). Describing body shape within and between sexes and populations of the Mottled spinefoot fish, *Siganus fuscescens* (Houttuyn, 1782) collected from different bays in Mindanao Island, Philippines. *AAFL Bioflux*, 6(3): 222 - 231.
6. Hung QP, Hoang ML (2020). Seasonal changes in three indices of gonadal maturation in male golden rabbitfish (*Siganus guttatus*): implications for artificial propagation. *Fish physiology and biochemistry*, 1 - 10.
7. Suwarni, Tresnati J, Tuwo A, Omar SBA (2020). Morphometric characteristics of rabbit fish (*Siganus canaliculatus* Park, 1797) in Makassar Strait, Flores Sea, and Bone Gulf. *AAFL Bioflux*, 13(4): 2343 - 2354.
8. Duy L, Phuoc N, Dung N, Kristof Di, Nico B, Tim L, Frederiek MK, Jo DV, Olav V, Peter B (2019). Gut microbiota of migrating wild rabbit

fish (*Siganus guttatus*) larvae have low spatial and temporal variability. *Microbial Ecology*, 1 - 13.

9. Nguyễn Văn Hào (2005). *Cá nước ngọt Việt Nam*, tập 2+3. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

10. Dean C, Adams F, James R, Dennis ES (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the revolution. *The Italian Journal of Zoology*, 71: 5 - 16.

11. Klingenberg CP (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric

morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11: 353 - 357.

12. Fangmin S, Shixiao Y, Sovan L, Xinhui L (2018). Habitat effects on intra - species variation in functional morphology: Evidence from freshwater fish, *Ecol Evol*, 8(22): 10902 - 10913.

13. Hara, Marietta N, Monina P, Yasuhiko T (1986). Year- round spawning and seed production of the rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, 59(3-4): 259 - 272.

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FISH *Siganus guttatus* (Bloch, 1787)
IN THUA THIEN HUE PROVINCE BY GEOMETRIC GEOMORPHIC APPROACH**

Nguyen Xuan Huy¹, Bui Thanh Long², Nguyen Hoang Nhat Minh³, Tran Van Giang³

¹ Hue University

² Khanh Hoa University

³ Hue University of Education, Hue University

Summary

Siganus guttatus (Bloch, 1787) is a species of ray - finned fish belonging to the family Siganidae with high economic and nutritional value for aquaculture and production, so it is very promising for fish farming in Vietnam in general and Thua Thien Hue province in particular. Because the Tam Giang lagoon area has diverse bottom topography and cliff shapes, the flow in this area is very complicated. Therefore, in this study, morphological characteristics were collected and compared using geometrical unit approach of fish groups collected at two locations, Sam Chuon and Huong Phong, belong to Tam Giang lagoon, Thua Thien Hue province area to assess the influence of flow on morphological diversity among individual groups. Based on the analysis of the geometrical units of 27 landmarks from 55 samples of fish collected in the study area, the results indicated that there was no statistically significant difference between the two groups of male and female individuals ($p > 0.05$); However, in terms of location, the analysis results show that there is a statistically significant difference between groups of individuals collected at different locations ($p < 0.05$).

Keywords: *Homologous landmark, morphology, Siganus guttatus.*

Người phản biện: TS. Phan Đình Phúc

Ngày nhận bài: 18/12/2023

Ngày thông qua phản biện: 19/2/2024

Ngày duyệt đăng: 10/5/2024

CHUYỂN ĐỔI CƠ CẤU CÂY TRỒNG VÙNG ĐỒNG BẰNG ĐỂ THÍCH ỨNG VỚI SUY GIẢM NGUỒN NƯỚC TẠI TỈNH AN GIANG

Đường Huyền Trang¹, Phạm Huỳnh Thanh Vân^{1*}

Phạm Duy Tiến¹, Hồ Văn Hòa²

TÓM TẮT

Tỉnh An Giang có nguồn tài nguyên nước thích hợp cho sản xuất nông nghiệp, nhưng hiện nay nguồn nước đang có nhiều biến động. Nghiên cứu tập trung khảo sát hiện trạng chuyển đổi cơ cấu cây trồng tại vùng đồng bằng của tỉnh An Giang và những yếu tố tác động đến quá trình chuyển đổi. Nghiên cứu sự thay đổi điều kiện nguồn nước được xác định thông qua yếu tố tổng lượng nước về đồng bằng và mực nước nội đồng giai đoạn 1996 - 2020, số liệu được thu thập tại 7 trạm đại diện mực nước nội đồng tỉnh An Giang và được xử lý bằng phương pháp kiểm định hồi quy tuyến tính và phân tích Mankendall-SenSlope và Pettit. Sự chuyển đổi mô hình sản xuất được thu thập khảo sát bằng phương pháp phỏng vấn người am hiểu (KIP), phỏng vấn nhóm và 120 nông hộ. Kết quả cho thấy, đã có sự suy giảm mực nước tổng lượng nước về tỉnh An Giang và mực nước nội đồng. Nghiên cứu chuyển đổi từ trồng lúa sang cây trồng cạn (rau màu, cây ăn trái) đã và đang được thực hiện ở hai huyện An Phú và Châu Phú. Tại huyện Châu Phú, chuyển đổi từ lúa sang cây ăn trái (CAT) chiếm tỷ lệ 76,19% và huyện An Phú 38,03%. Lợi nhuận trồng màu cao hơn lúa 85,71%, năng suất lúa giảm 27,02% và thiếu nước canh tác (trồng màu thường yêu cầu ít nước hơn trồng lúa) 23,08%, đây là những nguyên nhân chủ yếu thúc đẩy nông dân chuyển đổi cơ cấu cây trồng. Để phát triển cần chú ý hỗ trợ kỹ thuật giúp nông hộ áp dụng tốt hơn với mô hình mới và quan trọng là gia tăng liên kết giữa nông dân với các nhóm liên quan trong chuỗi giá trị, từ đó nông dân có được lợi nhuận cao hơn, tham gia nhiều hơn vào quá trình sản xuất, nhằm đảm bảo thu nhập ổn định cho nông hộ tại khu vực đồng bằng tỉnh An Giang.

Từ khóa: An Giang, chuyển đổi cơ cấu cây trồng, đồng bằng, thay đổi mực nước.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

An Giang nằm ở vùng Tây Nam bộ, là tỉnh biên giới, nơi đầu tiên dòng Mê Kông chảy vào lãnh thổ Việt Nam. Tỉnh có vị trí đặc biệt, phía Tây Bắc giáp Campuchia với đường biên giới dài gần 100 km tiếp giáp với hai tỉnh là Takeo và Kandal, các hướng còn lại giáp các tỉnh Đồng Tháp, Kiên Giang và thành phố Cần Thơ. Hàng năm, khi mùa nước nổi về, thiên nhiên đã ban tặng cho ngành nông nghiệp của tỉnh nhiều ưu đãi so với các tỉnh khác trong vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), lượng nước dồi dào mang theo phù sa giúp đất màu mỡ, thích hợp cho sản xuất nông

ngiệp. Lúa gạo, rau màu và thủy sản là những ngành sản phẩm thế mạnh của tỉnh (diện tích và sản lượng trồng lúa năm 2020 là 637.22 nghìn ha và 4.014.080 tấn; rau màu là 32.269,5 ha và 728.078 tấn; thủy sản là 1,8 nghìn ha và 520 nghìn tấn) [1]. Tuy nhiên, hiện nay lợi thế về nguồn nước của tỉnh An Giang ngày càng suy giảm do tác động của các yếu tố tự nhiên và con người (xây đập thượng nguồn, tăng nhu cầu sử dụng nước của các quốc gia thượng nguồn và sử dụng nước chưa hợp lý của nội tại vùng [2, 3, 4].

Chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ lúa sang các loại cây trồng cạn để sử dụng các nguồn tài nguyên hợp lý, sản xuất ra những sản phẩm đáp ứng với nhu cầu thị trường là cách thích ứng đã và đang được nông dân và các cấp quản lý tại tỉnh An Giang thực hiện [5]. Quá trình này đã đạt được hiệu quả bước đầu, đem lại thu nhập cao hơn so

¹ Khoa Nông nghiệp - TNTN, Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

² Phòng Thủy văn và Tài nguyên nước, Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

* Email: phtvan@agu.edu.vn

với trồng lúa từ 2 - 4 lần tại thời điểm năm 2020 [6]. Đặc biệt là trong thời điểm có những tác động tiêu cực của đại dịch Covid, nông nghiệp của tỉnh vẫn chứng minh được vai trò là bệ đỡ cho nền kinh tế. Trong tương lai, nông nghiệp vẫn có vị thế quan trọng cho sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh. Chuyển dịch cơ cấu cây trồng của nông hộ bị tác động bởi nhiều yếu tố, trong đó có sự thay đổi điều kiện canh tác như: Nguồn tài nguyên nước mặt, những thay đổi về mùa lũ. Mặc dù, khả năng thích ứng của nông hộ khác nhau, những hộ có tài sản và tiếp cận thông tin sớm sẽ có thích ứng trước các nông hộ khác [7, 8]. Tuy nhiên, sự tiếp nhận thông tin thiếu chính xác về sự thay đổi điều kiện canh tác đã làm cho đầu tư của nông hộ mang tính may rủi, mạo hiểm nhiều. Chuyển đổi cơ cấu cây trồng đã được thảo luận ở một số nghiên cứu, tuy nhiên sinh kế nông nghiệp hiện tại của nông dân tại khu vực đồng bằng của tỉnh An Giang bị tác động do sự thay đổi mực nước thì chưa được phân tích. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện để tìm hiểu hiện trạng chuyển đổi cơ cấu cây trồng tại tỉnh An Giang nhằm thích ứng với sự thay đổi mực nước vùng nội đồng.

2. ĐỊA ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại An Giang, tỉnh đầu nguồn của vùng ĐBSCL. Vì là tỉnh đầu tiên nhận nguồn nước từ sông Mê Kông, nên khi có sự thay đổi nguồn nước thì nơi đây bị tác động trước tiên. Tỉnh An Giang có 11 đơn vị hành chính trực thuộc, bao gồm: Thành phố Long Xuyên, Châu Đốc, thị xã Tân Châu và 8 huyện. Diện tích tự nhiên của toàn tỉnh là 3.536,7 km², dân số hiện có 1.904 ngàn người [1]. Về địa hình của tỉnh An Giang có điểm khác biệt so với các tỉnh còn lại trong vùng ĐBSCL, được chia thành hai dạng là đồng bằng (238.419,60 ha, chiếm 67,41% tổng diện tích toàn tỉnh) và đồi núi. Vùng đồng bằng có độ cao thấp dần từ phía Đông Bắc xuống Tây Nam với độ chênh cao 0,5 - 1 cm/km, cao trình toàn vùng thay đổi từ 0,8 - 3 m [5, 9].

Vùng đồng bằng được chọn là địa bàn nghiên cứu, vùng này nằm trên hai tiểu vùng sinh thái chính là vùng giữa sông Tiền, sông Hậu và vùng

Tứ giác Long Xuyên. Hai vùng có các đặc điểm địa hình và mùa lũ riêng biệt [5, 10].

(+) Vùng sinh thái giữa sông Tiền và sông Hậu gồm: Huyện An Phú, Tân Châu, Phú Tân, Chợ Mới.

(+) Vùng đồng bằng thuộc vùng Tứ giác Long Xuyên gồm: Thành phố Long Xuyên, Châu Đốc và các huyện Thoại Sơn, Châu Thành, Châu Phú, một số xã vùng đồng bằng của huyện Tri Tôn, Tịnh Biên.

Để xác định địa bàn nghiên cứu đã tham vấn ý kiến cán bộ quản lý cấp tỉnh, cấp huyện (lĩnh vực môi trường và nông nghiệp) nhằm chọn điểm nghiên cứu phù hợp và đại diện vùng nghiên cứu vì mang các đặc điểm đặc trưng của vùng.

An Phú là huyện biên giới đầu nguồn của tỉnh An Giang, có diện tích tự nhiên là 22.617,09 ha, chiếm 6,40% diện tích toàn tỉnh. Toàn huyện có 2 thị trấn và 12 xã với 44.960 hộ với 180.153 người, mật độ 656 người/km². Nguồn nước tự nhiên từ 2 sông lớn là sông Tiền và sông Hậu. Các mô hình canh tác chính tại huyện gồm: Trồng cây ăn trái (xoài), rau màu chủ yếu (bắp), lúa 3 vụ và lúa 2 vụ. Huyện đã có sự chuyển đổi từ lúa sang cây trồng cạn.

Huyện Châu Phú có vị trí địa lý phía Đông giáp huyện Phú Tân, Chợ Mới; phía Tây giáp huyện Tịnh Biên, Tri Tôn; phía Nam giáp huyện Châu Thành; phía Bắc giáp thành phố Châu Đốc. Diện tích đất tự nhiên là 45.100,76 km², trong đó đất sản xuất nông nghiệp là 39.774,89 ha. Nông sản chủ lực của huyện gồm: Lúa, cá tra, cây ăn quả, rau màu [11]. Quá trình chuyển đổi tại huyện Châu Phú có thể xem xét ở hai khía cạnh là sự chuyển đổi từ lúa sang cây ăn trái và hoa màu.

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 10/2021 - 12/2022.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Tại tỉnh An Giang, nguồn tài nguyên nước mặt nhận từ sông Mê Kông chảy vào Việt Nam ở cửa ngõ Tân Châu và Châu Đốc thành hai nhánh sông: Sông Tiền và sông Hậu theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Ba yếu tố tác động đến nguồn nước mặt trên địa bàn tỉnh bao gồm: Tổng lượng nước

về đồng bằng, động thái xuất hiện của mùa lũ và chất lượng nguồn nước [5, 4, 12]. Sự tác động lẫn nhau giữa các yếu tố này hình thành lượng nước hữu dụng cho sản xuất nông nghiệp.

Nghiên cứu sử dụng số liệu định tính kết hợp định lượng. Việc áp dụng phương pháp tiếp cận hỗn hợp (mixed approach) trong nghiên cứu ngày càng phổ biến vì cách tiếp cận này phát huy được thế mạnh của cả hai loại số liệu định tính và định lượng để hỗ trợ nhau cùng làm sáng tỏ các mục tiêu nghiên cứu [13]. Các số liệu định lượng và định tính được thu thập bao gồm:

- Số liệu định lượng:

Số liệu định lượng được sử dụng để xác định sự thay đổi của tổng lượng nước và mực nước nội đồng. Các thông tin được thu thập từ 7 trạm đại diện nằm trên địa bàn tỉnh An Giang giai đoạn 1996 - 2020. Các trạm có tọa độ như sau: Châu Đốc (514616,1:1183392,2); Tân Châu (527099,9:11939 28,5); Vàm Nao (539758,4:1169418,2); Long Xuyên (539758,4:1169418,2); Tri Tôn (506066,5: 1153671,3); Chợ Mới (544084,3:1166440,6); Xuân Tô (493930,4: 1172502,7).

Các nguồn số liệu sau đây được thu thập:

(+) Tổng lượng nước đổ về vùng ĐBSCL qua hai trạm Tân Châu và Châu Đốc giai đoạn 1996 - 2020;

(+) Số liệu về mực nước cao nhất hàng năm tại 7 trạm đại diện mực nước nội đồng trên địa bàn tỉnh An Giang giai đoạn 1996 - 2020.

