

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

=====

CHUNG NHƯ ANH

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỂ PHÁT TRIỂN MỘT SỐ
LOÀI NẤM ĂN THUỘC CHI *Russula* TẠI TỈNH QUẢNG NINH

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

HÀ NỘI - 2025

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

=====

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỂ PHÁT TRIỂN MỘT SỐ LOÀI NẤM ĂN THUỘC CHI *Russula* TẠI TỈNH QUẢNG NINH

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

NGÀNH ĐÀO TẠO: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN RỪNG

MÃ SỐ: 9 62 02 11

HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS.TS. NGUYỄN MINH CHÍ

2. GS.TS. BERNARD DELL

HÀ NỘI - 2025

LỜI CAM ĐOAN

Luận án đã được hoàn thành trong chương trình đào tạo tiến sĩ khóa 34 (2022 - 2025) tại Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi, trong đó tôi đã sử dụng một số kết quả nghiên cứu thuộc đề tài "*Bảo tồn nguồn gen nấm chèo trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh*" với sự cộng tác, giúp đỡ của các thành viên thực hiện đề tài và đã có xác nhận cho phép tôi sử dụng một số kết quả của đề tài trong luận án này.

Các số liệu, kết quả nghiên cứu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Hà Nội, ngày 29 tháng 4 năm 2025

TÁC GIẢ LUẬN ÁN



Chung Như Anh

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu sinh xin trân trọng cảm ơn Lãnh đạo Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Ban Khoa học, Đào tạo và Hợp tác quốc tế, Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng đã tạo điều kiện thuận lợi cho NCS trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu tại Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

NCS xin cảm ơn GS.TS. Bernard Dell và PGS.TS. Nguyễn Minh Chí đã tận tình hướng dẫn, động viên và hỗ trợ NCS trong quá trình học tập và triển khai đề tài luận án.

NCS đã được tài trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số VINIF.2023.TS.001. Nhân dịp này, NCS xin gửi lời cảm chân thành tới VINIF.

NCS xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo Trường Đại học Tây Nguyên, Khoa Nông Lâm nghiệp và Bộ môn Bảo vệ thực vật đã tạo mọi điều kiện thuận lợi để NCS yên tâm học tập và hoàn thành luận án.

NCS xin trân trọng cảm ơn Khu BTTN Đồng Sơn-Kỳ Thượng và UBND xã Hà Lâu đã giúp đỡ NCS trong quá trình triển khai thí nghiệm tại hiện trường. NCS xin gửi lời cảm ơn tới các đồng nghiệp đã hỗ trợ NCS trong quá trình nghiên cứu và đã có những ý kiến góp ý để NCS hoàn thiện luận án.

Cuối cùng nhưng không kém phần quan trọng, NCS xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới các thành viên trong đại gia đình của NCS!

Hà Nội, ngày 29 tháng 4 năm 2025

TÁC GIẢ LUẬN ÁN



Chung Như Anh

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC BẢNG	viii
DANH MỤC HÌNH.....	x
MỞ ĐẦU	1
1.1. Tính cấp thiết của luận án.....	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu	2
1.3. Đối tượng nghiên cứu.....	2
1.4. Phạm vi nghiên cứu	2
1.5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	3
1.6. Những đóng góp mới của luận án	4
1.7. Thời gian nghiên cứu.....	4
1.8. Bố cục luận án	4
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	6
1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới	6
1.1.1. Nghiên cứu về thành phần loài nấm thuộc chi <i>Russula</i>	6
1.1.2. Nghiên cứu về đặc điểm sinh học, sinh thái của nấm <i>Russula</i>	9
1.1.3. Nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng và sử dụng của nấm <i>Russula</i>	13
1.1.4. Nghiên cứu nuôi trồng nấm <i>Russula</i>	19
1.1.5. Tổng quan về loài <i>Russula griseocarnosa</i>	21
1.2. Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam.....	23
1.2.1. Nghiên cứu về thành phần loài nấm thuộc chi <i>Russula</i>	23
1.2.2. Nghiên cứu về đặc điểm sinh học, sinh thái của nấm <i>Russula</i>	25
1.2.3. Nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng và sử dụng của nấm <i>Russula</i>	26
1.2.4. Nghiên cứu nuôi trồng nấm <i>Russula</i>	28
1.3. Nhận xét chung.....	29

1.4. Đặc điểm khí hậu, đất đai khu vực nghiên cứu	30
1.4.1. Vị trí địa lý của các địa điểm nghiên cứu	30
1.4.2. Điều kiện tự nhiên của các địa điểm nghiên cứu	30
CHƯƠNG 2 NỘI DUNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	33
2.1. Nội dung nghiên cứu	33
2.1.1. Xác định loài nấm ăn phổ biến thuộc chi <i>Russula</i> phân bố tại Quảng Ninh và vùng lân cận	33
2.1.2. Nghiên cứu thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) tại Quảng Ninh và vùng lân cận	33
2.1.3. Nghiên cứu đặc điểm sinh thái của nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) tại tỉnh Quảng Ninh	33
2.1.4. Nghiên cứu kỹ thuật nuôi trồng nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) trong điều kiện tự nhiên tại tỉnh Quảng Ninh	33
2.2. Vật liệu nghiên cứu	34
2.3. Phương pháp nghiên cứu	34
2.3.1. Cách tiếp cận	34
2.3.2. Phương pháp kế thừa	35
2.3.3. Xác định loài nấm ăn phổ biến thuộc chi <i>Russula</i> phân bố tại Quảng Ninh và vùng lân cận	35
2.3.4. Phương pháp nghiên cứu thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) tại Quảng Ninh và vùng lân cận	40
2.3.5. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh thái của nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) tại tỉnh Quảng Ninh	42
2.3.6. Phương pháp nghiên cứu kỹ thuật nuôi trồng nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) trong điều kiện tự nhiên tại tỉnh Quảng Ninh	44
2.3.7. Phương pháp xử lý số liệu	51
CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	52
3.1. Kết quả xác định loài nấm ăn phổ biến thuộc chi <i>Russula</i> tại Quảng Ninh	52

3.1.1. Kết quả điều tra các loài nấm thuộc chi <i>Russula</i> tại Quảng Ninh	52
3.1.2. Đặc điểm hình thái của nấm ăn phổ biến thuộc chi <i>Russula</i>	53
3.1.3. Kết quả định danh bằng phương pháp sinh học phân tử	61
3.1.4. Đặc điểm phân biệt nấm chèo và nấm xốp đỏ	65
3.1.5. Kết quả phân tích độc tính của nấm xốp đỏ	70
3.2. Thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm chèo (<i>Russula griseocarnosa</i>) tại Quảng Ninh và vùng lân cận	71
3.2.1. Thành phần dinh dưỡng của nấm chèo (<i>Russula griseocarnosa</i>)	72
3.2.2. Thành phần khoáng chất của nấm chèo (<i>Russula griseocarnosa</i>)	73
3.2.3. Thị trường nấm chèo (<i>Russula griseocarnosa</i>) tại Quảng Ninh và vùng lân cận	78
3.3. Đặc điểm sinh thái của nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) tại tỉnh Quảng Ninh	92
3.3.1. Điều kiện khí hậu của nơi có nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) phân bố ..	93
3.3.2. Kiểu rừng nơi có nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) phân bố	94
3.3.3. Các loài cây ưu thế nơi có nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) phân bố	95
3.3.4. Các loài cây có ghi nhận nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) mọc cùng	96
3.3.5. Thông tin về nhiệt độ, độ ẩm tại thời điểm nấm mọc	99
3.4. Một số kết quả nuôi trồng nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>)	104
3.4.1. Kết quả nhân sinh khối hệ sợi nấm chèo trên môi trường nhân tạo ..	104
3.4.2. Kết quả tạo giống nấm chèo	107
3.4.3. Kết quả nhiễm giống nấm chèo vào cây chủ	109
3.4.4. Kết quả xây dựng mô hình nuôi trồng nấm chèo dưới tán rừng	116
KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ	123
TÀI LIỆU THAM KHẢO	125
CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	136
PHỤ LỤC	137

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ VIẾT TẮT

Ký hiệu/ Từ viết tắt	Giải nghĩa đầy đủ
ADN	Acid Deoxyribo Nucleic
BG	Bắc Giang
BTTN	Bảo tồn thiên nhiên
UBND	Ủy ban nhân dân
CB	Cao Bằng
CT	Công thức
DNA	Deoxyribo Nucleic Acid
ĐC	Đối chứng
Fpr	Xác suất tính được
KHLNVN	Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam
Lsd	Least significant difference (Khoảng sai dị)
LSNG	Lâm sản ngoài gỗ
OCOP	One Commune, One Product (Mỗi xã, phường một sản phẩm)
OTC	Ô tiêu chuẩn
PCR	Polymerase Chain Reaction (Phản ứng chuỗi trùng hợp)
PDA	Potato Dextrose Agar (Môi trường PDA)
QN	Quảng Ninh
Sd	Standard deviation (Sai tiêu chuẩn)

Ký hiệu/ Từ viết tắt	Giải nghĩa đầy đủ
TB	Trung bình
TP	Thành phố
USD	United States Dollar (Đô la Mỹ)

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Thành phần dinh dưỡng cơ bản của một số loài nấm thuộc chi <i>Russula</i> (% trọng lượng khô).....	14
Bảng 1.2: Thành phần chất khoáng đa lượng của một số loài nấm thuộc chi <i>Russula</i> (mg/kg trọng lượng khô)	15
Bảng 1.3: Thành phần chất khoáng vi lượng của một số loài nấm thuộc chi <i>Russula</i> (mg/kg trọng lượng khô)	16
Bảng 2.1: Thành phần và số lượng người tham gia khảo sát	36
Bảng 3.1: Đặc điểm phân bố của nấm <i>Russula</i> tại Quảng Ninh, Bắc Giang và Cao Bằng.....	53
Bảng 3.2: Đặc điểm hình thái của nấm chèo và các loài tham chiếu	58
Bảng 3.3: Trình tự GenBank của các mẫu nấm <i>Russula</i> và tham chiếu	63
Bảng 3.4: Đặc điểm nhận dạng của nấm chèo và nấm xốp đỏ.....	66
Bảng 3.5: LD ₅₀ đối với chuột nhắt trắng của nấm xốp đỏ.....	70
Bảng 3.6: Thành phần dinh dưỡng của nấm <i>Russula</i> tính theo trọng lượng khô (%).....	75
Bảng 3.7: Thành phần khoáng chất của nấm <i>Russula</i> tính theo trọng lượng khô (mg/kg).....	76
Bảng 3.8: Thành phần và số lượng người tham gia khảo sát tình hình thu hái, sử dụng và thị trường nấm chèo tại Quảng Ninh và các tỉnh lân cận.....	79
Bảng 3.9: Kết quả khảo sát việc khai thác và thị trường nấm chèo (<i>Russula griseocarnosa</i>) tại Quảng Ninh và vùng lân cận	80
Bảng 3.10: Thị trường nấm <i>Russula griseocarnosa</i> ở Quảng Ninh và các tỉnh lân cận trong giai đoạn 2021-2022	88
Bảng 3.11: Các thông tin liên quan đến chính sách đối với nấm <i>Russula griseocarnosa</i> ở Việt Nam.....	91
Bảng 3.12: Các loài cây ưu thế trong rừng có nấm chèo mọc tập trung	95

Bảng 3.13: Các điểm ghi nhận nấm chẹo (<i>R. griseocarnosa</i>) mọc quanh gốc cây chủ tại Quảng Ninh.....	96
Bảng 3.14: Thông tin về nhiệt độ, độ ẩm tại thời điểm nấm mọc ở Quảng Ninh.....	100
Bảng 3.15: Độ tương đồng về trình tự gen ITS của hệ sợi nấm đã phân lập được với nấm chẹo (<i>R. griseocarnosa</i>).....	105
Bảng 3.16: Sinh trưởng của hệ sợi nấm chẹo trên 4 loại môi trường	105
Bảng 3.17: Sinh trưởng của hệ sợi nấm chẹo ở các điều kiện pH của môi trường MMN.....	106
Bảng 3.18: Mật độ bào tử của giống nấm đã tạo theo thời gian	108
Bảng 3.19: Kết quả nhiễm nấm với các công thức giống nấm đã tạo.....	109
Bảng 3.20: Kết quả thí nghiệm nhiễm nấm theo thời vụ	110
Bảng 3.21: Kết quả nhiễm nấm vào sáu loài cây chủ ở vườn ươm.....	111
Bảng 3.22: Kết quả nhiễm nấm vào sáu loài cây chủ ở trên rừng.....	114
Bảng 3.23: Đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại xã Kỳ Thượng	116
Bảng 3.24: Đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại xã Hà Lâu.....	117
Bảng 3.25: Kết quả nuôi trồng nấm chẹo dưới tán rừng tại Kỳ Thượng .	118
Bảng 3.26: Kết quả nuôi trồng nấm chẹo dưới tán rừng tại xã Hà Lâu ...	120

DANH MỤC HÌNH

Hình 3.1: Hình thái 12 loài nấm thuộc chi <i>Russula</i> tại Quảng Ninh.....	53
Hình 3.2: Các điểm thu mẫu nấm <i>Russula</i> ở vùng Đông Bắc.....	55
Hình 3.3: Đặc điểm hình thái của nấm chèo (<i>Russula</i> sp.)	56
Hình 3.4: Đặc điểm hiển vi của nấm chèo	57
Hình 3.5: Đặc điểm hình thái của hệ sợi nấm chèo.....	61
Hình 3.6: Cây phả hệ kết hợp các trình tự ITS và LSU của nấm <i>Russula</i> .	62
Hình 3.7: Đặc điểm nhận dạng của nấm chèo và nấm xốp đỏ	66
Hình 3.8: Đặc điểm giải phẫu của nấm chèo và nấm xốp đỏ.....	68
Hình 3.9: Cây phả hệ với các loài nấm <i>Russula</i> dựa trên đoạn gen ITS....	69
Hình 3.10: Số người thu hái, buôn bán nấm chèo theo tuổi và giới tính ...	82
Hình 3.11: Phân bố thời vụ thu hái <i>Russula griseocarnosa</i> trong năm	84
Hình 3.12: Quả thể nấm ăn <i>Russula griseocarnosa</i>	86
Hình 3.13: Biểu đồ hình hộp thể hiện giá nấm tươi và khô	89
Hình 3.14: Các kiểu rừng có nấm chèo (<i>R. griseocarnosa</i>) mọc tập trung	94
Hình 3.15: Các thiết bị thu thông tin sinh thái tại hiện trường	102
Hình 3.16: Lượng mưa và nhiệt độ trung bình tại Quảng Ninh.....	103
Hình 3.17: Hệ sợi nấm chèo hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh với rễ cây chủ sau 30 ngày nhiễm giống nấm.....	110
Hình 3.18: Thẻ ngoại cộng sinh giữa rễ cây và nấm chèo ở vườn ươm	112
Hình 3.19: Rễ cây nhiễm nấm chèo ở vườn ươm sau 120 ngày	113
Hình 3.20: Nhiễm giống nấm chèo vào cây chủ	114
Hình 3.21: Thẻ quả nấm chèo mọc quanh gốc cây Chèo (a) và Thông mã vĩ (b) sau khi nhiễm nấm	115
Hình 3.22: Mô hình nuôi trồng nấm chèo tại xã Kỳ Thượng.....	119
Hình 3.23: Mô hình nuôi trồng nấm chèo tại xã Hà Lâu.....	121
Hình 3.24: Thẻ quả nấm chèo trong mô hình tại xã Hà Lâu.....	122

MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của luận án

Russula là chi nấm ngoại cộng sinh thuộc họ Russulaceae, bộ Russulales, ngành Basidiomycota, rất đa dạng và phong phú với hơn 750 loài phân bố rộng ở nhiều nơi trên thế giới (Kirk *et al.*, 2008). Chúng thường cộng sinh với hệ rễ của cây thân gỗ, trong đó có một số loài là nấm ăn bổ dưỡng và được thương mại toàn cầu (Wang, 2020). Theo số liệu thống kê về các loài *Russula* ăn được, Trung Quốc có 78 loài (Wu *et al.*, 2019), Mexico có khoảng 16 loài (Perez *et al.*, 2021) và Việt Nam có 7 loài (Trịnh Tam Kiệt, 2012; Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017; Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019).

Trong nhiều thập kỷ qua, loài nấm ăn thuộc chi *Russula* được thu hái làm thực phẩm (người địa phương gọi là nấm chèo, nấm hồng cô) có phân bố nhiều ở rừng tự nhiên thuộc vùng Đông Bắc Việt Nam. Chúng được đánh giá là loại thực phẩm tốt, có giá trị kinh tế cao, đạt tới 250.000 đồng/kg nấm tươi và 2.000.000 đồng/kg nấm khô. Việc người dân khai thác liên tục kết hợp với biến đổi khí hậu đã dẫn đến tình trạng suy giảm mạnh các quần thể nấm trong tự nhiên. Ngoài ra, đến nay chưa có nghiên cứu xác định loài, thành phần dinh dưỡng, đặc điểm sinh học, sinh thái và kỹ thuật nuôi trồng nhằm phát triển bền vững nguồn gen này.

Trong Quyết định số 208/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 29/02/2024 về việc phê duyệt đề án “Phát triển giá trị đa dụng của hệ sinh thái rừng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 của Việt Nam”, một trong những nhiệm vụ được ưu tiên nhằm đáp ứng mục tiêu của đề án là việc phát triển nguồn lâm sản ngoài gỗ có giá trị cao (bao gồm nấm ăn) gắn với văn hóa truyền thống của cộng đồng dân cư (Chính phủ, 2024).

Quảng Ninh có diện tích rừng và đất rừng chiếm 68,5% so với tổng diện tích tự nhiên (Quảng Ninh, 2018), rất thuận lợi cho việc phát triển lâm nghiệp.

Trong đó, có loài nấm chèo là một trong những loại Lâm sản ngoài gỗ có giá trị thương mại cao. Theo đề án “Phát triển bền vững một số loài lâm sản ngoài gỗ có giá trị cao dưới tán rừng trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh đến năm 2025, định hướng đến năm 2030”, chính quyền tỉnh rất quan tâm đến việc phát triển nguồn gen nấm chèo. Bên cạnh đó, người dân sống gần rừng cũng mong muốn có kỹ thuật nuôi trồng để mở rộng sản xuất, qua đó tăng năng suất và thu nhập. Tuy nhiên, chi *Russula* rất đa dạng nên cần điều tra loài nấm ăn phổ biến, phân tích dinh dưỡng, nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái và kỹ thuật nuôi trồng để phát triển hiệu quả. Do vậy, việc thực hiện đề tài luận án “Nghiên cứu cơ sở khoa học để phát triển một số loài nấm ăn thuộc chi *Russula* tại tỉnh Quảng Ninh” là rất cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu chung: Xác định được cơ sở khoa học phục vụ phát triển một số loài nấm ăn thuộc chi *Russula* tại tỉnh Quảng Ninh.

Mục tiêu cụ thể:

- Xác định được tên loài, thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm ăn thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh và vùng lân cận.
- Xác định được đặc điểm sinh thái và bước đầu xác định được kỹ thuật nuôi trồng loài nấm ăn thuộc chi *Russula* tại tỉnh Quảng Ninh.

1.3. Đối tượng nghiên cứu

- Một số loài nấm thuộc chi *Russula* và tập trung vào loài nấm chèo (*Russula griseocarnosa* Wang, Yang & Knudsen)

1.4. Phạm vi nghiên cứu

Về nội dung

Luận án tập trung nghiên cứu loài nấm ăn có giá trị thương phẩm cao là loài nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) và phân biệt với loài nấm xộp đỏ

(*Russula* sp.) có độc với hình thái gần giống nấm chèo.

Nghiên cứu thành phần dinh dưỡng của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) đang được thu hái phổ biến tại Quảng Ninh và vùng lân cận.

Nghiên cứu kỹ thuật nuôi trồng cho loài nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại tỉnh Quảng Ninh.

Về địa điểm

Thu các mẫu nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh phục vụ giám định loài và phân tích thành phần dinh dưỡng và thu một số mẫu tại Cao Bằng và Bắc Giang để so sánh.

Điều tra thị trường nấm chèo tại Quảng Ninh, Cao Bằng, Bắc Giang, Lạng Sơn.

Nghiên cứu về đặc điểm sinh thái của nấm chèo tại huyện Bình Liêu, Tiên Yên, Ba Chẽ và TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh.

Tiến hành nghiên cứu nuôi trồng nấm chèo tại xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên và xã Kỳ Thượng, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh.

Luận án chỉ tiến hành nghiên cứu các đặc điểm sinh thái và nuôi trồng nấm chèo tại Quảng Ninh. Tuy nhiên, việc nghiên cứu giám định loài, thành phần dinh dưỡng và điều tra thị trường được mở rộng tại một số tỉnh lân cận để so sánh.

1.5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Ý nghĩa khoa học

Luận án là một công trình nghiên cứu khoa học về đặc điểm sinh thái, thành phần dinh dưỡng, giá trị và thị trường của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận.

Cung cấp những dẫn liệu khoa học để nuôi trồng nấm chèo (*R. griseocarnosa*) cộng sinh với cây chủ cộng sinh dưới tán rừng tự nhiên tại

Quảng Ninh.

Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu của luận án cung cấp các đặc điểm nhận biết, phân biệt phân biệt giữa nấm chèo (*R. griseocarnosa*) với nấm xộp đỏ (*Russula* sp.) có độc có đặc điểm hình thái tương tự nhau.

Bộ tiêu bản và giống nấm chèo đã đóng góp vào “Bộ sưu tập giống nấm” của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, góp phần trưng bày phục vụ tham quan, giáo dục cũng như sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở cho việc nuôi trồng nấm chèo (*R. griseocarnosa*) dưới tán rừng tự nhiên hiệu quả, góp phần phát triển loài nấm chèo, cải thiện sinh kế và quản lý bảo vệ rừng bền vững.

1.6. Những đóng góp mới của luận án

(1) Xác định được tên khoa học của loài nấm chèo phân bố tại Quảng Ninh và vùng lân cận là *Russula griseocarnosa*, mô tả đặc điểm hình thái, đặc điểm sinh học phân tử và phân biệt với nấm xộp đỏ (*Rusula* sp.) có độc.

(2) Xác định được thành phần dinh dưỡng chính của nấm chèo thu được tại Quảng Ninh.

(3) Phân lập được giống thuần khiết, kỹ thuật nhân giống và một số kỹ thuật nuôi trồng nấm chèo (*R. griseocarnosa*) với cây chủ cộng sinh dưới tán rừng tự nhiên.

1.7. Thời gian nghiên cứu

Luận án được thực hiện từ tháng 3/2022 đến tháng 3/2025.

1.8. Bố cục luận án

Luận án được viết với tổng số 136 trang, bao gồm 24 hình, 30 bảng. Ngoài phần phụ lục, luận án được kết cấu như sau: Phần mở đầu (5 trang); Chương 1:

Tổng quan vấn đề nghiên cứu (27 trang); Chương 2. Nội dung, vật liệu và phương pháp nghiên cứu (19 trang); Chương 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận (71 trang); Kết luận, tồn tại và kiến nghị (2 trang); Tài liệu tham khảo (11 trang) và Danh mục các công trình đã công bố liên quan đến luận án (1 trang).

Luận án đã tham khảo 146 tài liệu, trong đó 28 tài liệu tiếng Việt và 118 tài liệu tiếng nước ngoài.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

1.1.1. Nghiên cứu về thành phần loài nấm thuộc chi *Russula*

Russula là một trong những chi nấm lớn và đa dạng nhất về mặt hình thái học, theo thống kê trên thế giới có hơn 2.000 loài với hàng trăm loài là nấm ăn (Kirk *et al.*, 2008). Chúng phân bố rộng cả về mặt địa lý và sinh thái, tạo nên mối quan hệ cộng sinh với rễ của nhiều loài cây chủ (Wang *et al.*, 2015). Một số loài điển hình đã được trình bày trong phụ lục 1.

Chi *Russula* rất đa dạng và còn một số loài chưa được mô tả, đặc biệt là ở Đông Nam Á (Kaewgrajang *et al.*, 2020). Việc nhận dạng các loài thuộc chi *Russula* gặp nhiều khó khăn bởi kiểu hình rất đa dạng, một số loài có hình thái không sai khác rõ. Người ta đã sử dụng sự kết hợp giữa phương pháp hình thái học và phương pháp sinh học phân tử để giám định và nghiên cứu sự đa dạng các loài nấm thuộc chi *Russula*. Hai loài *R. mariae* và *R. violeipes* khó phân biệt bằng hình thái nhưng đã được giám định chi tiết thông qua đoạn gen ITS và RPB2 (Park *et al.*, 2013). Phương pháp sinh học phân tử cũng đã được sử dụng phổ biến để giám định nấm thuộc chi *Russula* ở nhiều nơi khác (Adamčík *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2019).

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* là sản phẩm thương mại chính ở Quảng Tây, Trung Quốc (Bin & Tianyan, 1994; Shiyan *et al.*, 1998). Dựa trên những đặc điểm hình thái, các nghiên cứu đã xác định ba loài *Russula vinosa*, *R. alutacea* và *R. lepida* phân bố tự nhiên ở Khu bảo tồn thiên nhiên Xiakeng, tỉnh Phúc Kiến, Trung Quốc (Wen, 2008). Các loài nấm *R. jilinensis*, *R. changbaiensis*, *R. heilongjiangensis*, *R. khinganensis* (Li *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2013), *R. brunneovinacea* (Jiang *et al.*, 2018) và *R. jilinensis* được thu thập tại

vùng Đông Bắc, Trung Quốc và đã được giám định bằng phương pháp sinh học phân tử (Li *et al.*, 2012). Hai loài khác thuộc chi *Russula* (*R. verrucospora*, *R. xanthovirens*) đã được giám định dựa trên cả hình thái và phân tích trình tự gen ITS (Song *et al.*, 2018). Loài *R. griseocarnosa* đã được thu thập tại tỉnh Quảng Đông, Trung Quốc (Yu *et al.*, 2020). Năm 2019, ba loài gồm *R. bubalna*, *R. pseudobubalina* và *R. subatropurpurea* đã được thu thập ở phía Nam Trung Quốc và được giám định dựa trên đặc điểm hình thái và phân tích trình tự gen ITS (Li *et al.*, 2019).

R. zonaria đã được xác định là một loài mới ở Thái Lan (Buyck & Desjardin, 2003). *R. foetentinae* được xác định là một nhóm nấm cộng sinh với rễ cây ở Hàn Quốc (Lee *et al.*, 2017). *R. ochroleuca* và *Russula* sp. được ghi nhận trong rừng trồng (Matsuda & Hijii, 1998), *R. ryukokuensis* được ghi nhận trong rừng hỗn giao lá rộng và rừng lá kim (Shimono *et al.*, 2021) ở Nhật Bản.

Các loài nấm thuộc chi *Russula* đã được ghi nhận ở 13 bang của Ấn Độ với sự đa dạng loài rất cao (57 loài). Trong đó, 6 loài *R. adusta*, *R. cinerella*, *R. congoana*, *R. fineula*, *R. leelavathyi* và *R. michiganensis* đã được ghi nhận và mô tả lần đầu tiên ở miền Trung Ấn Độ (Verma *et al.*, 2018). Các loài *R. khanchanjungae*, *R. tsokae* (Das *et al.*, 2010), *R. sharmae*, *R. dubdiana*, *R. Sikkimensis* (Das *et al.*, 2013), *R. hookeri* (Paloi *et al.*, 2015), *R. sarnarii* (Ghosh *et al.*, 2017), *R. lakhanpalii* và *R. indocatillus* (Ghosh *et al.*, 2020) được mô tả tại dãy núi Himalaya, Ấn Độ.

Ở những vùng khí hậu nhiệt đới ẩm thuộc Bangladesh đã ghi nhận loài *R. nobilis* trong rừng trồng Keo lá tràm (Rumainul *et al.*, 2015). *R. decolorans* đã được ghi nhận là loài mới ở Thổ Nhĩ Kỳ (Hakan & Türkecul, 2017). *R. shanglaensis* là một loài mới ghi nhận tại Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan (Ullah *et al.*, 2020). Loài *R. rubicolor* cũng được ghi nhận mọc tự nhiên trong các khu rừng trên dãy Himalaya ở Pakistan (Jabeen *et al.*, 2020).

Ở Mỹ, loài *R. lentiginosa* được mô tả là một loài nấm mới, chúng có quan hệ di truyền gần với hai loài *R. viscida* và *R. ballouii* ở Châu Âu (Buyck & Mitchell, 2003). *R. parvovirescens*. được mô tả là khá phổ biến mà trước kia người ta thường nhầm lẫn với *R. virescens* hoặc *R. crustosa* (Buyck *et al.*, 2006). *R. texensis* được xác định là loài mới ở Texas (Buyck *et al.*, 2008). *R. ochrifloridana* được mô tả là một loài mới, có mũ nấm màu vàng ở Florida có mối quan hệ di truyền rất gần với loài *R. levyana* có mũ nấm màu đỏ (Adamčík *et al.*, 2011). Năm loài *R. albiduliformis*, *R. flocculosa*, *R. maculosa*, *R. heterosporoides* và *R. subgraminicolor* cũng được mô tả ở miền Đông nước Mỹ (Buyck & Adamčík, 2011).

Các nghiên cứu đã ghi nhận loài *R. vinosoflavescens* tại Pháp (Trendel *et al.*, 2017). Ở Serbia, các nghiên cứu đã khám phá 3 loài *R. integra*, *R. rosea* và *R. nigricans* (Kostić *et al.*, 2020).

Bốn loài *R. cingulata*, *R. anisopterae*, *R. hysgina* và *R. perelegans* được ghi nhận tại Papua New Guinea (Buyck & Horak, 1999). Chín loài *R. albidoflava*, *R. albobrunnea*, *R. brunneonigra*, *R. galbana*, *R. pumicoidea*, *R. reddellii*, *R. rostraticystidia*, *R. sinuata* và *R. variispora* đã được ghi nhận ở Úc (Lebel & Tonkin, 2007).

Một khảo sát được thực hiện ở chợ ngoài trời ở Luang Prabang, Lào đã ghi nhận được 49 loài nấm ăn thu hái từ tự nhiên. Trong đó có 16 loài thuộc chi *Russula* cực kỳ quý hiếm, chưa được định danh hoặc thậm chí có loài mới đang được bán trên thị trường. Điều này cho thấy sự cần thiết phải thực hiện các nghiên cứu phân loại nấm ở Lào (Łuczaj *et al.*, 2021).

Từ các nghiên cứu trên cho thấy các loài nấm thuộc chi *Russula* rất đa dạng, khó phân biệt giữa một số loài trong cùng chi, chúng phân bố ở nhiều hệ sinh thái rừng khác nhau trên thế giới. Số loài nấm đã được định danh vẫn còn chiếm tỷ lệ thấp. Việc phân loại nấm bằng hình thái đã được thực hiện phổ

biến nhưng cũng gặp nhiều khó khăn và phương pháp sinh học phân tử cũng đang được ứng dụng rất hiệu quả phục vụ công tác giám định loài.

1.1.2. Nghiên cứu về đặc điểm sinh học, sinh thái của nấm Russula

Loài *R. jilinensis* được mô tả với mũ nấm nhẵn, không có lông, màu đỏ, lúc đầu có hình bán cầu lồi, sau đó mức độ lồi có thể thay đổi tăng hoặc giảm và ở giữa hơi lõm xuống khi trưởng thành, kích thước rộng 6,1-7,3cm. Màu sắc của mũ nấm cũng thay đổi: màu đỏ thạch anh tới màu đỏ san hô khi còn nhỏ, màu đỏ đất tới màu đỏ tươi tăng theo độ tuổi; Vết nứt mũ nấm rộng 4-7mm, rìa mép 9-12cm, không phân nhánh, dễ vỡ, màu cam nhạt; Thân nấm hình chùy, phình to hơn về phía gốc, kích thước $9,2 \times 1,8$ cm, nhẵn, rắn nhưng rỗng, không đều khi già, thân nấm màu trắng khi non, gốc vàng khi già hoặc khô; Bột bào tử màu vàng đậm tới vàng nâu, kích thước bào tử đám $7-8 \times 6-7\mu\text{m}$, trung bình $7,5 \times 6,3\mu\text{m}$, hình gần cầu cho tới hình elip. Kích thước đám $38-44 \times 11-13\mu\text{m}$, đám hình chùy, phình rộng về phía gốc (Li *et al.*, 2012).