Ngoài ra, phương pháp phỏng vấn nông hộ sử dụng bảng hỏi cấu trúc với số mẫu 120 được áp dụng tại địa bàn huyện An Phú (60 phiếu) và Châu Phú (60 phiếu). Đối tượng tham vấn là nông hộ đã thực hiện chuyển đổi mô hình sản xuất. Nội dung bảng hỏi bao gồm: Thông tin tổng quan về nông hộ, quá trình chuyển đổi mô hình canh tác và những nguyên nhân của sự chuyển đổi cũng như những thuận lợi, khó khăn của việc chuyển đổi và giải pháp để phát triển.

- Số liệu định tính:

Số liệu định tính được áp dụng trong tiếp cận nghiên cứu tổng hợp vì các phương pháp hỗ trợ lẫn nhau [14]. Ba phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu này theo thứ tự là: Nghiên cứu tài liệu

(desk study), phỏng vấn người am hiểu (key informant panel) và phỏng vấn nhóm tập trung (focus group discussion).

+ Phương pháp nghiên cứu tài liệu là bước đầu của quá trình nghiên cứu, để phân tích các văn bản, báo cáo khoa học từ các nguồn khác nhau có liên quan đến hiện trạng sản xuất nông nghiệp.

+ Phương pháp phỏng vấn người am hiểu sử dụng bảng câu hỏi bán cấu trúc được thực hiện cho hai nhóm là chuyên gia lĩnh vực tài nguyên môi trường (Trường Đại học Cần Thơ, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam), cán bộ quản lý nông nghiệp và cán bộ thủy lợi (cấp tỉnh và cấp huyện). Tổng cộng có 5 cuộc phỏng vấn đã được thực hiện để khảo sát sự chuyển đổi cơ cấu cây trồng tại vùng ĐBSCL và tỉnh An Giang qua sự thay đổi tổng lượng nước, mực nước nội đồng khu vực thượng nguồn vùng ĐBSCL.

+ Phương pháp thảo luận nhóm tập trung được xem là hữu dụng để cung cấp thông tin về con người và tình huống thực tế qua sự tương tác giữa người thu thập và người phản hồi thông tin [14, 15]. Hai cuộc thảo luận nhóm đã được thực hiện tại huyện An Phú và Châu Phú. Thành viên tham dự là cán bộ quản lý cấp huyện bao gồm: Cán bộ Phòng Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Trạm Khuyến nông, Trạm Thủy lợi, Hội Phụ nữ, Hội Nông dân (8 - 10 người/cuộc thảo luận). Nội dung thảo luận tập trung vào hiện trạng chuyển đổi cơ cấu cây trồng tại địa bàn và những thay đổi mực nước nội đồng.

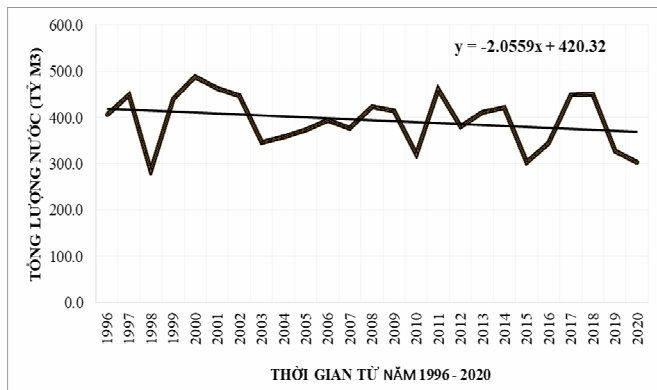
+ Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu định lượng được phân tích xu thế (Trendline) để đánh giá diễn biến của tổng lượng nước (qua trạm Tân Châu và Châu Đốc), thông qua phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính và phân tích Mankendall-SenSlope và Pettit để phân tích mực nước cao nhất tại 7 trạm đại diện mực nước nội đồng trên địa bàn tỉnh An Giang. Các thông tin định lượng về hiện trạng sản xuất nông nghiệp từ bảng hỏi được mã hóa, nhập liệu và xử lý bằng phần mềm thống kê mô tả Microsoft Excel. Số liệu định tính từ các cuộc thảo luận được thu âm, thông tin được gõ băng (chuyển từ lời nói thu âm thành dạng chữ viết) và phân loại để trả lời các câu hỏi liên quan đến chủ đề nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Suy giảm tổng lượng nước và mực nước nội đồng

3.1.1. Suy giảm tổng lượng nước

Vùng ĐBSCL nhận được tài nguyên nước mặt lớn, xấp xỉ 450 - 475 tỷ m³ nước/năm, nếu so sánh với tổng lượng nước mặt của cả Việt Nam là 830 - 840 tỷ m³/năm [4]. Kết quả thu thập tổng lượng nước đổ về vùng ĐBSCL qua hai trạm Tân Châu (sông Tiền) và trạm Châu Đốc (sông Hậu) giai đoạn 1996 - 2020 cho thấy, đã có sự suy giảm. Dựa vào chuỗi giá trị thu được của tổng lượng nước về đồng bằng giai đoạn 1996 - 2020, kết quả phân tích (Hình 1) cho thấy, đường xu hướng giảm (Trendline).



Hình 1. Suy giảm tổng lượng nước về trạm Tân Châu và Châu Đốc giai đoạn 1996 - 2020

$y = ax + b$ với hệ số a có giá trị âm ($a = -2,059$) cho thấy, tổng lượng nước về ĐBSCL trong thời gian qua có xu hướng giảm.

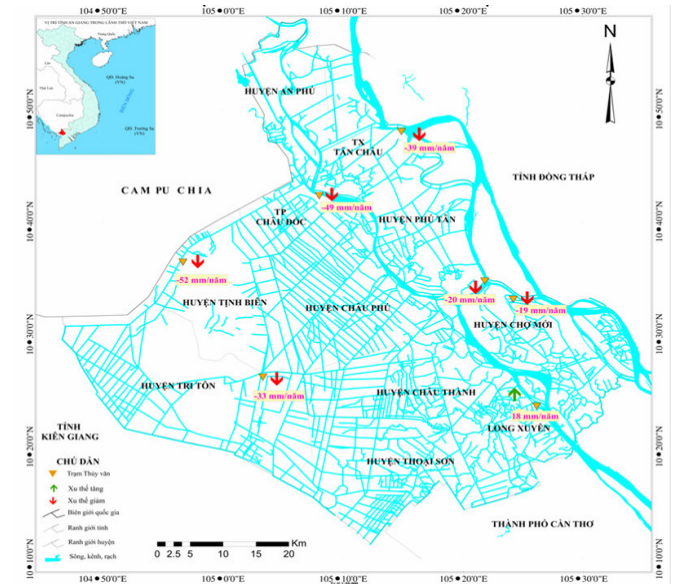
Lưu lượng trung bình năm của hệ thống sông này là 13.500 m³/s (lưu lượng lũ 24.000 m³/s và mùa cạn là 5.020 m³/s). Lưu lượng nước đo được ở trạm Tân Châu và Châu Đốc chênh nhau rất lớn, khoảng 80% ở sông Tiền và 20% ở sông Hậu, năm lũ càng lớn thì tỉ lệ phân lũ về sông Hậu càng nhiều và ngược lại [16]. Thực tế ghi nhận đã có sự suy giảm, tuy nhiên khác nhau tùy theo năm, những năm tổng lượng thấp trùng với thời điểm các năm có lũ nhỏ, xâm nhập mặn gây hại nghiêm trọng tại ĐBSCL như các năm 1998, 2010, 2015 và 2020 [17]. Kết quả thu thập từ phỏng vấn nông hộ cũng cho thấy kết quả tương tự. Tỷ lệ nhận định mực nước giảm đi trong những năm gần đây rất cao (93,33% tại huyện An Phú và 86,67% tại huyện

Châu Phú). Vì là huyện đầu nguồn nên thời gian nước bắt đầu giảm được nông dân ghi nhận sớm hơn tại huyện An Phú (khoảng năm 2010 tại huyện An Phú và năm 2015 tại huyện Châu Phú).

3.1.2. Suy giảm mực nước nội đồng lớn nhất

Là tỉnh đầu tiên tiếp nhận nước từ thượng nguồn, tỉnh An Giang có mùa lũ (trùng với thời điểm mùa mưa, kéo dài từ tháng 8 đến tháng 12) là nét đặc trưng cho điều kiện thủy văn của tỉnh. Chế độ thủy văn ở tỉnh An Giang chịu sự chi phối của nguồn nước đổ về từ thượng nguồn và thủy triều của biển Đông (4 huyện cù lao nằm giữa sông Tiền và sông Hậu) và vịnh Thái Lan (7 huyện, thị và thành phố vùng Tứ giác Long Xuyên) [9, 16, 18]. Vì phụ thuộc vào nước thượng nguồn nên khi tổng lượng nước đổ về suy giảm dẫn đến sự suy giảm mực nước nội đồng lớn nhất.

Phân tích mực nước nội đồng lớn nhất (mực nước max) trên địa bàn tỉnh An Giang, giai đoạn 1996 - 2020 cho thấy, hầu hết ở các trạm xu thế mực nước lớn nhất có xu hướng giảm từ 18 - 52 mm/năm. Độ giảm ở các trạm có sự khác nhau, các trạm gần thượng nguồn có độ giảm nhiều hơn các trạm nội đồng. Riêng trạm Long Xuyên (trạm xa về phía hạ nguồn) có xu thế tăng 8,7 mm/năm (Hình 2).



Hình 2. Sự thay đổi của mực nước lớn nhất vùng nội đồng tỉnh An Giang

Từ kết quả phân tích cho thấy, mực nước kênh rạch nội đồng càng gần phía thượng nguồn tỉnh

An Giang bị chi phối bởi mực nước thượng lưu. Mực nước các kênh rạch phía gần về hạ lưu tỉnh An Giang bị chi phối bởi mực nước triều biển Đông và Tây theo quy luật của yếu tố gần nhất. Đặc trưng mực nước ở tỉnh An Giang vùng thượng nguồn đang có xu hướng giảm lũ, nhưng vùng hạ lưu tỉnh An Giang giáp thành phố Cần Thơ có xu hướng ngập lụt. Điển hình như mùa lũ năm 2022, tuy lũ không cao, nhưng gây ngập úng lại khá cao [19]. Lý giải về hiện tượng này là do bên cạnh các thay đổi về điều kiện tự nhiên, sự phát triển đê bao thiếu bền vững ở các tỉnh đầu nguồn tại tỉnh An Giang, Đồng Tháp, số lượng vùng có đê bao tăng, khép kín hai vùng sinh thái Tứ giác Long Xuyên và Đồng Tháp Mười, nước không còn nơi trú ngụ nên tràn xuống các vùng thấp hơn làm ngập lụt nhiều hơn vùng hạ lưu [20].

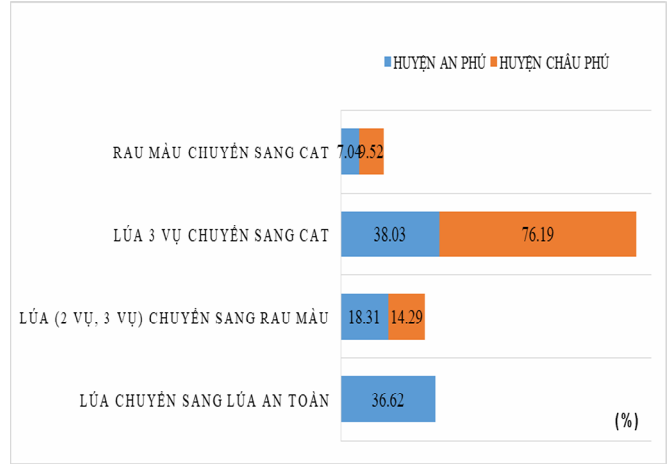
3.2. Suy giảm nguồn nước và ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp

3.2.1. Chuyển đổi mô hình sản xuất nông nghiệp và những khó khăn

Cơ cấu sản xuất nông nghiệp của tỉnh An Giang chuyển dịch theo hướng tăng thủy sản, cây CAT và giảm diện tích lúa. Tính đến năm 2020, tổng diện tích đã thực hiện chuyển đổi từ trồng lúa sang cây rau, màu và CAT đến nay đạt là 22.554 ha [6]. Kế hoạch chuyển đổi của tỉnh giai đoạn 2021 - 2025 với tổng diện tích hơn 34.081 ha. Trong đó, nhóm rau dưa các loại 7.108 ha, cây màu 12.764 ha và CAT 14.209,29 ha [11].

Kết quả phỏng vấn nông hộ cho thấy, trên địa bàn hai huyện các mô hình chuyển đổi đặc trưng là lúa sang CAT, rau màu sang CAT, lúa sang rau màu (Hình 4). Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Espagne E. (ed.) và cs (2021)[3] khi cho rằng, nông dân và cộng đồng người dân địa phương đã tự phát điều chỉnh hệ thống cây trồng dưới áp lực từ các yếu tố môi trường hoặc thị trường. Mô hình lúa 3 vụ chuyển sang CAT chiếm ưu thế tại huyện Châu Phú với các loại cây phổ biến là xoài, nhãn, sầu riêng. Trong khi tại huyện An Phú chuyển đổi từ lúa sang CAT phát triển mạnh, trong đó xoài là cây trồng chủ yếu. Từ năm 2010, một số nông dân bắt đầu tự phát trồng và kéo dài cho đến nay. Đặc biệt là trồng giống xoài

Keo, nhất là các xã gần biên giới. Lý do xoài Keo là đối tượng được chọn vì dễ trồng, có thị trường tiêu thụ và trồng xoài cần ít nước hơn các loại cây trồng khác (Phỏng vấn nhóm cán bộ huyện An Phú, 2021).

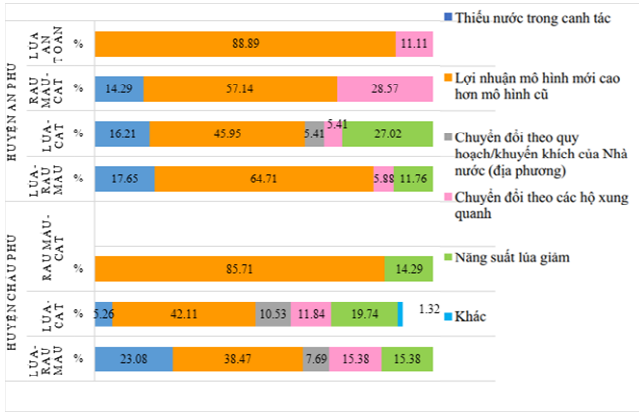


Hình 3. Các mô hình chuyển đổi tại tỉnh An Giang

Đặc biệt tại huyện An Phú, có sự chuyển đổi mô hình lúa thường (canh tác truyền thống) sang mô hình lúa an toàn. Mô hình chú trọng sự an toàn cho người trồng, cho môi trường trong khi tăng hiệu quả kinh tế và giảm chi phí phòng trừ dịch hại (Phỏng vấn nhóm cán bộ huyện An Phú, 2021). Các chế phẩm sinh học như: Trichoderma, Biosar, Biobac được ưu tiên sử dụng để bảo vệ và tạo điều kiện cho thiên địch phát triển. Không sử dụng thuốc hóa học trong khoảng 30 - 40 ngày sau sạ. Mô hình giảm được số lần phun thuốc trừ dịch hại từ 7,8 lần/vụ còn 2,3 lần/vụ [21]. Do vậy, mô hình lúa an toàn đã dần khẳng định là một phương thức sản xuất góp phần tạo động lực phát triển nông nghiệp bền vững cho tỉnh An Giang [21].