Nấm *R. changbaiensis* có mũ nấm màu đỏ, thân nấm màu vàng nhạt, thường mọc ở rừng lá kim; Đám có kích thước nhỏ đến trung bình, mỏng và dễ vỡ; Mũ nấm có kích thước 2-6cm, lúc đầu có hình bán cầu sau đó lồi tới phẳng; Mép mũ nấm lúc đầu cong vào, sau đó thẳng và cuộn nhẹ lên khi trưởng thành; Vết nứt mũ nấm dài tới 5mm; Thân nấm kích thước $3-5 \times 1-1,5$ cm, ở vị trí trung tâm, mềm, hình chùy cho tới hình trụ, đôi khi phình ra về phía gốc, màu trắng, một phần chuyển sang màu vàng khi già, rỗng khi trưởng thành; có mùi hăng dịu tới nhẹ (Li *et al.*, 2013).

R. heilongjiangensis có kích thước nhỏ tới trung bình; Mũ nấm 28-52mm, hình bán cầu lúc đầu, sau đó phẳng dần khi trưởng thành, thường lõm nhẹ ở giữa, có vân sọc xấp xỉ 3mm từ mép mũ nấm hướng vào trong, thỉnh thoảng bị đứt đoạn, hơi nhót khi ẩm ướt; Vết nứt mũ nấm rộng 3-5mm; Thân nấm ở chính giữa hoặc gần giữa, kích thước $4,2-6,5 \times 0,9-1,6$ cm, hình gần trụ tới

hình trụ, bề mặt khô ráo, hơi nhăn nheo, không vân, phía trên mỏng, màu trắng, vàng nâu khi khô. *R. khinganensis* có kích thước nhỏ tới trung bình; Mũ nấm 26-38mm, hình bán cầu khi nhỏ, phẳng khi trưởng thành; Mép mũ nấm uốn cong vào lúc đầu, thẳng hoặc cuộn hướng lên khi trưởng thành, hơi gợn sóng hoặc rạn nứt; Vết nứt mũ nấm rộng từ 2-5mm; Thân nấm có kích thước 4,5-7,7 × 0,8-1,5cm, hình gần trụ, bề mặt khô, hơi nhăn theo chiều dọc, thon hướng về gốc, màu trắng, không thay đổi màu khi già (Li *et al.*, 2018).

Ba loài nấm thu ở phía Nam Trung Quốc có đặc trưng bởi mũ nấm màu vàng sẫm tới màu hồng với rìa có vân. Nấm *R. subatropurpurea* có thể được nhận biết bởi mũ nấm màu nâu tía, vị nhạt và phần thân trắng chuyển sang màu đỏ tía. Mũ nấm có kích thước 4,5-6,8cm, hình bán cầu khi còn non, khi trưởng thành thì phẳng và có vết lõm nhỏ ở giữa, toàn bộ mũ nấm có màu nâu đỏ tía, bề mặt khô, khó bóc ra, mép mũ nấm cong vào nhẹ, không có vân, bị nứt theo tuổi; Vết nứt mũ nấm màu trắng, rộng 3-6mm, thường chia nhánh gần mép mũ nấm; Thân nấm màu trắng tới trắng nhạt, kích thước 3,7-5,5 × 1,2-1,6cm, hình trụ, hơi hẹp hướng về phía gốc. *R. pseudobubalina* có kích thước từ nhỏ tới trung bình; Mũ nấm 3,1-4,6cm, lồi khi còn nhỏ, phẳng dần khi trưởng thành, bề mặt khô, màu nâu sẫm ở phần trung tâm, che phủ một chút lên mép mũ nấm; Mép mũ nấm mỏng, không lông; Vết nứt mũ nấm màu trắng, rạn không thay đổi khi nát, kích thước rộng từ 2,5-3,5mm; Thân nấm màu trắng, kích thước 2,3-3,1 × 0,8-1,1cm. *R. subatropurpurea* có kích thước trung bình; Mũ nấm 4,5-6,8cm, hình bán cầu khi còn non, phẳng dần khi trưởng thành và hơi lõm ở giữa, toàn bộ mũ nấm có màu nâu đỏ, bề mặt khô, khó bóc ra, mép mũ nấm hơi cong vào, không có vân, bị nứt theo tuổi; Vết nứt rộng 3-6mm, thường phân nhánh gần mép mũ nấm; Thân nấm màu trắng, kích thước 3,7-5,5 × 1,2-1,6cm, hình trụ, hẹp dần hướng về phía gốc (Li *et al.*, 2019).

R. ryukokuensis có kích thước nhỏ 4-10mm, vết nứt mũ nấm màu trắng tới cam nhạt với vị hăng mạnh; Thân nấm màu cam hơi đỏ; Mũ nấm rất nhỏ hình

parabol khi còn non, sau đó lõm và có 1 vết lõm ở giữa, trở nên phẳng lõm khi trưởng thành, mép mũ nấm mềm, uốn cong vào khi non và sau thẳng dần và nâng lên; Vết nứt mũ nấm rộng 0,2mm, màu trắng, vàng nhạt tới cam nhạt, cân đối; Thân nấm kích thước 5-8mm, màu cam đỏ nhạt, phần gốc nấm non được bao bọc bởi hệ sợi nấm màu trắng; Vết nứt mũ nấm rộng tới 0,2mm; Đám hình chùy, kích thước 40-48 μ m (Shimono *et al.*, 2021).

Nấm *R. griseocarnosa* được xác định có mối quan hệ cộng sinh với rễ của nhiều loài cây chủ tại Trung Quốc (Yu *et al.*, 2020), trong đó *Castanopsis hystrix* là cây chủ phổ biến nhất (Yang *et al.*, 2016). Tám loài nấm thuộc chi *Russula* đã được ghi nhận phân bố trong rừng Thông đen (*P. thunbergia*) tại Trung Quốc, nghiên cứu cũng cho thấy thành phần Na, K và pH có ảnh hưởng rõ đến quần thể nấm (Zhang *et al.*, 2021). *Russula* spp. là những loài nấm cộng sinh quan trọng đối với hệ sinh thái rừng (Kaewgrajang *et al.*, 2020). Ba loài nấm *R. vinosa*, *R. alutacea* và *R. lepida* ở khu bảo tồn thiên nhiên Xiakeng, Trung Quốc thường hình thành cộng sinh với rễ loài Dẻ *Castanopsis fargesis*, *C. carlesii*, *C. kawakamii* và *C. fordii*, điều kiện cần thiết cho chúng là đất giàu mùn, tơi xốp, thông thoáng, đặc tính giữ nước của đất cao và độ ẩm trên 40%, độ ẩm không khí 80-100%, nhiệt độ từ 25-27°C (Wen, 2008).

Russula spp. chiếm ưu thế trong rừng cây lá kim, loài *R. ochroleuca* và *Russula* sp. hình thành quả thể của chúng ở trên tầng đất mặt dưới tán của loài *A. firma* (Matsuda & Hijii, 1998). *R. ryukokuensis* mọc tự nhiên trong rừng hỗn giao lá rộng và rừng lá kim ở Nhật Bản (Shimono *et al.*, 2021).

Các loài nấm thuộc chi *Russula* có vai trò rất quan trọng trong các hệ sinh thái rừng lá kim, 20 loài nấm *Russula* đã được xác định có phân bố ở rừng cây họ Thông (*Picea likiangensis* và *Pinus densata*), trong đó loài nấm *R. cyanoxantha* phổ biến nhất. Trong các loại rừng hỗn giao cây lá kim (*P. likiangensis*), Bạch dương (*Betula platyphylla*), và Đỗ quyên (*Rhododendron decorum*) có mức độ đa dạng loài nấm thấp hơn (Guo *et al.*, 2014). Các loài

nấm thuộc chi *Russula* đã được xác định ngoại cộng sinh với cây con và cây trưởng thành của loài cây lá kim (*Abies firma*) với 30% cây con và 56% cây trưởng thành có nấm cộng sinh (Matsuda & Hijii, 2004). Chúng được ghi nhận ngoại cộng sinh với cây Thông nhựa tại Indonesia (Marfi, 2018). Hai loài nấm *Russula* sp. và *R. lutea* ngoại cộng sinh trên cây Thông greggii (*P. greggii*) trong môi trường tự nhiên tại Mexico, thí nghiệm nhiễm nấm đã giúp cây con sinh trưởng tốt hơn hẳn so với đối chứng (Valdés *et al.*, 2019).

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* đã được xác định có khả năng ngoại cộng sinh rất tốt với cây Sồi savanna ở Mỹ, chúng làm tăng khả năng tổng hợp dinh dưỡng khoáng cho cây (Avis *et al.*, 2003). Bốn loài *R. cingulata*, *R. anisopterae*, *R. hysgina* và *R. perelegans* được xác định ngoại cộng sinh với rễ cây họ Dầu (*Anisoptera polyandra*) ở những vùng đất thấp trong rừng nhiệt đới thuộc quận Morobe, Papua New Guinea (Buyck & Horak, 1999). Loài *R. vinosoflavescens* thường mọc tự nhiên và ngoại cộng sinh với một số loài cây ở trong những khu rừng rụng lá ở Pháp (Trendel *et al.*, 2017).

R. adusta, *R. cinerella*, *R. congoana*, *R. fineula*, *R. leelavathyi* và *R. michiganensis* được ghi nhận ngoại cộng sinh với cây Sal ở Ấn Độ (Verma *et al.*, 2018). Ở những vùng khí hậu nhiệt đới ẩm thuộc Bangladesh đã ghi nhận *R. nobilis* mọc rải rác trong rừng Keo lá tràm (Rumainul *et al.*, 2015). *R. shanglaensis* mọc tự nhiên trong rừng lá kim ở Pakistan (Ullah *et al.*, 2020).

R. exalbicans thường có cơ chế tương tác đặc biệt với quần thể vi sinh vật trong đất, chúng giúp tăng tính đa dạng của nhiều loài khác thông qua việc cung cấp nguồn thức ăn từ thể quả nấm (Boersma *et al.*, 2009).

Nhìn chung, các loài nấm thuộc chi *Russula* có đặc điểm sinh học, sinh thái rất đa dạng, chúng thường ngoại cộng sinh với rễ của nhiều loài cây chủ và đã có những ghi nhận về sự ngoại cộng sinh với các loài cây họ Dẻ cũng

như các loài cây lá kim. Đây là tiền đề quan trọng để luận án triển khai các thí nghiệm nhiễm nấm và nuôi trồng trong điều kiện tự nhiên.

1.1.3. Nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng và sử dụng của nấm Russula

Các nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* là nấm ăn được và có giá trị dinh dưỡng cao (Kaewgrajang *et al.*, 2020). *R. alatoreticula* được biết đến như một loại thực phẩm và là nguồn dự trữ polisaccharides, giàu dinh dưỡng (Khatua & Acharya, 2019). Các loài nấm *Russula* ở Châu Phi có thành phần dinh dưỡng rất phong phú và đa dạng, trong đó protein 30,3%, sợi thô 17,9%, carbohydrate 30,2%, chất béo 3,6-7,8%, các khoáng chất 1.830ppm (Ijioma *et al.*, 2015).

R. vinosa, *R. cyanoxantha*, *R. delica* và *R. foetens*... có chứa nhiều hợp chất như polisaccharides, protein, khoáng chất, chất chống oxy hóa, kháng khuẩn... Những hợp chất này có nhiều tiềm năng để tăng cường sức khỏe và chữa bệnh (Hu & Xu, 2025). Ví dụ, một polysaccharide thu được từ nấm *R. griseocarnosa* đã được nghiên cứu và kết quả cho thấy rằng tác dụng gây độc tế bào của PRG1-1 đối với ung thư cổ tử cung ở người. Thông tin này chỉ ra tiềm năng đầy hứa hẹn để điều trị ung thư (Liu *et al.*, 2018). Chức năng tạo máu của polysaccharide có nguồn gốc từ nấm *R. griseocarnosa* đã được chứng minh và được tinh chế. Nghiên cứu cho thấy RGP1 làm giảm các thay đổi bệnh lý ở tủy xương và lách (Liu *et al.*, 2024). Một nghiên cứu về loài *R. vinosa* đã phát hiện có 120 axit béo, 74 axit amin, 14 polyphenol, 38 terpenoid, 79 axit hữu cơ, 38 đường và 41 phospholipid. Hàm lượng polyphenol cao có liên quan đến hoạt động chống oxy hóa (Chen *et al.*, 2024).

Thí nghiệm xác định các hoạt tính chống béo phì cũng như ức chế α -amylase và α -glucosidase của 15 chất chiết xuất từ nấm *Russula* sp. ở Amnat-Charoen, Thái Lan cho thấy những chất chiết xuất từ nấm *Russula* sp. thể hiện khả năng ức chế tốt đối với các triệu chứng bệnh nêu trên. Những phát hiện

này rất hữu ích cho việc tăng cường sức khỏe cho con người cũng như kích thích tiêu thụ nấm của Thái Lan (Pongkunakorn *et al.*, 2017). Nghiên cứu đặc tính chống oxy hóa, kháng khuẩn, kháng sinh và gây độc của 3 loài *R. integra*, *R. rosea* và *R. nigricans* ở Serbia đã tìm ra những nguồn carbohydrate và manitol là đường tự do có hàm lượng cao nhất và những axit hữu cơ chính đã được phát hiện gồm axit quinic và malic. Các hợp chất fenola, p-hydroxybenzoic và axit cinnamic đã được xác định có trong thể quả nấm có tác dụng chống oxy hóa và quá trình tan máu oxy hóa, hoạt tính cao nhất là chiết xuất ethanolic từ *R. nigricans* (Kostić *et al.*, 2020).

Các loài nấm *R. emetica* và *Russula* sp. có các hợp chất chống oxy hóa rất mạnh và cũng có khả năng hạn chế bệnh béo phì (Kaewnarin *et al.*, 2016). Các hợp chất polysaccharides chiết xuất từ nấm *R. senecis* có khả năng chống oxy hóa mạnh, tăng cường hệ miễn dịch cho con người (Khatua & Acharya, 2021). Nghiên cứu các thành phần dinh dưỡng và hoạt chất trong nấm *R. lepida* cho thấy chúng có ribonuclease và một loại protein có khả năng kháng virus HIV rất mạnh (Zhang *et al.*, 2010).

Bảng 1.1: Thành phần dinh dưỡng cơ bản của một số loài nấm thuộc chi *Russula* (% trọng lượng khô)

Loài	Protein	Chất béo	Tro	Chất xơ	Carbohydrate	Tài liệu tham khảo
<i>R. alatoreticula</i>	31,6	3,5	16,4	NA	63,6	(Khatua <i>et al.</i> , 2021)
<i>R. celluata</i>	14,1	2,0	6,9	NA	77,1	(Sileshi <i>et al.</i> , 2023)
<i>R. lepida</i>	18,3	5,6	7,6	8,4	60,1	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. lepida</i>	12,1	0,3	0,2	1,2	34,2	(Sharma & Gautam, 2015)
<i>R. nigricans</i>	22,6	4,8	6,7	9,6	56,3	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. griseocarnosa</i>	32,3	7,2	7,8	8,85	48,1	(Chen <i>et al.</i> , 2010)
<i>R. rosea</i>	20,0	2,0	5,8	20,0	52,2	(Khumlianlal <i>et al.</i> , 2024)
<i>R. virescens</i>	20,0	4,3	11,3	9,7	54,7	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)

Loài	Protein	Chất béo	Tro	Chất xơ	Carbohydrate	Tài liệu tham khảo
<i>R. virescens</i>	28,3	1,5	11,9	13,4	32,8	(Kaur <i>et al.</i> , 2023)
<i>R. xerampelina</i>	22,4	4,5	6,7	10,4	55,8	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>Boletus pinophilus</i>	22,8	4,4	6,0	7,5	66,8	(Dospatliev <i>et al.</i> , 2023)
<i>Pleurotus giganteus</i>	23,0	2,46	7,5	8,0	49,2	(Thachunglura <i>et al.</i> , 2023)

Qua bảng 1.1 cho thấy thành phần dinh dưỡng trong các loài nấm thuộc chi *Russula* nêu trên rất giàu dinh dưỡng với hàm lượng protein 12,1-32,3% và carbohydrate 32,8-77,1%, tương tự như các loài nấm thuộc các chi *Boletus* và *Pleurotus*. Vì vậy, chúng đã được xác định là nguồn bổ sung dinh dưỡng quan trọng trong chế độ ăn uống của con người. Bên cạnh đó hàm lượng chất béo trong các loài này thấp, tốt cho người có nguy cơ mắc các bệnh tim mạch và bệnh tiểu đường. Ngoài ra, chúng cũng có khả năng tích lũy một số nguyên tố như chì, thủy ngân, crôm... Vì vậy, việc kiểm tra kim loại trong nấm hoang dã là vấn đề rất quan trọng. Hàm lượng các khoáng chất khác nhau trong các loài nấm, nhưng trong cùng 1 loài nó cũng có thể thay đổi giữa các vùng địa lý, môi trường khác nhau và vị trí lấy mẫu cụ thể (cuồng nấm hay tán nấm).

Bảng 1.2: Thành phần chất khoáng đa lượng của một số loài nấm thuộc chi *Russula* (mg/kg trọng lượng khô)

Loài	Ca	K	Mg	Na	P	Tài liệu tham khảo
<i>R. griseocarnosa</i>	850	19.800	570	1.340	3.420	(Chen <i>et al.</i> , 2010)
<i>R. lepida</i>	100	35.300	700	NA	4.100	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. nigricans</i>	200	25.300	600	NA	3.400	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. rosea</i>	225	12.056		228	NA	(Khumlianlal <i>et al.</i> , 2024)
<i>R. sardonias</i>	145	31.240	580	700	NA	(Rasalanavho <i>et al.</i> , 2020)
<i>R. virescens</i>	100	27.600	800	NA	5.100	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. xerampelina</i>	100	28.900	600	NA	3.300	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)

Loài	Ca	K	Mg	Na	P	Tài liệu tham khảo
<i>Boletus pinophilus</i>	257	30.556	647	95	7.348	(Dospatliev <i>et al.</i> , 2023)
<i>Lactifluus dwaliensis</i>	142	11.209	191	303	NA	(Khumlianlal <i>et al.</i> , 2024)
<i>Lactifluus volemus</i>	170	12.835	166	290	NA	(Khumlianlal <i>et al.</i> , 2024)

Ghi chú: NA là không có thông tin

Các nguyên tố khoáng đa lượng trong một số loài nấm thuộc chi *Russula* có hàm lượng cao như Ca dao động 100-850mg/kg; K dao động 25.300-35.300mg/kg; Mg dao động 570-800mg/kg. Trong khi đó các loài *R. griseocarnosa*, *R. lepida* và *R. virescens* có hàm lượng các nguyên tố đa lượng cao hơn các loài *R. nigricans*, *R. sardonia* và *R. xerampelina*, và tương tự như các loài thuộc chi *Boletus* và *Lactifluus*.

Bảng 1.3: Thành phần chất khoáng vi lượng của một số loài nấm thuộc chi *Russula* (mg/kg trọng lượng khô)

Loài	Cu	Fe	Mn	Zn	Tài liệu tham khảo
<i>R. griseocarnosa</i>	48,0	500	23,0	88	(Chen <i>et al.</i> , 2010)
<i>R. lepida</i>	52,8	228	24,2	108	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. nigricans</i>	81,1	208	13,7	62	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. rosea</i>	37,0	524	24,0	154	(Khumlianlal <i>et al.</i> , 2024)
<i>R. sardonia</i>	29,2	40	11,9	47	(Rasalanavho <i>et al.</i> , 2020)
<i>R. virescens</i>	41,3	283	18,4	131	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. xerampelina</i>	48,0	193	17,4	94	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>Boletus pinophilus</i>	23,7	98,4	10,4	69	(Dospatliev <i>et al.</i> , 2023)
<i>Lactifluus volemus</i>	37,0	665	24,0	110	(Khumlianlal <i>et al.</i> , 2024)
<i>Pleurotus giganteus</i>	3,2	633	3,6	590	(Thachunglura <i>et al.</i> , 2023)

Kết quả tổng hợp trong bảng 1.3 cho thấy hàm lượng Fe ở loài *R. griseocarnosa* cao nhất với 500mg/kg, cao gần gấp đôi so với loài *R. virescens* và *R. lepida* và gấp 12,5 lần so với nấm *R. sardonina*. Fe là chất khoáng tham gia tổng hợp hemoglobin và góp mặt trong thành phần của các men oxy hóa. Ngoài ra, Cu cũng góp phần vào nhiệm vụ tạo máu. Vì vậy, những thực phẩm giàu Fe và Cu rất tốt cho phụ nữ có thai nói riêng và con người nói chung.

Các nghiên cứu cho thấy nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* có giá trị dinh dưỡng và dược tính khác nhau, một số loài có thể làm thực phẩm với thành phần dinh dưỡng rất cao. Do đó, rất cần nghiên cứu, đánh giá thành phần dinh dưỡng của các loài nấm thuộc chi *Russula* ở Việt Nam để chọn lọc nguồn giống nấm có giá trị cao nhất trước khi tiến hành nuôi trồng.

Hiện trạng thu hái và giá trị sử dụng

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* đang được thu hái trong tự nhiên để làm thực phẩm và làm thuốc đáp ứng nhu cầu của con người như một số loài thuộc chi *Russula* spp. ở Châu Phi (Ijioma *et al.*, 2015), các loài *R. adusta*, *R. cinerella*, *R. congoana*, *R. fineula*, *R. leelavathyi* và *R. michiganensis* ở Ấn Độ (Verma *et al.*, 2018) và *R. griseocarnosa* ở Trung Quốc (Yu *et al.*, 2020).

Giá trị của một số loài nấm ăn thuộc chi *Russula* rất cao tùy thuộc vào loại nấm cũng như xuất xứ. Nấm tươi bán ở các chợ địa phương tại Lào có giá khoảng 10 USD/kg (Phimmakong, 2019). Nấm khô thu tại Chiết Giang, Trung Quốc bán trên hệ thống trực tuyến của Alibaba có giá khoảng 58 USD/kg (Alibaba, 2021), nấm khô thu tại Hymalaya có giá khoảng 90 USD/kg, trong khi nấm khô thu tại Vân Nam, Trung Quốc có giá khoảng 250 USD/kg trên hệ thống bán hàng trực tuyến Amazon (Amazon, 2021).

Các loài nấm ăn thuộc chi *Russula* là sản phẩm thương mại chính ở Trung Quốc, là nhóm nấm ăn phổ biến nhất trong 10 chi nấm ăn ngoại cộng sinh ở Trung Quốc (Jie *et al.*, 2021). Chúng đã được nghiên cứu nuôi trồng nhân tạo

và bước đầu đã đạt được những kết quả khả quan, hướng đến sản xuất với quy mô tập trung (Bin & Tianyan, 1994).

Nghiên cứu về việc sử dụng nấm ăn hoang dã ở các vùng nông thôn Tanzania cho thấy có 7 loài nấm thuộc chi *Russula* là nấm ăn hoang dã được thu hái để ăn và bán chợ địa phương. Những người bán nấm thường là phụ nữ và trẻ em địa phương. Chuỗi thị trường nấm ăn hoang dã ở đây chủ yếu do phụ nữ thực hiện (76,25%) trong khi sự tham gia của nam giới chỉ là 23,75%. Phụ nữ có kiến thức sâu rộng về phân loại nấm ăn tự nhiên, sinh học và sinh thái và do đó là người truyền đạt kiến thức chính. Người ta cũng nhận thấy rằng việc tiếp nhận kiến thức về nấm ăn hoang dã thường bắt đầu từ khi còn nhỏ và dựa trên truyền thống gia đình. Kiến thức được tiếp thu và truyền đạt thông qua thực tiễn và chủ yếu được phổ biến trong gia đình. Người dân thu hái nấm có thể có thu nhập khoảng 400-900 USD/người/năm (Tibuhwa, 2013).

Sáu loài *R. adusta*, *R. cinerella*, *R. congoana*, *R. fineula*, *R. leelavathyi* và *R. michiganensis* có thể ăn được và được bán phổ biến ở chợ địa phương trong mùa mưa tại Ấn Độ (Verma *et al.*, 2018). *R. alatoreticula* (Khatua & Acharya, 2019) và *R. senecis* (Khatua & Acharya, 2021) được thu hái trong tự nhiên và sử dụng như một loại thực phẩm và thuốc chữa bệnh.

Một số loài *Russula* spp. là nguồn thực phẩm bù đắp sự thiếu hụt nguồn cung cấp protein và khoáng chất phổ biến ở một số nước đang phát triển của Châu Phi (Ijioma *et al.*, 2015). Ở Nigeria, *R. meleagris* là một trong năm loài nấm ăn tự nhiên quan trọng. Phụ nữ và trẻ em là những người thu hái nấm chủ yếu, chiếm khoảng 78,2% (Ndifon *et al.*, 2023).

Đến nay, nhiều loài nấm ăn thuộc chi *Russula* chủ yếu được thu hái ngoài tự nhiên, sử dụng làm thực phẩm, buôn bán ở các chợ địa phương ở dạng tươi và khô, mang lại sinh kế cho người dân sống gần rừng. Hiện nay mới chỉ có

một số nghiên cứu nhân nuôi nấm thuộc chi *Russula* nhưng chưa đáp ứng được nhu cầu rất lớn của thị trường.

1.1.4. Nghiên cứu nuôi trồng nấm *Russula*

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* đang được thu hái trong tự nhiên để làm thực phẩm và làm thuốc đáp ứng nhu cầu của con người như một số loài thuộc chi *Russula* spp. ở Châu Phi (Ijioma *et al.*, 2015), các loài *R. adusta*, *R. cinerella*, *R. congoana*, *R. fineula*, *R. leelavathyi* và *R. michiganensis* ở Ấn Độ (Verma *et al.*, 2018) và *R. griseocarnosa* ở Trung Quốc (Yu *et al.*, 2020).

Đến nay đã có một số nghiên cứu nuôi trồng nấm ăn thuộc chi *Russula* nhưng chưa có công bố về kết quả nuôi trồng ngoài tự nhiên và mới chỉ mang tính thử nghiệm cho một số loài với những kết quả ban đầu, cụ thể như:

Russula sp. đã được nghiên cứu nuôi cấy hệ sợi thuần khiết. Loại nấm này yêu cầu nhiệt độ và độ ẩm cao hơn để hệ sợi phát triển. Khi nuôi cấy sợi nấm được bảo quản trong điều kiện nhiệt độ thấp nhưng nó rất dễ mất khả năng sống sót. Các loài nấm thuộc chi *Russula* yêu cầu dinh dưỡng đặc biệt để phát triển (Bin & Tianyan, 1994). Ba loài nấm *R. vinosa*, *R. alutacea* và *R. lepida* có thể được thu hoạch thể quả 2 lần mỗi năm (Wen, 2008).

Thí nghiệm nuôi cấy trong nhà kính được tiến hành để sàng lọc khả năng cộng sinh của một số loài nấm *Russula* có thể ăn được với 3 loài cây chủ đã được thực hiện. 5 chủng *R. vinosa* và một chủng *R. lepida* đã được cấy vào hai loài cây họ Dẻ gồm *Castanopsis hystrix*, *C. fabric* và Thông đuôi ngựa (*P. massoniana*). Kết quả chỉ ra rằng nấm *Russula* cộng sinh tốt trên rễ của cả ba loài cây chủ với tỷ lệ nhiễm nấm đạt 46-90%. Hiệu quả nhiễm nấm đối với Thông đuôi ngựa tốt nhất, giúp tăng sinh trưởng của cây con rất rõ ràng so với đối chứng. Đối với cây họ Dẻ, có sự khác nhau về chiều cao cây con của 6 chủng nấm thuộc chi *Russula* trên *C. hystrix* và *C. fabric* ở tháng thứ 10 sau cấy. Các kết quả thí nghiệm đã cho thấy chủng *R. vinosa* 0553 cộng sinh mạnh

nhất với Thông đuôi ngựa và *C. hystrix*, và chủng *R. vinosa* 07242 cộng sinh mạnh nhất với *C. fabric* (Zhou *et al.*, 2011).

Điều kiện môi trường phù hợp cho sự phát triển của hệ sợi nấm *R. vinosa* đã được nghiên cứu. Nhiệt độ tối ưu cho nấm phát triển là 30,1°C; pH tối ưu là 5,85; cường độ ánh sáng tối ưu 319,89 lux; nhưng nó cũng có thể sinh trưởng được ở điều kiện tối; khả năng chịu mặn ở mức độ trung bình; độ ẩm chất nền rắn là 60% (Fuchang *et al.*, 1998a).

Nghiên cứu môi trường nuôi cấy thuần khiết nấm *R. vinosa* đã chỉ ra rằng nguồn carbon tốt nhất cho sự sinh trưởng là đường sucrose, mannose và glucose, nhưng không thể sử dụng CMC. Nguồn nito tốt nhất được sử dụng là yeast extract, beef extract và peptone, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ để nhân sinh khối hệ sợi. Tỷ lệ C/N tốt nhất là 20/1. Những khoáng chất như Photpho, Kali và Magie có ảnh hưởng lớn tới sự phát triển của sợi nấm, sự ảnh hưởng của Photpho là đáng kể nhất, nhưng ảnh hưởng của Canxi và Natri là rất yếu. Vitamin nhóm B có thể kích thích sinh trưởng của sợi nấm khá rõ (Fuchang *et al.*, 1998b).

Ảnh hưởng của các thông số nuôi cấy lỏng tới sự tăng trưởng của *R. vinosa* và hàm lượng protein thô, axit amin, hàm lượng polysaccharide tan trong nước nóng, các nguyên tố vi lượng Cu, Zn, Fe, Mn trong sợi nấm và quả thể đã được kiểm tra. Kết quả cho thấy điều kiện nuôi cấy tối ưu là pH 6,2 và ủ trong 6 ngày, nguồn C, N tối ưu lần lượt là đường glucose và dầu đậu nành. Hàm lượng các chất tương đương nhau ngoại trừ hàm lượng polysaccharide trong sợi nấm chỉ bằng 1/10 trong quả thể (Xiaohua *et al.*, 1998).

Ảnh hưởng của pH ban đầu và thời gian nuôi cấy tới sự tăng trưởng *Russula* sp. và sản xuất polysaccharide trong nuôi cấy lỏng đã được nghiên cứu. Độ pH tối ưu và thời gian nuôi cấy cho tăng trưởng và tích lũy tế bào đã được xác định. Những kết quả đã chỉ ra rằng điều kiện, thời gian nuôi cấy ảnh hưởng tới tăng trưởng tế bào và sản xuất sinh khối. Sinh khối và hiệu suất sản

sinh polysacharides trong nuôi cấy *Russula* sp. bị ảnh hưởng lớn bởi thời gian nuôi cấy, cũng như bởi pH môi trường nuôi cấy. Sinh khối đạt 21,83g/l, 1,35g/l, 79,87mg/g và 2,54g/l. Giá trị lớn nhất của sinh khối đạt 81,98mg/l ở pH ban đầu là 5,8. Qua đó cho thấy pH 5,8 là tối ưu (Zeng, 2006).

Loài nấm nấm ngoại cộng sinh thuộc chi *Gomphus* ở Quý Châu, Trung Quốc đã được phân lập thành công trên môi trường Melin-Norkrans (MMN) trong điều kiện nhiệt độ 23,5°C, pH =6,5. Đồng thời hệ sợi của *G. matijun* trong điều kiện nuôi cấy thuần khiết đã tạo cơ sở cho các thí nghiệm lây nhiễm trong đất được kiểm soát, giúp cho việc bảo tồn và nuôi trồng *G. matijun* trở nên khả thi trong tương lai (Geng *et al.*, 2023).

Qua các nghiên cứu trên cho thấy nấm thuộc chi *Russula* có thể phân lập, nhân sinh khối và nhiễm cộng sinh với rễ của một số loài cây họ Thông và họ Dẻ. Đây là tiền đề quan trọng để luận án tham khảo và thiết lập các nghiên cứu nhân nuôi nấm thuộc chi *Russula* ở Quảng Ninh.

1.1.5. Tổng quan về loài *Russula griseocarnosa*

Russula. griseocarnosa là loài nấm ăn phổ biến ở miền Nam Trung Quốc, được thu hái trong tự nhiên để làm thực phẩm và làm thuốc với giá trị kinh tế cao (Yu *et al.*, 2020), được đánh giá là một loại thực phẩm bổ sung sức khỏe cho phụ nữ sau sinh, có giá lên tới 2.000 nhân dân tệ/kg nấm khô ở Quảng Đông, Trung Quốc (Liu *et al.*, 2024).

Hiện nay, việc phân loại và nhận dạng nấm *R. griseocarnosa* vẫn còn gặp khó khăn. Việc phân biệt các loài tương tự với *R. griseocarnosa* và sự tồn tại của các trình tự tương đồng đã dẫn đến sự nhầm lẫn về các loài *Russula* được thu hái ở các tỉnh phía Nam Trung Quốc (Liu *et al.*, 2024).

Các đợt điều tra hiện trường cho thấy nấm *R. griseocarnosa* thường mọc ở những khu rừng chưa bị tác động mạnh. Mặc dù độ cao thay đổi đã được xác định là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự đa dạng của nấm ngoài rễ, nhưng

một số kết quả nghiên cứu cho thấy *R. griseocarnosa* có thể phân bố rộng với độ cao từ 244 đến 2100m ở Quảng Đông, Phúc Kiến và Vân Nam. Ngoài ra, sự khác biệt đáng kể về thành phần cơ giới và hàm lượng mùn trong đất ở các vị trí phát triển khác nhau có thể dẫn đến sự thay đổi thành phần vi sinh vật nhưng *R. griseocarnosa* vẫn có khả năng phát triển bình thường miễn là có cây chủ phù hợp. Các nghiên cứu hiện tại đã chỉ ra rằng cây họ Dẻ (Fagaceae) là cần thiết và đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành quả thể của *R. griseocarnosa*. Tuy nhiên, cơ chế cộng sinh giữa *R. griseocarnosa* và cây chủ của nó vẫn chưa rõ ràng. Nhìn chung, người ta cho rằng nấm ngoại cộng sinh là đối tác hỗ trợ không thể thiếu đối với nhiều loài cây (Liu *et al.*, 2024).

Kết quả xác định giai đoạn trưởng thành của *R. griseocarnosa* cho thấy thời điểm thích hợp nhất để thu hái là trước khi mũ nấm mở hoàn toàn, khi đó thể quả nấm có hương vị và giá trị dinh dưỡng cao nhất. Các axit amin tự do có liên quan mật thiết đến vị ngon và tác dụng có lợi của nấm. Phương pháp LC-MS/MS đã xác định đồng thời 20 protein cũng như 22 axit amin trong thể quả của loài *R. griseocarnosa*, ở các giai đoạn phát triển khác nhau có hàm lượng khác nhau (Ming *et al.*, 2014). Quả thể của *R. griseocarnosa* có đầy đủ các chất dinh dưỡng thiết yếu. Nghiên cứu chỉ ra rằng hàm lượng protein và chất béo thô của nó vượt trội so với các loại nấm ăn được tương tự như *R. virescens* và *Cantharellus cibarius*. Phân tích nguyên tố khoáng cho thấy *R. griseocarnosa* rất giàu photpho, kali, sắt, natri, canxi, magie..., mang lại lợi ích sức khỏe tiềm năng cho những người bị tăng huyết áp (Liu *et al.*, 2024). Loài nấm này chứa các hoạt chất có giá trị dinh dưỡng và dược tính cao như phenolics, flavonoids, ergosterol và β -carotene với hàm lượng tổng số đạt 95,82 μ g/g (Chen *et al.*, 2010).

R. griseocarnosa là một loại nấm ngoại cộng sinh với rễ của các loài cây họ Dẻ và cho đến nay vẫn chưa được nuôi trồng nhân tạo. Để tăng năng suất thể quả nấm, việc cải thiện môi trường rừng được tác động thông qua một số

biện pháp khác nhau như là tăng và kiểm soát độ ẩm đất, tăng nhiệt độ đất, cắt tỉa rễ cây có nấm ngoại cộng sinh vào mùa đông hoặc nhiễm giống nấm *R. griseocarnosa* vào cây chủ trong rừng nhằm làm tăng khả năng hình thành thể quả nấm (Liu *et al.*, 2024).

Như vậy, *R. griseocarnosa* là một loại nấm ăn có nhiều chất dinh dưỡng và hoạt tính sinh học tốt cho sức khỏe, có giá trị kinh tế cao, mọc chủ yếu ở các khu rừng tự nhiên có các cây thuộc họ Dẻ. Cho đến nay, vẫn còn thiếu các nghiên cứu toàn diện và gặp khó khăn cho việc nuôi trồng loài nấm ăn này. Vì vậy, việc có các nghiên cứu liên quan làm cơ sở phát triển loài là rất cần thiết.

1.2. Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam

1.2.1. Nghiên cứu về thành phần loài nấm thuộc chi *Russula*

Giới nấm rất đa dạng với khoảng 600.000 loài nấm trong đó 45.000 loài nấm đã được nghiên cứu, mô tả, và khoảng 10% là nấm ăn được và nấm dược liệu (Trịnh Tam Kiệt, 1981). Một số loài đã được trình bày trong phụ lục 2.

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* đã được ghi nhận tại Việt Nam như *R. albonigra*, *R. densifolia*, *R. pectinatoides*, *R. turci*, *R. padulosa* và *R. zvarae* (Trịnh Tam Kiệt *et al.*, 2000), *R. emetica* (Nguyễn Tiến Dũng *et al.*, 2014), *R. albidula*, *R. emetica*, *R. rosea*, *R. variata*, *R. virescens*, *R. pectinatoides*, *R. aurea*, *Russula* sp. (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017), *R. cystidiosa*, *R. paludosa*, *R. rosea*, *R. sanguinaria* và *R. xerampelina* (Trần Thị Phú, 2018; Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019).

Nghiên cứu thành phần loài thuộc chi *Russula* trong các khu rừng tại thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng đã ghi nhận 13 loài gồm *R. albonigra*, *R. atropurpurea*, *R. brevipes*, *R. paludosa*, *R. pectinatoides*, *R. romellii*, *R. rosacea*, *R. sororia*, *R. subfoetens*, *R. variata*, *R. virescens*, *R. flavida*, *R. alutacea*. Trong đó, có 3 loài ăn được là *R. paludosa*, *R. variata* và *R. virescens* (Lê Thanh Huyền, 2012; Lê Viết Ngọc *et al.*, 2021). Nghiên cứu tại

Vườn Quốc gia Bidoup - Núi Bà đã ghi nhận 3 loài *R. bella*, *R. rosacea* và *R. sanguinea* (Nguyễn Phương Thảo *et al.*, 2015).

Trong chi *Russula* có nhiều loài được xác định là nấm ăn có giá trị dinh dưỡng và được đưa vào danh sách các loài nấm ăn đã, đang hoặc có khả năng đưa vào nuôi trồng trong tương lai gần như *R. delica*, *R. cyanoxantha* và *R. virescens* (Trịnh Tam Kiệt, 2011). Một số công trình nghiên cứu các tác giả Lê Bá Dũng (2003), Trịnh Tam Kiệt (2011, 2012) đã ghi nhận một số loài có độc mọc phổ biến ở Việt Nam như *R. emetica* và *R. foetens*.

Một nghiên cứu khác tại Vườn quốc gia Yok Đôn, tỉnh Đắk Lắk đã ghi nhận 4 loài nấm độc thuộc chi *Russula* bao gồm: *R. emetica*, *R. foetens*, *R. queletii*, *R. subnigricans*. Chúng được ghi nhận phổ biến dưới tán rừng khộp (Trần Thị Kim Thi *et al.*, 2022). Kết quả điều tra thành phần loài nấm lớn tại tiểu khu 501, 502 thuộc Vườn quốc gia Yok Đôn đã ghi nhận được 11 loài nấm lớn. Trong đó, có 8 loài thuộc chi *Russula* và định danh được 4 loài gồm *R. albida*, *R. brunneola*, *R. foetens* và *R. sanguinaria* (H Jiêm Ayün, 2022).

Đã có một số nghiên cứu về nấm độc, trong đó nấm xóp gây nôn (*R. emetica*) đã được cảnh báo rất nhiều nhưng kết quả thử nghiệm trên chuột nhắt trắng cho thấy loài nấm này có độ độc thấp với liều chết trung bình (LD₅₀) của nấm khô và nấm tươi tương ứng là 4,912 và 42,126g/kg thể trọng (Hoàng Anh Tuấn & Hoàng Đức Thắng, 2021).

Các loài nấm thuộc chi *Russula* ở Việt Nam rất đa dạng nhưng chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ, ở mỗi điều kiện sinh thái riêng biệt vẫn có sự phân bố đặc hữu của những loài khác nhau. Các nghiên cứu định danh phần lớn là định danh bằng phương pháp hình thái. Do đó, cần có nghiên cứu về xác định thành phần loài thông qua phương pháp hình thái kết hợp với định danh bằng sinh học phân tử để xác định chính xác loài, từ đó làm cơ sở khoa học cho các nghiên cứu nhân nuôi và phát triển nguồn gen quý có giá trị. Trong tự

nhiên, có nhiều loài nấm có đặc điểm hình thái rất giống nhau, nhiều loài nấm độc khó phân biệt được với nấm ăn bằng hình thái.

1.2.2. Nghiên cứu về đặc điểm sinh học, sinh thái của nấm Russula

Các loài nấm ăn sống cộng sinh hoặc ký sinh, trong đó nấm thuộc chi *Russula* là loài nấm cộng sinh. Chúng là một mắt xích quan trọng trong lưới thức ăn của hệ sinh thái (Trịnh Tam Kiệt, 1981). Nấm thuộc chi *Russula* thường phân bố ở dưới tán rừng cây Chẹo và các loài cây họ Dẻ ở Việt Nam. Chúng là loại nấm cộng sinh trên rễ cây (Trịnh Tam Kiệt, 1981; Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật, 2003). Các loài nấm thuộc chi *Russula* ghi nhận ở Việt Nam thường phát triển mạnh ở điều kiện nóng ẩm (Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật, 2003). Đa số các loài nấm thuộc chi *Russula* đều phân bố ở những nơi đất ẩm, dưới tán rừng với thảm cỏ thưa, độ tàn che 0,6-07 (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017). Nấm thuộc chi *Russula* (nấm chẹo) được ghi nhận mọc dưới tán cây Chẹo trong rừng tự nhiên tại Hoành Bồ và Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh (Anh Vũ, 2020; Công Thành, 2018).

Nấm chẹo (*Russula* sp.) đã được ghi nhận ở các rừng tự nhiên, tập trung nhiều ở các xã Hà Lâu, Phong Dụ, huyện Tiên Yên, Quảng Ninh, nấm thường mọc vào cuối mùa Xuân, đầu mùa Hè và mùa Thu, đặc biệt là sau các đợt mưa ẩm (Anh Vũ, 2020). Nấm thuộc chi *Russula* cũng được ghi nhận mọc tự nhiên và tập trung ở một số rừng dẻ tại Lục Nam, Bắc Giang (Sỹ Quyết, 2017).

Chi nấm *Russula* cũng được ghi nhận xuất hiện ở hệ sinh thái rừng khộp tại Vườn quốc gia Yok Đôn với đặc trưng là cây lá rộng rụng lá vào mùa khô, khí hậu nhiệt đới nóng ẩm. Nấm *Russula* thường mọc đơn độc hoặc thành cụm dưới tán rừng với độ cao 165-166m, độ ẩm 73- 75%, nhiệt độ 28-30°C (Trần Thị Kim Thi *et al.*, 2022) .

Ngoài ra, với 100% cây thông là cây chủ, trong môi trường đặc trưng tại Đà Lạt, đặc trưng của khí hậu á nhiệt đới núi cao với nhiệt độ trung bình hàng

năm khoảng 18,3°C, lượng mưa trung bình 1.800mm và chia làm 2 mùa rõ rệt cũng phát hiện 13 loài nấm thuộc chi *Russula* phân bố và sinh trưởng rất tốt (Lê Viết Ngọc *et al.*, 2021).

Các loài nấm thuộc chi *Russula* có đặc điểm là quả thể thường mọc đơn độc hoặc theo cụm một số quả thể gần nhau trên đất dưới tán rừng, quả thể dễ nứt vỡ với với mũ và cuống nấm có nhiều màu sắc khác nhau. Ví dụ loài *R. virescens* mũ nấm có màu xanh lục nhạt với màu hơi nâu vàng ở giữa (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017). Một ví dụ khác như *R. vinosa* mũ nấm lõm và có màu rượ vang đến nâu đỏ, thường chuyển sang màu trắng nhạt hoặc nâu râm nắng ở giữa theo tuổi (Trịnh Tam Kiệt, 2012). Loài *R. paludosa* mũ nấm lớn màu đỏ sẫm, sau khi phát triển thì chuyển sang màu da cam đến vàng (Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019).

Nhìn chung, nấm thuộc chi *Russula* có đặc điểm hình thái rất đa dạng với nhiều màu sắc khác nhau, phân bố ở các hệ sinh thái rừng tự nhiên, dưới tán cây Chẹo hoặc các loài cây họ Dẻ. Do đó, rất cần có những nghiên cứu điều tra, thu mẫu ở nhiều trạng thái rừng khác nhau để có cơ sở khoa học đầy đủ phục vụ công tác nuôi trồng hiệu quả.

1.2.3. Nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng và sử dụng của nấm Russula

Các nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng

Hiện nay, các nghiên cứu thành phần dinh dưỡng trong một số loài nấm ăn và nấm dược liệu đã được thực hiện ở Việt Nam, trong đó xác định 23 acid béo, 48 phospholipid, 45 glycolipid trong nấm *Lobophora* sp. (Pham *et al.*, 2020). Kết quả phân tích thành phần hóa học trong nấm *Ischnoderma resinosum* cho thấy chúng có hợp chất phenolic với hàm lượng rất cao, đạt 4,1-4,8mg/g (Nguyễn Hoa Du *et al.*, 2013). Trong tổng số 65 loài nấm lớn đã được nghiên cứu tại Việt Nam (6 loài thuộc chi *Russula*) nhưng các tác giả mới phân tích thành phần hóa học cho 25 loài và chưa tiến hành với 6 loài nấm thuộc chi

Russula (Trịnh Tam Kiệt *et al.*, 2000).

Nấm ăn thuộc chi *Russula* được dùng để nấu canh hay xào với thịt trâu, thịt bò đều rất ngon (Công Thành, 2018; Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật, 2003). Theo người dân địa phương, nấm ăn thuộc chi *Russula* còn có tác dụng tăng khả năng thụ thai của phụ nữ và chữa vô sinh. Tuy nhiên, chưa có một nghiên cứu khoa học nào chứng minh điều này (Công Thành, 2018).

Nhiều loài nấm thuộc chi *Russula* đang được sử dụng làm thực phẩm hoặc dược liệu ở Việt Nam như loài *R. vinosa* (Trịnh Tam Kiệt, 1981), *R. albidula*, *R. rosea*, *R. variata*, *R. virescens* (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017), *R. paludosa* (Trần Thị Phú, 2018), *R. cystidiosa* (Trần Thị Phú, 2018; Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019). Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào về thành phần dinh dưỡng của nấm ăn thuộc chi *Russula* ở Quảng Ninh.

Ngoài ra, có một số loài nấm thuộc chi *Russula* có thể gây ngộ độc ở các mức độ khác nhau như loài *R. emetica* thường gây ra triệu chứng buồn nôn (Nguyễn Tiến Dũng *et al.*, 2014), *R. emetica*, *R. pectinatoides* đã được xác định là các loài nấm gây độc (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017). Do đó, rất cần phân nhằm biệt nấm ăn và nấm độc cũng như nghiên cứu giá trị dinh dưỡng của các loài nấm ăn thuộc chi *Russula* trước khi nhân nuôi đại trà.

Hiện trạng thu hái và giá trị sử dụng

Các loài nấm ăn thuộc chi *Russula* đang được thu hái làm thực phẩm ở Việt Nam có màu hồng. Loại nấm này có giá trị dinh dưỡng rất cao, được người dân sử dụng như một loại đặc sản, giá thu mua nấm tươi 200.000-250.000 đồng/kg (Công Thành, 2018) và nấm khô khoảng 1.500.000-1.800.000 đồng/kg (Anh Vũ, 2020). Những năm gần đây do thương lái Trung Quốc thu mua với giá cao, nên hầu như người dân không ăn mà chỉ thu hái, xử lý để bán (Công Thành, 2018).

Nấm ăn thuộc chi *Russula* đã được ghi nhận như một loại thực phẩm từ rất lâu ở Việt Nam (Phan Huy Dục, 1994), chúng được thu hái vào hai vụ chính từ tháng 3-5 âm lịch và tháng 8-10 âm lịch hàng năm ở Quảng Ninh (Anh Vũ, 2020; Công Thành, 2018). Nấm chèo đang được giao dịch với giá trị kinh tế cao, người dân đang tập trung thu hái để xuất khẩu mà chưa có điều kiện sử dụng như một loại thực phẩm phục vụ đời sống hàng ngày.

Với chương trình “Mỗi xã, phường một sản phẩm - One commune, one product” (OCOP) của tỉnh Quảng Ninh, hiện nay nấm ăn thuộc chi *Russula* đang được định hướng để trở thành một trong những sản phẩm OCOP. Nấm thuộc chi *Russula* đang được người tiêu dùng trong và ngoài tỉnh ưa chuộng cũng như nhu cầu xuất khẩu rất lớn, nguồn cung nấm thuộc chi *Russula* luôn khan hiếm và giá bán ổn định ở mức cao.

Bộ Nông nghiệp và Môi trường cũng như các địa phương đang bắt đầu đẩy mạnh hơn nữa việc thương mại hóa thị trường nấm ăn hoang dã. Tuy nhiên, tiến độ này bị hạn chế do hiểu biết hạn chế về các nhóm dân tộc tham gia thu hái và buôn bán cũng như tầm quan trọng của nấm ăn hoang dã trong nền kinh tế nông thôn. Do đó, nghiên cứu về *R. griseocarnosa* này được thực hiện để xác định mức độ các hộ gia đình ở nông thôn tham gia vào việc thu hái *R. griseocarnosa*; xác định chuỗi giá trị và thị trường hiện tại cho *R. griseocarnosa*; xác định các chính sách liên quan của chính phủ. Dữ liệu thu được về *R. griseocarnosa* trong nghiên cứu này có thể hỗ trợ xây dựng chính sách phát triển nông thôn bền vững ở Việt Nam.

1.2.4. Nghiên cứu nuôi trồng nấm *Russula*

Có khoảng 4.500 loài nấm làm thực phẩm và dược liệu. Tuy nhiên, chỉ có khoảng 100 loài nấm ăn và nấm dược liệu đã được nuôi trồng nhân tạo (Trịnh Tam Kiệt, 1981; Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật, 2003).

Các khu vực có nấm thuộc chi *Russula* mọc tự nhiên đang được cộng đồng dân cư và chính quyền địa phương khoanh nuôi, bảo vệ để thu hái nấm, điển hình như ở Tiên Yên, Quảng Ninh (Anh Vũ, 2020). Nấm ăn thuộc chi *Russula* đang rất được ưa chuộng để làm thực phẩm cho người dân bản địa cũng như xuất khẩu. Việc thu hái trong tự nhiên chưa đủ đáp ứng nhu cầu và rất cần có các kỹ thuật nhân nuôi nhằm tăng năng suất và đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm nấm ăn thuộc chi *Russula*.

Nghiên cứu phân lập nấm cộng sinh trên cây thông và bạch đàn trên các môi trường nuôi cấy MMN, PACH và FDA. Kết quả đã tuyển chọn được chủng, trong đó xác định được trong các loại nấm cộng sinh và có 2 loài thuộc chi *Russula* là *R. emetica* và *R. rosea* (Phạm Quang Thu, 2015).

Các loài nấm thuộc chi *Russula* được đánh giá là khó nuôi trồng nhân tạo (Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật, 2003). Đến nay, nghiên cứu phân lập và nuôi cấy hệ sợi nấm *R. vinosa* đã được Trường Đại học Thủ Dầu Một triển khai và có kết quả khả quan ban đầu. Chưa có nghiên cứu nuôi trồng và phát triển loài nấm chèo tại Quảng Ninh nói riêng và ở Việt Nam nói chung.

1.3. Nhận xét chung

Từ tổng quan các nghiên cứu cả ở trong và ngoài nước cho thấy các loài nấm thuộc chi *Russula* rất phong phú, nhiều loài được xác định có mối quan hệ cộng sinh với rễ của các loài thực vật, điển hình như cây Chèo, các loài cây họ Dẻ, các loài thông, Keo lá tràm... Nhiều loài nấm được sử dụng làm thực phẩm và dược liệu với giá trị kinh tế cao. Trong số các loài nấm thuộc chi *Russula*, một số loài đã được xác định là nấm ăn, một số có độc tính, nhiều loài chưa xác định và một số ít loài đã được phân tích thành phần dinh dưỡng. Ngoài ra, một số loài nấm thuộc chi *Russula* có độc nhưng có hình thái gần giống với nấm ăn được. Đến nay, chưa có nghiên cứu xác định tên khoa học và giá trị dinh dưỡng của nấm chèo (*Russula* sp.) tại Quảng Ninh và các tỉnh lân cận.

Nhu cầu sử dụng nấm ăn thuộc chi *Russula* làm thực phẩm ngày càng tăng, các nguồn cung nấm chủ yếu đang được thu hái ngoài tự nhiên không đủ để đáp ứng nhu cầu. Những kết quả nghiên cứu về đặc điểm sinh học, sinh thái của một số loài nấm thuộc chi *Russula* và một số kết quả nghiên cứu ban đầu về nuôi trồng là cơ sở khoa học và kinh nghiệm thực tiễn quan trọng cho luận án tham khảo. Đồng thời, việc nghiên cứu cơ sở khoa học để phát triển loài nấm chèo (*Russula* sp.) tại tỉnh Quảng Ninh là rất cần thiết, góp phần phát triển hiệu quả và bền vững các loài nấm ăn thuộc chi *Russula*.

1.4. Đặc điểm khí hậu, đất đai khu vực nghiên cứu

1.4.1. Vị trí địa lý của các địa điểm nghiên cứu

Vị trí địa lý của khu vực nghiên cứu: Tỉnh Quảng Ninh thuộc vùng Đông Bắc Việt Nam, khu vực ở gần hoặc có đường biên giới giáp Trung Quốc.

1.4.2. Điều kiện tự nhiên của các địa điểm nghiên cứu

Địa hình khu vực nghiên cứu đa dạng và phức tạp, chủ yếu là đồi núi. Quảng Ninh có hơn 80% đất đai là vùng đồi núi phức tạp chia tỉnh thành miền đông và miền tây.

Do ảnh hưởng của vị trí địa lý và địa hình, đặc điểm khí hậu của khu vực nghiên cứu có mang nét đặc trưng của vùng Đông Bắc là khí hậu nhiệt đới gió mùa. Một năm có 4 mùa rõ rệt: mùa đông có khí hậu khô, lạnh; mùa hè có khí hậu nóng, ẩm; mùa xuân và mùa thu khí hậu ôn hòa. Mùa hạ nóng ẩm, mưa nhiều: nhiệt độ trung bình 28,6°C. Mưa nhiều (từ tháng 4 đến tháng 10) chiếm 85% lượng mưa cả năm, lượng mưa trung bình năm từ 1.500-2.700mm/năm, nhưng phân bố rất khác nhau như Ba Chẽ có lượng mưa trung Bình chỉ 1.400mm, Tiên Yên có lượng mưa trung bình năm lên tới 2.400mm. Độ ẩm không khí cao, độ ẩm không khí trung bình trên 80%, một số tháng trên 85%.

Nhìn chung khu vực nghiên cứu có khí hậu tương đối thuận lợi đối với phát triển nông nghiệp, lâm nghiệp. Khí hậu nhiệt đới gió mùa của khu vực

nghiên cứu đã góp phần làm tăng tính đa dạng sinh học ở trong các hệ sinh thái rừng nơi đây. Trong đó, nguồn gen nấm chèo là một trong các loài lâm sản ngoài gỗ đặc trưng có phân bố nhiều và được người dân địa phương thu hái, sử dụng trong nhiều thập niên qua. Như vậy, các yếu tố khí hậu chính như: lượng mưa, độ ẩm không khí, nhiệt độ và tổng số giờ nắng có ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng của các sinh vật trong các hệ sinh thái, đặc biệt là ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng sản phẩm.

Diện tích rừng và đất rừng của khu vực nghiên cứu đều ở mức cao chiếm từ 44-66%. Rừng tự nhiên với nhiều loài cây gỗ quý như: Lim, Nghiến, Sến, Táu, Dẻ, Trám, Pơ mu, Thông...

Dân sinh kinh tế: các khu vực nghiên cứu là nơi sinh sống của nhiều đồng bào dân tộc thiểu số (Tày, Nùng, Dao, Sán Chỉ, Sán Dìu, Hoa, Thái...) và có mật độ dân số thấp so với trung bình của cả nước là 321 người/km², trong đó thấp nhất là huyện Ba chẽ là 36 người/km², Bình Liêu là 67 người/km², Tiên Yên là 78 người/km². Đặc điểm của điều kiện tự nhiên luôn có ảnh hưởng quan trọng đến hệ sinh kế của các tộc người cư trú của vùng. Hoạt động kinh tế chính của khu vực vùng Đông Bắc bao gồm nương rẫy, chăn nuôi và khai thác nguồn lực tự nhiên. Các nguồn lực từ tự nhiên có vai trò quan trọng trong sinh kế của người dân. Trong những năm gần đây, người dân đã chuyển từ khai thác thụ động sang khai thác chủ động thông qua việc trồng rừng với nhiều loại cây trồng có giá trị, điều này ngoài việc giúp tăng diện tích che phủ rừng và còn góp phần cải thiện sinh kế, tăng thu nhập. Như vậy, thay vì chỉ khai thác rừng, người dân nơi đây đã chuyển sang phát triển kinh tế rừng.

Một trong số các định hướng phát triển thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 của tỉnh Quảng Ninh là xây dựng các vùng phát triển rừng bền vững, đưa Quảng Ninh trở thành trung tâm chế biến, xuất khẩu lâm sản của miền Bắc. Phát triển nền nông nghiệp hàng hóa quy mô lớn, ứng dụng công nghệ cao theo hướng tăng cường liên kết theo chuỗi, nâng cao giá trị gia tăng,

hiệu quả kinh tế của các sản phẩm OCOP gắn với xây dựng nông thôn mới, giàu bản sắc văn hóa (Chính phủ, 2023).

CHƯƠNG 2

NỘI DUNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

2.1.1. Xác định loài nấm ăn phổ biến thuộc chi *Russula* phân bố tại Quảng Ninh và vùng lân cận

- Điều tra tình hình phân bố và thu mẫu nấm ăn thuộc chi *Russula* tại tỉnh Quảng Ninh và vùng lân cận.
- Xử lý mẫu, phân lập và thuần khiết hệ sợi nấm.
- Nghiên cứu xác định loài.

2.1.2. Nghiên cứu thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận

- Nghiên cứu thành phần dinh dưỡng của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận.
- Điều tra thị trường nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận.

2.1.3. Nghiên cứu đặc điểm sinh thái của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại tỉnh Quảng Ninh

- Nghiên cứu xác định loài cây chủ của nấm chèo (*R. griseocarnosa*).
- Nghiên cứu về các yếu tố sinh thái của nấm chèo (*R. griseocarnosa*).

2.1.4. Nghiên cứu kỹ thuật nuôi trồng nấm chèo (*R. griseocarnosa*) trong điều kiện tự nhiên tại tỉnh Quảng Ninh

- Nghiên cứu tạo giống nấm chèo (*R. griseocarnosa*).
- Nghiên cứu nhiễm giống nấm chèo (*R. griseocarnosa*) vào cây chủ.

- Xây dựng mô hình nuôi trồng thể quả nấm chèo (*R. griseocarnosa*) trong điều kiện tự nhiên.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

- Thể quả, hệ sợi nấm cộng sinh trên rễ cây và hệ sợi thuần khiết của nấm chèo (*Russula griseocarnosa*).

- Các loài cây chủ của nấm chèo (*R. griseocarnosa*), cây giống ở vườn ươm và cây mọc tự nhiên trên rừng.

- Các loại vật tư, hóa chất phục vụ việc thu mẫu, thí nghiệm phân lập, nhân sinh khối hệ sợi và tạo giống nấm chèo (*R. griseocarnosa*).

- Dụng cụ thí nghiệm: Túi giấy, túi nilon, lọ nhựa (2ml, 5ml...), hộp nhựa, bình tam giác, đĩa petri, ống eppendorf, dao, kéo, panh, bút, sổ ghi chép...

- Thiết bị thí nghiệm: Kính hiển vi, kính lúp cầm tay, kính lúp soi nổi, cân điện tử, nồi hấp, tủ cấy, máy sấy, máy ảnh, máy đo pH, máy đo cường độ ánh sáng, máy đo độ ẩm...

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Cách tiếp cận

Đề tài luận án tiến hành điều tra các loài nấm thuộc chi *Russula* tại khu vực nghiên cứu sau đó xác định loài phổ biến và có giá trị nhất để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo của luận án.

Luận án sử dụng nhiều phương pháp nghiên cứu, từ thu thập, kế thừa và tổng hợp có chọn lọc các tài liệu liên quan về nấm lớn thuộc chi *Russula* như định danh loài, đặc điểm sinh học, sinh thái loài, thành phần dinh dưỡng, phương pháp nuôi trồng, điều kiện khu vực nghiên cứu...; kết hợp phỏng vấn cán bộ kỹ thuật và người dân tham gia thu hái và buôn bán nấm. Qua đó, luận án tiến hành các nội dung nghiên cứu như điều tra tại hiện trường để thu mẫu, mô tả hình thái; tiến hành giám định loài; nghiên cứu các đặc điểm sinh học,

sinh thái của loài nấm ăn thuộc chi *Russula*; nghiên cứu phân lập, nhân sinh khối và tạo giống nấm; nghiên cứu nhiễm nấm vào cây chủ và thử nghiệm nhân nuôi nấm chèo trong điều kiện tự nhiên.

2.3.2. Phương pháp kế thừa

Kế thừa có chọn lọc các tài liệu, kết quả nghiên cứu đã được công bố có liên quan về chi nấm *Russula* và về loài *R. griseocarnosa* ở trong và ngoài nước nhằm hệ thống hóa các thông tin, dữ liệu liên quan đến luận án.

Kế thừa các hiện trường nghiên cứu đã có hoặc các kết quả ở dạng trung gian của đề tài "Bảo tồn nguồn gen nấm chèo trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh" do PGS.TS. Nguyễn Minh Chí - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam chủ trì để triển khai các nội dung nghiên cứu của luận án.

2.3.3. Xác định loài nấm ăn phổ biến thuộc chi *Russula* phân bố tại Quảng Ninh và vùng lân cận

2.3.3.1. Phương pháp điều tra phân bố và thu mẫu

Địa điểm điều tra và thu mẫu: Tỉnh Quảng Ninh, Bắc Giang và Cao Bằng.

Tại Quảng Ninh: điều tra tại 4 huyện/TP: Tiên Yên, Hạ Long, Ba Chẽ và Bình Liêu.

Tại Bắc Giang: điều tra tại huyện Lục Nam.