3.2.2. Nguyên nhân chuyển đổi cây trồng và những giải pháp

Kết quả khảo sát ghi nhận, lý do chuyển đổi cây trồng tại vùng nội đồng tỉnh An Giang có sự khác nhau ở các mô hình, bao gồm các yếu tố kinh tế, tự nhiên và xã hội. Trong đó yếu tố lợi nhuận (hơn 85,71%), năng suất lúa giảm (27,02%), thiếu nước canh tác vào mùa khô (hơn 23,08%) là các yếu tố chính ảnh hưởng đến quyết định chuyển từ trồng lúa sang trồng CAT và rau màu tại địa phương là do các loại cây này có nhu cầu nước ít hơn mô hình trồng lúa trước đó (Hình 4).



Hình 4. Nguyên nhân chuyển đổi mô hình canh tác tại huyện An Phú

Trong chiến lược chung của vùng ĐBSCL, quy hoạch nông nghiệp tỉnh An Giang thực hiện tái cơ cấu ngành nông nghiệp theo hướng nâng cao giá

trị [22, 23]. Kết quả khảo sát nông hộ cho thấy, rõ quá trình chuyển đổi được đánh giá là mang lại hiệu quả cho tất cả các mô hình canh tác tại 2 địa bàn nghiên cứu, cụ thể hiệu quả đồng vốn cho các mô hình canh tác lúa, rau màu và cây ăn trái tại huyện An Phú lần lượt là 0,84; 1,17; 1,12 và tại huyện Châu Phú lần lượt là 0,41; 1,48; 3,32. Tuy nhiên, những rủi ro vẫn còn tồn tại, nhất là đối với những hộ chuyển đổi từ lúa sang vườn CAT, do nông dân phải đầu tư một thời gian dài trước khi có được thu nhập, nhưng nguồn thu nhập này còn bấp bênh. Để phát triển phù hợp các mô hình đã được chuyển đổi thì các giải pháp sau đây cần được xem xét để sản xuất phù hợp với hiện tại và phát triển ổn định hơn.

Bảng 1. Giải pháp phát triển các mô hình chuyển đổi

Mô hình và hiện trạng	Giải pháp phát triển
Mô hình CAT: Hiện nay người dân đang gặp khó khăn nhiều nhất về thị trường và cập nhật những kỹ thuật canh tác vì chuyển từ canh tác lúa sang cây trồng cận có nhiều khó khăn trong áp dụng những kỹ thuật mới.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cần tăng cường ký kết hợp đồng bao tiêu để đảm bảo giá cả và đầu ra ổn định. Hiện nay, các Hợp tác xã hoạt động lĩnh vực CAT trên địa bàn tỉnh An Giang còn ít, do vậy cần tăng cường mối liên kết để nông dân yên tâm sản xuất. ✓ Tăng cường tập huấn cũng như chia sẻ kinh nghiệm để nông dân học hỏi và thực hành tốt các kỹ thuật, đặc biệt là tiếp cận những tiêu chuẩn đáp ứng được thị trường quốc tế (xoài Keo huyện An Phú có cơ hội tốt xuất khẩu sang các thị trường ngoài nước).
Mô hình rau màu: Hiện nay gặp khó khăn về đầu ra vì sản phẩm thu hoạch phải sử dụng trong ngày và chưa có thị trường tiêu thụ cho những sản phẩm có chất lượng.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tăng cường hỗ trợ về đầu ra và tiếp thị cho sản phẩm rau. ✓ Phát triển các mô hình hợp tác giữa các nông dân và các đối tác thương mại để tạo ra sự ổn định trong việc tiếp cận thị trường và giá bán cho các mặt hàng có chứng nhận chất lượng (VietGAP).
Mô hình lúa an toàn: Hiện nay phát triển tốt và có xu hướng tiếp tục phát triển vì đem lại giá trị kinh tế đồng thời bảo vệ môi trường.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nông dân tham gia vào Hợp tác xã lúa an toàn với định hướng chứng nhận thương hiệu lúa an toàn của xã Vĩnh Lộc, huyện An Phú. ✓ Tăng cường áp dụng kỹ thuật sinh học, tăng giá trị sản xuất, hỗ trợ nông dân đạt lợi nhuận cao hơn.

(Nguồn: Thảo luận nhóm, 2022)

4. KẾT LUẬN

Hiện trạng chuyển đổi từ lúa sang cây trồng cận như rau màu và CAT đã và đang diễn ra tại các huyện đồng bằng của tỉnh An Giang.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tại huyện Châu Phú chuyển đổi từ trồng lúa sang CAT, rau màu chiếm tỷ trọng lần lượt là 76,19% và 14,29%; tại huyện An Phú, chuyển đổi từ trồng lúa sang CAT, lúa an toàn và rau màu lần lượt là 38,03%, 36,62% và

18,31%. Việc chuyển đổi từ trồng lúa sang cây trồng cận được triển khai nhằm thích ứng với sự thay đổi nguồn nước của địa phương và nhu cầu phát triển kinh tế hộ. Phần lớn, các mô hình này mang lại hiệu quả kinh tế cho nông dân, hiệu quả đồng vốn cho các mô hình canh tác lúa, CAT và rau màu tại huyện Châu Phú lần lượt là 0,44; 3,21; 2,15 và tại huyện An Phú hiệu quả đồng vốn cho các mô hình canh tác lúa an toàn, CAT và rau màu

lần lượt là 0,73; 1,18 và 1,40. Sự suy giảm nguồn nước vào mùa khô là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến quyết định chuyển từ trồng lúa sang trồng CAT và rau màu, vì những loại cây trồng này có nhu cầu nước ít hơn lúa. Ngoài ra, yếu tố lợi nhuận trồng màu cao hơn lúa và năng suất lúa giảm cũng là hai nguyên nhân đóng vai trò quan trọng thúc đẩy nông dân chuyển đổi cây trồng. Về các giải pháp thực hiện mô hình, cần tập trung vào giải pháp kỹ thuật để nông dân tiếp cận và áp dụng những kỹ thuật phù hợp trong sản xuất các mô hình mới (khác với lúa), để có thể tiếp cận những tiêu chuẩn sản xuất cao, đáp ứng được nhu cầu các thị trường trên thế giới. Cần tăng cường sự tham gia của các đối tác vào chuỗi giá trị sản xuất để nâng cao giá trị cho cả CAT và rau màu để tạo cơ hội cho người lao động tham gia và thu được nhiều lợi nhuận hơn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số B2021-16-04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Thống kê tỉnh An Giang (2020). *Niên giám thống kê tỉnh An Giang*. Nxb Thống kê.
2. Mead Allison, Charles Nittrouer, Andrea Ogston, Julia Mullarney, Nguyen Trung Thanh (2017). *Sedimentation and survival of the Mekong Delta: A case study of decreased sediment supply and accelerating rates of relative sea level rise*. *Oceanography*, 30(3), 98-109. Doi:<https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.318>
3. Espagne E. (ed.), Ngo Duc Thanh, Nguyen Manh Hung, E. Pannier, M-N. Woillez, A. Drogoul, Vu Canh Toan (2021). *Climate change in Viet Nam impacts and adaptation*. Retrieved from Paris. Agence Française de Développement.
4. Lê Anh Tuấn (2015). *Đồng bằng sông Cửu Long: Các vấn đề tài nguyên nước và phát triển bền vững*. Bài viết trình bày tại Hội thảo nước là cốt lõi phát triển bền vững.
5. UBND tỉnh An Giang (2021). Quy hoạch vùng tỉnh An Giang thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
6. UBND tỉnh An Giang (2020a). Báo cáo số: 456/BC-UBND - Về việc tổng kết Đề án tái cơ cấu ngành nông nghiệp tỉnh An Giang đến năm 2020. Kết quả đạt được và phương hướng, nhiệm vụ, giải pháp trong thời gian tới.
7. Dang Hoa Le, Elton Li, Ian Nuberg và Johan Bruwer (2014). Farmers' perceived risks of climate change and influencing factors: A study in the Mekong Delta, Vietnam. *Environmental management*, 54(2), 331 - 345.
8. Peter Brown, Vo Van Tuan, Dang Kieu Nhan, Le Canh Dung, John R. Ward (2018). Influence of livelihoods on climate change adaptation for smallholder farmers in the Mekong Delta Vietnam. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 16(3), 255 - 271.
9. UBND tỉnh An Giang (2022). Báo cáo đánh giá môi trường chiến lược của quy hoạch tỉnh An Giang thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050.
10. UBND tỉnh An Giang (2016). Quyết định số 851/QĐ-UBND, ngày 30 tháng 6 năm 2016 phê duyệt nghiên cứu phát triển bền vững các vùng sinh thái trên địa bàn tỉnh An Giang trong điều kiện biến đổi khí hậu 2016 - 2020.
11. Phòng Nông nghiệp và PTNT huyện Châu Phú (2022). Báo cáo số 210/BC-NN, ngày 28/12/2022 về kết quả thực hiện kế hoạch xả lũ trong vụ thu đông năm 2022 trên địa bàn huyện Châu Phú.
12. IUCN Vietnam (Liên minh Quốc tế về Bảo tồn thiên nhiên) (2010). Báo cáo của nhóm chuyên gia - Phân tích thực trạng ĐBSCL.
13. John Ward Creswell, John David Creswell (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
14. Nicholas Walliman (2006). *Social research method*. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications.
15. David de Vaus (2002). *Surveys in social research (fifth edition ed.)*: SRM Production Services Sdn Bhd, Malaysia.
16. Trần Hồng Thái, Hoàng Minh Tuyền, Lương Hữu Dũng, Nguyễn Xuân Tiến và Trần Đức Anh (2014). Diễn biến dòng chảy tại đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 7, 19 - 23.
17. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2015). Báo cáo tọa đàm giám sát xâm nhập mặn vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long. <http://www.vncold.vn/Modules/CMS/Upload/10/PhatTrienNuc/150420/ManDBSCLToadam6415.pdf>, truy cập tháng 9/2023.

18. Nguyen Nghia Hung, José Miguel Delgado, Vo Khac Tri, Le Manh Hung, Bruno Merz, András Bárdossy, Heiko Apel (2011). Floodplain hydrology of the Mekong Delta, Vietnam. 26(5), 674 - 686.

19. Lục Tùng (2022). An Giang - Lũ ĐBSCL năm 2022 sẽ ở mức thấp so đỉnh lũ trung bình nhiều năm, nhưng nguy cơ gây ngập úng cao. Báo Lao Động. <https://laodong.vn/xa-hoi/lu-dbscl-nam-2022o-muc-thap-nhung-nguy-co-ngap-ung-cao1081232.ldo>. Truy cập ngày 15 tháng 9/2023.

20. UBND tỉnh An Giang. (2017). Quan điểm về định hướng phát triển của các tỉnh vùng trên của đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu. Bài tham luận tại Hội thảo Chuyển đổi mô hình phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi

khí hậu, Cần Thơ ngày 26 - 27/9/2017.

21. Thái Huỳnh Phương Lan, Phạm Văn Quang, Trương Ngọc Thuý, Trần Văn Hiếu, Huỳnh Ngọc Đức, Phạm Duy Tiến, Phạm Huỳnh Thanh Vân, Đường Huyền Trang, Lê Thị Phương Đông và Trần Xuân Long (2018). Tổng kết dự án nhân rộng lúa an toàn: Thuận lợi, khó khăn và bài học kinh nghiệm. Kỷ yếu Hội thảo khoa học Nghiên cứu và nhân rộng mô hình nông nghiệp thích ứng trong điều kiện thay đổi phù sa ở tỉnh An Giang.

22. UBND tỉnh An Giang (2014). Quyết định số 1350/QĐ-UBND, ngày 25 tháng 8 năm 2014 phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển nông nghiệp, nông thôn tỉnh An Giang đến năm 2020, định hướng đến năm 2030.

23. Work Bank (2016). Báo cáo phát triển Việt Nam chuyển đổi nông nghiệp Việt Nam: Tăng giá trị, giảm đầu vào. Hà Nội.

SHIFTING CROP STRUCTURE IN INLAND AREAS TO ADAPT TO DECLINING WATER RESOURCES IN AN GIANG PROVINCE

Duong Huyen Trang¹, Pham Huynh Thanh Van¹, Pham Duy Tien¹, Ho Van Hoa²

¹*Faculty of Agriculture & Natural Resources, An Giang University - Vietnam National University, Ho Chi Minh city*

²*Department of Hydrology and Water Resources - Institute for Environment and Resources*

Summary

Water resources in An Giang province has suitable for agricultural production, but currently it has been changed. The research conducted to undersatnd the current status of crop structure transformation in the terrain part of An Giang province and factors affecting the this process. The status of water source is determined through the total amount of water coming to the delta (collected at Chau Doc and Tan Chau stations) and the in-field water level from 1996 - 2020 (collected at seven in-field stations in An Giang province), data are analysed using linear regression testing and Mankendall-SenSlope and Pettit analysis. The shifting of crop models was conducted thorough Key Informant Person (KIP), group interviews and surveys (120 households). The results show that there has been a decrease in the total water level, and the water level in the field. Shifting from rice to upland crops (vegetables, fruit trees) has been carried out in An Phu and Chau Phu districts. In Chau Phu, from rice to fruit trees accounts for 76.19% and in An Phu 38.03%. Profits from growing new crops are higher than rice (85.71%), low rice productivity (more than 27.02%) and lack of water (more than 23.08%), these are the main reasons motivating farmers to change crop structure. To maintain and develop the farming system, it is necessary to pay attention to technical support for farmers to better adopt new technique and increase links between farmers and related stakeholders in the value chain of athe key agricultural products, so that farmers can participate more in the production process, gain higher profits and ensure stable income for farming households in the delta region of An Giang province.

Keywords: *An Giang, crop restructuring, changing of water levels*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thanh Bình

Ngày nhận bài: 28/11/2023

Ngày thông qua phản biện: 6/3/2024

Ngày duyệt đăng: 2/4/2024

ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG ĐẤT TRỒNG RỪNG GIỎI ĂN HẠT (*Michelia tonkinensis*) BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỬ BẠC MỜ TẠI HUYỆN KON PLÔNG, TỈNH KON TUM

Hoàng Huy Tuấn^{1*}, Trần Thị Thúy Hằng¹, Nguyễn Duy Phong¹,
Nguyễn Hợi¹, Lê Thái Hùng¹, Ngô Thị Phương Anh¹, Chu Thị Kim Yến²

TÓM TẮT

Giỏi ăn hạt là loài cây thân gỗ đa mục đích vừa cho gỗ và cho hạt đem lại giá trị kinh tế cao. Trong vài năm trở lại đây, trên địa bàn huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum đã có các mô hình trồng Giỏi ăn hạt thuần loài và trồng xen với cây công nghiệp hoặc cây nông nghiệp (cà phê, sắn). Tuy nhiên, việc phát triển các mô hình này đều dựa trên kinh nghiệm thực tiễn của các địa phương đã trồng thành công loài cây này nên việc đánh giá mức độ thích hợp làm cơ sở để xuất các giải pháp phát triển loài Giỏi ăn hạt nhằm góp phần nâng cao chất lượng rừng từ các mô hình trồng cây lâm nghiệp đa mục đích ở địa phương. Bằng kỹ thuật GIS và phương pháp phân tích thử bạc mờ với 4 nhóm nhân tố sinh thái chính (khí hậu, thổ nhưỡng, địa hình và trạng thái thực bì) với 7 nhân tố sinh thái phụ (lượng mưa, nhiệt độ, độ dày tầng đất, loại đất, độ cao, độ dốc và loại hình sử dụng đất và rừng) để đánh giá mức độ thích hợp của loài Giỏi ăn hạt ở các tiểu vùng sinh thái khác nhau. Tiềm năng đất trồng rừng Giỏi ăn hạt trên địa bàn huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum được phân thành 4 mức độ: Rất phù hợp, phù hợp, ít phù hợp và không phù hợp. Diện tích đất rất phù hợp cho trồng rừng Giỏi ăn hạt là rất thấp, chỉ chiếm 1,60%, trong khi đó diện tích ít phù hợp chiếm tỷ lệ lớn nhất (74,14%); diện tích nằm ở mức độ phù hợp và không phù hợp gần như tương đương nhau, lần lượt là 10,00 và 14,26%.