Tại Cao Bằng: điều tra tại huyện Trùng Khánh.

a. Điều tra phỏng vấn:

Tiến hành phỏng vấn, thu thập thông tin từ các cơ quan quản lý và người dân. Thu thập các thông tin về phân bố, thu hái, sử dụng và buôn bán... nấm ăn thuộc chi *Russula* ở khu vực nghiên cứu theo phiếu điều tra (phụ lục 6). Điều tra theo phương pháp PRA, điều tra có sự tham gia với 159 lượt chủ thể tham gia phỏng vấn gồm cán bộ quản lý rừng, cán bộ cơ sở và người dân đi thu hái.

Thành phần cụ thể trong bảng 2.1.

Bảng 2.1: Thành phần và số lượng người tham gia khảo sát

Đối tượng được phỏng vấn	Người tham gia khảo sát			
	Người dân	Chợ địa phương	Nhà hàng	Người quản lý
Người thu hái nấm	70	18		
Người buôn bán nấm		30	21	
Cán bộ quản lý				20

b. Điều tra sơ bộ theo tuyến:

Dựa vào bản đồ địa hình khu vực, tài liệu và dữ liệu phỏng vấn về sự phân bố của nấm ăn thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh, Bắc Giang và Cao Bằng để chọn tuyến điều tra. Tại tỉnh Quảng Ninh điều tra tại 4 huyện/TP: Tiên Yên, Hạ Long, Ba Chẽ và Bình Liêu, tại tỉnh Bắc Giang và Cao Bằng điều tra 1 huyện/tỉnh, bao gồm Lục Nam, Bắc Giang và Trùng Khánh, Cao Bằng. Tại mỗi huyện lập 3 tuyến điều tra 5km đi qua các rừng tự nhiên có các loài cây họ Dẻ và cây Chẹo phân bố. Trên các tuyến, cứ 100m, rẽ sang 2 bên khoảng 10m để điều tra.

Trên tuyến điều tra tiến hành điều tra, khảo sát xác định điểm phân bố nấm ăn thuộc chi *Russula* tập trung. Tại các điểm phân bố nấm tập trung tiến hành định vị để lập các ô tiêu chuẩn (OTC) và thu mẫu phục vụ cho các nội dung nghiên cứu tiếp theo. Dụng cụ gồm: Máy định vị GPS, kính lúp cầm tay, dao, giấy báo, thùng đựng và bảo quản mẫu nấm...

c. Điều tra chi tiết trên ô tiêu chuẩn:

Trên các tuyến điều tra sơ bộ tại 4 huyện/TP của Quảng Ninh, tại những nơi đã được xác định có nấm ăn thuộc chi *Russula* phân bố, tiến hành lập các OTC để điều tra chi tiết với diện tích 1.000m^2 ($25 \times 40\text{m}$). Ranh giới OTC được xác định bằng cọc mốc sơn đỏ.

Trong các OTC tiến hành điều tra thu mẫu (1) Loài nấm, (2) Loài cây chủ, (3) mật độ nấm; (4) ghi chép các thông tin về lập địa, địa hình, loài cây chủ... Tiến hành thu các mẫu nấm ăn thuộc chi *Russula*, mỗi ô 1-2 mẫu.

Cách thu mẫu và bảo quản: Các mẫu nấm được thu riêng rẽ, bọc trong giấy thấm. Mẫu được ghi rõ các thông tin như: thời gian thu mẫu, cây chủ, người thu, địa điểm thu mẫu (kí hiệu mẫu được đánh theo tên địa danh và kèm theo số thứ tự từ 1 đến hết). Các mẫu được bảo quản lạnh và vận chuyển về trong ngày.

Xử lý mẫu: Các mẫu tiêu bản được sấy khô (nhiệt độ 52-53°C, trong khoảng 24h). Các mẫu nấm còn lại tiếp tục bảo quản lạnh ở 4-5°C.

Số lượng OTC: $3 \text{ OTC/tuyến} \times 12 \text{ tuyến} = 36 \text{ OTC}$.

Thời gian thực hiện: tháng 3-6/2022, điều tra định kỳ 3 lần/tháng.

2.3.3.2. Phương pháp xác định loài

a. Mô tả các đặc điểm hình thái

Khi thu thập mẫu nấm thuộc chi *Russula* ngoài tự nhiên, tiến hành mô tả và ghi chép đầy đủ các thông tin như hình dạng, kích thước, màu sắc mùi vị, các phản ứng với dung dịch KOH (3%) để kiểm tra sự thay đổi màu sắc ngay tại nơi thu mẫu. Đặc biệt, ghi nhận đầy đủ các đặc điểm dễ mất khi bảo quản tiêu bản ở dạng khô. Quan sát bằng mắt thường và kính lúp cầm tay độ phóng đại 20 lần, lần lượt quan sát và mô tả những đặc điểm về hình thái, màu sắc của nấm. Các thông tin cụ thể gồm:

Cách thức mọc: mọc đơn hay mọc thành cụm.

Quả thể: kích thước, hình dạng, màu sắc, cấu trúc bề mặt.

Bào tàng: toàn bộ hay chỉ một phần, quanh thân nấm hay chỉ ở một phía.

Thân nấm: các cấu trúc gai, lông, hình dạng, kích thước, màu sắc.

Thịt nấm: kích thước dày, mỏng, màu sắc, mùi vị, độ cứng, dai, giòn, phản ứng đổi màu khi tiếp xúc với không khí.

b. Mô tả các đặc điểm hiển vi

Phân tích các đặc điểm hiển vi của mẫu, dùng mẫu tươi. Cắt quả thể gồm mô nhũ nấm và bào tầng (phiến nấm hay ống nấm). Từ phần quả thể này, phân tích mối quan hệ giữa mô bất thụ của mũ nấm và mô bất thụ của bào tầng ngoài ra còn phân tích được màu sắc, mùi vị và độ dày thịt nấm. Cũng từ phần quả thể này, dùng kim nhọn tách một phần nhỏ đặt trên lam kính để phân tích cấu trúc của hệ sợi. Dùng dao cắt vuông góc với phiến nấm hay ống nấm để quan sát và phân tích các hình thái và cấu trúc của các yếu tố trên bào tầng như đảm, đảm bào tử, gai nhọn trên kính hiển vi với độ phóng đại 400 lần.

Phân tích cấu trúc hiển vi như sau: Hệ sợi mũ nấm phân nhánh hay không phân nhánh, có vách ngăn ngang hay không. Kích thước sợi, cấu trúc sợi, độ dày thành sợi, mức độ bắt màu. Mô tả đảm, bào tử đảm: hình dạng, kích thước.

Các mẫu nấm sau khi được mô tả và định danh theo các khóa phân loại của Trịnh Tam Kiệt (1981, 2012), Wang *et al.* (2009) và Verma *et al.* (2018).

c. Định danh bằng phương pháp sinh học phân tử

Việc giám định mẫu nấm thuộc chi *Russula* bằng phương pháp sinh học phân tử được thực hiện như sau:

Tách DNA: Sinh khối của 10 mẫu nấm chọn được chia nhỏ và đưa vào ống eppendorf 1,5ml đã bổ sung 500µl 2×SSC. Lắc đều và ủ ở 99°C trong 10 phút. Ly tâm ở tốc độ 13.000 vòng/phút, trong 2 phút. Hút bỏ hết phần dịch và rửa tế bào một lần bằng nước cất tiệt trùng. Bổ sung hạt thủy tinh đường kính 0,3-0,5mm, 100µl dung dịch phenol + chloroform (tỉ lệ 1:1) và 100µl nước cất tiệt trùng. Lắc ở tốc độ 1.400 vòng/phút, trong 10 phút bằng máy Thermocomfort (Eppendorf, Đức). Sau khi lắc, tiến hành ly tâm ở tốc độ 13.000 vòng/phút, trong 10 phút. Lấy phần có chứa DNA, dịch trong phía trên làm khuôn cho phản ứng PCR. DNA sau khi tách chiết được bảo quản ở nhiệt độ -20°C.

Phân đoạn rDNA của các mẫu nấm được khuếch đại gen ITS rDNA và LSU rDNA bằng cách sử dụng cặp mồi ITS1 (5'-TCCGTAGGT GAACCTGCGG-3') và ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White *et al.*, 1990) và cặp mồi LROR (5'-ACCCGCTGAACTTAAGC-3') và LR7 (5'-TACTACCACCAAGATCT-3') (Vilgalys & Hester, 1990). Quá trình khuếch đại được thực hiện trong lọ Eppendorf (Đức) có thể tích 50µl chứa 20µl Master Mix, 1µl mỗi loại mồi, 1µl mẫu DNA và 27µl nước khử trùng. PCR được thực hiện với máy C1000 TouchTM. Các thông số chu trình PCR như sau: biến tính ban đầu trong 3 phút ở 94°C, tiếp theo là 30 chu kỳ ở 94°C trong 30 giây, 52°C trong 30 giây và 72°C trong 1 phút. Quá trình khuếch đại được hoàn thành ở 72°C trong 10 phút. Sản phẩm PCR được bảo quản ở 10°C.

Các sản phẩm PCR sau khi tiến hành khuếch đại được giải mã trình tự bởi hãng 1st BASE (Seri Kembangan, Malaysia). Các chuỗi DNA sau khi giải trình tự được so sánh với cơ sở dữ liệu trên GenBank thông qua giao diện tìm kiếm BLAST nucleotide-nucleotide search trên Genbank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) đặt tại National Center for Biotechnology Information, Bethesda, Mỹ. Các trình tự liên quan được chuyển tải về sau đó xử lý bằng phần mềm BioEdit (Hall, 1999). Các loài thuộc chi *Russula* được chọn để so sánh và dựng cây phân loại có các đặc điểm cơ bản (hình dạng, màu sắc, kích thước) tương tự như loài *Russula* ăn được trong nghiên cứu này. Các trình tự thuộc hai gen của một số loài *Russula* đã được sử dụng để xây dựng cây phân loại. Cây phả hệ được xây dựng bằng các trình tự ITS và LSU. Xây dựng cây phả hệ bằng phương pháp Maximum Likelihood (Kimura, 1980), bằng phần mềm MEGA 7 (Kumar *et al.*, 2016). Loài *Albatrellus ovinus* được sử dụng như là loài đối chiếu ngoài nhóm cho cây phả hệ.

d. Mô tả, phân biệt với loài nấm chèo với nấm xóp đỏ

Phân biệt sự khác biệt giữa hai loài thông qua hình thái bên ngoài: màu sắc mũ nấm, cuống nấm...

Đặc điểm giải phẫu: cấu tạo, màu sắc, độ xốp của mũ nấm và cuống nấm.

So sánh thông qua giải trình tự gen: Việc giải trình tự và so sánh trình tự gen ITS của các mẫu nấm chèo (*R. griseocarnosa*) và nấm xốp đỏ (*Russula* sp.) được thực hiện tương tự như phương pháp giám định loài nấm chèo.

2.3.3.3. Phân tích độc tính của nấm xốp đỏ thông qua chỉ số LD₅₀

- Phương pháp chiết nấm khô: Lấy 100g nấm khô, nghiền nhỏ, cho vào bình. Tẩm bột nấm khô với dung dịch NH₄OH 10%, để trong 2 giờ, sau đó ngâm hỗn hợp trên với chloroform trong 2 giờ. Tiến hành chiết 3 lần bằng chloroform để lấy alkaloid. Cặn chứa alkaloid dùng để nghiên cứu độc tính.

- Phương pháp chiết nấm tươi: Lấy 300g ngâm trong cồn 70%. Sục khí bình ngâm nấm để đuổi hết cồn, sau đó lấy nấm và cặn còn lại trong bình cho vào cối sứ để nghiền nhuyễn cùng với nước. Đổ mẫu đã nghiền với nước vào bình chịu nhiệt và đun sôi. Để nguội, lọc lấy dung dịch và bảo quản lạnh để nghiên cứu độc tính.

- Phương pháp gây ngộ độc cấp qua đường tiêu hóa: Dùng xi lanh sạch bơm dịch chiết nấm vào dạ dày chuột nhắt trắng.

- Liều chết trung bình (LD₅₀) qua đường tiêu hoá của chuột nhắt trắng được xác định theo phương pháp Karber: Chia chuột nhắt trắng thành 6 nhóm một cách ngẫu nhiên, 20 con/nhóm, trong đó 5 nhóm dùng để thí nghiệm và 1 nhóm đối chứng. Gây ngộ độc chuột nhắt trắng bằng dịch chiết nấm độc. Nhóm đối chứng cho uống nước cất. Theo dõi số lượng chuột chết ở mỗi nhóm. Thời gian theo dõi 10 ngày sau gây độc.

2.3.4. Phương pháp nghiên cứu thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận

2.3.4.1. Phương pháp nghiên cứu thành phần dinh dưỡng

Các mẫu nấm *R. griseocarnosa* tươi được thu hái vào tháng 5 năm 2022 tại

tỉnh Quảng Ninh (8 mẫu) và tỉnh Bắc Giang, Cao Bằng, mỗi tỉnh 1 mẫu (Bảng 2.2) nơi người dân địa phương ghi nhận thường có nấm xuất hiện.

Tại mỗi địa điểm, thu thập 4 mẫu (mỗi mẫu khoảng 150g nấm tươi). Quả thể nấm thu thập ở giai đoạn tán nấm hình trứng đến gần trưởng thành, có đường kính tán 8-9cm, gốc và cuống nấm được bọc trong giấy ăn, cho vào giấy thấm bọc lại và bảo quản trong thùng có chứa đá lạnh, đảm bảo nhiệt độ 6-8°C trước khi vận chuyển về phòng thí nghiệm.

Địa điểm phân tích: Phòng thí nghiệm Phân tích Thực phẩm thuộc Trung tâm Phân tích và Kiểm định Thực phẩm Quốc gia, Hà Nội.

Tiến hành phân tích: Các quả thể nấm ăn được làm sạch đất và các bụi bẩn khác bám dính bằng bàn chải mềm mà không cần rửa. Phần gốc của thân nấm có sợi nấm, nấm rễ và đất bám vào được dùng dao sắc cắt và bỏ đi. Quả thể nấm được cắt thành từng lát, sấy khô trong lò ở nhiệt độ 55°C trong 24 giờ, cuối cùng nghiền nhỏ thành bột thô bằng máy xay PM400 (L.B. Bohle Maschinen und Verfahren GmbH, Ennigerloh, Đức). Sau đó, chia thành các phần 10g để sử dụng cho mỗi thí nghiệm xác định được mô tả dưới đây.

- Hàm lượng tro tổng số, protein thô, chất béo thô và chất xơ thô được xác định bằng các phương pháp phân tích gần đúng tiêu chuẩn (AOAC, 2000).

- + Hàm lượng protein thô được xác định bằng hệ số chuyển đổi 4,38 vì nấm có chứa một lượng đáng kể nitơ phi protein (Kalač, 2009).

- + Hàm lượng chất béo thô được xác định bằng cách chiết bằng dầu ete sử dụng hệ thống Soxhlet. Sau khi phân tích chất béo thô, các mẫu cặn được sử dụng để phân tích hàm lượng chất xơ thô bằng cách chiết tuần tự mẫu bằng 1,25% H₂SO₄ và sau đó là 1,25% NaOH. Sau khi xử lý, các mẫu được sử dụng để xác định hàm lượng tro bằng lò nung ở nhiệt độ 500 ± 5°C trong 3 giờ.

- + Hàm lượng carbohydrate được tính bằng tổng tỷ lệ phần trăm protein thô, tro, chất béo và chất xơ thô trừ đi từ 100.

- Các nguyên tố khoáng được xác định theo các phương pháp được mô tả bởi AOAC (2000) đối với Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, P và Zn và đo quang phổ đối với K và Na. Sau đó, 2g mỗi mẫu được xử lý bằng 8ml HNO₃ đậm đặc, 2ml H₂SO₄, 2ml H₂O₂ và đun nóng ở 70°C trong 4 giờ. Nấm được nghiền nhỏ và sau đó được xử lý bằng axit (AOAC, 2000). Nồng độ Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn và P được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (PerkinElmer AAnalyst™ 700, Waltham, MA, USA), sử dụng hiệu chỉnh nền deuterium.

*2.3.4.2. Phương pháp điều tra thị trường nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và một số tỉnh lân cận*

Các địa điểm điều tra tại tỉnh Quảng Ninh (bao gồm 4 huyện/thành phố: Tiên Yên, Hạ Long, Ba Chẽ và Bình Liêu), tỉnh Bắc Giang (huyện Lục Nam), tỉnh Cao Bằng (huyện Trùng Khánh) và tỉnh Lạng Sơn.

Tiến hành điều tra phỏng vấn theo phương pháp PRA, điều tra có sự tham gia, thu thập thông tin liên quan đến thị trường nấm ăn thuộc chi *Russula* từ những người quản lý rừng, người dân thu hái nấm ăn hoang dã, những người buôn bán nấm ăn và những người quản lý thị trường buôn bán xuất nhập khẩu.

Thu thập các thông tin về tình hình phân bố, thu hái, sử dụng, buôn bán, bảo quản... Phỏng vấn 159 lượt chủ thể bao gồm cán bộ quản lý rừng, người dân đi thu hái nấm chèo và người tham gia buôn bán nấm chèo theo phiếu điều tra (Phụ lục 6)

*2.3.5. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh thái của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại tỉnh Quảng Ninh*

2.3.5.1. Phương pháp nghiên cứu xác định loài cây chủ của nấm

Điều tra, đánh giá đặc điểm hệ thực vật của các OTC có thể quả nấm chèo (*R. griseocarnosa*) phân bố với các thông tin như: Kiểu rừng, loài cây ưu thế, cấu trúc rừng...

Thu thập thông tin cây chủ: Loài cây chủ, kích thước của cây chủ, đặc điểm hệ rễ của cây chủ. Các cây có nấm mọc cộng sinh trên hệ rễ được xác định là cây chủ.

2.3.5.2. Phương pháp nghiên cứu về các yếu tố sinh thái

Trên cơ sở 36 OTC đã lập ở Nội dung 1, tiến hành nghiên cứu một số đặc điểm sinh thái của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) với các nội dung cụ thể gồm:

Thu thập số liệu khí tượng ở các trạm khí tượng gần các khu vực điều tra để xác định: nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa hàng tháng, hàng năm.

Điều tra, đánh giá đặc điểm lập địa tại các OTC có nấm phân bố gồm: Tọa độ, độ cao (sử dụng máy định vị GPS cầm tay Garmin 62S), độ dốc (sử dụng máy đo độ dốc), độ ẩm đất, độ pH đất (sử dụng máy đo độ ẩm và pH của đất DM15), nhiệt độ và độ ẩm không khí.

Điều tra, đánh giá đặc điểm hệ thực vật của các OTC có nấm phân bố: Loại rừng, loài cây ưu thế, độ tàn che, mật độ, cường độ ánh sáng (sử dụng máy đo cường độ ánh sáng GM1020).

Thời gian theo dõi từ tháng 3-10/2022, điều tra định kỳ 3 lần/tháng. Trong mỗi đợt điều tra tiến hành thu thập các thông tin chi tiết về nấm gồm:

- Định vị các vị trí phân bố tập trung của nấm theo từng đợt.
- Thu thập các thông tin về nhiệt độ, độ ẩm và điều kiện thời tiết trong từng đợt nấm xuất hiện.
- Thu thập thông tin cây chủ, sinh thái thực vật: Loài cây chủ, kích thước của cây chủ (đo đường kính cây - $D_{1,3}$ (cm); chiều cao vút ngọn –Hvn (m).
- Thu thập thông tin về lập địa, đặc điểm điều kiện nền rừng: Độ cao, độ dốc, độ ẩm đất, cường độ ánh sáng...
- Thu thập thông tin về nấm: Loài nấm, mật độ, khoảng thời gian xuất hiện và tồn tại thể quả, mẫu mã và chất lượng của thể quả nấm.

2.3.6. Phương pháp nghiên cứu kỹ thuật nuôi trồng nấm chèo (*R. griseocarnosa*) trong điều kiện tự nhiên tại tỉnh Quảng Ninh

2.3.6.1. Phương pháp phân lập mẫu nấm

Mẫu nấm sau khi thu được bảo quản khoảng 1 tuần trong điều kiện 6-8°C.

Phân lập nấm ăn thuộc chi *Russula* theo phương pháp của Bin & Tianyan (1994). Thê quả nấm tươi, không bị dập nát được làm sạch bằng nước cất, khử trùng bề mặt bằng cồn 70% trong 1 phút. Tách vớ phần mũ nấm, dùng kéo khử trùng cắt phần thịt bên trong thành những miếng nhỏ có kích thước 0,5 × 0,5cm rồi đặt lên môi trường nuôi cấy chuyên dụng.

Môi trường Modified Melin Norkans (MMN, Phụ lục 3) đã được sử dụng để phân lập nấm, trong đó có bổ sung dịch chiết của rễ cây Chèo. Rễ tươi được nghiền nhỏ, ngâm trong nước sạch (100g/1 lít nước) trong 8 giờ, sau đó lọc bằng giấy lọc. Liều lượng 100ml/1 lít môi trường.

Môi trường được hấp vô trùng ở điều kiện 121°C, 1 atm. Môi trường được đổ vào hộp lồng vô trùng (đường kính 9cm) với độ dày môi trường khoảng 0,6-0,7cm. Cấy các mẫu nấm và nuôi trong tủ định ôn ở 28-30°C, theo dõi sự hình thành hệ sợi sau 1, 3, 5 và 7 ngày. Khi hệ sợi nấm phát triển, tiến hành làm thuần bằng cách cấy đỉnh sinh trưởng của sợi nấm sang môi trường mới.

Để kiểm tra lại việc phân lập thành công nấm chèo, luận án đã giải trình tự và so sánh trình tự gen ITS của các mẫu phân lập được với các mẫu nấm chèo (*R. griseocarnosa*). Các bước được thực hiện tương tự như phương pháp giải trình tự nêu trên, trong đó sử dụng cặp mồi ITS.

2.3.6.2. Phương pháp nhân sinh khối hệ sợi nấm chèo

Sử dụng hệ sợi nấm đã được phân lập và thuần khiết từ 5 mẫu nấm (QN7, QN8, QN19, QN20, QN29) thu ở các địa điểm thuộc 4 huyện của Quảng Ninh để nhân sinh khối nấm.

Ngoài ra luận án tiến hành phân lập nấm chèo từ hệ sợi nấm cộng sinh trên rễ của các cây chủ. Sau đó tiến hành giải trình tự gen ITS của các mẫu nấm đã phân lập được, so sánh với các trình tự ITS của các mẫu nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) đã công bố trong Nội dung 1 để chứng minh mối quan hệ cộng sinh giữa nấm chèo và cây chủ.

- Thí nghiệm nhân sinh khối hệ sợi bằng bốn công thức môi trường.

Từ kết quả tổng quan tài liệu, luận án chọn ra bốn công thức môi trường đã được cho là phù hợp nhất với các loài nấm *Russula* để thí nghiệm nhân sinh khối, thành phần môi trường được trình bày trong phụ lục 3. Các công thức thí nghiệm gồm:

CT1: Môi trường 1 MMN

CT2: Môi trường 2 PACH

CT3: Môi trường 3 FDA

CT4: Môi trường 4 PDA

Điều kiện môi trường nuôi nấm cho các công thức môi trường: pH 6,0, nhiệt độ 28-30°C, độ ẩm 80-85%.

Thí nghiệm thực hiện với 5 mẫu nấm, mỗi mẫu và mỗi công thức tiến hành với 10 hộp lồng và lặp lại 3 lần. Các loại môi trường đều được bổ sung dịch chiết của rễ cây Chèo tương tự như trong phương pháp phân lập.

- Thí nghiệm nhân nuôi ở các điều kiện pH 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7.

Điều kiện môi trường nuôi nấm cho các công thức pH: môi trường MMN, nhiệt độ 28-30°C, độ ẩm 80-85%.

Thí nghiệm thực hiện với 5 mẫu nấm, mỗi mẫu và mỗi công thức tiến hành với 10 hộp lồng và lặp lại 3 lần.

- Đo đường kính hệ sợi nấm ở các thời điểm 5, 10, 15, 30, 45 và 60 ngày

sau khi cấy.

2.3.6.3. Phương pháp nghiên cứu tạo giống nấm chèo

Từ kết quả nhân sinh khối, luận án sử dụng sinh khối hệ sợi nấm và kết hợp với các giải pháp khác để thí nghiệm tạo giống nấm gồm:

CT1: Nghiên cứu tạo giống nấm từ hệ sợi bằng cách xay nhuyễn sinh khối hệ sợi nấm đã nuôi cấy (10%) và trộn dung dịch đã xay với giá thể đất mùn (20%) và mùn cưa hoai (70%) đã khử trùng.

CT2: Nghiên cứu tạo giống nấm trực tiếp từ thể quả tươi bằng cách xay nhuyễn thể quả nấm và trộn dung dịch đã xay (10%) và trộn dung dịch đã xay với giá thể đất mùn (20%) và mùn cưa hoai (70%) đã khử trùng.

CT3: Nghiên cứu tạo giống nấm từ bào tử hữu tính bằng cách thu hái thể quả nấm, đặt các thể quả trên nền giấy sạch trong điều kiện mát, thoáng gió để thu bào tử nấm phát tán tự nhiên. Trộn bào tử nấm đã thu được với giá thể đất mùn và mùn cưa hoai đã khử trùng.

CT4: Đất mùn lấy từ các địa điểm có nấm mọc tập trung, đất mùn ở bề mặt 10 cm, theo hình chiếu tán cây có nấm mọc.

Giống nấm được đóng gói và tiếp tục bảo quản trong 6 tháng và kiểm tra chất lượng phục vụ các thí nghiệm tiếp theo.

2.3.6.4. Phương pháp nghiên cứu nhiễm giống nấm chèo vào cây chủ

a. Thí nghiệm nhiễm nấm với các công thức giống nấm

Chọn khu rừng nguyên sinh có cây Chèo phân bố, độ tàn che từ 0,4-0,6 và có các điều kiện khác gần tương tự như các OTC đã được ghi nhận có nấm chèo phân bố nhưng những nơi này chưa từng thấy xuất hiện nấm mọc.

Các công thức thí nghiệm gồm:

CT1: Giống nấm nhân từ hệ sợi nuôi cấy trên môi trường nhân tạo

CT2: Giống nấm xay trực tiếp từ thể quả nấm tươi

CT3: Giống nấm từ bào tử hữu tính

CT4: Đất mùn có chứa bào tử lấy từ các địa điểm có nấm mọc tập trung

CT5: Đối chứng, sử dụng đất mùn đã xử lý tiệt trùng

Số ô thí nghiệm: Bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi công thức tiến hành trên 1 OTC có diện tích 100m² với 3 lần lặp lại.

Thực hiện gây nhiễm các công thức giống nấm: Tiến hành xới lớp đất mùn và tạo rãnh sâu 5-10cm, rộng 15-20cm theo hình chiều tán lá của các cây thí nghiệm trong OTC, sau đó rải giống nấm và lấp đất mùn trở lại. Nhiễm giống nấm (khoảng 500g/cây) theo hình chiều tán lá, nơi tập trung nhiều rễ tơ của cây chủ, giúp tăng khả năng hình thành mối quan hệ cộng sinh với cây chủ.

Tiến hành thí nghiệm vào vụ nấm chính (tháng 4/2023) nhiễm nấm vào đầu vụ và theo dõi trong 120 ngày sau khi nhiễm nấm. Chỉ tiêu theo dõi: Số cây có nấm cộng sinh trong mỗi công thức thí nghiệm.

Địa điểm thí nghiệm: xã Kỳ Thượng, Hạ Long và xã Hà Lâu, Tiên Yên.

b. Thí nghiệm nhiễm nấm theo thời vụ

Để đảm bảo cho nguồn giống nấm được chủ động, thí nghiệm này sử dụng giống nấm từ hệ sợi và thí nghiệm nhiễm nấm ở điều kiện tự nhiên. Chọn các khu rừng nguyên sinh có cây Chẹo phân bố, độ tàn che khoảng 0,6 và có các điều kiện khác gần tương tự như tại các OTC đã được ghi nhận có nấm chẹo phân bố nhưng những nơi này chưa từng thấy xuất hiện thể quả nấm.

Thí nghiệm với 8 công thức tương ứng 8 thời điểm gồm: CT1: Nhiễm giống nấm vào tháng 1; CT2: Nhiễm giống nấm vào tháng 2; CT3: Nhiễm giống nấm vào tháng 3; CT4: Nhiễm giống nấm vào tháng 4; CT5: Nhiễm giống nấm vào tháng 5; CT6: Nhiễm giống nấm vào tháng 6; CT7: Nhiễm giống nấm vào tháng 7; CT8: Nhiễm giống nấm vào tháng 8.

Tiến hành xới lớp đất mùn và tạo rãnh sâu 5-10cm, rộng 15-20cm theo

hình chiếu tán lá của các cây trong ô thí nghiệm, sau đó rải giống nấm và lấp đất mùn trở lại.

Tiến hành thí nghiệm nhiễm nấm vào đầu tháng (khoảng 500g/cây), từ ngày 1-3 và theo dõi liên tục trong 120 ngày sau khi nhiễm giống nấm. Chỉ tiêu theo dõi: Số cây chủ có nấm cộng sinh trên mỗi công thức.

Tại mỗi điểm, mỗi công thức tiến hành trên 1 OTC 100m² (5 cây/ô) × 3 lặp. Địa điểm thí nghiệm: xã Kỳ Thượng, Hạ Long và xã Hà Lâu, Tiên Yên.

c. Thí nghiệm nhiễm nấm vào cây chủ ở vườn ươm

Trên cơ sở tổng quan tài liệu, các loài nấm thuộc chi *Russula* thường cộng sinh với các loài cây họ Dẻ và các loài Thông. Do đó, luận án đã thí nghiệm nhiễm nấm trên một số loài cây thuộc họ Dẻ và hai loài thông, cụ thể gồm Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Sồi phẳng, Thông nhựa và Thông mã vĩ.

Thí nghiệm sử dụng giống nấm từ hệ sợi và nhiễm cho 6 loài cây chủ ở giai đoạn vườn ươm. Các công thức gồm:

CT1: Nhiễm giống nấm cho cây Chẹo ở vườn ươm

CT2: Nhiễm giống nấm cho cây Dẻ đỏ ở vườn ươm

CT3: Nhiễm giống nấm cho cây Dẻ trắng ở vườn ươm

CT4: Nhiễm giống nấm cho cây Sồi phẳng ở vườn ươm

CT5: Nhiễm giống nấm cho cây Thông nhựa ở vườn ươm

CT6: Nhiễm giống nấm cho cây Thông mã vĩ ở vườn ươm

Nguồn gốc cây con: Cây giống là cây con ươm từ hạt của các loài cây chủ đã được thu tại Quảng Ninh.

Tiêu chuẩn cây con trong thí nghiệm: Sử dụng cây giống của các loài cây chủ nêu trên với chiều cao đạt 50-60cm, đường kính gốc 0,6-1cm. Cây được trồng trong bầu có kích thước 15 × 18cm.

Mỗi công thức tiến hành trên 10 cây × 3 lần lặp. Đối chứng là những cây chỉ được tưới nước sạch.

Tiến hành thí nghiệm: bổ sung 10g giống nấm/cây bằng cách hòa với nước sạch, 10g/50ml và tưới vào bầu cây. Sau đó tiếp tục chăm sóc và theo dõi các thí nghiệm tại vườn ươm.

Thời gian thực hiện: Nhiễm nấm vào đầu năm (tháng 4), sau khi nhiễm nấm 120 ngày, tiến hành bóc bầu để đếm tỷ lệ cây có nấm cộng sinh. Chỉ tiêu theo dõi: Số cây chủ có nấm cộng sinh, quan sát, chụp ảnh thể cộng sinh của rễ cây với nấm và đánh giá các chỉ tiêu sinh trưởng của cây.

Địa điểm thí nghiệm: xã Kỳ Thượng, Hạ Long và xã Hà Lâu, Tiên Yên.

d. Thí nghiệm nhiễm nấm vào cây chủ ở rừng

Trên cơ sở tổng quan tài liệu, kết quả điều tra thực địa và kết quả thí nghiệm ở vườn ươm đã xác định được một số loài cây chủ ưa thích của nấm ăn thuộc chi *Russula* là cây Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng và Sồi phẳng. Luận án đã thí nghiệm nhiễm nấm trên bốn loài cây nêu trên và hai loài Thông nhựa, Thông mã vĩ.