Từ khóa: FAHP, Giỏi ăn hạt, Kon Plông, nhân tố sinh thái, tiềm năng đất trồng rừng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giỏi (*Michelia* L.) là một chi thực vật thuộc họ Ngọc lan (Magnoliaceae) với khoảng 70 loài, trong đó, Việt Nam có khoảng 25 loài, phân bố rộng trên cả nước, đa số các loài được dùng lấy gỗ, làm cảnh, một số loài có hạt dùng làm gia vị và làm thuốc [1].

Ở Việt Nam, Giỏi ăn hạt (*Michelia tonkinensis*) là loài cây bản địa gỗ lớn, đa mục đích, có giá trị kinh tế và bảo tồn cao. Mặc dù Giỏi ăn hạt trong rừng tự nhiên có khả năng tái sinh từ hạt và chồi gốc, nhưng mật độ và tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng từ hạt rất thấp và phân bố không đều dẫn đến sự thiếu hụt cây tái sinh của loài này trong tự nhiên [2]. Nhìn chung, hiện nay Giỏi ăn hạt

trong rừng tự nhiên bị suy giảm nghiêm trọng [3]. Theo Vũ Quang Nam, Đào Ngọc Chương (2017) [1], Giỏi ăn hạt chủ yếu phân bố ở các tỉnh miền Bắc và miền Trung như: Tuyên Quang, Yên Bái, Phú Thọ, Ninh Bình, Nghệ An, Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế. Nhưng trên thực tế trong vài năm trở lại đây, trên địa bàn tỉnh Kon Tum đã có các mô hình trồng Giỏi ăn hạt thuần loài và trồng xen với cây công nghiệp hoặc cây nông nghiệp (cà phê, sắn)... Tuy nhiên, việc phát triển các mô hình này đều dựa trên kinh nghiệm thực tiễn của các địa phương đã trồng thành công loài cây này, nên vẫn chưa có luận cứ khoa học và thực tiễn vững chắc làm cơ sở cho định hướng lựa chọn cơ cấu loài cây trồng lâm nghiệp phù hợp nói chung và phát triển loài Giỏi ăn hạt nói riêng. Chính vì vậy, việc đánh giá tiềm năng đất trồng rừng giỏi ăn hạt (*Michelia tonkinensis*) bằng phương pháp phân tích

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

² Chi cục Kiểm lâm tỉnh Kon Tum

* Email: hoanghuytuan69@huaf.edu.vn

thứ bậc mờ tại huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum là rất cần thiết nhằm góp phần thực hiện thành công kế hoạch trồng mới 15.000 ha rừng đến năm 2025 của tỉnh Kon Tum [4]; đồng thời góp phần cải thiện sinh kế người dân địa phương và nâng cao chất lượng rừng từ các mô hình trồng cây lâm nghiệp đa mục đích ở địa phương.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập số liệu thứ cấp

Các thông tin thứ cấp được thu thập từ Phòng Nông nghiệp và PTNT, Hạt Kiểm lâm và các bên liên quan khác ở các xã có trồng Giổi ăn hạt trên địa bàn huyện Kon Plông. Thông tin cần thu thập bao gồm: Người trồng rừng (Tổ chức/hộ gia đình), địa điểm, diện tích, năm trồng, giống (cây hạt hay cây ghép), phương thức trồng, mật độ trồng, loại đất trồng, kỹ thuật trồng và chăm sóc, tình trạng ra hoa và quả...

2.2. Phương pháp đánh giá mức độ thích hợp của loài Giổi ăn hạt

Phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) được Saaty (1980) [5] phát triển nhằm hỗ trợ việc ra quyết định theo nhiều cấp độ khác nhau trên cơ sở đa tiêu chí/nhân tố. Phương pháp phân tích thứ bậc xác định trọng số của cả những nhân tố chính và nhân tố phụ thông qua ma trận so sánh cặp để đưa ra quyết định [5], [6]. Trên cơ sở phương pháp phân tích thứ bậc, Zhu và cs (1999) đã phát triển thành phương pháp phân tích thứ bậc mờ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process - FAHP) để khắc phục

sự không đầy đủ và thiếu chính xác khi xác định trọng số của các nhân tố theo phương pháp phân tích thứ bậc [7]. Phương pháp phân tích thứ bậc mờ sử dụng thang đo mờ để xác định trọng số của các nhân tố được chính xác hơn [8].

Nghiên cứu đã áp dụng kỹ thuật GIS và phương pháp phân tích thứ bậc mờ để đánh giá mức độ thích hợp của loài Giổi ăn hạt ở các tiểu vùng sinh thái khác nhau. Phương pháp này bao gồm các bước sau:

Bước 1: Xác định các nhân tố sinh thái và mức thích hợp cho các chỉ tiêu ảnh hưởng đến vùng đất thích hợp cho cây Giổi ăn hạt

Dựa trên cơ sở yêu cầu về mặt sinh thái của loài cây Giổi ăn hạt [9], [10] và điều kiện tự nhiên của huyện Kon Plông, nghiên cứu đã xác định được 7 nhân tố sinh thái phụ ảnh hưởng đến mức độ thích hợp của loài Giổi ăn hạt và nhóm thành 4 nhóm nhân tố chính đặc trưng, bao trùm lên các nhân tố sinh thái khác để đánh giá tiềm năng đất trồng rừng loài Giổi ăn hạt, bao gồm: i) Nhân tố khí hậu: Lượng mưa trung bình năm và nhiệt độ không khí trung bình năm; ii) Nhân tố đất: Loại đất và độ dày tầng đất; iii) Nhân tố địa hình: Độ cao tuyệt đối, độ dốc; iv) Trạng thái thực bì: Loại hình sử dụng đất và rừng (Bảng 1). Sự thích hợp của mỗi nhân tố sinh thái được đánh giá thông qua 4 mức độ thích hợp với số điểm tương ứng như sau: Rất thích hợp (3 điểm), thích hợp (2 điểm), ít thích hợp (1 điểm) và không thích hợp (0 điểm).

Bảng 1. Phân hạng thích hợp sinh thái cho loài Giổi ăn hạt ở huyện Kon Plông

Nhân tố sinh thái chính	Nhân tố sinh thái phụ	Phân hạng các chỉ tiêu			
		Rất thích hợp	Thích hợp	Ít thích hợp	Không thích hợp
Khí hậu	Lượng mưa (mm)	1.500 - <1.800	>1.800 - 2.100	> 2.100 - <2.500	<1.500; >2.500
	Nhiệt độ không khí (°C)	> 22,5 - 23,5	> 21,5 - 22,5	20 - 21,5; > 23,5 - 24,5	< 20; >24,5
Thổ nhưỡng	Độ dày tầng đất (cm)	≥ 100	70 - < 100	> 50 - < 70	< 50
	Loại đất	Đất đỏ vàng trên mácma axit	Đất nâu vàng trên phù sa cổ	Đất vàng nhạt trên đá cát (Fq); đất xám trên	Đất phù sa loang lổ (Pf) và các

		(Fa); đất nâu tím trên trên đá mácma bazơ và trung tính (Ft)	(Fp); đất xám trên mácma axit (Xa); đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất (Fs)	phù sa cổ (X); đất thung lũng do sản phẩm dốc tụ (D); đất mùn vàng nhạt trên đá sét (Hs); đất nâu đỏ trên đá mácma bazơ và trung tính (Fk)	loại đất khác (đất khác)
Địa hình	Độ cao (m)	300 - 700	> 700 - 1.100	> 1.100 - 1.500	< 300 và > 1.500
	Độ dốc (độ)	< 15	15 - 20	> 20 - 25	≥ 25
Trạng thái thực bì	Loại hình sử dụng đất và rừng	Đất trống có cây gỗ tái sinh, vườn hộ, vườn rừng	Rừng chưa có trữ lượng, đất trống	Rừng nghèo, rừng nghèo kiệt	Rừng giàu, rừng trung bình và các loại khác

Bước 2: Xác định trọng số của các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến xác định vùng thích hợp cho loài Giỏ ăn hạt

Nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc mờ kết hợp với việc tham khảo ý kiến của các nhà chuyên gia thông qua ma trận so sánh cặp đôi tương quan giữa các nhân tố sinh thái.

Bước 3: Xây dựng các lớp dữ liệu ảnh hưởng đến xác định vùng thích hợp và tiềm năng trồng Giỏ ăn hạt

- *Xây dựng lớp dữ liệu trạng thái thực bì che phủ:* Ảnh viễn thám miễn phí (Landsat/Sentinel) năm 2023 được chọn để phân tích và tách các lớp thảm thực vật rừng tự nhiên. Sử dụng kết quả phân tích tư liệu ảnh viễn thám cùng với dữ liệu kiểm kê rừng năm 2016 và dữ liệu cập nhật diễn biến rừng năm 2023 của tỉnh Kon Tum cùng với số liệu điều tra trên thực địa để phân loại trạng thái thực bì che phủ vùng nghiên cứu.

- *Xây dựng dữ liệu đai cao và độ dốc:* Lớp bản đồ đai cao và độ dốc ảnh hưởng đến xác định địa điểm thích hợp cho cây/loài Giỏ ăn hạt được xây dựng từ mô hình số độ cao (DEM) bằng các phần mềm chuyên dụng GIS

- *Xây dựng lớp dữ liệu tiếp cận mạng lưới đường:* Sử dụng phần mềm chuyên dụng GIS để nội suy và tính toán khoảng cách tiếp cận mạng lưới đường để xác định các khu vực ưu tiên cho phát triển loài cây Giỏ ăn hạt.

- *Xây dựng lớp dữ liệu về đất:* Lớp dữ liệu về loại đất và độ dày tầng đất được xây dựng dựa trên nguồn dữ liệu của bản đồ đất của tỉnh Kon Tum do Phân viện Điều tra, Quy hoạch rừng Quy Nhơn xây dựng.

- *Xây dựng lớp dữ liệu về khí hậu:* Lớp dữ liệu về lượng mưa, nhiệt độ được xây dựng dựa trên nguồn dữ liệu của bản đồ khí hậu do Trung tâm Khí tượng Thủy văn tỉnh Kon Tum xây dựng.

Bước 4: Đánh giá và xây dựng bản đồ thích hợp loài Giỏ ăn hạt huyện Kon Plông

Bản đồ thích hợp cho loài Giỏ ăn hạt được xây dựng dựa trên cơ sở phân tích/chồng các lớp trong mô hình không gian dựa trên cơ sở GIS. Các lớp dữ liệu ảnh hưởng đến xác định vùng thích hợp cho loài Giỏ ăn hạt theo các vùng sinh thái khác nhau ở huyện Kon Plông được chồng từng lớp thông qua phương trình phối hợp tuyến tính có trọng số [5], [6], [7], [8] như sau:

$$SI = \sum_{i=1}^n W_j R_{ij} \prod_{j=1}^m C_j$$

Trong đó: SI là chỉ số vùng thích hợp cho loài Giỏ ăn hạt; W_j là trọng số chỉ mức độ ảnh hưởng của nhân tố sinh thái thứ j; R_{ij} là điểm thích hợp của lớp thứ i trong nhân tố sinh thái và môi trường thứ j; n là số lượng các nhân tố sinh thái lựa chọn; m là số lượng các nhân tố sinh thái giới hạn; C_j là giá trị giới hạn của nhân tố sinh thái thứ j.

Bản đồ thích hợp toàn phần cho loài Giỏ ăn hạt được xây dựng trên cơ sở phân tích chỉ số

thích hợp (SI) tổng hợp theo 7 nhân tố sinh thái phụ. Từ giá trị SI đã được xác định, mức độ thích hợp (rất thích hợp, thích hợp, ít thích hợp và không thích hợp) được xác định theo phương pháp chia tổ, ghép nhóm.

Bước 5: Thẩm định trên thực địa

Trước khi hoàn thiện bản đồ, yêu cầu độ chính xác cho phân hạng thích hợp cho loài Giỏ ăn hạt phải đáp ứng được yêu cầu của thực tiễn ở huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum và phù hợp với kết quả đánh giá tình hình sinh trưởng của các mô hình trồng Giỏ ăn hạt hiện có ở vùng nghiên cứu như mô hình trồng thuần, mô hình trồng xen với các loài cây nông nghiệp...

Bước 6: Hoàn thiện bản đồ vùng tiềm năng trồng Giỏ ăn hạt ở huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum

Thực hiện công xếp bản đồ tiềm năng với bản đồ hiện trạng sử dụng đất huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum để xác định các vùng tiềm năng theo mức độ phù hợp đối với trồng rừng Giỏ ăn hạt.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng trồng rừng Giỏ ăn hạt

Tính đến cuối năm 2023, toàn huyện Kon Plông có 172,84 ha rừng trồng Giỏ ăn hạt phân bố trên địa bàn của 6 xã, thị trấn/xã với 3 phương thức trồng chủ yếu, đó là: Trồng thuần loài (80,54 ha), trồng xen với Sắn (85,28 ha) và trồng xen với Cà phê (7,02 ha); trong đó, diện tích trồng phần lớn tập trung ở các xã Măng Cành (81,70 ha), xã Hiếu (35,10 ha) và xã Đăk Tăng (23,88 ha) (Bảng 2).

Bảng 2. Thống kê diện tích rừng trồng Giỏ ăn hạt ở huyện Kon Plông

STT	Địa điểm	Tổng diện tích (ha)	Diện tích theo mô hình (ha)		
			Trồng thuần Giỏ ăn hạt	Trồng Giỏ ăn hạt xen Sắn	Trồng Giỏ ăn hạt xen Cà phê
1	Xã Măng Cành	81,70	21,27	54,19	6,24
2	Thị trấn Măng Đen	3,52	2,72	0,65	0,15
3	Xã Đăk Tăng	23,88	22,00	1,25	0,63
4	Xã Hiếu	35,10	25,04	10,06	
5	Xã Ngọc Tem	16,40	4,30	12,10	
6	Xã Đăk Rìng	12,24	5,21	7,03	
	Tổng	172,84	80,54	85,28	7,02

3.2. Đánh giá trọng số của các nhân tố sinh thái

Để xác định vùng tiềm năng theo mức độ phù hợp cho việc trồng Giỏ ăn hạt, nghiên cứu này đã áp dụng kỹ thuật GIS và phương pháp phân tích thứ bậc mờ, trong đó tập trung vào 4 nhân tố sinh

thái chính là: Khí hậu, thổ nhưỡng, địa hình và trạng thái thực bì. Trên cơ sở 4 nhân tố sinh thái chính đã xác định được 7 nhân tố sinh thái phụ, đó là: Lượng mưa, nhiệt độ không khí, độ dày tầng đất, loại đất, độ cao, độ dốc và loại hình sử dụng đất và rừng.