Thí nghiệm sử dụng giống nấm hệ sợi và nhiễm cho các loài cây chủ. Chọn các khu rừng nguyên sinh với độ tàn che từ khoảng 0,6 và có các điều kiện khác gần tương tự như tại các OTC đã được ghi nhận có nấm phân bố nhưng những nơi này chưa từng thấy xuất hiện nấm.

Các công thức gồm:

CT1: Nhiễm giống nấm cho cây Chẹo ở rừng

CT2: Nhiễm giống nấm cho cây Dẻ đỏ ở rừng

CT3: Nhiễm giống nấm cho cây Dẻ trắng ở rừng

CT4: Nhiễm giống nấm cho cây Sồi phẳng ở rừng

CT5: Nhiễm giống nấm cho cây Thông nhựa ở rừng

CT6: Nhiễm giống nấm cho cây Thông mã vĩ ở rừng

Mỗi công thức tiến hành trên 1 OTC 100m² (mỗi ô có ít nhất 5 cây chủ) × 3 lần lặp lại. Đối chứng là những cây xung quanh không được nhiễm nấm.

Tiến hành xới lớp đất mùn theo hình chiếu tán lá của các cây trong ô, sau đó rải giống nấm (khoảng 500g/cây) và lấp đất mùn trở lại.

Tiến hành nhiễm nấm vào tháng 4 và **theo dõi liên tục trong 12 tháng** sau khi nhiễm nấm. Chỉ tiêu theo dõi: Số cây chủ có nấm cộng sinh, số lượng và trọng lượng thể quả nấm trên mỗi công thức, kích thước và màu sắc thể quả.

Địa điểm thí nghiệm: xã Kỳ Thượng, Hạ Long và xã Hà Lâu, Tiên Yên.

2.3.6.5. Phương pháp xây dựng mô hình nuôi trồng nấm chèo

Dựa vào kết quả tạo giống nấm và nghiên cứu nhiễm giống nấm vào cây chủ, luận án xây dựng hai mô hình vào tháng 2 năm 2023, diện tích 1ha/mô hình tại hai địa điểm gồm xã Kỳ Thượng, TP. Hạ Long (độ cao: 286-302m) và xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên (độ cao: 33-38m). Đối chứng dương tính là diện tích rừng có nấm mọc tự nhiên tại cùng địa phương. Đối chứng âm tính là diện tích rừng cso điều kiện tương tự mô hình nhưng không nhiễm giống nấm.

Chọn các khu rừng có các điều kiện gần tương tự như tại các nơi đã được ghi nhận có nấm chèo phân bố nhưng những nơi này chưa từng thấy xuất hiện thể quả nấm chèo.

Tại mỗi mô hình nuôi trồng và đối chứng, tiến hành lấy mẫu đất để phân tích các chỉ tiêu như: độ pH đất, hàm lượng mùn, N, P và K có trong đất. Mẫu đất được lấy ở 4 góc của mô hình và một điểm chính giữa, độ sâu 0-10cm, khối lượng đất khoảng 1 kg/mô hình.

Tiến hành nhiễm giống nấm: xới lớp đất mùn theo hình chiếu tán lá của các cây chủ trong lô, sau đó rải giống nấm và lấp đất mùn trở lại. Kết hợp trồng bổ sung 15 cây giống (Chèo, Sồi phẳng, Dẻ đỏ, Dẻ trắng) đã được nhiễm nấm thành công ở vườn ươm vào các khoảng trống trong rừng.

Sau khi nhiễm giống nấm, tiến hành theo dõi các chỉ tiêu ở các mô hình thí nghiệm trong 12 tháng. Các chỉ tiêu theo dõi gồm: Tỷ lệ cây chủ có nấm cộng

sinh và mọc thành thể quả, số lượng và khối lượng thể quả nấm/cây chủ, kích thước, màu sắc của thể quả. So sánh các chỉ tiêu năng suất và chất lượng nấm của mô hình thí nghiệm với các đối chứng.

2.3.7. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu phỏng vấn và điều tra sinh thái được xử lý theo các phương pháp xử lý số liệu thông dụng bằng phần mềm Excel. Với các kết quả phân tích dinh dưỡng, thí nghiệm nhân sinh khối, và nuôi trồng nấm, số liệu đã được phân tích theo phương pháp của Williams *et al.* (2023) bằng phần mềm GenStat 12.1, trong đó sử dụng tiêu chuẩn Duncan để phân tích phương sai và so sánh sự sai khác giữa các nghiệm thức.

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định loài nấm ăn phổ biến thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh

3.1.1. Kết quả điều tra các loài nấm thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh

Trong quá trình điều, thu thập mẫu nấm thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh. Đã phát hiện và thu thập được 12 loài nấm thuộc chi này (Hình 3.1). Qua quá trình phân loại bằng đặc điểm hình thái kết hợp với kết quả điều tra thực tế và phỏng vấn các cán bộ quản lý nông lâm nghiệp về tình hình phân bố, thu hái và sử dụng nấm ăn thuộc chi *Russula* tại các địa phương đã xác định có một loài nấm chèo được người dân quan tâm thu hái vì được xác định là loài nấm ăn phổ biến và có giá trị thương phẩm mà không thu hái các loài còn lại. Do đó, đề tài đã tập trung nghiên cứu chuyên sâu nhằm xác định được các cơ sở để phát triển bền vững cho loài nấm chèo. Với 11 loài còn lại, luận án chỉ xác định được tới chi mà chưa nghiên cứu giám định đến loài.



1. Nấm chèo (nấm ăn)



2. Nấm xộp đỏ (có độc)



3. *Russula* sp.1



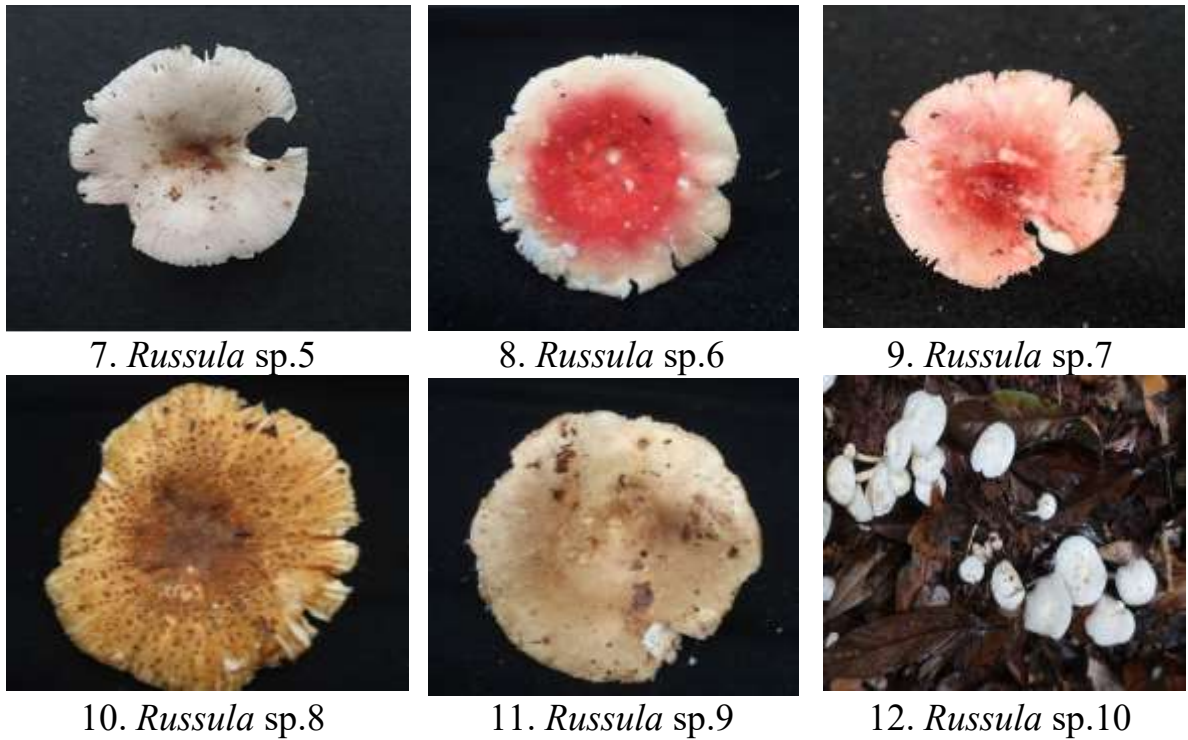
4. *Russula* sp.2



5. *Russula* sp.3



6. *Russula* sp.4



Hình 3.1: Hình thái 12 loài nấm thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh

3.1.2. Đặc điểm hình thái của nấm ăn phổ biến thuộc chi *Russula*

Từ các thông tin và mô tả của những người dân địa phương thường xuyên đi thu hái nấm chèo, tên gọi phổ thông của một loài nấm ăn thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh và vùng lân cận, luận án đã tiến hành thu các mẫu nấm chèo phục vụ việc xác định loài và nghiên cứu nhằm phát triển loài nấm ăn có giá trị thương phẩm cao. Thông tin về địa điểm, độ cao tuyệt đối, kiểu rừng và cây chủ được tổng hợp trong bảng 3.1.

Bảng 3.1: Đặc điểm phân bố của nấm *Russula* tại Quảng Ninh, Bắc Giang và Cao Bằng

Mẫu	Địa điểm (xã, huyện, tỉnh)	Tọa độ địa lý	Độ cao (m)	Kiểu rừng	Cây có nấm
CB2	Đoài Dương, Trùng Khánh, Cao Bằng	22.766888, 106.499185	468	Thứ sinh	Cây chèo
BG1	Nghĩa Phương, Lục	21.258953,	295	Thứ sinh	Cây chèo

Mẫu	Địa điểm (xã, huyện, tỉnh)	Tọa độ địa lý	Độ cao (m)	Kiểu rừng	Cây có nấm
	Nam, Bắc Giang	106.461720			
QN7	Hà Lâu, Tiên Yên, Quảng Ninh	21.420044, 107.306033	106	Nguyên sinh	Cây cheo
QN8	Hà Lâu, Tiên Yên, Quảng Ninh	21.425544, 107.302358	98	Nguyên sinh	Dẻ đỏ
QN11	Thanh Sơn, Ba Chẽ, Quảng Ninh	21.296574, 107.241280	213	Nguyên sinh	Dẻ trắng
QN19	Thanh Sơn, Ba Chẽ, Quảng Ninh	21.301132, 107.246516	239	Nguyên sinh	Cây cheo
QN20	Kỳ Thượng, Hạ Long, Quảng Ninh	21.185119, 107.118468	405	Nguyên sinh	Sồi
QN22	Kỳ Thượng, Hạ Long, Quảng Ninh	21.180197, 107.145569	437	Nguyên sinh	Cây cheo
QN29	Vô Ngại, Bình Liêu, Quảng Ninh	21.541572, 107.343699	361	Nguyên sinh	Sồi Phảng
QN50	Vô Ngại, Bình Liêu, Quảng Ninh	21.510154, 107.347711	299	Nguyên sinh	Cây cheo

Vị trí của các điểm thu mẫu được thể hiện một cách bao quát trên bản đồ, xem chi tiết trong hình 3.2.

Quá trình điều tra, thu thập, quan sát và mô tả hình thái, cấu trúc hiển vi mẫu nấm ăn thuộc chi *Russula* từ các địa điểm nghiên cứu. Kết quả thu được như sau:

Mũ nấm có màu hồng đậm đến đỏ (Hình 3.3a, b), lúc còn non có hình chuông (Hình 3.3a, c), sau lớn hơn có hình bán cầu (Hình 3.3d) và cuối cùng

có hình dẹt (Hình 3.3b) hoặc hơi lõm ở giữa khi trưởng thành (Hình 3.3f). Mép phẳng (Hình 3.3e, g), khi còn non mép không có vân, ngắn và có vân rất mờ. Bề mặt mũ nấm nhẵn, bóng, không có lông; khi thời tiết ẩm ướt có thể hơi nhớt/dính. Mũ nấm trưởng thành có đường kính (8,0-) 10,6 (-13,2) cm, dày (1,5) 1,8 (-2,1) cm. Cắt dọc quả thể, bên trong màu trắng (Hình 3.3e, g). Bào tử dạng phiến men xuống cuống, màu trắng đến vàng nhạt, xếp đều nhau (Hình 3.3g).



Hình 3.2: Các điểm thu mẫu nấm *Russula* ở vùng Đông Bắc

1. Đoàn Dương, Trùng Khánh, Cao Bằng; 2. Nghĩa Phương, Lục Nam, Bắc Giang;
3. Vô Ngại, Bình Liêu, Quảng Ninh; 4. Hà Lô, Tiên Yên, Quảng Ninh; 5. Thanh Sơn, Ba Chẽ, Quảng Ninh; 6. Kỳ Thượng, Hạ Long, Quảng Ninh

Cuống nấm màu trắng, hơi hồng, hình trụ (Hình 3.3d), phần gần gốc to hơn một chút rồi thuôn nhọn (Hình 3.3a, c), chiều dài dao động (5,1-) 5,6 (-6,2)

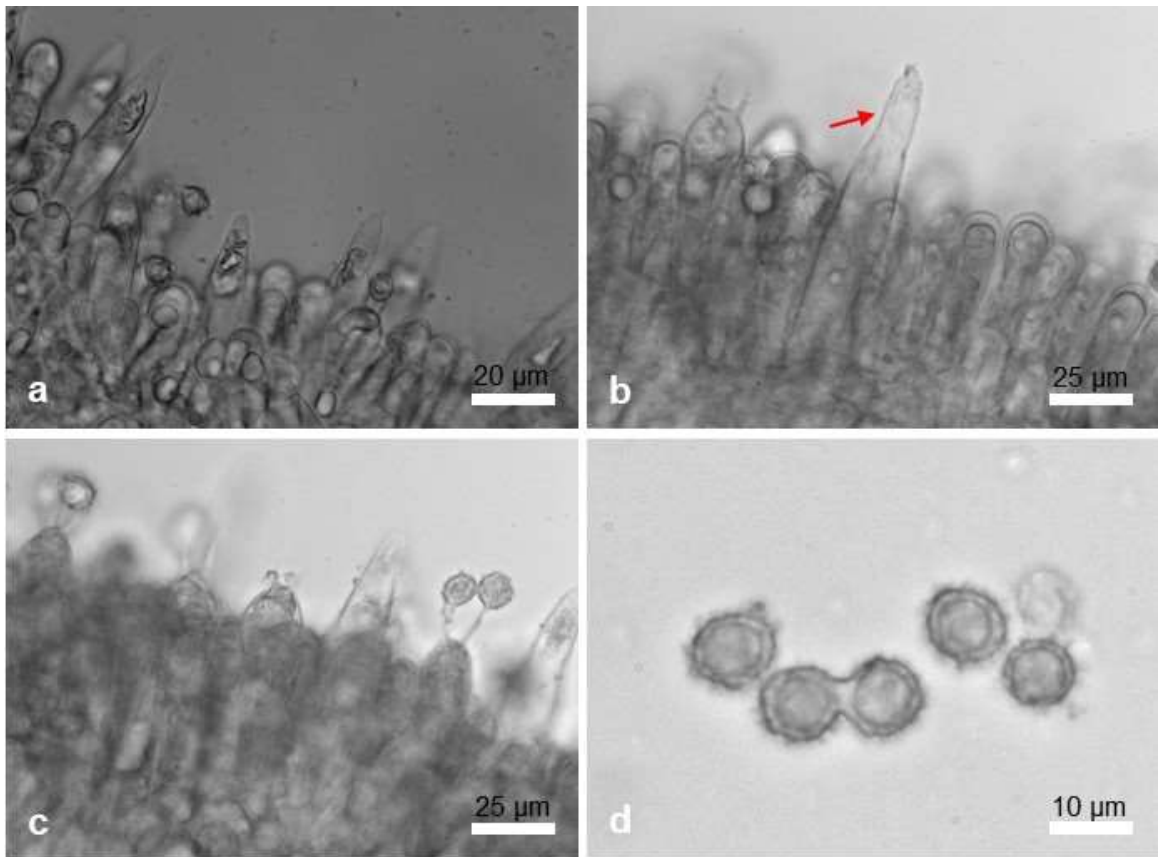
cm, đường kính từ (1,8-) 2,2 (-2,5) cm, cứng khi còn non, nhưng khi già mềm, xốp, bên trong có màu trắng xám (Hình 3.3e).



Hình 3.3: Đặc điểm hình thái của nấm chèo (*Russula* sp.)

Đặc điểm hiển vi của nấm chèo: Lớp vỏ ngoài của tán nấm dày (4,1-) 5,5 (-7,2) μm . Tế bào terminal dài (1890-) 1950 (-2010) μm , phồng lên ở giữa và dày (8,0-) 9,1 (-10,1) μm . Pleuromacrocytidia (90-) 116,3 (-142) $\times$ (12,2-)

15,3 (-18,3) μm , nhô lên dài (29-) 40,5 (-51) μm (Hình 3.4b), một số có thành dày ở giữa, thành dày (1,1-) 1,3 (-1,5) μm . Đám có kích thước (35-) 43,5 (-52) $\times$ (9-) 10,5 (-12) μm , hình xương đòn, đỉnh 4 bào tử (Hình 3.4c). Bào tử đám có kích thước (8,5-) 9,4 (-10,2) $\times$ (7,5-) 7,7 (-8,1) μm , có hình cầu, bề mặt có các gai kết với nhau giống dạng lưới, đôi khi mở rộng và nối với nhau ở góc. Gai nhô lên có chiều dài (1.3-) 3.7 (-2.2) μm , chắc và cứng (Hình 3.4d).



Hình 3.4: Đặc điểm hiển vi của nấm chèo

Trong đó: a. pileipellis; b. hymenium; c. các đám và bào tử đám đính kèm; d. các bào tử đám

Như vậy, loài nấm *Russula* được người dân địa phương gọi là nấm chèo hay nấm hồng cô được thu hái ở các tỉnh vùng Đông Bắc Việt Nam để làm thực phẩm và bán trong nhiều năm qua có hình thái rất giống với loài *Russula griseocarnosa* đã được định danh ở Trung Quốc. Những người thu hái nấm cho biết loài nấm này thường xuất hiện nhiều ở trong rừng tự nhiên. Trong thời

gian qua do ảnh hưởng của diện tích rừng tự nhiên giảm và người dân khai thác với cường độ cao, dẫn đến lượng nấm thu hái được ngoài tự nhiên ngày càng ít. Trước tình hình đó chính quyền các tỉnh này, đặc biệt là Quảng Ninh, đang rất quan tâm và xây dựng kế hoạch phát triển và thương mại hóa loài nấm này thành sản phẩm đặc sản của địa phương (Quảng Ninh, 2020). Vì vậy, việc định danh loài nấm ăn *Russula* ở Việt Nam là rất cần thiết.

Các đặc điểm hình thái của *R. griseocarnosa* trong nghiên cứu này (hình dạng, màu sắc, kích thước) của quả thể và mô tả đặc điểm hiển vi của đảm và bào tử đảm rất giống với các đặc điểm được mô tả cho loài *R. griseocarnosa* (Bảng 3.2) được thu thập ở Khu bảo tồn thiên nhiên Xishuangbanna tỉnh Vân Nam, Trung Quốc (Wang *et al.*, 2009). Ở đó, *R. griseocarnosa* xuất hiện trong các rừng có các loài cây họ Dẻ phân bố. Loại rừng thường xanh này tiếp giáp với vùng núi phía Bắc Việt Nam. Vì vậy, hoàn toàn có khả năng loài *R. griseocarnosa* có phạm vi phân bố địa lý xa hơn về phía Nam, rộng hơn so với nghiên cứu trước đây ở Trung Quốc.

Bảng 3.2: Đặc điểm hình thái của nấm chèo và các loài tham chiếu

Đặc điểm	<i>Russula griseocarnosa</i> (Nấm chèo)	<i>Russula griseocarnosa</i> (Trung Quốc)	<i>R. emetica</i> (Nấm xóp nôn)	<i>Russula rosea</i> (Nấm rosea)
Cách mọc của quả thể	Mọc đơn độc hoặc rải rác trên đất	Mọc đơn độc hoặc rải rác trên đất	Mọc đơn độc hoặc rải rác trên đất	Mọc đơn độc hoặc rải rác trên đất
Hình dạng	Lúc non có hình chuông, sau lớn hơn có hình bán cầu và cuối cùng có hình dẹt hoặc hơi lõm ở giữa khi trưởng thành	Lúc non có hình chuông, sau lớn hơn có hình bán cầu và cuối cùng có hình dẹt hoặc hơi lõm ở giữa khi trưởng thành	Mũ nấm lồi, sau phẳng và hơi lõm xuống khi trưởng thành hoàn toàn	Lúc non lồi, sau dẹt hoặc lõm nhẹ ở trung tâm khi trưởng thành
Màu sắc	Hồng đậm đến đỏ	Hồng đậm đến đỏ	Màu đỏ tươi	Màu đỏ hoặc hồng

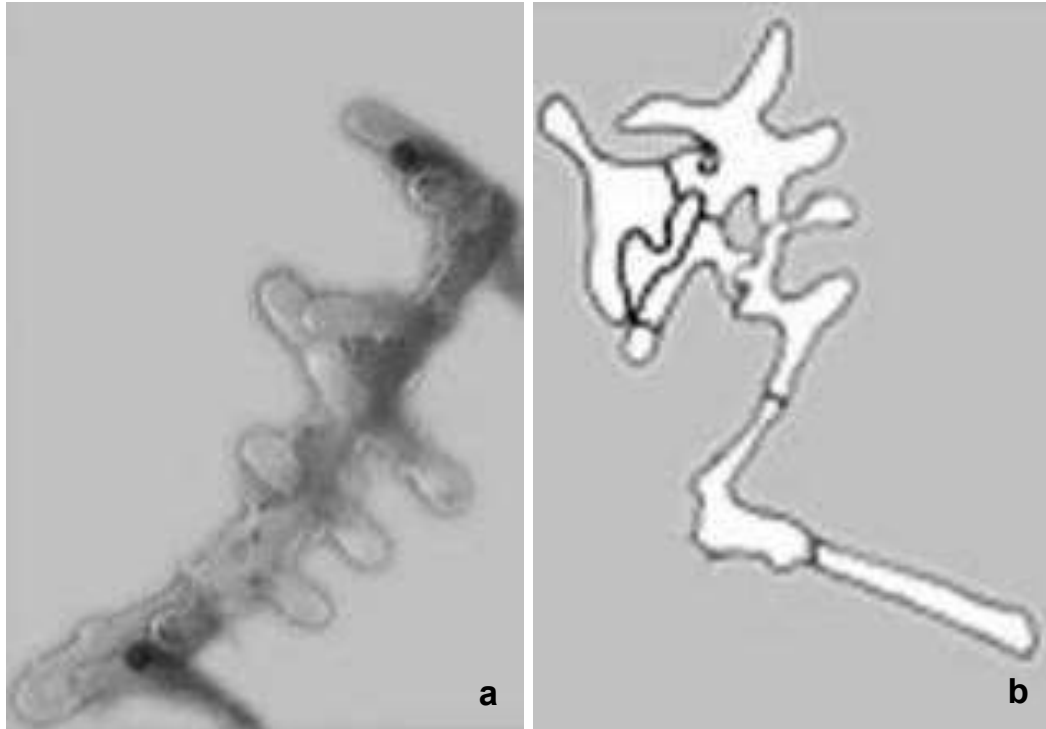
Đặc điểm	<i>Russula griseocarnosa</i> (Nấm chẹo)	<i>Russula griseocarnosa</i> (Trung Quốc)	<i>R. emetica</i> (Nấm xộp nôn)	<i>Russula rosea</i> (Nấm rosea)
Mũ nấm	8-13cm	9-16cm	3-10cm	5-12cm
Đặc điểm bề mặt	Bề mặt mũ nấm nhẵn, không có lông; khi ẩm ướt có thể hơi nhót và dễ bong tróc	Bề mặt khi khô nhẵn, nhót khi ướt và dễ bong tróc	Bề mặt nhẵn, mép có các vết lồi nhỏ và hơi có vân	Ít hoặc không bong tróc
Cuống nấm	5,1-6,2 × 1,8-2,5cm	6,0-10,0 × 1,5-3,0cm	4,0 - 9,0 × 0,7 - 2,0cm	4,0-10,0 × 1,0-2,0cm
Đặc điểm cuống	Hình trụ, màu trắng, hơi hồng, phần gần gốc to hơn một chút rồi thuôn nhọn, cứng khi còn non, nhưng khi già mềm, xộp, bên trong có màu trắng xám	Hình trụ, hơi phình dưới gốc, khô, màu trắng hơi hồng đến trắng xám, bên trong có có màu xám và xộp	Hình trụ, đáy hơi hình xương đòn; Màu trắng khi non - hơi vàng khi già	Hình trụ, màu trắng hoặc kem nhạt, thường phình ở phần dưới, màu hơi hồng ở gốc, thịt trắng giòn và cứng
Mùi	Không	Không	Mùi trái cây, vị cay	Mùi dễ chịu, vị hơi đắng
Sợi nấm	Sợi nấm phân nhánh, dài 12-31µm	Sợi nấm phân nhánh, dài 10-30µm		
Đặc điểm nấm rễ	Hệ thống nấm rễ hình chóp đơn, đều hoặc không đều, có 1-2 nhánh, thường tạo thành cụm, dài 11mm	Hệ thống nấm rễ hình chóp đơn, đều hoặc không đều, có 1-2 nhánh, thường tạo thành cụm, dài 10mm		
Pileipellis	Dài 155-245µm, rộng 4,1-7,2µm	Dài 150-250µm, rộng 4,0-6,0µm		
Pleuromacrocystidia	(90-) 116,3 (-142) × (12,2-) 15,3 (-18,3) µm,	(80)100-150 × (10)13-20 µm, nhiều màng nhỏ		

Đặc điểm	<i>Russula griseocarnosa</i> (Nấm chẹo)	<i>Russula griseocarnosa</i> (Trung Quốc)	<i>R. emetica</i> (Nấm xộp nôn)	<i>Russula rosea</i> (Nấm rosea)
	nhiều màng nhô lên dài 29-51µm	lên dài 30-60µm		
Đảm	Hình xương đòn, 35-52 × 9-12µm, đỉnh 4 bào tử	Hình xương đòn, 40-50 × 10-13µm, đỉnh 4 bào tử	Hình chùy lớn, 150-200 µm	
Bào tử đảm	Hình cầu, 8,5-10,2 × 7,5-8,1µm	hình cầu, 7,5-10,5 × 6,0-9,0µm	Hình elip, 8-11 × 7,5-8,5µm	Hình trứng; 7-9 × 6,4-7,4µm
Gai bào tử	Hình nón lớn, chắc và một số nối với nhau ở gốc, dài 1,3-2,2µm	Hình nón lớn, đôi khi to ra và nối với nhau ở gốc, dài 1,5-2,0µm	Dài khoảng 1,2µm, liên kết hẹp tạo thành mạng lưới	Dài khoảng 0,5µm, nối với nhau tạo thành mạng lưới
Sinh thái	Thường mọc trong các khu rừng lá rộng có cây Chẹo và các loài cây họ Dẻ chiếm ưu thế ở vùng Đông Bắc Việt Nam	Mọc trong các khu rừng lá rộng có các loài cây thuộc chi <i>Castanopsis</i> và <i>Lithocarpus</i> ở phía Nam Trung Quốc	Thường thấy trong rừng cây lá kim, sồi, dẻ và trên vùng đất ẩm ướt có nhiều rêu	Phát triển ở rừng cây lá rộng rụng lá, lá kim, đặc biệt là nơi có các loài dẻ gai
Tài liệu tham khảo	Kết quả của nghiên cứu này	Wang <i>et al</i> (2009)	https://www.first-nature.com/fungi/russula-emetica.php	https://www.first-nature.com/fungi/russula-rosea.php

Các dữ liệu ở bảng 3.2 một lần nữa cho thấy đặc điểm hình thái của nấm chẹo có nhiều nét tương đồng với những mô tả trước đây của Wang *et al* (2009) đối với loài *R. griseocarnosa* có phân bố ở phía Nam Trung Quốc.

Ngoài ra, hình dạng, màu sắc và kích thước quả thể của *R. griseocarnosa* tương tự như *R. rosea* (Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019; Trịnh Tam Kiệt, 2012), loài này đã được ghi nhận có phân bố ở tỉnh Quảng Nam (Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019). Tuy nhiên, đảm và bào tử đảm khác với *R.*

rosea. Do đó cần nghiên cứu thêm về phân loại để xác định chính xác *R. rosea* vì loài này được xác định có phân bố ở châu Âu và khó có thể xuất hiện ở Đông Nam Á.



Hình 3.5: Đặc điểm hình thái của hệ sợi nấm chèo

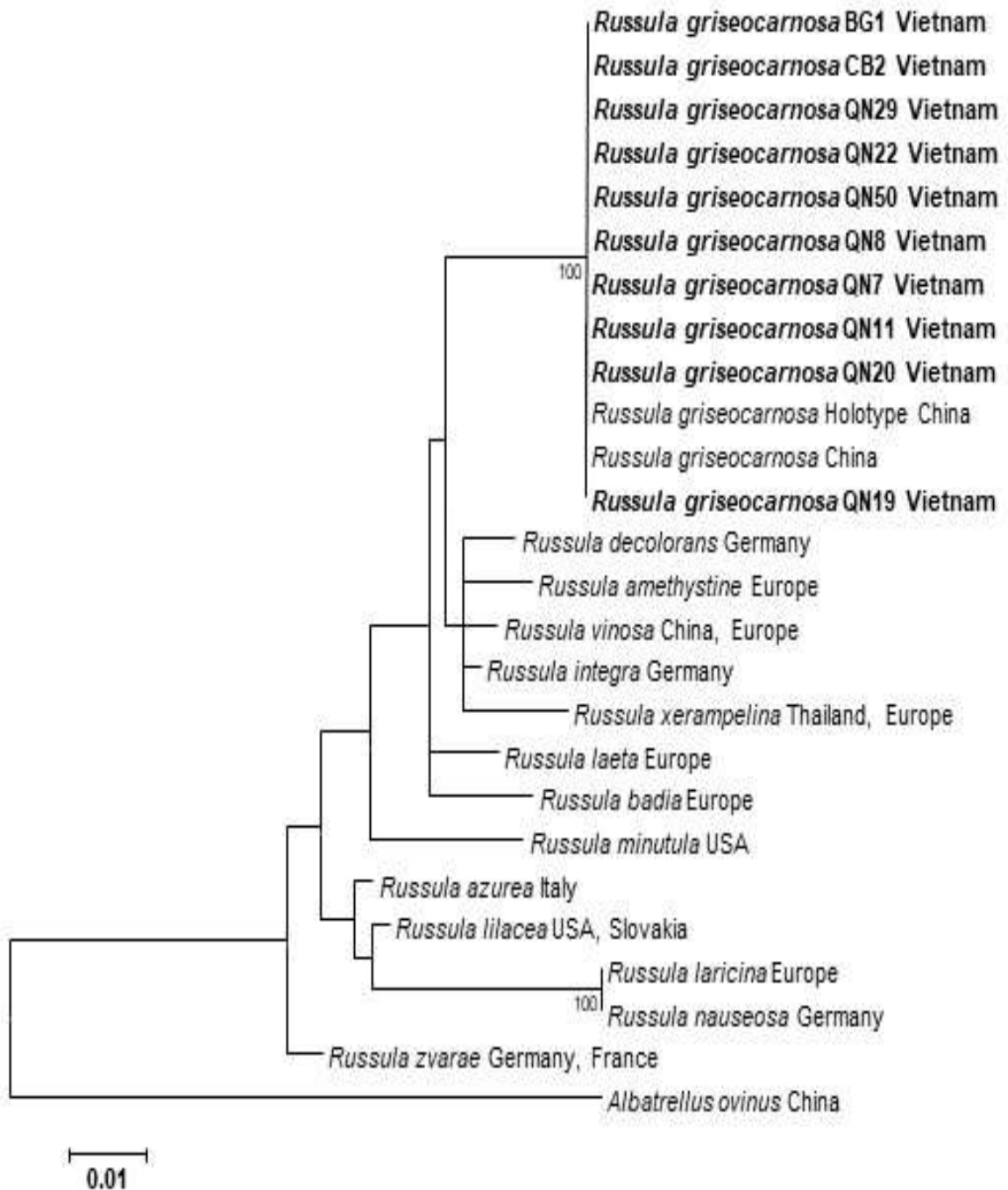
a. thể ngoại cộng sinh của nấm với rễ cây; b. hệ sợi của nấm chèo

Vì vậy, việc giám định thường kết hợp giữa phương pháp hình thái học với phương pháp sinh học phân tử. Phương pháp giám định này đã được nhiều nhà khoa học sử dụng để giám định và đánh giá sự đa dạng các loài nấm thuộc chi *Russula* (Adamčík *et al.*, 2016; Melera *et al.*, 2017; Park *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2009).

3.1.3. Kết quả định danh bằng phương pháp sinh học phân tử

Kết quả giải trình tự gen ITS và LSU của 10 mẫu nấm thu thập trong nghiên cứu này và so sánh với trình tự tham chiếu từ Ngân hàng Gen (NCBI) của một số loài nấm như *Russula amethystina*, *R. azurea*, *R. badia*, *R. decolorans*, *R. integra*, *R. laeta*, *R. laricina*, *R. lilacea*, *R. minutula*, *R.*

nauseosa, *R. griseocarnosa*, *R. vinosa*, *R. xerampelina*, *R. zvarae* (Bảng 3.3). Kết quả cho thấy cả 10 mẫu đều tương đồng 99,8% với *Russula griseocarnosa* (Hình 3.6).



Hình 3.6: Cây phả hệ kết hợp các trình tự ITS và LSU của nấm *Russula*. Sử dụng phương pháp Maximum Likelihood để xây dựng cây phả hệ. *Albatrellus ovinus* được sử dụng làm loài đối chiếu ngoài nhóm.

Các phương pháp phân tử được coi là cần thiết để giám định các loài khó xác định trong chi *Russula* (Adamčík *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2020). Trình tự gen ITS và LSU đã được sử dụng để xác định loài *R. griseocarnosa* ở Trung Quốc (Wang *et al.*, 2009). Trước đây *R. vinosa*, một loài ở châu Âu, cũng đã được giám định bằng phương pháp sinh học phân tử, trong đó sử dụng các đoạn gen tương tự. Dựa trên các trình tự gen này và các đặc điểm hình thái đã được phân tích trong nghiên cứu này đều cho thấy sự tương đồng cao của các mẫu nấm chèo với mẫu *R. griseocarnosa* Wang, Yang & Knudsen của Trung Quốc.

R. griseocarnosa được người dân nông thôn vùng Đông Bắc Việt Nam ưa dùng như một món ăn đặc sản. Để hỗ trợ thu hoạch bền vững, cần nghiên cứu sâu hơn về các phương án quản lý rừng và kỹ thuật nuôi trồng loài nấm này.

Bảng 3.3: Trình tự GenBank của các mẫu nấm *Russula* và tham chiếu

Loài nấm	Mẫu	Trình tự GenBank		Tài liệu tham khảo
		ITS rDNA	LSU rDNA	
<i>R. griseocarnosa</i>	BG1	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	CB2	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN7	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN8	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN11	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN19	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN20	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN22	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN29	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN50	-	-	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	KUN F51713	EF627041	EF627044	(Wang <i>et al.</i> , 2009)

Loài nấm	Mẫu	Trình tự GenBank		Tài liệu tham khảo
		ITS rDNA	LSU rDNA	
<i>R. griseocarnosa</i>	E138	JAGKRU010000012	JAGKRU010000067	(Liu <i>et al.</i> , 2022)
<i>R. decolorans</i>	FH12196	KT933992	-	(Looney <i>et al.</i> , 2016)
<i>R. decolorans</i>	549/BB 07.322	-	KU237541	-
<i>R. amethystina</i>	929IF52	AY061653	-	(Miller & Buyck, 2002)
<i>R. amethystina</i>	hue215, TUB	-	AY606971	(Eberhardt & Verbeken, 2004)
<i>R. vinosa</i>	500RUF26	AY061724	-	(Miller & Buyck, 2002)
<i>R. vinosa</i>	KUN F52026	-	EF627045	(Wang <i>et al.</i> , 2009)
<i>R. integra</i>	FH12172	KT933984	-	(Looney <i>et al.</i> , 2016)
<i>R. integra</i>	518/BB 07.198	-	KU237513	-
<i>R. xerampelina</i>	2-684RUS28	AY061734	-	(Miller & Buyck, 2002)
<i>R. xerampelina</i>	OSA-MY-1762	-	AB154752	(Shimono <i>et al.</i> , 2004)
<i>R. laeta</i>	R70	MG679812	-	(Leonhardt <i>et al.</i> , 2019)
<i>R. laeta</i>	519/BB 07.267	-	KU237514	-
<i>R. badia</i>	R75	MG679813	-	(Leonhardt <i>et al.</i> , 2019)
<i>R. badia</i>	587/BB 07.324	-	KU237571	-
<i>R. minutula</i>	BPL574	KY509454	-	(Looney <i>et al.</i> , 2020)
<i>R. minutula</i>	539/BB 08.636	-	KU237531	-
<i>R. azurea</i>	3515	JF908662	-	(Osmundson <i>et al.</i> , 2013)

Loài nấm	Mẫu	Trình tự GenBank		Tài liệu tham khảo
		ITS rDNA	LSU rDNA	
<i>R. azurea</i>	537/08.668	-	JN940591	-
<i>R. lilacea</i>	BPL645	KY509453	-	(Looney <i>et al.</i> , 2020)
<i>R. lilacea</i>	435/07.213	-	JN940592	-
<i>R. laricina</i>	1112IS75	AY061685	-	(Miller & Buyck, 2002)
<i>R. laricina</i>	575/08.681	-	JN940593	-
<i>R. nauseosa</i>	FH12173	KT933985	-	(Looney <i>et al.</i> , 2016)
<i>R. nauseosa</i>	588/BB 07.285	-	KU237572	-
<i>R. zvarae</i>	FH12175	KT933986	-	(Looney <i>et al.</i> , 2016)
<i>R. zvarae</i>	538/08.639	-	JN940603	-
<i>Albatrellus ovinus</i>	Dai15171	MW534158	MW534173	(Zhou <i>et al.</i> , 2021)

3.1.4. Đặc điểm phân biệt nấm chẹo và nấm xộp đỏ

Trong chi *Russula*, có những loài nấm ăn được nhưng cũng có những loài là nấm độc (Ijioma *et al.*, 2015; Kaewgrajang *et al.*, 2020) và rất cần có những chỉ dẫn chi tiết để nhận dạng.

Tại các khu phân bố của nấm chẹo, đã ghi nhận 12 loài thuộc chi *Russula*, trong đó có loài nấm xộp đỏ, được người dân địa phương gọi là nấm dẻ (*Russula* sp.) nhưng không ăn được, chúng có màu sắc, hình dạng gần giống với nấm chẹo (Nguyễn Minh Chí, 2022). Một số người thiếu kinh nghiệm có thể thu hái nhầm nấm xộp đỏ làm thực phẩm và có thể gây ngộ độc cho người sử dụng và triệu chứng điển hình của những người bị ngộ độc là chóng mặt, nôn mửa (Nguyễn Minh Chí, 2023).



Hình 3.7: Đặc điểm nhận dạng của nấm chèo và nấm xộp đỏ

Trong đó: a, c. nấm chèo; b, d. nấm xộp đỏ; a, b. mặt trên của mũ nấm; c, d. thể quả khi nhìn ngang

Việc nhận dạng nấm chèo và phân biệt với nấm xộp đỏ tại hiện trường, khi thể quả nấm còn nguyên vẹn, chưa bị tách khỏi môi trường sống hoặc khi vừa mới được thu hái, nấm còn tươi nguyên là rất quan trọng. Đây là cái nhìn trực quan và những người thu hái cần có hiểu biết, kinh nghiệm và nhận dạng được ngay để tránh thu nhầm nấm xộp đỏ.

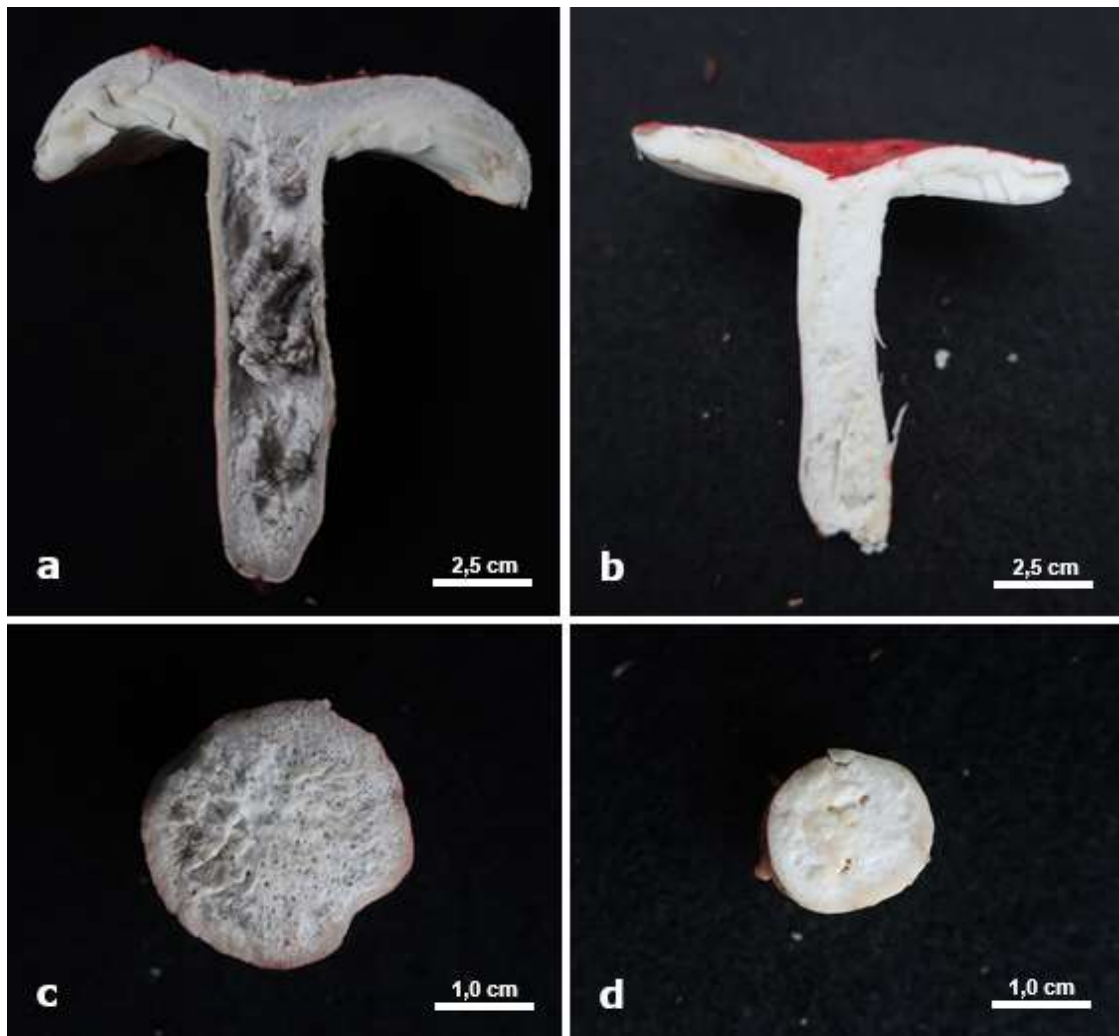
Bảng 3.4: Đặc điểm nhận dạng của nấm chèo và nấm xộp đỏ

Đặc điểm	Nấm chèo	Nấm xộp đỏ
Đường kính mũ nấm	Trung bình 8,0-13,2cm	Trung bình 6,0-8,0cm
Bề dày của mũ nấm	Mũ nấm dày, 1,5-2,1cm	Mũ nấm mỏng, 1,0-

Đặc điểm	Nấm chèo	Nấm xóp đỏ
		1,2cm
Màu sắc mặt trên của mũ nấm	Hồng đến đỏ gạch nhạt, màu đậm hơn một chút khi bị ướt	Đỏ đến đỏ tươi
Hình dạng mặt dưới của mũ nấm	Gồ cao ở phía cuống nấm	Gần phẳng
Hình dạng cuống nấm	Hình trụ, phình ra ở phần sát rễ nấm	Hình trụ đều
Chiều dài cuống nấm	5,1-6,2cm	5,5-6,5cm
Đường kính cuống nấm	1,8-2,5cm	1,1-1,4cm

Bảng 3.4 cho thấy một số đặc điểm hình thái đặc trưng để phân biệt nấm chèo ăn được và nấm xóp đỏ không ăn được. Trong đó, đặc điểm dễ nhận biết nhất ở hiện trường là nấm chèo có mũ nấm màu hồng đến đỏ gạch nhạt hoặc đỏ gạch khi bị ướt (Hình 3.7a). Trong khi đó nấm xóp đỏ có màu đỏ đến đỏ tươi khi bị ướt (Hình 3.7b). Nấm chèo có mũ nấm dày (Hình 3.7c) hơn so với nấm xóp đỏ (Hình 3.7d).

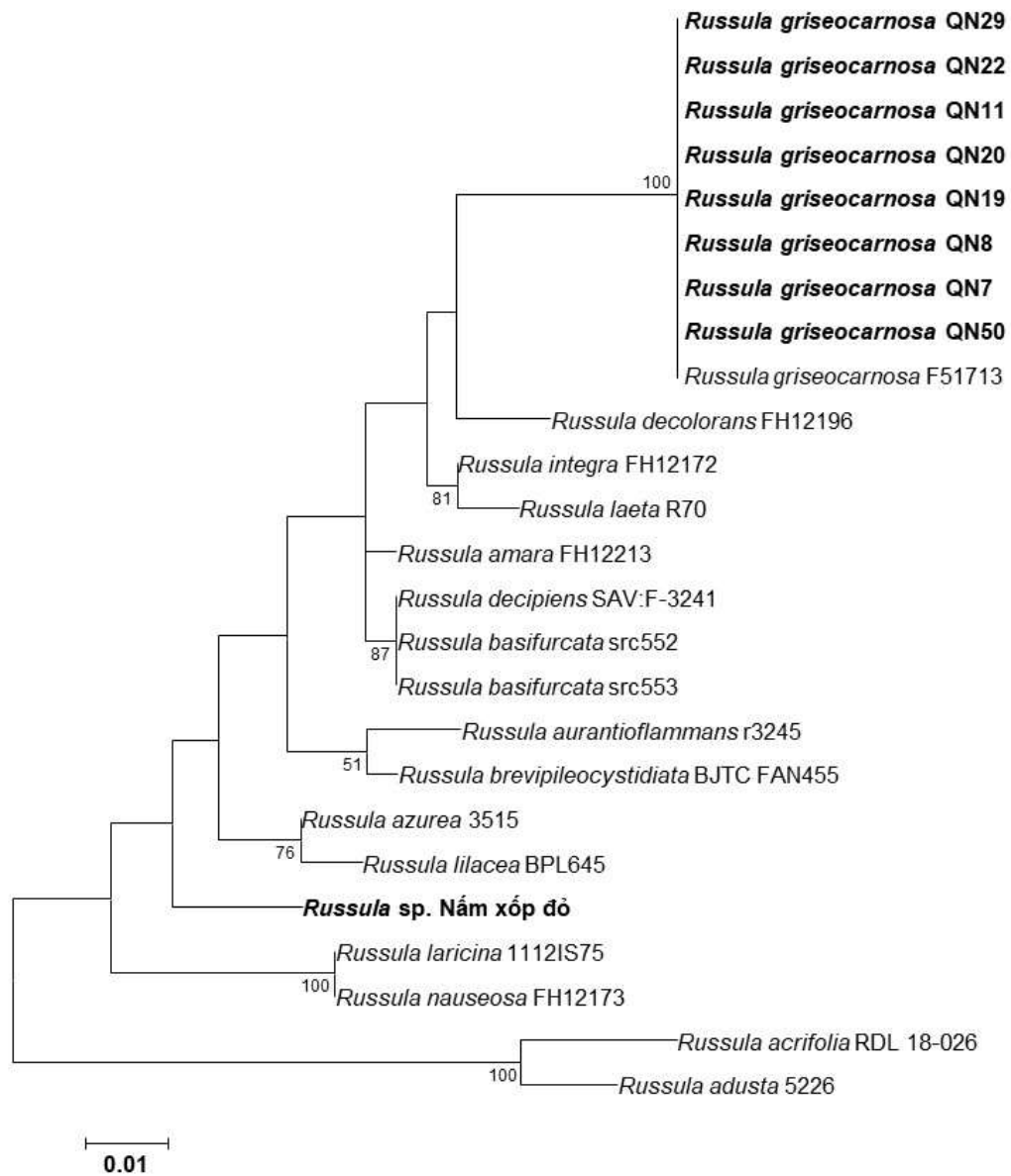
Khi cắt dọc quả thể, thịt nấm bên trong thể quả nấm chèo rất xốp và có màu trắng xám hoặc xám (Hình 3.8a), trong khi đó thịt nấm bên trong nấm xóp đỏ xốp ít và có màu trắng (Hình 3.8b). Mặt cắt ngang của cuống nấm chèo có màu trắng xám hoặc xám và có nhiều lỗ nhỏ (Hình 3.8c). Trong khi đó mặt cắt ngang của cuống nấm xóp đỏ đặc và có màu trắng (Hình 3.8d).



Hình 3.8: Đặc điểm giải phẫu của nấm chẹo và nấm xộp đỏ

Trong đó: a, c. nấm chẹo; b, d. nấm xộp đỏ; a, b. mặt cắt dọc của thể quả; c, d. mặt cắt ngang của cuống nấm

Việc nhận dạng các loài thuộc chi *Russula* thường gặp nhiều khó khăn bởi kiểu hình rất đa dạng, một số loài có hình thái gần giống nhau. Vì vậy, việc giám định thường kết hợp giữa phương pháp hình thái học với phương pháp sinh học phân tử. Phương pháp giám định này đã được nhiều nhà khoa học sử dụng để giám định các loài nấm thuộc chi *Russula* (Adamčík *et al.*, 2016; Melera *et al.*, 2017; Park *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2009).



Hình 3.9: Cây phả hệ với các loài nấm *Russula* dựa trên đoạn gen ITS

Trình tự đoạn gen ITS của các mẫu nấm chèo và nấm xóp đỏ được so sánh với các trình tự tham chiếu của các loài *Russula amara*, *R. aurantioflammans*, *R. azurea*, *R. basifurcata*, *R. brevipleocystidiata*, *R. decipiens*, *R. decolorans*, *R. integra*, *R. laeta*, *R. laricina*, *R. lilacea*, *R. nauseosa* đã được tải về từ cơ sở dữ liệu ngân hàng gen (NCBI GenBank). Cây phả hệ được xây dựng bằng phần mềm MEGA 7 (Hình 3.9).

Đoạn gen ITS của 8 mẫu nấm chèo (*R. griseocarnosa*) được so sánh với các trình tự tham chiếu từ ngân hàng gen và mẫu nấm xóp đỏ (*Russula* sp.) đã cho

thấy các mẫu nấm chẹo và nấm xộp đỏ thuộc hai loài khác nhau (Hình 3.9). Kết quả này đã một lần nữa xác nhận chính xác sự khác biệt của hai loài về trình tự gen. Nhận định của người dân tại Quảng Ninh cho rằng “chúng là một loài nấm, khi chúng mọc quanh gốc cây chẹo thì không có độc, ăn được nhưng khi chúng mọc quanh gốc cây dẻ thì có độc” là chưa chính xác. Nấm *R. griseocarnosa* được xem là loài nấm ăn phổ biến ở miền Nam Trung Quốc, được thu hái trong tự nhiên để làm thực phẩm và làm thuốc với giá trị kinh tế cao (Yu *et al.*, 2020), được đánh giá là một loại thực phẩm bổ sung sức khỏe cho phụ nữ sau sinh, có giá lên tới 2.000 nhân dân tệ/kg nấm khô ở Quảng Đông, Trung Quốc (Liu *et al.*, 2024).

3.1.5. Kết quả phân tích độc tính của nấm xộp đỏ

Để xác định độc tính của nấm xộp đỏ, luận án đã xác định liều chết trung bình (LD₅₀) qua đường tiêu hoá đối với chuột nhắt trắng của nấm xộp đỏ. Kết quả được tổng hợp trong bảng 3.5.

Bảng 3.5: LD₅₀ đối với chuột nhắt trắng của nấm xộp đỏ

Chỉ số độc tính	Khối lượng nấm (g/kg thể trọng)
LD ₅₀ qua đường tiêu hoá đối với nấm khô	4,968
LD ₅₀ qua đường tiêu hoá đối với nấm tươi	43,823

Kết quả ở bảng 3.5 cho thấy LD₅₀ qua đường tiêu hoá đối với chuột nhắt trắng của nấm xộp đỏ (*Russula* sp.) là 4,968g/kg thể trọng đối với mẫu nấm khô và 43,823g/kg thể trọng đối với mẫu nấm tươi. Kết quả này cho thấy nấm xộp đỏ có độc tính không cao, tương tự như kết quả đánh giá độc của nấm xộp gây nôn (*R. emetica*) thông qua liều chết trung bình (LD₅₀) với 4,912g/kg thể

trọng với nấm khô và 42,126g/kg thể trọng với nấm tươi (Hoàng Anh Tuấn & Hoàng Đức Thắng, 2021).

Nấm xộp đỏ (*Russula* sp.) thường mọc vào cuối mùa xuân, đầu mùa hè và ít phổ biến hơn rất nhiều so với nấm chèo (*R. griseocarnosa*). Tuy nhiên, hai loại nấm này lại có đặc điểm hình thái gần giống nhau, chúng cùng mọc trong một thời điểm, trong một số khu vực. Vì vậy, khi người dân vào rừng thu hái nấm chèo (*R. griseocarnosa*) làm thực phẩm có thể bị nhầm lẫn với nấm xộp đỏ (*Russula* sp.). Người dân sống gần rừng thường dựa vào kinh nghiệm để thu hái các loại nấm ăn từ tự nhiên nhưng những người thiếu kinh nghiệm vẫn bị nhầm lẫn. Mỗi năm ở nước ta đều có vài trường hợp bị ngộ độc do ăn nhầm nấm độc hái từ rừng, lần gần đây nhất vào tháng 6 năm 2023, ở Lạng Sơn đã có một bệnh nhân nam 37 tuổi nhập viện với các triệu chứng đau bụng quanh rốn, nôn, tiêu chảy sau khi ăn một loại nấm màu đại (VTV, 2023). Để ngăn chặn các sự cố đáng tiếc do ăn phải nấm độc, người thu hái nấm cần biết cách phân biệt các loại nấm ăn với nấm độc. Ngoài ra, sau khi sấy khô, việc phân biệt sẽ khó khăn hơn nên những người chế biến và sử dụng nấm khô cần cẩn trọng và mua từ những nhà cung cấp có uy tín.

3.2. Thành phần dinh dưỡng và thị trường của nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận

Các cộng đồng người bản địa đã sử dụng một số loài nấm mọc tự nhiên trong rừng làm thực phẩm và làm thuốc từ lâu đời (Khastini *et al.*, 2022). Một số loại nấm ăn hoang dã đã được sử dụng rộng rãi, là thực phẩm giàu dinh dưỡng với hàm lượng calo thấp, thơm và ngon. Nhiều báo cáo cho thấy nấm rất giàu dinh dưỡng, chứa nhiều protein, các nguyên tố khoáng vi lượng, vitamin, chất xơ và hàm lượng chất béo thấp mang lại lợi ích tốt cho cơ thể. Ngoài mục đích dinh dưỡng, nấm đại còn là dược phẩm dinh dưỡng với các hợp chất có hoạt tính sinh học như chất chuyển hóa thứ cấp có chức năng chống oxy hóa và kháng khuẩn (Hussain *et al.*, 2023; Kumar, 2023).

Ở Việt Nam, loài nấm chèo có tên khoa học là *R. griseocarnosa*, dù được thu hái sử dụng làm thực phẩm được cho là ngon, bổ dưỡng và đặc biệt tốt cho phụ nữ có thai và được buôn bán trong những năm qua nhưng vẫn chưa có nghiên cứu về thành phần dinh dưỡng của chúng. Vì vậy, nghiên cứu này phân tích thành phần dinh dưỡng và khoáng chất của các mẫu nấm *R. griseocarnosa* thu tại 10 địa điểm khác nhau. Trong đó, tại tỉnh Quảng Ninh (8 địa điểm), Bắc Giang và Cao Bằng mỗi tỉnh 1 địa điểm (Bảng 3.1).

3.2.1. Thành phần dinh dưỡng của nấm chèo (*Russula griseocarnosa*)

Kết quả phân tích cho thấy 10 mẫu nấm *R. griseocarnosa* của nghiên cứu này có chứa 57,4-68,4% carbohydrate, 18,3-29,0% protein, 8,7-13,7% chất xơ, 0,8-2,1% chất béo và 0,9-1,1% tro (Bảng 3.6). Trong đó, các mẫu nấm thu Quảng Ninh có hàm lượng protein cao hơn (23,2-29,0%) so với mẫu nấm thu tại Bắc Giang và Cao Bằng (18,3-20,2%). Ngoài ra, các mẫu nấm tại Bắc Giang có hàm lượng chất béo (2,1%) và carbohydrate (68,4%) cao nhất.

Đây là nghiên cứu đầu tiên về thành phần dinh dưỡng của loài nấm ăn hoang dã *R. griseocarnosa* thu tại Việt Nam. Ở Trung Quốc, loài này đã được báo cáo là nấm giàu chất dinh dưỡng (Chen *et al.*, 2010; Yuan *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2019); với hàm lượng protein (19,1-32,3%) và carbohydrate (48,1-63,0%) (Chen *et al.*, 2010) tương tự như hàm lượng thu được trong các mẫu của nghiên cứu này. Ngoài ra, hàm lượng protein, chất xơ và carbohydrate trong *R. griseocarnosa* vượt trội so hoặc tương đương với các loại nấm ăn được trong chi như *R. lepida*, *R. alatoreticula*, *R. brevipes*, *R. cyanoxantha* và *R. virescens* ở Tây Bengal (Khatua *et al.*, 2021).

Hàm lượng chất béo và chất xơ trong các mẫu ở nghiên cứu này thấp, tương tự như các mẫu của Trung Quốc đã được phân tích (Chen *et al.*, 2010). Trong đó, hàm lượng tro của *R. griseocarnosa* ở Việt Nam thấp hơn so với mẫu thu ở Trung Quốc (6,6-7,8%).

3.2.2. Thành phần khoáng chất của nấm chèo (*Russula griseocarnosa*)

Hàm lượng khoáng chất trong *R. griseocarnosa* theo thứ tự: $K > P > Ca > Mg > Fe > Na > Zn > Cu > Mn$ (Bảng 3.7). Có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ($F_{pr} < 0,05$) giữa các mẫu thu thập ở các địa điểm có vị trí lấy mẫu và kiểu rừng khác nhau. Cụ thể mẫu QN50 (Vô Ngại, Bình Liêu) có hàm lượng Ca cao nhất, mẫu QN11 (Thanh Sơn, Ba Chẽ) có hàm lượng Mg cao nhất. QN8 (Hà Lâu, Tiên Yên) có hàm lượng Zn cao nhất. Mẫu BG1 (Nghĩa Phương, Lục Nam, Bắc Giang) có hàm lượng P cao nhất (Bảng 3.7).

Hàm lượng (mg/kg) trong 10 mẫu *R. griseocarnosa* của nghiên cứu dao động K (19.835,8-24.965,9), P (2.631,3-3.335,1), Ca (573,5-1530,1), Mg (350,4-636,0), Fe (143,2-836,5), Zn (60,1-92,7) và Cu (31,0-41,7). Kết quả nghiên cứu này gần giống với kết quả phân tích mẫu ở Trung Quốc, lần lượt là 19.800, 3.420, 850, 570, 500, 88 và 48 mg/kg (Chen *et al.*, 2010). Tuy nhiên, hàm lượng Na và Mn thấp hơn so với báo cáo ở Trung Quốc (Chen *et al.*, 2010) và ở một số loài *Russula* ăn được ở Togo (Nadjombé *et al.*, 2022).

So sánh hàm lượng các nguyên tố khoáng của *R. griseocarnosa* với các loài nấm ăn khác thuộc chi *Russula* có màu sắc mũ nấm từ hồng đến đỏ như *R. lepida*, *R. virescens* và *R. xerampelina* cho thấy phần lớn có sự tương đồng về hàm lượng của các chất khoáng. Chỉ có hàm lượng của Ca và Fe là có sự khác biệt rõ rệt, *R. griseocarnosa* có hàm lượng Ca cao gấp hơn 8 lần và Fe cao gấp 2-2,5 lần các loại nấm còn lại. Đặc tính hàm lượng K cao và hàm lượng Na thấp, mang lại lợi ích sức khỏe tiềm năng cho những người bị tăng huyết áp.

Một nghiên cứu khác khi xác định hàm lượng chất khoáng thiết yếu trong 20 mẫu nấm thuộc chi *Lactarius* được thu thập từ nhiều địa điểm khác nhau ở miền nam Tây Ban Nha và miền bắc Maroc cũng cho thấy K là nguyên tố đa lượng được tìm thấy có hàm lượng cao nhất, trong khi đó, P và Mn là nguyên tố có hàm lượng thấp nhất trong tất cả các loại nấm được nghiên cứu. Nghiên

cứu đó cũng cho thấy sự tích lũy các nguyên tố có sự khác biệt theo vị trí địa lý và loài (López *et al.*, 2022).

Kết quả nghiên cứu này cho thấy *R. griseocarnosa* ở Việt Nam là loài ít chất béo, giàu protein, carbohydrate và khoáng chất thiết yếu bổ sung dinh dưỡng rất tốt cho người sử dụng chúng làm thực phẩm. Thành phần dinh dưỡng của loài phân tích trong nghiên cứu này tương tự như cùng loài ở Trung Quốc. Trung Quốc coi đây là thực phẩm bổ dưỡng rất tốt cho sức khỏe (Chen *et al.*, 2010; Yuan *et al.*, 2017). Đây cũng chính là lý do các thương lái thu mua với số lượng lớn *R. griseocarnosa* ở Việt Nam để bán sang Trung Quốc.

Ngoài hàm lượng chất dinh dưỡng và các khoáng chất đã được phân tích trong nghiên cứu này, một số loài nấm ăn thuộc chi *Russula* còn chứa một số hợp chất hữu cơ khác tốt cho sức khỏe cho con người.

Một số nghiên cứu cho thấy việc sử dụng nấm ăn hoang dã có khả năng chống oxy hóa giúp tăng cường khả năng loại bỏ các gốc hydroxyl và gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Chen *et al.*, 2010; Yuan *et al.*, 2017). Một số loại nấm có chứa các chất hữu ích như ergosterol, flavonoid, β -carotene, phenolics và quercetin (Chen *et al.*, 2010; Grangeia *et al.*, 2011; Ouzouni *et al.*, 2009). Quercetin có đặc tính chống oxy hóa và chống viêm và là thành phần hóa học chính trong *R. griseocarnosa* với nồng độ khoảng 95,8 mg/kg (Chen *et al.*, 2010). *R. griseocarnosa* là loại nấm ăn có tác dụng bổ máu, đã được xác nhận qua các thí nghiệm thực nghiệm và có ý nghĩa lớn để bổ sung vào chế độ ăn uống tăng cường máu. Polysaccharides từ *R. griseocarnosa* thể hiện các đặc tính chống oxy hóa, kháng khuẩn, điều hòa miễn dịch và chống ung thư (Liu *et al.*, 2024). Ngoài ra, nấm ăn được còn là nguồn cung cấp axit amin thiết yếu cần thiết trong chế độ ăn uống của con người (Ming *et al.*, 2014).