Bảng 3. Trọng số của các nhân tố sinh thái

Nhân tố sinh thái chính	Trọng số chính (W1)	Nhân tố sinh thái phụ	Trọng số phụ (W2)	Trọng số chung (W = W1*W2)
Khí hậu	0,4	Lượng mưa (LM)	0,517	0,223
		Nhiệt độ không khí (NĐKK)	0,483	0,209
Thổ nhưỡng	0,3	Độ dày tầng đất (ĐDTĐ)	0,587	0,185
		Loại đất (LĐ)	0,413	0,130

Địa hình	0,2	Độ cao (ĐC)	0,593	0,113
		Độ dốc (ĐD)	0,407	0,077
Trạng thái thực bì	0,1	Loại hình sử dụng đất và rừng (SĐĐ)	1,000	0,063

Thông qua thảo luận nhóm và tham vấn các chuyên gia bằng cách áp dụng ma trận so sánh cặp đã xác định tầm quan trọng của các nhân tố sinh thái chính xếp theo thứ tự từ cao đến thấp là: Khí hậu, thổ nhưỡng, địa hình và trạng thái thực bì; trong khi đó các nhân tố sinh thái phụ trong mỗi nhân tố sinh thái chính được đánh giá có tầm quan trọng tương đương. Kết quả xác định trọng số của các nhân tố sinh thái được thể hiện ở bảng 3.

3.3. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏ ăn hạt theo các nhân tố sinh thái

3.3.1. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏ ăn hạt theo lượng mưa

Để xác định mức độ phù hợp của loài Giỏ ăn hạt theo lượng mưa, nghiên cứu đã sử dụng bản đồ phân bố lượng mưa của tỉnh Kon Tum do Trung tâm Khí tượng Thủy văn tỉnh Kon Tum xây dựng, dựa vào trọng số của lượng mưa và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố lượng mưa (Bảng 4)

Bảng 4. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giỏ ăn hạt theo lượng mưa

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp (1.500 - <1.800 mm)	Phù hợp >1.800 - 2.100 mm)	Ít phù hợp > 2.100 - <2.500 mm)	Không phù hợp <1.500; >2.500 mm)	
Xã Đăk Nền				11.823,70	11.823,70
Xã Đăk Ring				11.047,20	11.047,20
Xã Đăk Tăng		611,57	1.574,34	14.414,79	16.600,70
Xã Hiếu		928,21	6.107,16	13.484,03	20.519,40
Xã Măng Buk				14.865,90	14.865,90
Xã Măng Cảnh	6.422,40	3.696,35	2.585,06	484,59	13.188,40
Xã Ngok Tem			249,06	23.949,24	24.198,30
Xã Pờ Ê				11.189,70	11.189,70
Thị trấn Măng Đen	8.987,41	4.246,26	1.417,93	31,10	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	15.409,81	9.482,39	11.933,55	101.290,25	138.116,00
Tỷ lệ (%)	11,2	6,9	8,6	73,3	

Bảng 4 cho thấy, phân vùng phù hợp dựa vào nhân tố lượng mưa thì trên toàn huyện Kon Plông

chỉ có 11,2% diện tích rất phù hợp cho việc trồng Giỏ ăn hạt và chỉ tập trung ở xã Măng Cảnh và thị

trấn Măng Đen, trong khi đó có đến 73,3% diện tích không phù hợp cho việc trồng Giỏi ăn hạt và phân bố ở tất cả các xã.

3.3.2. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏi ăn hạt theo nhiệt độ

Tương tự như lượng mưa, nghiên cứu đã sử dụng bản đồ phân bố nhiệt độ của tỉnh Kon Tum do Trung tâm Khí tượng Thủy văn tỉnh Kon Tum xây dựng và dựa vào trọng số của nhiệt độ và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố nhiệt độ (Bảng 5).

Bảng 5. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giỏi ăn hạt theo nhiệt độ

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp (>22,5 - 23,5°C)	Phù hợp (>21,5 - 22,5°C)	Ít phù hợp (20 - 21,5°C; >23,5 - 24,5°C)	Không phù hợp (<20,0°C; >24,5°C)	
Xã Đăk Nền				11.823,70	11.823,70
Xã Đăk Ring				11.047,20	11.047,20
Xã Đăk Tăng				16.600,70	16.600,70
Xã Hiếu				20.519,40	20.519,40
Xã Măng Buk				14.865,90	14.865,90
Xã Măng Cảnh		178,89	2.655,36	10.354,15	13.188,40
Xã Ngok Tem				24.198,30	24.198,30
Xã Pờ Ê				11.189,70	11.189,70
Thị trấn Măng Đen		2.783,65	5.391,74	6.507,31	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	0	2.962,54	8.047,10	127.106,36	138.116,00
Tỷ lệ (%)	0	2,2	5,8	92,0	

Bảng 5 cho thấy, phân vùng phù hợp dựa vào nhân tố lượng mưa thì trên toàn huyện Kon Plông không có xã nào có khu đất thuộc mức độ rất phù hợp cho việc trồng Giỏi ăn hạt, chỉ có 2,2% diện tích thuộc mức phù hợp và cũng chỉ tập trung ở xã Măng Cảnh và thị trấn Măng Đen, trong khi đó có đến 92,2% diện tích không phù hợp cho việc trồng Giỏi ăn hạt và phân bố ở tất cả các xã.

3.3.3. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏi ăn hạt theo độ dày tầng đất

Độ dày tầng đất có vào trò quan trọng đối với sinh trưởng và phát triển cây rừng. Phân bố diện tích theo độ dày tầng đất được truy vấn từ bản đồ lập địa tỉnh Kon Tum do Phân viện Điều tra, Quy hoạch rừng Quy Nhơn xây dựng. Dựa vào trọng số của độ dày tầng đất và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố độ dày tầng đất (Bảng 6).

Bảng 6. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giỏi ăn hạt theo độ dày tầng đất

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp (≥ 100 cm)	Phù hợp (70 - < 100 cm)	Ít phù hợp (≥ 50 - < 70 cm)	Không phù hợp (< 50 cm)	
Xã Đăk Nền	6.318,16	4.897,10	498,76	109,68	11.823,70
Xã Đăk Ring	1.158,48	3.193,50	6.691,59	3,63	11.047,20
Xã Đăk Tăng	12.574,76	49,18	3.910,24	66,52	16.600,70

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

Xã Hiếu	18.725,22		1.764,96	29,22	20.519,40
Xã Măng Buk	13.424,23	1.222,21		219,46	14.865,90
Xã Măng Cảnh	12.428,56	4,50	744,79	10,55	13.188,40
Xã Ngok Tem	1.378,99		22.775,78	43,53	24.198,30
Xã Pờ Ê	7.462,10		3.727,60	0,00	11.189,70
Thị trấn Măng Đen	12.034,80	554,70	1.455,43	637,77	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	85.505,30	9.921,19	41.569,15	1.120,36	138.116,00
Tỷ lệ (%)	61,9	7,2	30,1	0,8	

Ngược lại với nhân tố lượng mưa và nhiệt độ thì độ dày tầng đất ở Kon Plông rất phù hợp cho việc trồng Giỏi ăn hạt. Bảng 5 cho thấy, 61,9% diện tích đất có độ dày ở mức độ rất phù hợp và phân bố ở tất cả các xã và chỉ có 0,8% diện tích có độ dày tầng đất là không phù hợp với việc trồng Giỏi ăn hạt.

3.3.4. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏi ăn hạt theo loại đất

Tương tự như độ dày tầng đất, phân bố diện tích theo loại đất được truy vấn từ bản đồ lập địa tỉnh Kon Tum do Phân viện Điều tra, Quy hoạch rừng Quy Nhơn xây dựng. Dựa vào trọng số của loại đất và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố loại đất (Bảng 7 và hình 4).

Bảng 7. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giỏi ăn hạt theo loại đất

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp (Fa, Ft)	Phù hợp (Fp, Xa, Fs)	Ít phù hợp (Fq, X, D, Hs, Fk)	Không phù hợp (Pf, đất khác)	
Xã Đăk Nền		5.395,86		6.427,84	11.823,70
Xã Đăk Ring		7.495,27		3.551,93	11.047,20
Xã Đăk Tăng	43,13	96,63		16.460,94	16.600,70
Xã Hiếu	929,36	835,60	5.593,34	13.161,10	20.519,40
Xã Măng Buk	175,88	1.474,19		13.215,83	14.865,90
Xã Măng Cảnh	58,73	6,34	4.264,01	8.859,32	13.188,40
Xã Ngok Tem		15.811,76		8.386,54	24.198,30
Xã Pờ Ê	3.724,64	2,96	3.362,25	4.099,85	11.189,70
Thị trấn Măng Đen	1.433,80	2.573,49	2.541,13	8.134,28	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	6.365,54	33.692,10	15.760,73	82.297,63	138.116,00
Tỷ lệ (%)	4,6	24,4	11,4	59,6	

Bảng 7 cho thấy, nhân tố loại đất có kết quả trái ngược với nhân tố độ dày tầng đất, trên địa bàn toàn huyện có tới 59,6% diện tích đất có loại đất ở mức độ không phù hợp và phân bố ở tất cả các xã và chỉ có 4,6% diện tích có loại đất là rất phù hợp với việc trồng Giỏi ăn hạt.

3.3.5. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏi ăn hạt theo độ cao

Kết quả phân theo đai cao địa hình huyện Kon Plông được truy vấn từ bản đồ đai cao trên phần mềm Arcgis. Dựa vào trọng số của độ cao và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích

và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố độ cao (Bảng 8).

Bảng 8 cho thấy, diện tích phân vùng phù hợp của Giới ăn hạt theo độ cao thuộc mức độ ít phù hợp chiếm tỷ lệ cao nhất (54,9%) và thấp nhất là

mức độ không phù hợp (5,1%). Mức độ rất phù hợp và phù hợp chiếm tới 40% diện tích toàn huyện, nên có thể nói rằng với ở độ cao của huyện Kon Plông thì rất tiềm năng cho phát triển Giới ăn hạt.

Bảng 8. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giới ăn hạt theo độ cao

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp (300 – 700 m)	Phù hợp (>700 - 1.100 m)	Ít phù hợp (>1.100 - 1.500 m)	Không phù hợp (<300 m; >1.500 m)	
Xã Đăk Nền	2.486,29	3.975,43	3.938,49	1.423,49	11.823,70
Xã Đăk Ring	2.769,21	5.941,75	2.216,30	119,94	11.047,20
Xã Đăk Tăng		4,83	15.034,26	1.561,61	16.600,70
Xã Hiếu	854,18	6.750,18	12.910,94	4,10	20.519,40
Xã Măng Buk	13,16	1.375,11	11.071,19	2.406,44	14.865,90
Xã Măng Cảnh		989,15	12.037,76	161,49	13.188,40
Xã Ngok Tem	7.017,20	10.679,74	5.153,98	1.347,38	24.198,30
Xã Pờ Ê	1.268,21	7.157,97	2.746,32	17,20	11.189,70
Thị trấn Măng Đen		4.002,39	10.679,87	0,44	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	14.408,25	40,876,55	75.789,11	7,042,09	138,116,00
Tỷ lệ (%)	10,4	29,6	54,9	5,1	

3.3.6. Phân vùng tiềm năng phát triển Giới ăn hạt theo độ dốc

Kết quả phân theo độ dốc địa hình huyện Kon Plông được truy vấn từ bản đồ địa cao trên phần

mềm Arcgis. Dựa vào trọng số của độ dốc và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố độ dốc (Bảng 9).

Bảng 9. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giới ăn hạt theo độ dốc

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp (< 15 ^o)	Phù hợp (15 - 20 ^o)	Ít phù hợp (> 20 - 25 ^o)	Không phù hợp (> 25 ^o)	
Xã Đăk Nền			292,26	11.531,44	11.823,70
Xã Đăk Ring			234,58	10.812,62	11.047,20

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

Xã Đắc Tăng	139,76		1.126,56	15.334,38	16.600,70
Xã Hiếu	2.947,07	190,89	3.122,34	14.259,10	20.519,40
Xã Mãng Buk	298,14	251,98	663,45	13.652,33	14.865,90
Xã Mãng Cành	58,73	660,77	4.264,01	8.204,89	13.188,40
Xã Ngok Tem			1.102,49	23.095,81	24.198,30
Xã Pờ Ê		448,48	4.568,10	6.173,12	11.189,70
Thị trấn Mãng Đen	1.128,27		4.070,93	9.483,50	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	4.571,97	1.552,12	19.444,72	112.547,19	138.116,00
Tỷ lệ (%)	3,3	1,1	14,1	81,5	

Bảng 9 cho thấy, diện tích đất có độ dốc thuộc mức độ không phù hợp với trồng Giỏ ăn hạt chiếm tỷ lệ cao nhất (81,5%), trong khi đó tổng diện tích có độ dốc ở mức độ rất phù hợp và phù hợp chiếm chưa tới 5% (chỉ chiếm 4,4%).

3.3.7. Phân vùng tiềm năng phát triển Giỏ ăn hạt theo loại hình sử dụng đất và rừng

Dựa vào trọng số của loại hình sử dụng đất và rừng và điểm số của 4 mức phù hợp đã xác định được diện tích và vị trí của mỗi mức độ phù hợp theo nhân tố loại hình sử dụng đất và rừng (Bảng 10).

Bảng 10. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giỏ ăn hạt theo loại hình sử dụng đất và rừng

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp	Phù hợp	Ít phù hợp	Không phù hợp	
Xã Đắc Nền	197,96	864,32	801,86	9.959,56	11.823,70
Xã Đắc Rìng	201,73	831,54	941,09	9.072,84	11.047,20
Xã Đắc Tăng	635,31	596,56	740,76	14.628,07	16.600,70
Xã Hiếu	266,74	650,84	1.154,38	18.447,44	20.519,40
Xã Mãng Buk	243,18	1.474,88	1.256,77	11.891,07	14.865,90
Xã Mãng Cành	253,20	503,91	2.185,87	10.245,42	13.188,40
Xã Ngok Tem	943,14	2.683,59	1.160,94	19.410,63	24.198,30
Xã Pờ Ê	231,18	340,55	1.573,31	9.044,66	11.189,70
Thị trấn Mãng Đen	2.738,33	1.175,48	1.108,22	9.660,67	14.682,70
Tổng diện tích (ha)	5.710,77	9.121,67	10.923,20	112.360,36	138.116,00
Tỷ lệ (%)	4,1	6,6	7,9	81,4	

Bảng 10 cho thấy, loại hình sử dụng đất và rừng thuộc mức độ không phù hợp với trồng Giỏi ăn hạt chiếm tỷ lệ cao nhất (81,4%), trong khi đó diện tích có loại hình sử dụng đất và rừng ở mức độ rất phù hợp chỉ chiếm 4,1%.