Bảng 3.6: Thành phần dinh dưỡng của nấm *Russula* tính theo trọng lượng khô (%)

Loài	Kí hiệu	Protein	Chất béo	Tro	Chất xơ	Carbohydrate	Nguồn tham khảo
<i>R. griseocarnosa</i>	BG1	18,3±0,17 ^a	2,05±0,03 ^c	1,01±0,01 ^{ab}	10,2±0,18 ^{abc}	68,4±0,31 ^d	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	CB2	20,2±0,20 ^{ab}	1,45±0,02 ^b	1,03±0,01 ^b	10,9±0,16 ^{abc}	66,5±0,33 ^{cd}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN7	29,0±0,25 ^d	1,36±0,01 ^b	1,06±0,02 ^b	8,7±0,10 ^a	59,9±0,15 ^{ab}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN8	24,5±0,21 ^c	1,47±0,02 ^b	0,98±0,01 ^{ab}	11,4±0,13 ^{bcd}	61,6±0,26 ^{abc}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN11	23,3±0,19 ^{bc}	1,63±0,03 ^b	1,00±0,01 ^{ab}	12,3±0,11 ^{cde}	61,8±0,19 ^{abc}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN19	23,3±0,16 ^{bc}	1,48±0,01 ^b	1,00±0,03 ^{ab}	10,4±0,10 ^{abc}	63,9±0,22 ^{bcd}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN20	26,5±0,24 ^{cd}	1,38±0,01 ^b	1,00±0,01 ^{ab}	10,0±0,09 ^{ab}	61,1±0,30 ^{abc}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN22	25,2±0,21 ^{cd}	0,80±0,01 ^a	0,89±0,02 ^a	13,4±0,17 ^{de}	61,1±0,14 ^{abc}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN29	23,3±0,22 ^{bc}	1,68±0,03 ^b	0,96±0,01 ^{ab}	11,9±0,12 ^{bcd}	62,1±0,29 ^{abc}	Nghiên cứu này
<i>R. griseocarnosa</i>	QN50	26,6±0,23 ^{cd}	1,36±0,02 ^b	0,97±0,02 ^{ab}	13,7±0,15 ^e	57,4±0,27 ^a	Nghiên cứu này
Trung bình		24,01	1,46	0,99	11,29	62,38	
Fpr		< 0,001	< 0,001	0,06	< 0,001	0,005	
<i>R. alatoreticula</i>		31,6	3,5	16,4	NA	63,6	(Khatua <i>et al.</i> , 2021)
<i>R. alboareolata</i>		21,2	9,5	17,6	10,1	41,6	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. brevipes</i>		30,2	5,1	9,1	46,3	66,5	(Shahid <i>et al.</i> , 2020)
<i>R. lepida</i>		18,3	5,6	7,6	8,4	60,1	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. lepida</i>		12,1	0,3	0,2	1,2	34,2	(Sharma & Gautam, 2015)
<i>R. nigricans</i>		22,6	4,8	6,7	9,6	56,3	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. nobilis</i>		25,5	2,8	2,1	44,1	82,5	(Shahid <i>et al.</i> , 2020)
<i>R. griseocarnosa</i>		32,3	7,2	7,8	8,85	48,1	(Chen <i>et al.</i> , 2010)
<i>R. virescens</i>		20,0	4,3	11,3	9,7	54,7	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)

Dữ liệu trung bình ± Sd, n = 4. Các giá trị trong cùng cột với các ký tự giống nhau không có sai khác thống kê với P = 0,05 khi so sánh bằng tiêu chuẩn Duncan.

Bảng 3.7: Thành phần khoáng chất của nấm *Russula* tính theo trọng lượng khô (mg/kg)

Kí hiệu mẫu	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn	Tham khảo
BG1	889,2±20,51 ^b	39,4±0,95 ^{bc}	400,2±10,65 ^c	19835,8±51,60 ^a	364,0±6,61 ^a	11,5±0,21 ^b	357,8±7,13 ^{bcd}	3335,1±18,57 ^d	72,3±3,15 ^c	NC này
CB2	811,1±16,99 ^b	35,3±1,02 ^{ab}	310,2±11,03 ^b	19944,4±52,58 ^a	360,1±6,32 ^a	11,1±0,18 ^b	368,3±6,55 ^{bcd}	2934,4±15,63 ^{abc}	70,3±3,06 ^{bc}	NC này
QN7	874,5±21,11 ^b	41,7±1,24 ^c	465,6±11,18 ^c	24965,9±68,14 ^c	447,4±8,15 ^{ab}	13,8±0,22 ^c	533,1±8,91 ^f	3093,0±17,19 ^{bcd}	76,4±2,89 ^c	NC này
QN8	573,5±13,68 ^a	41,1±1,17 ^c	566,0±13,46 ^d	24243,7±62,33 ^{bc}	489,4±9,07 ^{bc}	12,0±0,17 ^{bc}	299,3±5,88 ^a	3057,4±15,92 ^{bcd}	92,7±4,12 ^d	NC này
QN11	613,2±20,01 ^a	37,9±0,99 ^{bc}	440,4±12,17 ^c	24765,6±60,88 ^c	636,0±11,28 ^d	12,6±0,19 ^{bc}	342,6±6,46 ^{abc}	3085,9±16,71 ^{bcd}	77,8±3,27 ^c	NC này
QN19	685,5±18,87 ^a	38,9±1,22 ^{bc}	453,4±11,28 ^c	24661,5±69,08 ^c	552,1±12,03 ^{cd}	12,6±0,20 ^{bc}	345,5±7,33 ^{abc}	3124,5±13,68 ^{bcd}	75,2±2,87 ^c	NC này
QN20	691,0±20,12 ^a	32,8±1,31 ^a	143,2±8,88 ^a	23409,0±50,79 ^{bc}	350,4±7,13 ^a	6,91±0,13 ^a	405,9±8,05 ^d	2631,3±15,43 ^a	68,9±2,45 ^{bc}	NC này
QN22	1010,0±30,03 ^c	34,2±1,40 ^{ab}	402,0±9,75 ^c	23485,5±71,45 ^{bc}	409,5±6,98 ^{ab}	17,6±0,14 ^d	322,8±7,12 ^{ab}	3249,0±20,01 ^{cd}	60,1±2,61 ^a	NC này
QN29	621,1±14,77 ^a	35,9±1,08 ^{ab}	836,5±15,64 ^e	24646,6±66,43 ^c	451,9±8,37 ^{ab}	11,2±0,10 ^b	462,0±7,18 ^e	3296,3±18,66 ^{cd}	69,9±3,05 ^{bc}	NC này
QN50	1530,1±51,16 ^d	31,0±0,86 ^a	298,8±10,31 ^b	21333,9±57,28 ^{ab}	369,4±6,68 ^a	10,6±0,16 ^b	384,1±8,24 ^{cd}	2837,2±14,47 ^{ab}	62,5±2,77 ^{ab}	NC này
Trung bình	830,3	36,8	431,6	23129,2	443,0	12,0	382,1	3064,4	72,6	
Fpr	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	
<i>R. griseocarnosa</i>	850	48,0	500	19.800	570	23,0	1.340	3.420	88	(Chen <i>et al.</i> , 2010)
<i>R. lepida</i>	100	52,8	228	35.300	700	24,2	NA	4.100	108	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. virescens</i>	100	41,3	283	27.600	800	18,4	NA	5.100	131	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)
<i>R. xerampelina</i>	100	48,0	193	28.900	600	17,4	NA	3.300	94	(Sanmee <i>et al.</i> , 2003)

Mẫu nấm trong nghiên cứu này là loài *Russula griseocarnosa*. Dữ liệu trung bình ± Sd, n = 4. Các giá trị trong cùng cột với các ký tự giống nhau không có sai khác thống kê với P = 0,05 khi so sánh bằng tiêu chuẩn Duncan.

Kết quả phân tích cho thấy *R. griseocarnosa* ở Trung Quốc chứa 40 axit amin. Do đó cần tiến hành nghiên cứu sâu hơn về đặc điểm của các hợp chất hữu cơ từ *R. griseocarnosa* hứa hẹn sẽ phát triển các tác nhân trị liệu và dược phẩm dinh dưỡng mới, bao gồm cả các loài nấm ăn thuộc chi *Russula* đã được ghi nhận ở Việt Nam như *R. albidula*, *R. cysidiosa*, *R. paludosa*, *R. rosea*, *R. variata*, *R. vinosa* và *R. virescens* (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017; Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019; Trịnh Tam Kiệt, 2012).

Một số nghiên cứu cho thấy việc sử dụng nấm ăn hoang dã có khả năng chống oxy hóa giúp tăng cường khả năng loại bỏ các gốc hydroxyl và gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Chen *et al.*, 2010; Yuan *et al.*, 2017). Một số loại nấm có chứa các chất hữu ích như ergosterol, flavonoid, β -carotene, phenolics và quercetin (Chen *et al.*, 2010; Grangeia *et al.*, 2011; Ouzouni *et al.*, 2009). Quercetin có đặc tính chống oxy hóa và chống viêm và là thành phần hóa học chính trong *R. griseocarnosa* với nồng độ khoảng 95,8 mg/kg (Chen *et al.*, 2010). *R. griseocarnosa* là loại nấm ăn có tác dụng bổ máu, đã được xác nhận qua các thí nghiệm thực nghiệm và có ý nghĩa lớn để bổ sung vào chế độ ăn uống tăng cường máu. Polysaccharides từ *R. griseocarnosa* thể hiện các đặc tính chống oxy hóa, kháng khuẩn, điều hòa miễn dịch và chống ung thư (Liu *et al.*, 2024). Ngoài ra, nấm ăn được còn là nguồn cung cấp axit amin thiết yếu cần thiết trong chế độ ăn uống của con người (Ming *et al.*, 2014), phân tích cho thấy *R. griseocarnosa* ở Trung Quốc chứa 40 axit amin. Do đó cần tiến hành nghiên cứu sâu hơn về đặc điểm của các hợp chất hữu cơ từ *R. griseocarnosa* hứa hẹn sẽ phát triển các tác nhân trị liệu và dược phẩm dinh dưỡng mới, bao gồm cả các loài nấm ăn thuộc chi *Russula* đã được ghi nhận ở Việt Nam như *R. albidula*, *R. cysidiosa*, *R. paludosa*, *R. rosea*, *R. variata*, *R. vinosa* và *R. virescens* (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017; Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019; Trịnh Tam Kiệt, 2012).

Những phát hiện của nghiên cứu này có thể là cơ sở khoa học để khẳng định giá trị dinh dưỡng và nâng cao giá trị thương mại sản phẩm này thông qua việc phát triển các nhãn hiệu sản phẩm được kiểm định chất lượng cho *R. griseocarnosa* của Việt Nam.

Điều này sẽ giúp phát triển hàng hóa và hướng đến đăng ký nhãn hiệu hàng hóa đặc sản để tăng giá trị. Qua đó giúp tăng thu nhập và phát triển kinh tế xã hội cho người dân miền núi sống dựa vào rừng. Đồng thời, việc khai thác ồ ạt thiếu sự quản lý sẽ đe dọa đến sự đa dạng trong hệ sinh thái rừng. Do đó chính quyền, các nhà quản lý và người dân phải cùng nhau quan tâm bảo vệ và phát triển nhằm khai thác được bền vững nguồn gen nấm ăn quý này.

3.2.3. Thị trường nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận

Nghiên cứu này tập trung đánh giá tình hình thu hái và buôn bán nấm chèo (*R. griseocarnosa*) vì nó được người thu hái nấm ăn trong rừng rất quan tâm khi đến mùa nấm mọc để đi thu hái làm thực phẩm và buôn bán với giá trị cao. Với nhiều lợi ích từ loại nấm này mang lại, trong thời gian gần đây các cơ quan nhà nước liên quan đến việc cải thiện sinh kế của người dân các dân tộc vùng núi phía Bắc Việt Nam đã quan tâm đến tiềm năng của nguồn tài nguyên nấm ăn từ rừng (nguồn lâm sản ngoài gỗ) thành sản phẩm đặc sản của địa phương.

Tuy nhiên, cho đến nay có rất ít cơ sở dữ liệu để đưa ra quyết định và xây dựng các chính sách liên quan đến phát triển loài nấm ăn hoang dã này để đáp ứng được mục tiêu kinh tế, xã hội và quản lý rừng bền vững. Thành phần người được khảo sát và số lượng người tham gia khảo sát tình hình thu hái, sử dụng và thị trường nấm chèo tại Quảng Ninh và các tỉnh lân cận được tổng hợp trong bảng 3.8.

Bảng 3.8: Thành phần và số lượng người tham gia khảo sát tình hình thu hái, sử dụng và thị trường nấm chèo tại Quảng Ninh và các tỉnh lân cận

Thành phần	Người tham gia khảo sát				Ghi chú
	Người dân	Chợ địa phương	Nhà hàng	Người quản lý	
Thu hái nấm	70	18			21 xã thuộc 6 huyện: 4 người trả lời phỏng vấn/xã tại Quảng Ninh và Cao Bằng, 8 người ở Bắc Giang. Dân tộc Dao (12), Lô Lô (8), Mường (10), Nùng (16), Mông (8), Sán Chỉ (9), Sán Diu (Kiệt), Tày (18)
Buôn bán		30	21		18 người ở 12 xã (11 Tày, 7 Nùng) và 33 người ở 8 thị trấn (12 Hoa, 10 Kinh, 6 Tày, 5 Nùng) thuộc 6 huyện và 3 cửa khẩu (Tà Lùng, Tân Thanh và Móng Cái)
Cán bộ quản lý				20	5 huyện, 3 thành phố thuộc tỉnh, 10 phường và 2 thị trấn thuộc tỉnh Bắc Giang, Cao Bằng, Lạng Sơn và Quảng Ninh, mỗi địa phương có 1 người trả lời phỏng vấn

Với nhiều lợi ích mang lại từ loại nấm chèo (*R. griseocarnosa*), trong thời gian gần đây các cơ quan quản lý nhà nước liên quan đến việc cải thiện sinh kế của người dân, đặc biệt là đồng bào các dân tộc vùng núi phía Bắc Việt Nam đã quan tâm đến tiềm năng của các nguồn tài nguyên nấm ăn thu hái từ rừng (nguồn lâm sản ngoài gỗ), chúng có thể phát triển thành sản phẩm đặc sản của địa phương. Tuy nhiên, cho đến nay có rất ít cơ sở dữ liệu để đưa ra quyết định và xây dựng các chính sách liên quan đến việc phát triển loài nấm chèo (*R. griseocarnosa*), một loài nấm ăn hoang dã để đáp ứng được mục tiêu kinh tế, xã hội và quản lý rừng bền vững cho các địa phương.

3.2.3.1. Tình hình thu hái nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và một số tỉnh lân cận

Kết quả ghi nhận từ những người dân địa phương đã trả lời các câu hỏi khảo sát liên quan đến việc khai thác và thị trường nấm chèo *R. griseocarnosa* tại tỉnh Quảng Ninh và một số tỉnh lân cận được tổng hợp trong bảng 3.9.

Bảng 3.9: Kết quả khảo sát việc khai thác và thị trường nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) tại Quảng Ninh và vùng lân cận

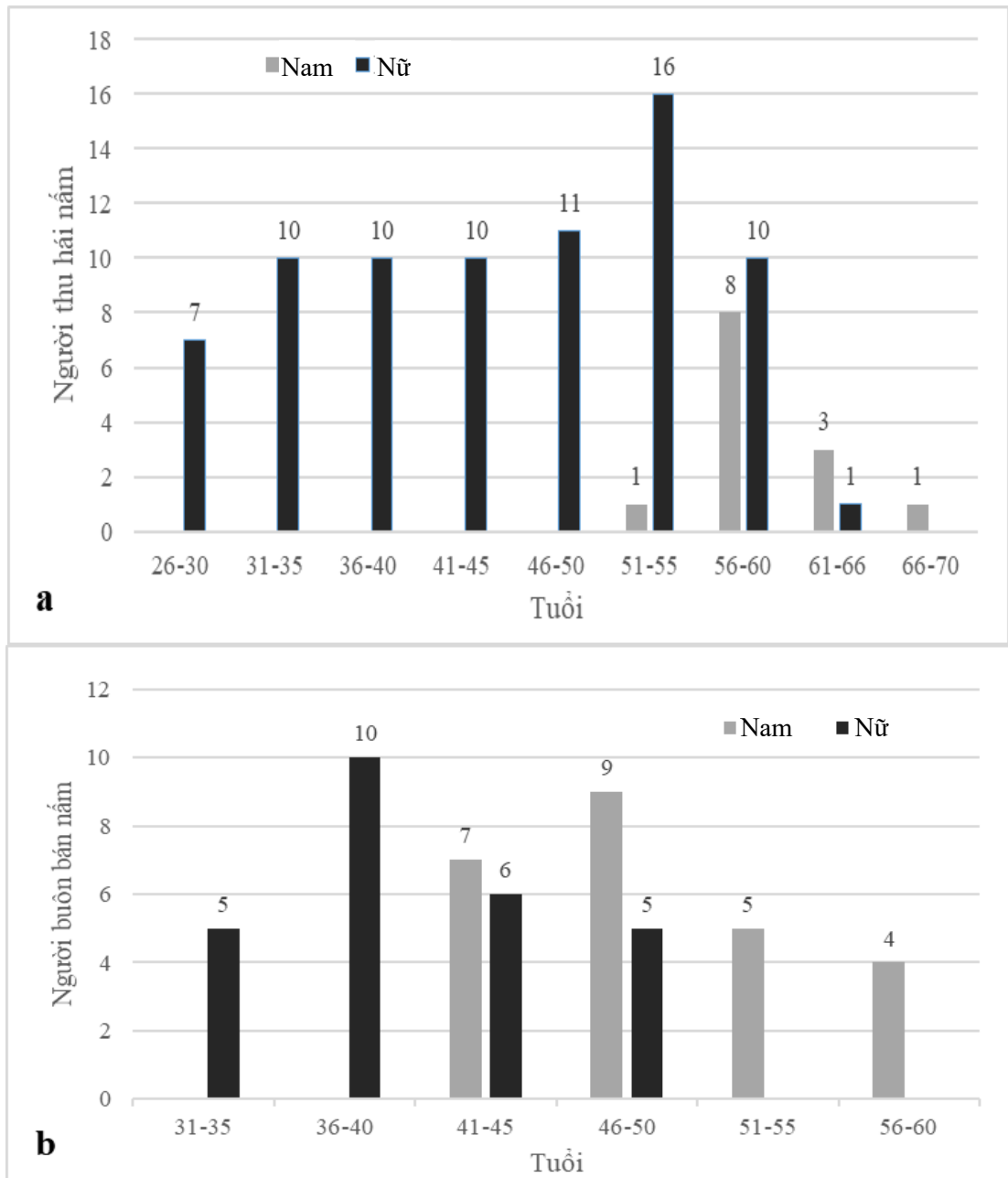
Các câu hỏi thu thập	Kết quả
Số lần thu hái chính?	✓ Thời gian thu hái tốt nhất 4:00-6:00 ✓ Mọc 2 đợt năm: tháng 4-6 và tháng 8-10 ✓ Số đợt thu hái: 6-8 đợt/năm; 3-5 ngày/đợt
Giới tính của người thu hái và buôn bán?	✓ Người thu hái: Hầu hết là phụ nữ (> 85%) ✓ Người buôn bán: Tỷ lệ nam/nữ như nhau
Thu nhập của mỗi người?	✓ Thu nhập 250.000-750.000 đồng/ngày vào mùa thu hái nấm ✓ Trong mùa thu hái, thu nhập từ bán nấm có thể đáp ứng 6-18% chi phí trong gia đình

Các câu hỏi thu thập	Kết quả
	✓ Sử dụng 15-20% số nấm hái được để ăn, phần còn lại để bán cho thương lái
Những người bán nấm tươi?	✓ Một số người dân thu hái bán nấm tươi ở chợ địa phương ✓ Tiểu thương ở chợ địa phương, thương lái và chủ nhà hàng thu mua nấm tươi để sấy khô
Người buôn bán nấm khô?	✓ Tiểu thương ở chợ, thương lái và chủ nhà hàng ✓ Thương lái ở các cửa khẩu giáp Trung Quốc
Các dân tộc tham gia thu hái và buôn bán?	✓ Người thu hái: Dao, Lô Lô, Mường, Nùng, Mông, Sán Chỉ, Sán Dìu và Tày ✓ Người buôn bán: Hoa, Kinh, Nùng và Tày
Người có kinh nghiệm thu hái nấm ăn hoang dã và cách truyền lại cho thế hệ sau?	✓ Người thu hái sử dụng kinh nghiệm để nhận biết nấm chèo ăn được và phân biệt với nấm độc có hình thái gần giống nấm chèo ✓ Họ truyền lại kinh nghiệm thu hái nấm cho con cháu trong nhà và người trong cùng cộng đồng sinh sống

Trong tổng số hơn 20 tộc người đang sinh sống ở vùng Đông Bắc Việt Nam, những đặc điểm của điều kiện tự nhiên chủ yếu là rừng núi có độ dốc cao tạo khoảng cách đã có ảnh hưởng quan trọng đến sinh kế của các tộc người cư trú trong vùng. Họ dựa vào việc khai thác nguồn lực tự nhiên (từ sông, suối và đặc biệt là từ rừng) để cung cấp lương thực, thuốc chữa bệnh... của các tộc người như Tày, Nùng, Dao và Mông (Nguyễn Công Thảo, 2016). Kết quả thống kê của nghiên cứu này những người thu hái nấm thuộc 8 thành phần dân tộc là Dao, Lô Lô, Mường, Nùng, Mông, Sán Chỉ, Sán Dìu và Tày (Bảng 3.9).

Số lượng người thu hái nấm hầu hết là phụ nữ (75 người, >85%) với độ

tuổi trung bình là 41,5 tuổi (26,2-61,5 tuổi). Chỉ 15% (13) người thu hái nấm là nam giới và có tuổi trung bình lớn hơn nữ, trung bình 61,4 tuổi, trong khoảng 55,1-66,3 tuổi (Hình 3.10). Không có trẻ em thu hái nấm. Họ sử dụng kiến thức bản địa để xác định các loại nấm ăn được và kiến thức này được truyền lại cho con cháu của họ và đôi khi cho cả cộng đồng.



Hình 3.10: Số người thu hái, buôn bán nấm chèo theo tuổi và giới tính

Trong đó: a. người thu hái nấm; b. người buôn bán nấm

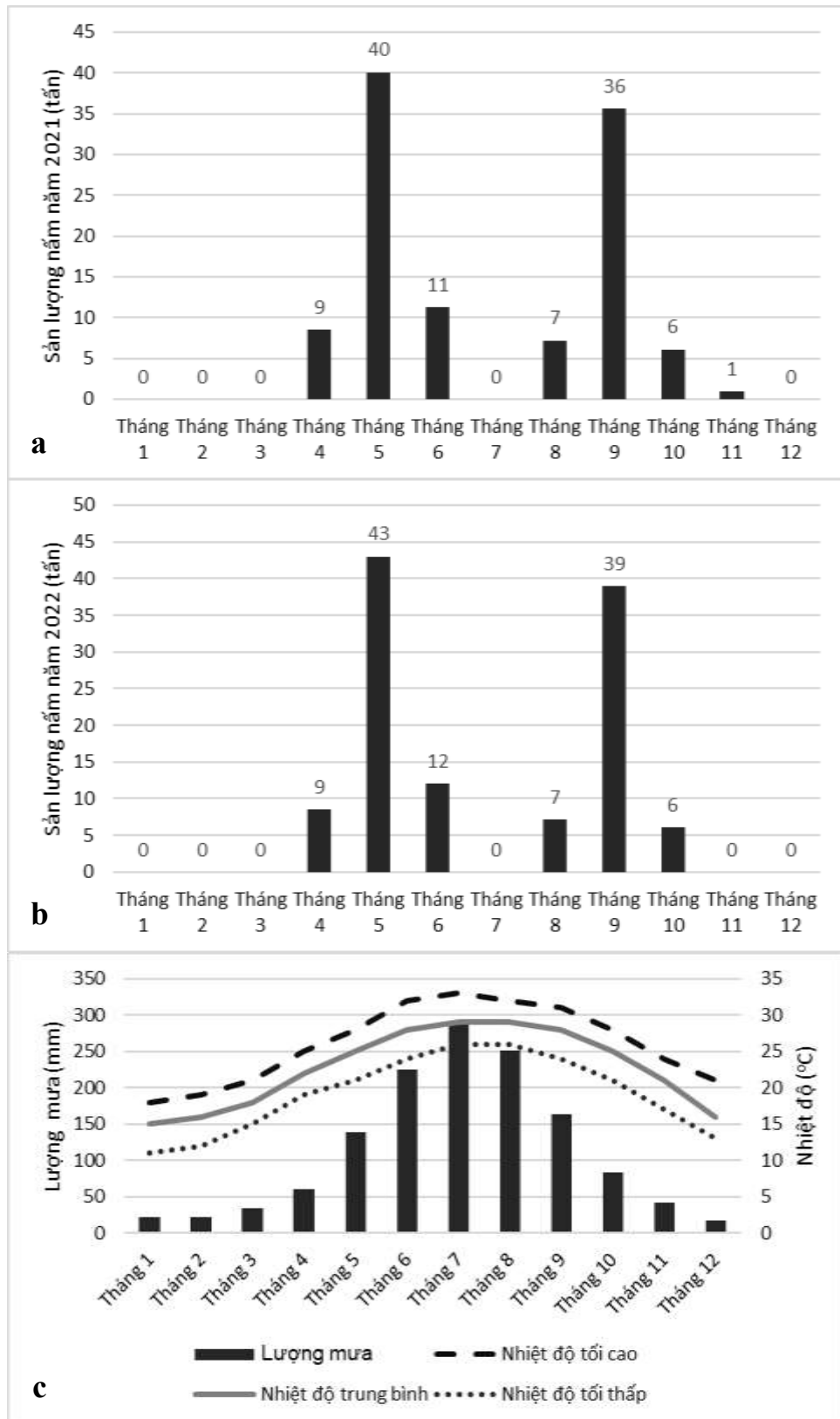
Quả thể *R. griseocarnosa* được hái bằng tay và đựng trong rổ tre hoặc nhựa. Kết quả của nghiên cứu này cũng gần giống với kết quả của Tibuhwa (2013) khi nghiên cứu về việc sử dụng nấm ăn hoang dã ở các vùng nông thôn Tanzania cho thấy chuỗi thị trường nấm ăn hoang dã ở đó chủ yếu do phụ nữ thực hiện (76,25%) và phụ nữ có kiến thức sâu rộng về phân loại nấm ăn tự nhiên, sinh học và sinh thái và do đó là người truyền đạt kiến thức chính.

Việc tiếp thu kiến thức về nấm ăn hoang dã thường bắt đầu từ khi còn nhỏ và dựa trên truyền thống gia đình truyền đạt lại. Ireson (1996) ghi nhận phụ nữ nông thôn thuộc dân tộc Khmu và Hmong ở Lào thường thu hái nấm.

Ngoài ra, nghiên cứu tại tỉnh Vân Nam, Trung Quốc cho thấy những người ở độ tuổi 45-65 có nhiều kinh nghiệm thu hái nấm ăn từ tự nhiên hơn các nhóm tuổi khác (Ran *et al.*, 2022). Như vậy, có thể thấy là có sự tương đồng hoặc sự khác biệt đáng kể giữa các nền văn hóa khác nhau về mức độ phụ nữ nông thôn tham gia vào các hoạt động thu hái nấm ăn tự nhiên. Ví dụ về kết quả trái ngược với nghiên cứu này, cho thấy nam giới thường có kiến thức thu hái nấm tốt hơn phụ nữ trong nghiên cứu của Ran và cộng sự (2022). Trong nghiên cứu khác, hơn một nửa (57%) số người buôn nấm là phụ nữ trong khi ở Guatemala, phụ nữ chỉ bán nấm ở chợ địa phương (Ponce *et al.*, 2019).

Mùa thu hoạch, nấm cheo thường mọc vào đầu mùa mưa có hai mùa thu hái *R. griseocarnosa* mỗi năm, từ tháng 4 đến tháng 6 và từ tháng 8 đến tháng 10. Theo kinh nghiệm người dân địa phương thu hái, mỗi mùa nấm ra quả tập trung từ 6-8 vụ, mỗi vụ kéo dài 3-5 ngày. Không có nấm được thu vào tháng 7, tháng có lượng mưa nhiều nhất, đạt trên 260mm, nhiệt độ cao nhất trong năm đạt 26-33°C (số liệu từ Cục Khí tượng Thủy văn Việt Nam). Sản lượng thu hoạch *R. griseocarnosa* hàng tháng có phụ thuộc vào đặc điểm khí hậu khu vực nghiên cứu, mùa đầu đạt sản lượng cao vào tháng 5 (40-43 tấn tươi) khi nhiệt độ không khí ở mức 21-28°C, lượng mưa khoảng 140mm và mùa thứ 2 đạt sản lượng cao vào tháng 9 (36-39 tấn tươi) khi nhiệt độ không khí ở mức

24-31°C và lượng mưa khoảng 160mm. Sản lượng *R. griseocarnosa* hàng tháng và đặc điểm khí hậu khu vực nghiên cứu được thể hiện trong hình 3.11.



Hình 3.11: Phân bố thời vụ thu hái *Russula griseocarnosa* trong năm

Trong đó: a. Tổng khối lượng nấm tươi thu hoạch tại 4 tỉnh khảo sát năm 2021; b. Tổng khối lượng nấm tươi thu hoạch trên cùng địa bàn năm 2022; c. Nhiệt độ và lượng mưa trung bình vùng Đông Bắc Việt Nam (nguồn: vnmha.gov.vn/nchmf-new/show-city-weather, truy cập ngày 19 tháng 8 năm 2023).

Kết quả điều tra cho thấy, thời gian thu hoạch nấm thường diễn ra vào lúc sáng sớm, vì theo kinh nghiệm thì đây là thời gian nấm đang phát triển, tán nấm chưa xòe rộng hết cỡ và bán được giá cao. Nếu thu hái muộn hơn, tán nấm bị nứt và giá trị thấp.

Từ kết quả này cần khuyến cáo người dân khi đi thu hái nấm nên lựa chọn những nấm đang sinh trưởng ở giai đoạn nấm ăn ngon và có giá trị cao, nên để lại một phần rễ nấm và các thể quả bị nứt vỡ nhằm duy trì nguồn giống nấm ngoài tự nhiên.

Kinh nghiệm phân loại và bảo quản nấm của người dân: Sau khi thu hoạch, nấm được chia thành hai loại. Nấm chất lượng thấp hơn, mũ nấm mở hoàn toàn hoặc mũ nấm bị vỡ, gãy cuống (khoảng 15-20%, Hình 3.12c) hoặc được người thu gom sử dụng làm thực phẩm (Hình 3.12e; khoảng 15-20% số nấm tươi thu được) hoặc bán ở các chợ địa phương trong ngày thu hái đối với những gia đình không hái nấm để sử dụng làm thực phẩm. Nấm chất lượng cao hơn có hình trứng hoặc quả thể chưa nở (Hình 3.12a) chủ yếu được bán cho thương lái để sấy khô. Một thiểu số (18) người thu gom cũng làm khô một phần nấm tươi của họ. Nấm tươi được dàn mỏng và xếp thành từng lớp trên kệ lưới đóng khung kim loại $1,6 \times 1,0 \times 2,5\text{m}$ (dài $\times$ rộng $\times$ cao). Được sấy bằng 5-6 bếp sử dụng than tổ ong. Quá trình sấy khô khoảng 20-24 giờ, một mẻ sấy được 6-10kg nấm khô. Khoảng 6-7kg nấm tươi cho ra 1kg nấm khô. Nấm khô (Hình 3.12f) được bảo quản trong túi nilon (Hình 3.12d, g) hoặc trong hộp nhựa

để hạn chế ảnh hưởng xấu của độ ẩm, nấm và côn trùng.