3.4. Phân vùng tiềm năng phát triển loài Giỏi ăn hạt theo các nhân tố sinh thái

Trên cơ sở xác định mức độ phù hợp của từng nhân tố sinh thái phụ, đề tài đã tiến hành tích hợp vào bản đồ trên GIS thông qua mô hình sinh thái phối hợp tuyến tính có trọng số theo phương trình sau:

$$SI = (0,233 \times LM + 0,209 \times NĐKK + 0,185 \times ĐDTĐ + 0,130 \times LĐ + 0,113 \times ĐC + 0,077 \times ĐD + 0,063 \times SĐĐ) \times IICj$$

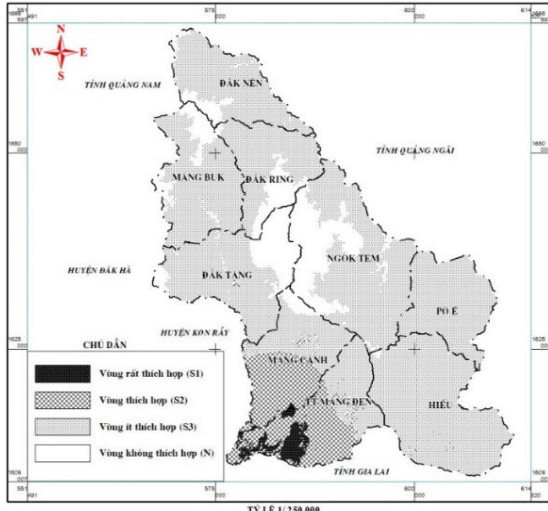
Trong đó: SI là chỉ số tổng hợp thích hợp; LM là lượng mưa; NĐKK là nhiệt độ không khí; ĐDTĐ là độ dày tầng đất; LĐ là loại đất; ĐC là độ cao; ĐD là độ dốc; SĐĐ là loại hình sử dụng đất và rừng; Cj là giá trị giới hạn của nhân tố sinh thái thứ j.

Từ kết quả xác định SI tổng hợp theo 7 nhân tố sinh thái phụ, vùng thích hợp cho việc trồng Giỏi ăn hạt được phân thành 4 cấp như sau: (i) Rất phù hợp là vùng có SI: >1,98; (ii) Phù hợp là vùng có SI: >1,32 - 1,98; (iii) Ít phù hợp là vùng có SI: >0,66 - 1,32; (iv) Không thích hợp là vùng có SI: <0,66. Kết quả phân vùng tiềm năng trồng Giỏi ăn hạt theo mức độ phù hợp được thể hiện ở bảng 11 và hình 1.

Các nhân tố sinh thái có mối quan hệ tương hỗ lẫn nhau đã tạo nên ảnh hưởng tổng hợp đến khả năng gây trồng và phát triển loài Giỏi ăn hạt trên địa bàn huyện Kon Plông, từ kết quả chồng xếp bản đồ kết hợp với đánh giá dựa trên trọng số và cho điểm mức độ phù hợp của từng nhân tố sinh thái cho thấy, diện tích nằm thuộc mức độ rất phù hợp là rất thấp, chỉ chiếm 1,60% và chỉ tập trung ở xã Măng Cành và thị trấn Măng Đen, trong khi đó diện tích ít phù hợp chiếm tỷ lệ lớn nhất (74,14%) và phân bố trên địa bàn của tất cả các xã; diện tích nằm ở mức độ phù hợp và không phù hợp gần như tương đồng, lần lượt là 10,00% và 14,26%.

Bảng 11. Tổng hợp diện tích phân vùng phù hợp của Giỏi ăn hạt theo các nhân tố sinh thái

Địa điểm	Diện tích theo mức độ phù hợp (ha)				Tổng diện tích (ha)
	Rất phù hợp SI: >1,98	Phù hợp SI: >1,32 - 1,98	Ít phù hợp SI: >0,66 - 1,32	Không phù hợp SI: <0,66	
Xã Đák Nền			10.293,52	1.530,18	11.823,70
Xã Đák Ring			8.531,54	2.515,66	11.047,20
Xã Đák Tăng		38,52	11.924,53	4.637,65	16.600,70
Xã Hiếu		51,63	20.359,95	107,82	20.519,40
Xã Măng Buk			12.401,84	2.464,06	14.865,90
Xã Măng Cành	126,27	6.491,16	5.808,38	762,59	13.188,40
Xã Ngok Tem			16.541,99	7.656,31	24.198,30
Xã Pờ Ê			11.173,74	15,96	11.189,70
Thị trấn Măng Đen	2.091,29	7.225,82	5.365,59		14.682,70
Tổng diện tích (ha)	2.217,56	13.807,13	102.401,08	19.690,23	138.116,00
Tỷ lệ (%)	1,60	10,00	74,14	14,26	



Hình 1. Bản đồ phân vùng thích hợp của loài Giổi ăn hạt theo các nhân tố sinh thái

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tiềm năng phát triển rừng trồng Giổi ăn hạt được đánh giá thông qua 4 nhóm nhân tố sinh thái chính và 7 nhân tố sinh thái phụ, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng (trọng số) của các nhóm nhân tố chính là khác nhau, khí hậu là nhóm nhân tố chính được xác định là có ảnh hưởng cao nhất (trọng số lớn nhất), tiếp đến là thổ nhưỡng, địa hình và trạng thái thực bì.

Tiềm năng đất trồng rừng Giổi ăn hạt trên địa bàn huyện Kon Plông, tỉnh Kon Tum được phân thành 4 mức độ: Rất phù hợp, phù hợp, ít phù hợp và không phù hợp. Diện tích đất rất phù hợp cho trồng rừng Giổi ăn hạt rất thấp, chỉ chiếm 1,60% và chỉ tập trung ở xã Măng Canh và thị trấn Măng Đen, trong khi đó diện tích ít phù hợp chiếm tỷ lệ lớn nhất (74,14%) và phân bố trên địa bàn của tất cả các xã; diện tích nằm ở mức độ phù hợp và không phù hợp gần như tương đồng, lần lượt là 10,00 và 14,26%.

Trên cơ sở xác định diện tích và vùng phân bố mức độ phù hợp việc gây trồng loài Giổi ăn hạt, chính quyền địa phương và các ban ngành chức năng cần ưu tiên lồng ghép quy hoạch vùng trồng rừng Giổi ăn hạt vào quy hoạch sử dụng đất cấp huyện trong chu kỳ tới (2025 - 2030), trong đó tập trung ưu tiên trồng ở 2 xã có diện tích ở mức độ rất phù hợp, đó là xã Măng Canh và thị trấn Măng Đen vào đầu chu kỳ, sau đó tiếp tục triển khai ở các xã có diện tích ở mức độ phù hợp.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh “Đánh giá tính thích nghi của loài Giổi ăn hạt (*Michelia tonkinensis*) ở tỉnh Kon Tum” từ ngân sách nhà nước tỉnh Kon Tum đầu tư.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Quang Nam, Đào Ngọc Chương (2017). Một số loài Giổi ăn hạt (*Michelia spp.*) ở Việt Nam. Kỷ yếu Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 7. Viện Hàn lâm và Khoa học Công nghệ Việt Nam, tr. 285 - 288.
2. Lê Đình Phương, Đỗ Anh Tuấn (2013). Một số đặc điểm nơi mọc và tái sinh của loài Giổi ăn hạt (*Michelia tonkinensis* A. Chev.) tại Vườn Quốc gia Bến En, tỉnh Thanh Hóa. *Tạp chí khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 3(kỳ 1), tr. 38 - 45.
3. Lê Đình Phương (2013). Nghiên cứu một số đặc điểm sinh vật học và kỹ thuật gieo ươm loài Giổi ăn hạt (*Michelia tonkinensis* A. Chev.) tại Vườn Quốc gia Bến En, tỉnh Thanh Hóa. Luận văn thạc sỹ khoa học Lâm nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp.
4. UBND tỉnh Kon Tum (2020). *Quyết định số 43/2020/QĐ-UBND ngày 24 tháng 12 năm 2020 về việc ban hành kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội 5 năm giai đoạn 2021 - 2025 tỉnh Kon Tum.*
5. Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.
6. Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical modelling*, 9(3-5): 161 - 176.
7. Zhu, K. J., Jing, Y., and Chang, D. Y. (1999). A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy-AHP. *European Journal of Operational Research*, 116, 450 - 456.
8. Kwong, C. K. and Bai, H. (2002). *A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment.* Journal of Intelligent Manufacturing. 13(5): 367 - 377.
9. Trung tâm Khuyến nông Quảng Nam (2022) Hướng dẫn kỹ thuật trồng cây Giổi ăn hạt, <http://www.khuyennongqnam.gov.vn/Default.asp>

x?tabid=109&NewsViews=2182, truy cập ngày 18/3/2024.

10. Trung tâm Khuyến nông Quốc gia (2021). Hướng dẫn kỹ thuật trồng cây Giổi ăn hạt bằng cây

ghép, [https:// khuyennongvn. gov. vn/ khoa-hoc-cong-nghe/khcn-trong-nuoc/huong-dan-ky-thuat-trong-cay-gioi-an-hat-bang-cay-ghiep-20981.html](https://khuyennongvn.gov.vn/khoa-hoc-cong-nghe/khcn-trong-nuoc/huong-dan-ky-thuat-trong-cay-gioi-an-hat-bang-cay-ghiep-20981.html), truy cập ngày 19/3/2024.

ASSESSING THE POTENTIAL LAND FOR PLANTING *Michelia tonkinensis* BY USING THE FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP) IN KON PLONG DISTRICT, KON TUM PROVINCE

**Hoang Huy Tuan¹, Tran Thi Thuy Hang¹, Nguyen Duy Phong¹,
Nguyen Hoi¹, Le Thai Hung¹, Ngo Thi Phuong Anh¹, Chu Thi Kim Yen²**

¹ *University of Agriculture and Forestry, Hue University (HUAF)*

² *Forest Protection Department of Kon Tum province*

Summary

Michelia tonkinensis is multi-purpose tree providing both wood and seeds and creating high economic value. In the past few years, in Kon Plong district, Kon Tum province, there have been models of mono planting *Michelia tonkinensis* and intercropping with industrial trees or agricultural crops (coffee, cassava). However, the development of these models is based on the practical experience of localities that have successfully developed this species, therefore the assessment of the suitable levels for proposing solutions to develop *Michelia tonkinensis* to contribute to forest quality improvement by models of multi-purpose forest tree plantation in the locality. By using GIS techniques and Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) with 4 key ecological factors (climate, soil, topographic, and vegetation status) with 7 secondary ecological factors (rainfall, temperature, soil length, soil type, elevation, slope, and forest and land use) to evaluate the suitability levels of planting *Michelia tonkinensis* in various ecological sub-regions. Potential land areas for planting *Michelia tonkinensis* in Kon Plong district are classified into 4 levels: Very suitable, suitable, less suitable and unsuitable. The land areas is very suitable for planting *Michelia tonkinensis* is very low, only apporximate 1.60%, while the land areas are at less suitable level accounts for the largest proportion (74.14%); the area at suitable and unsuitable levels is similarly, 10.00% and 14.26% respectively.

Keywords: *Ecological factor, FAHP, Kon Plong district, Michelia tonkinensis, potential land for afforestation.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Bá Long

Ngày nhận bài: 15/4/2024

Ngày thông qua phản biện: 8/5/2024

Ngày duyệt đăng: 14/5/2024

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ ĐƠN VỊ ĐẤT ĐAI TẠI TỈNH ĐẮK LẮK

Phạm Thanh Tâm¹, Lê Văn Thơ², Trần Xuân Biên³*

TÓM TẮT

Mục đích nghiên cứu là xây dựng bản đồ đơn vị đất đai phục vụ đánh giá tiềm năng đất nông nghiệp. Khu vực nghiên cứu là tỉnh Đắk Lắk, với tổng diện tích đất khảo sát là 1.189.057 ha. Sử dụng phần mềm ArcGIS để xây dựng 6 bản đồ đơn tính cho 6 chỉ tiêu phân cấp gồm: Loại đất, độ dốc, thành phần cơ giới, độ dày tầng đất, lượng mưa và chế độ tưới. Bản đồ đơn vị đất đai được xây dựng trên cơ sở chồng xếp 6 bản đồ đơn tính. Kết quả cho thấy, khu vực nghiên cứu có 146 đơn vị đất đai với 2.041 khoảnh đất, trong đó có tới 1.534 khoảnh đất có diện tích từ 300 ha trở lên, 245 khoảnh đất có diện tích >500 ha. Diện tích các khoảnh đất khá lớn là điều kiện thuận lợi khi lựa chọn và phát triển vùng chuyên canh cây trồng. Trong vùng nghiên cứu của tỉnh Đắk Lắk có tới gần 800.000 ha có các tính chất đất đai thuận lợi cho phát triển cây trồng nông nghiệp như độ dốc <15°, tầng dày >70 cm, thành phần cơ giới trung bình tới nặng, độ cao tuyệt đối <1.000 m. Tuy nhiên, diện tích được tưới thấp, chỉ có 296.597 ha; đây là hạn chế lớn nhất của tỉnh trong phát triển nông nghiệp.

Từ khóa: Bản đồ đơn vị đất đai, bản đồ đơn tính, tỉnh Đắk Lắk.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong sản xuất nông nghiệp, đất đai là tư liệu sản xuất không thể thay thế. Tại Việt Nam, quá trình đô thị hoá - công nghiệp hoá mạnh mẽ ở vùng đồng bằng đã làm quỹ đất nông nghiệp ngày càng bị thu hẹp. Trong khi đó, việc khai thác và sử dụng đất không hợp lý ở vùng đồi núi đã làm cho nhiều vùng đất bị thoái hoá, mất khả năng sản xuất [1].

Để sử dụng nguồn tài nguyên đất đai một cách có hiệu quả cần phải đánh giá đất đai. Đánh giá đất đai làm cơ sở cho việc phát huy tối đa tiềm năng của đất, thúc đẩy sử dụng có hiệu quả và bảo vệ nguồn tài nguyên đất [2]. Trong quy trình đánh giá đất đai của tổ chức Nông lương Liên hợp quốc (FAO), xây dựng bản đồ đơn vị đất đai là một trong những nội dung có ý nghĩa quan trọng. Bản đồ đơn vị đất đai là căn cứ khoa học để đánh giá tiềm năng đất đai và mức độ thích hợp của đất đai với các loại mục đích sử dụng đất. Những đơn vị

đất đai (LMU) là những vật hay khoảnh đất được xác định cụ thể, được thể hiện trên bản đồ, có những đặc tính và tính chất đất đai riêng biệt thích hợp đồng nhất cho từng loại sử dụng đất, có cùng điều kiện quản lý đất, cùng một khả năng sản xuất và cải tạo đất [3].

Tại tỉnh Đắk Lắk, lĩnh vực nông nghiệp vẫn là thế mạnh của địa phương, tuy nhiên phần lớn diện tích đất nông nghiệp có độ dốc lớn, khí hậu khắc nghiệt (khô hạn về mùa khô, xói mòn về mùa mưa...) làm cho đất có nguy cơ bị thoái hoá cao. Trong những năm gần đây, chuyển dịch cơ cấu cây trồng theo hướng sản xuất hàng hóa đang diễn ra mạnh mẽ ở hầu hết các huyện. Để phát triển sản xuất nông nghiệp hiệu quả và phát triển các vùng sản xuất nông nghiệp trên quy mô lớn rất cần đánh giá tiềm năng đất đai và mức độ thích hợp của các cây trồng với đất đai. Chính vì vậy, dựng bản đồ đơn vị đất đai cho tỉnh Đắk Lắk là việc làm mang tính cấp thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Với mục đích phục vụ phát triển nông - lâm nghiệp bền vững và hiệu quả, vùng nghiên cứu được xác định là toàn bộ diện tích đất sản xuất

¹ NCS Trường Đại học Nông lâm, Đại học Thái Nguyên

² Trường Đại học Nông lâm, Đại học Thái Nguyên

³ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

* Email: txbien@hunre.edu.vn

nông nghiệp, đất lâm nghiệp và đất chưa sử dụng thuộc tỉnh Đắk Lắk. Tổng diện tích đất khảo sát là 1.189.057 ha. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng bao gồm:

- Phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp: Thu thập các tài liệu bản đồ đất, bản đồ địa hình, bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2020 của tỉnh, số liệu thống kê, số liệu phân tích đất, các báo cáo, các dự án trong khu vực nghiên cứu sẵn có của địa phương.

- Phương pháp chuyên gia: Tham khảo ý kiến các nhà khoa học chuyên về cây lương thực, ăn quả và cây công nghiệp để xác định các yếu tố đất đai chủ yếu chi phối tới sinh trưởng, phát triển, năng suất của cây trồng, từ đó xác định chỉ tiêu và mức phân cấp cho bản đồ đơn vị đất đai.

- Xây dựng các bản đồ đơn tính: Phương pháp chỉnh lý bản đồ đất, bản đồ đất tỉnh Đắk Lắk tỷ lệ 1/100.000 do Viện Thổ nhưỡng Nông hóa thành lập năm 2015 bằng phần mềm ArcGIS 10.3. Sau đó, trên cơ sở kết quả khảo sát thực địa, kế thừa kết quả phân tích phẫu diện của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk (2019) [4].

Sử dụng các công cụ phân tích không gian của GIS để xây dựng 6 bản đồ đơn tính. Bản đồ loại đất được xây dựng từ bản đồ đất sau chỉnh lý. Bản đồ độ dốc được xây dựng từ mô hình số độ cao (DEM), sau đó chiết tách thông tin độ cao, độ dốc

theo đơn vị mét và độ. Sử dụng phương pháp nội suy (Kriging) để xác định các giá trị liên tục cho toàn bộ địa bàn nghiên cứu. Bản đồ thành phần cơ giới và bản đồ độ dày tầng đất được xây dựng từ bản đồ loại đất kết hợp với số liệu phân tích từ các phẫu diện đất bằng phương pháp nội suy (Kriging). Bản đồ chế độ tưới được khoanh vẽ trên nền bản đồ địa hình và bản đồ hiện trạng sử dụng đất từ kết quả điều tra thực địa.

- Xây dựng bản đồ đơn vị đất đai: Chồng xếp các bản đồ đơn tính bằng phần mềm ArcGIS xây dựng bản đồ đơn vị đất đai khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp tổng hợp, thống kê số liệu từ kết quả điều tra và nghiên cứu bằng phần mềm Excel.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng và biến động sử dụng đất nông nghiệp tại tỉnh Đắk Lắk giai đoạn 2017 – 2022

Theo số liệu thống kê đất đai năm 2022 (1/1/2022), tổng diện tích tự nhiên của tỉnh Đắk Lắk là 1.307.041 ha. Huyện Ea Súp có diện tích tự nhiên lớn nhất với 176.532 ha, chiếm 13,54% diện tích tự nhiên của tỉnh. Thị xã Buôn Hồ có diện tích nhỏ nhất với 28,261 ha, chiếm 2,16% diện tích tự nhiên của tỉnh. Trong đó, diện tích đất nông nghiệp của tỉnh có 1.189.057 ha, chiếm 90,97% diện tích tự nhiên [6].

Bảng 1. Hiện trạng và biến động sử dụng đất nông nghiệp tỉnh Đắk Lắk giai đoạn 2017 - 2022

ĐVT: ha

TT	Chỉ tiêu	Diện tích (ha)				So sánh biến động tăng (+); giảm (-)
		Năm 2017	Cơ cấu (%)	Năm 2022	Cơ cấu (%)	
1	Đất nông nghiệp	1.160.327	88,42	1.189.057	90,97	28.730
1.1	Đất trồng lúa	69.137	5,27	71.277	5,45	2.141
	Trong đó: Đất chuyên trồng lúa nước	47.099	3,59	50.213	3,84	3.114
1.2	Đất trồng cây hàng năm khác	169.740	12,93	148.984	11,40	-20.756
1.3	Đất trồng cây lâu năm	388.249	29,58	435.557	33,32	47.309
1.4	Đất rừng phòng hộ	71.994	5,49	69.557	5,32	-2.437
1.5	Đất rừng đặc dụng	215.380	16,41	220.367	16,86	4.987
1.6	Đất rừng sản xuất	240.188	18,30	237.903	18,20	-2.285
1.7	Đất nuôi trồng thủy sản	4.458	0,34	4.933	0,38	475

Nguồn: Cục Thống kê tỉnh Đắk Lắk (2022) [6]

Trong giai đoạn 2017 - 2022, diện tích đất nông nghiệp tỉnh Đắk Lắk tăng 28.730 ha. Cụ thể: Đất trồng lúa tăng 2.141 ha (tăng chủ yếu từ đất cây hàng năm chuyển sang); đất trồng cây hàng năm khác giảm 20.736 ha (một phần chuyển sang trồng cây lâu năm); đất trồng cây lâu năm tăng 47.309 ha; đất rừng phòng hộ giảm 2.437 ha; đất rừng đặc dụng tăng 4.987 ha; đất rừng sản xuất giảm 2.285 ha.

3.2. Xây dựng bản đồ đơn vị đất đai

3.2.1. Xác định các chỉ tiêu phân cấp đất đai

Bản đồ đơn vị đất đai được xây dựng phục vụ đánh giá thích hợp cho nhóm các cây trồng chủ lực của tỉnh Đắk Lắk như: Ngô, cây ăn quả nhiệt đới, mía, sắn, cao su và cà phê. Trên cơ sở đánh giá ảnh hưởng của các tính chất đất đai tới sản xuất, có thể xác định có 6 yếu tố có ảnh hưởng chi phối tới sản xuất nông nghiệp trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk là: Loại đất, độ dốc, thành phần cơ giới, độ dày tầng đất, lượng mưa và chế độ tưới.

3.2.2. Xây dựng bản đồ đơn tính

- Bản đồ loại đất

Bản đồ loại đất tỉnh Đắk Lắk tỷ lệ 1/100.000 được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS dựa trên nền bản đồ đất của tỉnh Đắk Lắk tỷ lệ 1/100.000 đã được kiểm tra, bổ sung, chỉnh sửa từ các số liệu phân tích đất. Với mục đích phân cấp để có thể đánh giá thích hợp cho các loại cây trồng, một số đơn vị đất có tính chất tương tự như nhau, có thể sử dụng giống nhau đã được gộp lại.

Theo kết quả điều tra thành lập bản đồ chất lượng đất tỉnh Đắk Lắk năm 2019 của Sở Tài

nguyên và Môi trường, trên địa bàn tỉnh có 24 loại đất thuộc 8 nhóm đất, được phân loại như sau:

- Nhóm đất phù sa (P) bao gồm các loại đất: Đất phù sa được bồi chua, đất phù sa không được bồi chua, đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng, đất phù sa glây, đất phù sa ngòi suối với tổng diện tích là 56.304 ha, chiếm 4,31% tổng diện tích tự nhiên.

- Nhóm đất xám bạc màu (X, B) bao gồm các loại đất: Đất xám trên phù sa cổ, đất xám trên đá macma axit và đá cát, đất xám glây, đất xám bạc màu trên đá macma axit với tổng diện tích là 146.421 ha, chiếm 11,20% tổng diện tích tự nhiên.

- Nhóm đất thung lũng (D) với tổng diện tích 11.789 ha, chiếm 0,9% tổng diện tích tự nhiên.

- Nhóm đất than bùn (T) và đất đen (R) bao gồm các loại đất: Đất lầy, đất đen trên sản phẩm bồi tự của đá bazan, đất nâu thẫm trên sản phẩm đá bọt và đá bazan với tổng diện tích 28.317 ha, chiếm 2,08% tổng diện tích tự nhiên.

- Nhóm đất đỏ vàng (F) bao gồm các loại đất: Đất đỏ vàng trên đá macma axit, đất nâu đỏ trên đá bazan, đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa nước, đất nâu vàng trên phù sa cổ, đất vàng nhạt trên đá cát, đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất, đất nâu tím trên đá bazan, đất nâu vàng trên đá bazan với tổng diện tích 881.346 ha, chiếm 67,43% tổng diện tích tự nhiên.

- Nhóm đất mùn vàng đỏ trên núi (H) với tổng diện tích 64.880 ha, chiếm 4,67% tổng diện tích tự nhiên.

Bảng 2. Tổng hợp các loại đất trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk

TT	Tên loại đất	Ký hiệu	Phân loại	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
I	Nhóm đất phù sa	P	G2	56.304	4,31
1	Đất phù sa được bồi chua	Pbc		7.436	0,57
2	Đất phù sa không được bồi chua	Pc		3.916	0,30
3	Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng	Pf		22.355	1,71
4	Đất phù sa glây	Pg		18.520	1,42
5	Đất phù sa ngòi suối	Py		4.077	0,31
II	Nhóm đất xám và bạc màu	X, B	G7	146.421	11,20
6	Đất xám trên phù sa cổ	X		6.337	0,48
7	Đất xám trên đá macma axit và đá cát	Xa		138.908	10,63
8	Đất xám glây	Xg		469	0,04

TT	Tên loại đất	Ký hiệu	Phân loại	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
9	Đất xám bạc màu trên đá macma axit	Ba		707	0,05
III	Nhóm đất thung lũng	D	G8	11.789	0,90
10	Đất thung lũng do sản phẩm dốc tụ	D		11.789	0,90
IV	Nhóm đất lầy và than bùn	T	G9	1.205	0,09
11	Đất lầy	J		1.205	0,09
V	Nhóm đất đen	R		27.112	2,07
12	Đất đen trên sản phẩm bồi tụ của đá bazan	Rk		8.429	0,64
13	Đất nâu thẫm trên sản phẩm đá bọt và đá bazan	Ru		18.683	1,43
VI	Nhóm đất đỏ vàng	F	G11	881.346	67,43
14	Đất đỏ vàng trên đá macma axit	Fa		232.450	17,78
15	Đất nâu đỏ trên đá bazan	Fk		264.165	20,21
16	Đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa nước	Fl		555	0,04
17	Đất nâu vàng trên phù sa cổ	Fp		461	0,04
18	Đất vàng nhạt trên đá cát	Fq		141.297	10,81
19	Đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất	Fs		214.087	16,38
20	Đất nâu tím trên đá bazan	Ft		267	0,02
21	Đất nâu vàng trên đá Bazan	Fu		28.064	2,15
VII	Nhóm đất mùn vàng đỏ trên núi	H		G12	64.880
22	Đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit	Ha	64.880		4,96
Diện tích phúc tra				1.189.057	90,97
Diện tích không phúc tra				117.984	9,03
Tổng diện tích tự nhiên				1.307.041	100,00

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk (2019) [4]

- Xây dựng bản đồ độ dốc

Bản đồ độ dốc được xây dựng bằng chức năng phân tích không gian của GIS sử dụng bản đồ địa hình là bản đồ đầu vào. Theo Phân cấp của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2012) [5], bản đồ độ dốc của tỉnh Đắk Lắk thể hiện 5 cấp với các số liệu diện tích tương ứng được thống kê từ bản đồ được thể hiện qua bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thống kê diện tích theo cấp độ dốc

Ký hiệu	Độ dốc (°)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
SL1	0 - 5	353.692	29,75
SL2	5 - 8	289.316	24,33
SL3	8 - 15	207.047	17,41
SL4	15 - 25	163.667	13,76
SL5	> 25	175.335	14,75
Tổng diện tích phúc tra		1.189.057	100,00

- Xây dựng bản đồ phân cấp thành phần cơ giới

Bản đồ thành phần cơ giới được xây dựng bằng cách bóc tách từ bản đồ đất cùng với số liệu được phân tích từ các mẫu đất. Bản đồ thành phần cơ giới được thể hiện ở 5 cấp: Tho, nhẹ, trung bình, nặng, rất nặng với số liệu diện tích được thống kê từ bản đồ được thể hiện qua bảng 4.

Bảng 4. Thống kê diện tích phân cấp theo thành phần cơ giới

Ký hiệu	Phân cấp	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
C1	Tho	15.775	1,33
C2	Nhẹ	327.812	27,57
C3	Trung bình	444.375	37,37
C4	Nặng	129.682	10,91
C5	Rất nặng	271.413	22,83
Tổng diện tích phúc tra		1.189.057	100

- Xây dựng bản đồ độ dày tầng đất

Bản đồ độ dày tầng đất được xây dựng bằng cách bóc tách thông tin từ bản đồ đất với công cụ GIS. Bản đồ độ dày tầng đất được thể hiện ở 4 cấp:

Rất dày, dày, trung bình, mỏng. Kết quả thống kê diện tích độ dày tầng đất từ bản đồ được thể hiện qua bảng 5.

Bảng 5. Thống kê diện tích theo độ dày tầng đất

Ký hiệu	Phân cấp	Độ dày (cm)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
D1	Rất dày	>100	524.220	44,09
D2	Dày	70 - 100	142.550	11,99
D3	Trung bình	50 - 70	159.555	13,42
D4	Mỏng	< 50	362.732	30,51
Tổng diện tích phúc tra			1.189.057	100

Kết quả thống kê cho thấy, độ dày tầng đất > 100 cm (D1) có diện tích lớn nhất (524.220 ha, chiếm 44,09% diện tích phúc tra), tầng dày (D2) có diện tích nhỏ nhất (142.550 ha, chiếm 11,99% diện tích phúc tra).

- Xây dựng bản đồ lượng mưa

Bản đồ lượng mưa được xây dựng trên cơ sở thống kê lượng mưa trung bình năm (từ năm 1968 - 2022). Bản đồ lượng mưa được xây dựng ở 3 cấp: R1 (lượng mưa trung bình năm > 2.500 mm); R2 (lượng mưa trung bình năm từ 1.500 - 2.500 mm); R3 (lượng mưa trung bình năm < 1.500 mm). Kết quả thống kê diện tích theo lượng mưa trung bình năm của tỉnh Đắk Lắk được thể hiện qua bảng 6.

Bảng 6. Thống kê diện tích theo chế độ mưa

Ký hiệu	Phân cấp (mm/năm)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
R1	> 2.500	0	0
R2	1.500 – 2.500	998.611	83,98
R3	< 1.500	190.446	16,02
Tổng diện tích phúc tra		1.189.057	100

- Xây dựng bản đồ chế độ tưới

Trong sản xuất nông nghiệp, một trong những nhu cầu thiết yếu đảm bảo cho cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt là cần phải có nguồn nước tưới. Vì vậy, để đánh giá, lựa chọn hệ thống cây trồng và biện pháp canh tác phù hợp, bản đồ chế độ tưới được xây dựng thể hiện 2 chế độ tưới trên

địa bàn nghiên cứu: Được tưới và không được tưới. Bản đồ chế độ tưới được xây dựng trên cơ sở điều tra, khảo sát kết hợp với công nghệ GIS. Kết quả thống kê diện tích theo chế độ tưới từ bản đồ được thể hiện qua bảng 7.

Bảng 7. Thống kê diện tích đất theo chế độ tưới

Ký hiệu	Phân cấp	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
I1	Được tưới	296.951	24,97
I2	Không được tưới	892.106	75,03
Tổng diện tích phúc tra		1.189.057	100

Kết quả thống kê cho thấy, diện tích được tưới là 296.951 ha, chiếm 24,97% diện tích phúc tra và diện tích không được tưới là 893.106 ha, chiếm 75,03% diện tích phúc tra.

3.2.3. Xây dựng bản đồ đơn vị đất đai

Bản đồ đơn vị đất đai được xây dựng bằng cách chồng xếp 6 bản đồ đơn tính. Kết quả cho thấy, trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk có 146 đơn vị đất đai (LMU).

- Đất phù sa: Các LMU thuộc nhóm đất phù sa gồm 5 LMU (LMU 1 - 5) với tổng diện tích là 56.304 ha, chiếm 4,74% tổng diện tích phúc tra. Các LMU này có độ dốc từ 0 - 5⁰, thành phần cơ giới trung bình, nặng. Tất cả các LMU đều được tưới.

- Đất xám bạc màu: Tổng cộng 30 LMU (LMU 6 - 35) với tổng diện tích 146.421 ha, chiếm 11,20% tổng diện tích phúc tra. 9 LMU có độ dốc từ 0 - 5⁰,

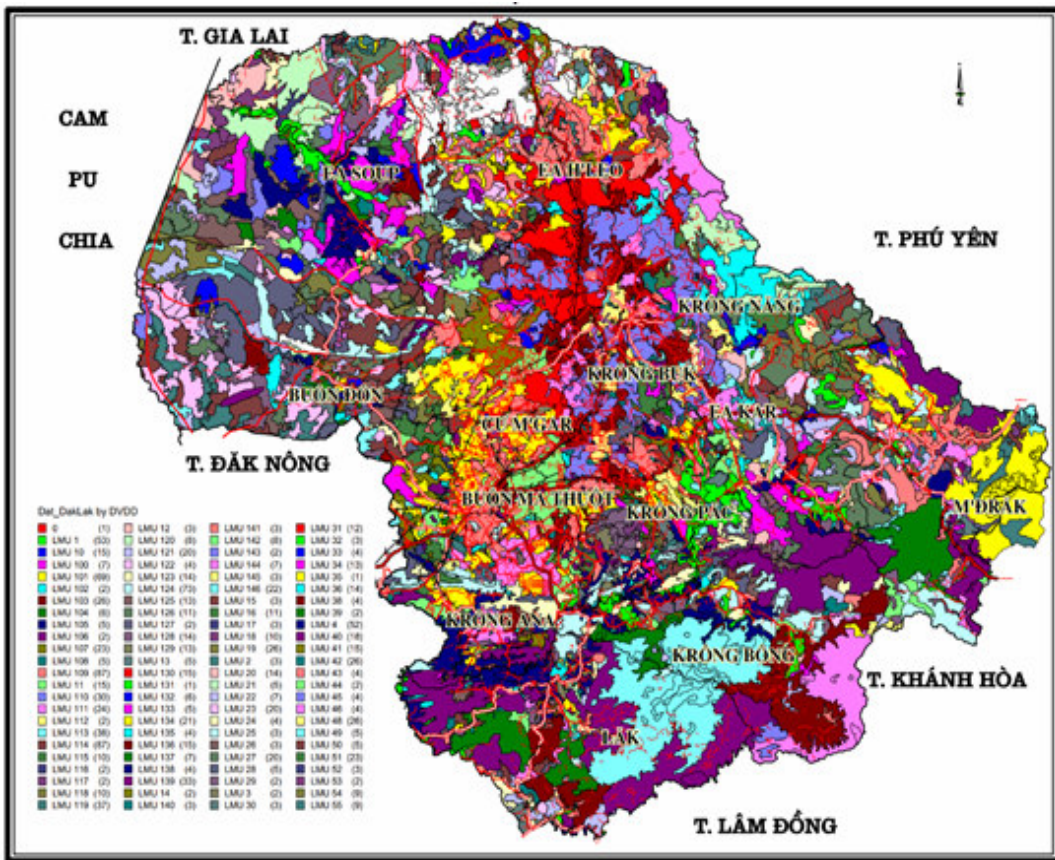
thành phần cơ giới thô, nhẹ, trung bình, các LMU này đều được tưới. Còn lại các LMU có độ dốc >5°, thành phần cơ giới nhẹ, trung bình, đa phần các LMU này không được tưới.

- Đất đen và đất lầy: Có 11 LMU (LMU 36 - 46) với tổng diện tích 28.317 ha, chiếm 2,38% tổng diện tích phức tra. Các LMU này có độ dốc chủ yếu <5°, thành phần cơ giới rất nặng, đa phần đều được tưới.

- Đất đỏ vàng: Có 87 LMU (LMU 56 - 142) với tổng diện tích 881.346 ha, chiếm 67,43% tổng diện

tích phức tra. Đây là nhóm đất chủ yếu của tỉnh Đắk Lắk, các LMU này phân bố đều tại các địa phương, những LMU có độ dốc <5° (30 LMU) phần lớn đều được tưới, còn lại tưới gặp nhiều khó khăn, nhiều LMU không được tưới.

- Đất mùn vàng đỏ trên núi: Có 4 LMU (LMU 143-146) với tổng diện tích 64.880 ha, chiếm 4,96% tổng diện tích phức tra. Các LMU này có độ dốc trên 15°, thành phần cơ giới trung bình, tất cả đều không được tưới.



Hình 1. Bản đồ phân bố đơn vị đất đai tỉnh Đắk Lắk (thu từ tỷ lệ 1/100.000)

Bảng 8. Đặc điểm và tính chất các đơn vị đất đai

LMU	Đặc điểm LMU (G, SL, C, D, R, I)	Diện tích (ha)	LMU	Đặc điểm LMU (G, SL, C, D, R, I)	Diện tích (ha)
1	2 1 3 2 1	24.310	74	11 1 4 2 2	15.220
2	2 3 3 2 1	1.690	75	11 2 4 2 1	1.942
3	2 4 3 2 1	624	76	11 3 4 2 2	1.030
4	2 1 4 2 1	25.194	77	11 4 4 2 2	1.648
5	2 2 4 2 1	4.485	78	11 1 5 2 1	7.725
6	7 3 1 2 1	1.953	79	11 1 5 2 2	25.535

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

LMU	Đặc điểm LMU (G, SL, C, D, R, I)	Diện tích (ha)	LMU	Đặc điểm LMU (G, SL, C, D, R, I)	Diện tích (ha)
7	7 1 2 2 1	24.290	80	11 1 5 3 1	32.869
8	7 2 2 2 1	7.029	81	11 1 5 3 2	8.507
9	7 3 2 2 1	13.396	82	11 3 5 2 1	1.584
10	7 4 2 3 1	12.135	83	11 3 5 2 2	1.124
11	7 1 3 2 1	6.536	84	11 4 5 2 1	4.343
12	7 2 3 2 1	896	85	11 4 5 2 2	1.674
13	7 3 3 2 1	3.081	86	11 3 1 2 2	4.282
14	7 4 3 2 1	987	87	11 1 2 2 2	5.287
15	7 3 1 2 1	1.720	88	11 1 2 3 2	521
16	7 1 2 2 1	5.930	89	11 2 2 2 2	2.204
17	7 2 2 2 1	1.248	90	11 3 2 2 2	12.915
18	7 3 2 2 1	4.552	91	11 4 2 2 2	29.999
19	7 4 2 2 1	15.085	92	11 1 3 2 2	11.236
20	7 1 3 2 1	3.360	93	11 2 3 2 2	2.538
21	7 2 3 3 1	1.051	94	11 3 3 2 2	9.875
22	7 3 3 3 1	2.390	95	11 4 3 2 1	570
23	7 4 3 2 1	6.000	96	11 4 3 2 2	28.625
24	7 1 2 2 2	2.479	97	11 1 4 2 2	13.125
25	7 2 2 2 2	709	98	11 2 4 2 2	4.573
26	7 3 2 2 2	1.167	99	11 3 4 2 2	902
27	7 4 2 2 2	17.234	100	11 4 4 2 2	3.644
28	7 1 3 2 2	1.172	101	11 1 5 2 2	28.589
29	7 2 3 2 2	308	102	11 1 5 3 1	1.093
30	7 3 3 2 2	806	103	11 1 5 3 2	32.300
31	7 4 3 2 2	3.264	104	11 2 5 2 2	1.745
32	7 4 2 2 2	2.040	105	11 3 5 2 2	2.100
33	7 4 2 3 2	1.595	106	11 3 5 3 2	526
34	7 3 3 3 2	3.873	107	11 4 5 2 2	14.718
35	7 4 3 2 2	135	108	11 4 5 3 2	1.802
36	8 1 3 2 1	1.706	109	11 1 3 2 2	45.386
37	8 1 3 2 2	232	110	11 1 5 3 2	47.646
38	8 3 3 2 1	423	111	11 2 3 2 2	7.443
39	8 4 3 2 1	158	112	11 2 2 3 2	1.544
40	8 1 4 2 1	2.735	113	11 3 1 2 2	12.855

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

LMU	Đặc điểm LMU (G, SL, C, D, R, D)	Diện tích (ha)	LMU	Đặc điểm LMU (G, SL, C, D, R, D)	Diện tích (ha)
41	8 1 4 2 2	1.720	114	11 4 3 2 2	44.934
42	8 1 4 3 1	3.543	115	11 4 5 3 2	8.555
43	8 2 4 3 1	393	116	11 1 2 2 2	396
44	8 4 4 2 2	325	117	11 2 2 2 2	640
45	8 1 5 3 2	412	118	11 3 2 2 2	7.389
46	8 3 5 2 1	143	119	11 4 2 2 2	21.289
47	9 1 5 2 2	1.092	120	11 4 2 3 2	8.772
48	9 1 5 2 1	8.421	121	11 1 3 2 2	7.227
49	9 1 5 3 1	595	122	11 2 3 2 2	759
50	9 2 5 2 1	1.465	123	11 3 3 2 2	10.210
51	9 4 5 2 1	8.178	124	11 4 3 2 2	41.133
52	9 1 5 3 1	403	125	11 1 4 2 2	3.282
53	9 3 5 2 1	526	126	11 2 4 2 2	8.709
54	9 4 5 2 1	5.588	127	11 3 4 2 2	709
55	9 4 5 2 2	2.049	128	11 4 4 2 2	6.535
56	11 3 1 2 2	6.999	129	11 1 5 2 2	3.620
57	11 1 2 2 1	3.251	130	11 1 5 3 2	27.917
58	11 1 2 2 2	6.044	131	11 2 5 2 2	593
59	11 2 2 2 1	4.343	132	11 4 5 2 2	1.913
60	11 2 2 2 2	1.177	133	11 4 5 3 2	3.443
61	11 3 2 2 1	6.473	134	11 4 2 2 2	26.063
62	11 3 2 2 2	13.549	135	11 4 2 3 2	11.436
63	11 4 2 2 1	14.592	136	11 1 3 2 2	19.022
64	11 4 2 2 2	11.495	137	11 2 3 2 2	28.791
65	11 1 3 2 1	840	138	11 3 3 2 2	4.230
66	11 1 3 2 2	3.954	139	11 4 3 2 2	49.051
67	11 2 3 2 1	489	140	11 1 4 2 2	1.669
68	11 2 3 2 2	1.159	141	11 2 4 2 2	4.848
69	11 3 3 2 1	2.573	142	11 4 4 2 2	4.798
70	11 3 3 2 2	2.507	143	12 1 3 2 2	1.624
71	11 4 3 2 1	2.686	144	12 1 3 2 2	15.814
72	11 4 3 2 2	4.781	145	12 2 3 2 2	772
73	11 1 4 2 1	5.257	146	12 3 3 2 2	46.670

4. KẾT LUẬN

Bản đồ đơn vị đất đai tỉnh Đắk Lắk tỷ lệ 1/100.000 được xây dựng từ 6 bản đồ đơn tính gồm: Loại đất, độ dốc, thành phần cơ giới, độ dày tầng đất, lượng mưa và chế độ tưới.

Theo bản đồ đơn vị đất đai, đất vùng nghiên cứu có 2.041 khoảnh đất, trong đó có tới 1.534 khoảnh đất có diện tích từ 300 ha trở lên, 245 khoảnh đất có diện tích >500 ha. Đây là điều kiện thuận lợi khi lựa chọn và phát triển vùng chuyên canh cây trồng.

Về tính chất đất đai, vùng nghiên cứu của tỉnh Đắk Lắk có tới gần 800.000 ha có các tính chất thuận lợi cho phát triển các cây trồng nông nghiệp như: Độ dốc <15°, tầng dày > 70 cm, thành phần cơ giới trung bình tới nặng, độ cao tuyệt đối <1.000 m. Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất của tỉnh trong phát triển nông nghiệp là diện tích được tưới thấp, chỉ có 296.597 ha (chiếm 24,95% diện tích phúc tra).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tử Siêm và Thái Phiên (1999). *Đất đồi núi Việt Nam thoái hoá và phục hồi*. NXB Nông nghiệp.
2. Tôn Thất Chiêu, Lê Thái Bạt, Nguyễn Khang và Nguyễn Văn Tân (1999). *Sổ tay điều tra, phân loại đánh giá đất*. NXB Nông nghiệp Hà Nội.
3. FAO (1976). A Framework for Land Evaluation. FAO Soils bulletin 32, Rome.
4. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk (2019). Thuyết minh và bản đồ đất chất lượng đất tỉnh Đắk Lắk, tỷ lệ 1/100.000.
5. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2012). *Cẩm nang sử dụng đất nông nghiệp. Tập 2: Phân hạng đánh giá đất đai*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
6. Cục Thống kê tỉnh Đắk Lắk (2022). Niên giám thống kê năm 2022, tỉnh Đắk Lắk.

BUILDING A LAND UNIT MAP OF THE DAK LAK PROVINCE

Pham Thanh Tam¹, Le Van Tho², Tran Xuan Bien³

¹*PhD student at University of Agriculture and Forestry, Thai Nguyen University*

²*University of Agriculture and Forestry, Thai Nguyen University*

³*Hanoi University of Natural Resources and Environment*

** Email: txbien@hunre.edu.vn*

Summary

The purpose of the research is to develop a land unit map to serve the assessment of agricultural land potential. The research area is Dak Lak province with a total surveyed land area of 1,189,057 hectares. Use ArcGIS software to build 6 simple maps for 6 hierarchical criteria including: Soil type, slope, soil texture, soil layer thickness, rainfall and irrigation regime. The land unit map is built on the basis of overlapping 6 simple maps. The results show that the study area has 146 land units with 2,041 land parcels, of which 1,534 land parcels have an area of 300 hectares or more, 245 land parcels have an area of >500 hectares. The area of land plots is quite large, which is a favorable condition when selecting and developing specialized crop growing areas. In the study area of Dak Lak province, there are nearly 800,000 hectares with favorable soil properties for the development of agricultural crops such as slope <15°, layer thickness >70 cm, medium to heavy soil texture, absolute altitude <1,000 m. However, the irrigated area is low, only 296,597 hectares; This is the district's highest limitation in agricultural development.

Keywords: *Land unit map, simple map, Dak Lak province.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Thái Bạt

Ngày nhận bài: 4/01/2024

Ngày thông qua phản biện: 8/3/2024

Ngày duyệt đăng: 10/5/2024