Số tiền bán nấm chợ của họ đóng góp khoảng 15-18% vào thu nhập của gia đình (tương đương khoảng 2-2,2 triệu đồng/tháng) trong các tháng nấm mọc nhiều là tháng 5 và tháng 9 (Bảng 3.9).



Hình 3.12: Quả thể nấm ăn *Russula griseocarnosa*.

Trong đó: a. Quả thể non; b. hái nấm ở rừng, hai người phụ nữ đứng là người thu hái nấm bản địa; c. Quả thể già; d. nấm khô; đ. nấm nấu với canh gà; f, g. nấm khô

ở chợ, để trong rổ bán lẻ (f) và trong túi kín (g).

Như vậy, việc thu hoạch nấm ăn tự nhiên không chỉ cung cấp cho người dân nông thôn nguồn thực phẩm giàu dinh dưỡng tốt cho sức khỏe, mà còn mang lại lợi ích kinh tế như là giúp tăng thu nhập, tận dụng thời gian nhàn rỗi, tạo công việc cho những hộ nghèo ít đất và vốn để sản xuất nông nghiệp sống gần rừng. Việc khai thác và sử dụng tài nguyên nấm ăn tự nhiên này ít có tác hại đến tài nguyên rừng, do đó chính quyền cho phép cộng đồng lân cận khai thác nhằm làm giảm mâu thuẫn giữa cộng đồng với những người bảo vệ rừng vì họ sẽ được hưởng lợi trực tiếp khi rừng được bảo vệ và phát triển bền vững.

3.2.3.2. Thị trường nấm chèo ở Quảng Ninh và các tỉnh lân cận

Nghiên cứu về thị trường nấm ăn tự nhiên thuộc chi *Russula* nhằm xác định mức độ các hộ gia đình ở nông thôn tham gia vào việc thu hái; xác định chuỗi giá trị và thị trường hiện tại và xác định các chính sách liên quan của chính phủ của loài nấm này sẽ là cơ sở để thúc đẩy nhiều nghiên cứu hơn trong lĩnh vực phát triển nguồn nấm ăn tự nhiên đồng thời đánh thức các cơ quan có trách nhiệm thúc đẩy việc sử dụng các nguồn tài nguyên có giá trị cao chưa được khai thác này. Từ đó có thể cung cấp thông tin để xây dựng chính sách hỗ trợ và có các nghiên cứu sâu hơn về phát triển nông thôn bền vững ở Việt Nam.

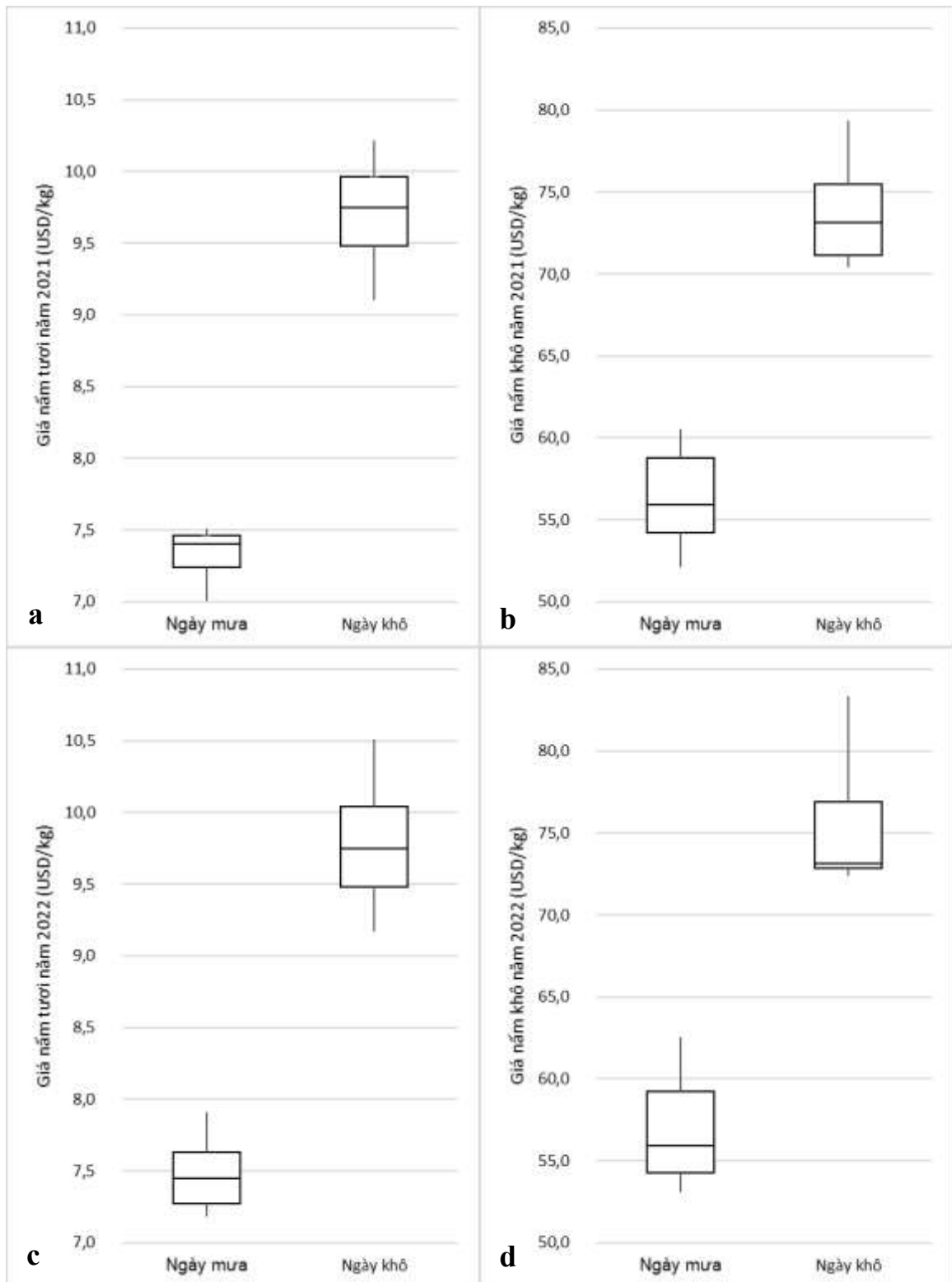
Những thương lái được phỏng vấn đều buôn bán *R. griseocarnosa* ít nhất 5 năm. Trong 51 người, có 29 phụ nữ với độ tuổi trung bình là 44,2 (trong khoảng 31,1-50,1) và 22 nam giới với độ tuổi trung bình là 45,8 (trong khoảng 42,3-60,2). Trong 18 người vừa thu hái và cả bán nấm có 11 người Tày và 7 người Nùng sinh sống ở các làng địa phương. 33 thương lái còn lại sống ở các thị trấn và thuộc bốn dân tộc Hoa (12), Kinh (10), Tày (6) và Nùng (5). Như vậy, số người tham gia buôn bán nấm ăn thuộc 4 tộc người, trong đó chỉ có những người thuộc dân tộc Tày và Nùng vừa tham gia thu hái và vừa buôn

bán. Điều này có thể là do đặc điểm cư trú của 2 nhóm dân tộc này tập trung chủ yếu ở vùng thấp, cho phép họ duy trì những sinh kế đa dạng hơn, ngoài canh tác nương rẫy họ còn làm ruộng bậc thang, ruộng nước, và hoạt động thương mại phát triển hơn so với những người cư trú ở vùng cao, biệt lập như tộc người Mông, Dao... (Bảng 3.9). Dữ liệu tổng hợp từ các cuộc phỏng vấn được tóm tắt trong bảng 3.10.

Bảng 3.10: Thị trường nấm *Russula griseocarnosa* ở Quảng Ninh và các tỉnh lân cận trong giai đoạn 2021-2022

Tỉnh	Sản phẩm	Sử dụng	Giá (1.000 đồng/kg)
Cao Bằng	Tươi	Tại địa phương, buôn bán trong tỉnh	180-220
	Khô	Trong nước và xuất khẩu	1.250-1.750
Bắc Giang	Tươi	Tại địa phương, buôn bán trong tỉnh	175-240
	Khô	Trong nước và xuất khẩu	1.300-1.700
Lạng Sơn	Tươi	Tại địa phương, buôn bán trong tỉnh	170-230
	Khô	Trong nước và xuất khẩu	1.400-1.800
Quảng Ninh	Tươi	Tại địa phương, buôn bán trong tỉnh và liên tỉnh	185-250
	Khô	Trong nước và xuất khẩu	1.500-2.000

Kết quả điều tra cho thấy hoạt động buôn bán nấm chèo tại Quảng Ninh và các tỉnh lân cận thường được bán theo trọng lượng ở 2 dạng là nấm tươi và nấm khô. Giá nấm tươi ghi nhận từ 117 phản hồi khoảng 170.000-250.000 đồng/kg (trung bình 200.000 đồng/kg), còn nấm khô có giá khoảng 1.250.000-2.000.000 đồng/kg, trung bình 1.500.000 đồng/kg (Hình 3.13).



Hình 3.13: Biểu đồ hình hộp thể hiện giá nấm tươi và khô

Trong đó: a, c. nấm tươi; b, d. nấm khô; a, b. năm 2021; c, d. năm 2022

Nấm non và nấm có mũ mở vừa (Hình 3.12a) có giá trị cao hơn 15-20% so với nấm có mũ đã mở hoàn toàn hoặc mũ nấm bị nứt vỡ (Hình 3.12c). Ngoài ra, *R. griseocarnosa* thu hái vào tháng 5 và tháng 10 hoặc những ngày không mưa có giá cao hơn so với thu hái vào tháng 6 - 9 hoặc những ngày mưa.

Ở Quảng Đông, Trung Quốc, nấm *R. griseocarnosa* ở dạng khô có giá lên đến 2.000 nhân dân tệ/kg (tương đương 6.850.000 đồng/kg) (Liu *et al.*, 2024). Theo thống kê, khoảng 113 tấn nấm *R. griseocarnosa* tươi mỗi năm được thu hoạch ở Cao Bằng, Bắc Giang, Lạng Sơn và Quảng Ninh.

Kết quả của nghiên cứu này cũng tương tự kết quả khảo sát được thực hiện tại Sundargarh, Odisha. Trong giai đoạn 2021-2022, bằng các cuộc phỏng vấn bán cấu trúc và thu thập thông tin về các loại nấm ăn hoang dã có trong rừng cũng ghi nhận nấm ăn hoang dã đóng vai trò là nguồn sinh kế quan trọng cho cộng đồng địa phương và những loại nấm này được bán với giá từ 10-20 rupee/kg tươi đến 400 rupee/kg khô. Vì vậy, các loại nấm ăn được hoang dã cần được nghiên cứu nhiều hơn. Cần nghiên cứu thêm để nấm ăn hoang dã có thể được thương mại hóa. Nấm này có thể đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao kinh tế xã hội của người dân địa phương và là nguồn thực phẩm hữu cơ cho nhiều vùng khi chúng được thương mại hóa (Manjula & Kumar, 2024).

3.2.3.3. Các chính sách đối với nấm chèo (*Russula griseocarnosa*)

Kết quả được ghi nhận từ các câu trả lời bằng văn bản của các cán bộ quản lý rừng trong đợt khảo sát và các Quyết định của Chính phủ và tỉnh Quảng Ninh về chính sách liên quan đến nguồn lâm sản ngoài gỗ (LSNG) có giá trị và phát triển nguồn gen nấm chèo được tóm tắt trong bảng 3.11.

Trong những năm qua, chính phủ Việt Nam và chính quyền các tỉnh Bắc Giang, Cao Bằng, Lạng Sơn và Quảng Ninh đã khuyến khích người dân địa phương bảo vệ rừng để khai thác bền vững nguồn LSNG, trong đó có nấm chèo (Chính phủ, 2021; Quảng Ninh, 2020).

Bảng 3.11: Các thông tin liên quan đến chính sách đối với nấm *Russula griseocarnosa* ở Việt Nam

Câu hỏi	Kết quả
Chính sách phát triển lâm sản ngoài gỗ ^{1, 2}	✓ Khuyến khích phát triển các lâm sản ngoài gỗ gắn với bảo vệ rừng. ✓ Hỗ trợ tài chính cho các chương trình phát triển sản phẩm ngoài gỗ phù hợp. ✓ Đào tạo kỹ thuật trồng và khai thác bền vững lâm sản ngoài gỗ.
Chính sách hỗ trợ khoanh nuôi tự nhiên loài <i>R. griseocarnosa</i> trong rừng ¹	✓ Xây dựng các khu rừng cộng đồng nhằm bảo vệ và thúc đẩy tái sinh tự nhiên. ✓ Bảo vệ nghiêm ngặt diện tích rừng có sự phân bố của <i>R. griseocarnosa</i> ✓ Đào tạo về kỹ thuật thu hái một cách bền vững. Trong đó, yêu cầu mỗi lần thu hoạch để lại sợi nấm gốc và khoảng 10% quả thể nấm trong rừng.
Chính sách hỗ trợ các nghiên cứu kỹ thuật nuôi trồng cheo (<i>R. griseocarnosa</i>) ¹	✓ Đề xuất các dự án nghiên cứu về kỹ thuật nuôi trồng ✓ Khuyến khích các tổ chức và cá nhân nghiên cứu khoa học tham gia nghiên cứu về kỹ thuật canh tác
Chính sách hỗ trợ chế biến <i>R. griseocarnosa</i> ²	✓ Nâng cao kiến thức địa phương về chế biến nấm ✓ Xây dựng các dự án nghiên cứu về kỹ thuật chế biến ✓ Khuyến khích các tổ chức nghiên cứu khoa học tham gia nghiên cứu về kỹ thuật chế biến
Chính sách phát triển nấm cheo (<i>R. griseocarnosa</i>) thành sản phẩm	✓ Đẩy nhanh việc xác định chỉ dẫn địa lý cho <i>R. griseocarnosa</i> ✓ Xây dựng thương hiệu <i>R. griseocarnosa</i> chất lượng cao

Câu hỏi	Kết quả
đặc sản của địa phương ²	
Chính sách hỗ trợ xuất khẩu ²	✓ Nâng cao chất lượng nấm khô, đảm bảo tiêu chuẩn xuất khẩu ✓ Xúc tiến thương mại nhằm tăng giá trị xuất khẩu

¹ Quyết định số 4618/QĐ-UBND ngày 15/12/2020 của UBND tỉnh Quảng Ninh về việc Phê duyệt đề án khung bảo tồn nguồn gen tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2021-2025

² Quyết định số 1038/QĐ-UBND ngày 22/04/2022 của UBND tỉnh Quảng Ninh về việc Phê duyệt đề án phát triển chuỗi các sản phẩm nông sản chủ lực cấp tỉnh giai đoạn 2022-2025, định hướng đến năm 2030.

Chính quyền các tỉnh Đông Bắc Việt Nam đã ban hành các chính sách ưu đãi nhằm tăng cường bảo vệ rừng và duy trì điều kiện rừng thuận lợi cho nấm phát triển, đồng thời khuyến khích các biện pháp thu hái bền vững (Quyết định số 4618/QĐ-UBND và Quyết định số 1038). Một số cán bộ khuyến nông đã được đào tạo để hướng dẫn kỹ thuật cho việc thu hái và chế biến nấm. Hiện nay, Tỉnh Quảng Ninh có nguồn nấm *R. griseocarnosa* phân bố rộng và phong phú nên chính quyền tỉnh đang rất quan tâm, tài trợ một số dự án nghiên cứu nhằm tìm được các phương án bảo tồn phát triển thành công loài nấm này.

3.3. Đặc điểm sinh thái của nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại tỉnh Quảng Ninh

Kết quả điều tra cho thấy Nấm chèo phân bố tập trung trong các khu rừng tự nhiên có các loài cây họ Dẻ và cây Chèo phân bố tại các huyện Bình Liêu, Tiên Yên, Ba Chẽ và Khu bảo tồn thiên nhiên Đồng Sơn-Kỳ Thượng.

Thời điểm xuất hiện nấm chèo tập trung vào tháng 4-5 và tháng 8-9 hàng năm. Diễn hình như ở Hà Lâu, huyện Tiên Yên đã ghi nhận Nấm chèo xuất hiện cả vào tháng 11 hàng năm nhưng mật độ thấp.

Luận án đã nghiên cứu đặc điểm sinh thái của nấm chèo (*R. griseocarnosa*), đã thu thập các dữ liệu và mô tả các đặc điểm về: (1) địa hình, đất đai: nấm chèo phân bố từ độ cao 50-400m, ở những nơi có độ dốc dưới 10°, tầng đất từ mỏng đến trung bình, đất thoát nước, tầng thấm mực mỏng, nhưng có lớp lá phủ trên bề mặt; (2) Cây chủ: nấm chèo mọc quanh gốc cây chèo và các loài cây họ dẻ; (3) tầng tán: tầng tán thưa, rất ít thực bì, cây bụi hoặc cỏ dại. Các kết quả nghiên cứu cụ thể gồm:

3.3.1. Điều kiện khí hậu của nơi có nấm chèo (*R. griseocarnosa*) phân bố

Từ các nguồn dữ liệu về khí hậu của các huyện thuộc tỉnh Quảng Ninh, đặc điểm khí hậu của các địa điểm nghiên cứu được tổng hợp như sau:

Tiên Yên có nhiệt độ trung bình năm 22,4°C, mùa đông ở rẻo cao khá lạnh, nhiều ngày có sương muối, nhiệt độ có khi dưới 4°C, lượng mưa lớn, trung bình năm tới 2.427mm, mưa phùn nhiều.

Ba Chẽ đặc trưng của khí hậu nhiệt đới gió mùa vùng núi nên nóng ẩm mưa nhiều. Nhiệt độ không khí trung bình từ 21-23°C, về mùa hè nhiệt độ trung bình dao động từ 26-28°C, nhiệt độ cao nhất đạt tới 37,6°C vào tháng 6.

Bình Liêu chịu ảnh hưởng của các hiện tượng thời tiết bất lợi như băng giá, sương muối. Nhiệt độ không khí trung bình từ 18-28°C, về mùa hè nhiệt độ trung bình dao động từ 32-34°C. Lượng mưa lớn, tập trung từ tháng 5-9, trung bình năm 2.400-2.800mm.

Khu bảo tồn thiên nhiên Đồng Sơn, Kỳ Thượng có nhiệt độ không khí trung bình từ 22-29°C, nhiệt độ cao nhất 38°C, nhiệt độ thấp nhất 5°C. Lượng mưa trung bình năm 2.016mm, tập trung từ tháng 5 đến tháng 10. Tuy nhiên độ ẩm không khí cao, trung bình 82%.

Nhìn chung điều kiện khí hậu của các địa điểm nghiên cứu tương đối đồng nhất, hầu hết diện tích rừng có nấm chèo mọc tập trung trong hai đợt, tháng 4-6 và tháng 8-10. Đây là các thời điểm có nhiệt độ, lượng mưa và độ ẩm thích

hợp cho nấm phát triển. Đặc điểm khí hậu này là đặc trưng khí hậu nhiệt đới gió mùa của vùng Đông Bắc Việt Nam (Nguyễn Công Thảo, 2016).

Đây cũng chính là điều kiện khí hậu thích hợp cho nấm sinh trưởng và phát triển như các nghiên cứu đã ghi nhận tại Trung Quốc (Zhang *et al.*, 2021) và Thái Lan (Kaewgrajang *et al.*, 2020). Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật (2003) cũng cho rằng các loài nấm thuộc chi *Russula* ghi nhận ở Việt Nam thường phát triển mạnh ở điều kiện nóng ẩm.

Nghiên cứu của Wen (2008) cũng cho thấy điều kiện cần thiết cho một số nấm *Russula* là nhiệt độ từ 25-27°C và độ ẩm không khí cao từ 80-100%.

3.3.2. Kiểu rừng nơi có nấm chèo (*R. griseocarnosa*) phân bố

Kết quả điều tra cho thấy nấm chèo chỉ sinh trưởng và phát triển ở các trạng thái rừng tự nhiên với độ tàn che của tầng cây gỗ, của tán rừng khoảng 0,4-0,6. Tuy nhiên, cũng có một số lần ghi nhận thể quả nấm chèo trong rừng rậm rạp, với độ tàn che trên 0,6 nhưng mật độ xuất hiện rất ít. Không ghi nhận nấm chèo mọc ở rừng trồng.



Hình 3.14: Các kiểu rừng có nấm chèo (*R. griseocarnosa*) mọc tập trung

Trong quá trình điều tra đã ghi nhận được một trường hợp cá biệt tại xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên có xuất hiện nấm chèo mọc tự nhiên giữa quần thể cây Chèo (khoảng 1.000m²) nhưng hầu như không còn nhiều đặc trưng của rừng tự nhiên. Xung quanh là rừng trồng Keo tai tượng, điều kiện môi trường biệt lập

và khô hơn rất nhiều so với trong rừng tự nhiên. Tại điểm nghiên cứu này luôn ghi nhận sự xuất hiện thể quả nấm chèo muộn hơn 1-2 ngày so với các quần thể nấm chèo ở trong rừng tự nhiên.

Từ kết quả điều tra cho thấy nấm chèo mọc nhiều ở kiểu rừng tự nhiên có độ tàn che 0,4-0,6 và nấm mọc ít hơn nếu độ tàn che lớn hơn 0,6 và có sự phân bố của cây Chèo và cây họ Dẻ. Kết quả này giống với nhận định của (Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017) cho rằng “đa số các loài nấm thuộc chi *Russula* đều phân bố ở những nơi đất ẩm, dưới tán rừng với thảm cỏ thưa, độ tàn che của tán rừng khoảng 0,6-0,7”.

Nấm chèo cũng có thể xuất hiện ở những kiểu rừng chuyển tiếp, điều này gợi mở phương thức nuôi trồng nấm thông qua việc trồng rừng bằng các giống cây có khả năng cộng sinh với nấm chèo như Chèo, cây họ Dẻ và bổ sung nguồn gen nấm chèo để phát triển loài lâm sản ngoài gỗ này dưới tán rừng. Đây cũng chính là một trong các nội dung của Quyết định 208/QĐ-TTg phê duyệt “Đề án phát triển giá trị đa dụng của hệ sinh thái rừng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050” của Thủ tướng Chính phủ ban hành ngày 29/02/2024.

3.3.3. Các loài cây ưu thế nơi có nấm chèo (*R. griseocarnosa*) phân bố

Kết quả điều tra ở các địa điểm cho thấy, trong các khu rừng có nấm chèo mọc tập trung thường ghi nhận có sự xuất hiện của một số loài cây ưu thế như bảng 3.12.

Bảng 3.12: Các loài cây ưu thế trong rừng có nấm chèo mọc tập trung

TT	Địa điểm	Cây ưu thế	Mật độ cây ưu thế	Mật độ nấm
1	Tiên Yên	Chèo	80-120 cây/ha	Rất nhiều
		Các loài Dẻ	100-150 cây/ha	Nhiều
		Sồi phẳng	50-100 cây/ha	Trung bình
		Cà ổi Bắc Bộ	30-60 cây/ha	Nhiều

TT	Địa điểm	Cây ưu thế	Mật độ cây ưu thế	Mật độ nấm
2	Bình Liêu	Chẹo	100-130 cây/ha	Rất nhiều
		Các loài Dẻ	180-190 cây/ha	Nhiều
3	Ba Chẽ	Chẹo	110-140 cây/ha	Rất nhiều
		Các loài Dẻ	150-170 cây/ha	Nhiều
4	Đồng Sơn-Kỳ Thượng	Chẹo	70-100 cây/ha	Rất nhiều
		Các loài Dẻ	130-190 cây/ha	Nhiều

Kết quả ở bảng 3.12 cho thấy, nấm chẹo thường mọc tập trung với mật độ nhiều đến rất nhiều ở các diện tích rừng có cây Chẹo và các loài Dẻ chiếm ưu thế với mật độ cây Chẹo khoảng 70-140 cây/ha và các loài thuộc họ Dẻ khoảng 100-190 cây/ha. Kết quả này cũng phù hợp với các kết quả của các thông tin trước đây khi họ cho rằng các loài nấm thuộc chi *Russula* thường cộng sinh với cây Chẹo (Anh Vũ, 2020) và các loài cây họ Dẻ (Sỹ Quyết, 2017).

3.3.4. Các loài cây có ghi nhận nấm chẹo (*R. griseocarnosa*) mọc cùng

Kết quả điều tra các cây chủ thường xuất hiện nấm chẹo mọc tập trung quanh vùng rễ được tổng hợp trong bảng 3.13.

Bảng 3.13: Các điểm ghi nhận nấm chẹo (*R. griseocarnosa*) mọc quanh gốc cây chủ tại Quảng Ninh

TT điểm	Tên cây chủ	Hvn (cm)	D _{1,3} (m)	Cây bụi	Vị trí tọa độ
1	Cà ổi Bắc Bộ	20,5	9,1	Lầu	129
2	Chẹo	9,3-14,0	6,6-10,0		145
3	Cà ổi Bắc Bộ	3,5-15,5	4,3-11,0	Trọng đũa	146
4	Cà ổi Bắc Bộ	1,5-11,2	2,5-12,0		147

TT điểm	Tên cây chủ	Hvn (cm)	D_{1,3} (m)	Cây bụi	Vị trí tọa độ
5	Cà ổi Bắc Bộ	3,5-7,9	6,0-7,0	Trọng đũa	148
6	Chẹo	3,5	4,0		148
7	Cà ổi Bắc Bộ	5,7-9,5	6,3-9,0	Trọng đũa	149
8	Chẹo	10,5	9,0		152
9	Chẹo	9,0	10,0		155
10	Chẹo	10,3	8,5	Dương xỉ, Lau	156
11	Cà ổi Bắc Bộ	5,9	9,0	Trọng đũa	157
12	Chẹo	8,4	6,8	Chít, Trọng đũa	158
13	Chẹo	10,4	9,3		159
14	Chẹo	22,8	11,3	Dương xỉ	165
15	Chẹo	22,2	10,0	Dương xỉ	175
16	Chẹo	19,5	12,5		177
17	Chẹo	29,7	18,0		178
18	Chẹo	21,6	10,0		179
19	Chẹo	39,5	15,2	Trọng đũa	181
20	Sồi phẳng	12,1	9,2	Lầu	193
21	Chẹo	12,3	7,2		194
22	Dẻ trắng	10,5	10,4	Lầu	195
23	Dẻ trắng	13,5	14,3		196
24	Dẻ trắng	20,0	15,7		197
25	Dẻ trắng	7,5	12,1		198
26	Dẻ trắng	25,4	16,0		199
27	Chẹo	6,5	11,4	Tre, nứa	230

TT điểm	Tên cây chủ	Hvn (cm)	D _{1,3} (m)	Cây bụi	Vị trí tọa độ
28	Chẹo	7,3	12,3	Lầu	231
29	Cà ổi Bắc Bộ	3,1	8,6	Lầu	232
30	Chẹo	25,1	14,1	Lầu, Trọng đũa	234
31	Dẻ đỏ	7,0	10,7		235
32	Dẻ đỏ	2,3	7,5		236
33	Dẻ đỏ	4,1	7,6		237
34	Dẻ đỏ	10,4	8,5		239
35	Chẹo	15,2	10,1		241
36	Chẹo	7,5	14,2		242
37	Dẻ đỏ	10,3	14,3		244
38	Sấu	6,6	10,8		245
39	Dẻ đỏ	10,5	12,6		246
40	Chẹo	13,3	12,4		247
41	Dẻ đỏ	10,1	12,2		248
42	Dẻ đỏ	20,2	12,3		249
43	Chẹo	10,5	8,5		250
44	Chẹo	13,3	12,1		251
45	Chẹo	9,6	11,9	Mây, Lầu	323

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.13 cho thấy, trong 45 điểm điều tra có thể quả nấm chẹo mọc tập trung ở quanh gốc của các cây Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Cà ổi Bắc Bộ... Cụ thể, số điểm mọc có nấm chẹo mọc tập trung ở gốc cây chẹo là nhiều nhất với 23/45 điểm (chiếm 51%), tiếp theo là 3 loài trong họ Dẻ (Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Cà ổi Bắc Bộ) có 20/45 (chiếm 44%). Số điểm còn lại là mọc quanh

gốc cây Sồi phẳng và Sấu với tỷ lệ rất ít chỉ 2,5% mỗi loài. Cây bụi dưới tán rừng chủ yếu là cây Lầu, Trọng đũa và Dương xỉ.

Kết quả nghiên cứu này cũng giống các nghiên cứu về chi nấm *Russula* ở Trung Quốc như Wen (2008) cho rằng ba loài *R. vinosa*, *R. alutacea* và *R. lepida* thường hình thành mối quan hệ cộng sinh với rễ của các loài cây họ Dẻ (*Castanopsis*). Yu và cộng sự cũng khẳng định *R. griseocarnosa* có mối quan hệ cộng sinh với nhiều loài cây chủ, hệ sợi nấm mọc dày đặc trong đất, xung quanh các cây Bạch dương (*Betula platyphylla*), Cà ổi nhỏ (*Castanopsis carlesii*), Thông đuôi ngựa (*Pinus massoniana*) và Lầu (*Psychotria asiatica*) (Yu *et al.*, 2020). Nấm *R. griseocarnosa* có phân bố chủ yếu ở các khu rừng lá rộng có các cây thuộc họ Dẻ (Fagaceae) ở miền Nam Trung Quốc, trong đó cây Cà ổi (*Castanopsis hystrix*) là cây chủ chính (Liu *et al.*, 2024).

Trong nghiên cứu này ghi nhận các cây chủ có kích thước nhỏ đến trung bình. Kết quả này tương tự như kết luận của một số nghiên cứu khác trên thế giới trong đó thử nghiệm khả năng ngoại cộng sinh của một số loài nấm thuộc chi *Russula* với cây lá kim cho kết quả cây trưởng thành có tỷ lệ nấm ngoại cộng sinh đạt 56% và cây con ở vườn ươm đạt 30% (Matsuda & Hijii, 2004).

3.3.5. Thông tin về nhiệt độ, độ ẩm tại thời điểm nấm mọc

Các nghiên cứu trước đây không chỉ kết luận mối quan hệ giữa cây chủ đến sự phát triển của *R. griseocarnosa* mà còn chỉ ra mối tương quan chặt chẽ giữa sự phát triển của loại nấm này với các biến đổi khí hậu (đặc biệt là nhiệt độ và lượng mưa từ tháng 6 đến tháng 10) trong môi trường sống của chúng (Liu *et al.*, 2024). Kết quả nghiên cứu cho thấy độ pH của đất là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến cấu trúc cộng đồng vi sinh vật và những vi khuẩn vùng rễ này đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển của *R. griseocarnosa* (Yu *et al.*, 2020). Tuy nhiên, còn thiếu các nghiên cứu về các mối quan hệ giữa nấm *R. griseocarnosa* và một số nhân tố của môi trường sinh

thái ở Việt Nam. Kết quả thu thập các thông tin về nhiệt độ, độ ẩm và điều kiện thời tiết tại từng điểm điều tra trong các đợt có thể quả nấm chèo xuất hiện ở Quảng Ninh được tính trung bình và tổng hợp trong bảng 3.14.

Bảng 3.14: Thông tin về nhiệt độ, độ ẩm tại thời điểm nấm mọc ở Quảng Ninh

TT	Vị trí tọa độ	Độ ẩm đất (%)	pH đất	Độ ẩm không khí (%)	Nhiệt độ không khí (°C)	Cường độ ánh sáng (LUX)	Thời gian
1	129	27,0	6,1	72	27,0	9,6	5:20
2	145	70,0	5,8	80	25,3	23,1	6:45
3	146	65,0	6,1	80	25,3	23,1	6:45
4	147	55,0	6,2	82	28,2	23,1	7:05
5	148	65,0	6,1	85	25,7	33,6	7:20
6	148	65,0	6,1	85	25,7	33,6	7:20
7	149	65,0	5,8	86	25,5	28,8	7:25
8	152	80,0	5,7	88	25,6	24,6	8:20
9	155	75,0	5,8	88	24,1	375	9:00
10	156	75,0	6,5	90	25,3	1293	9:10
11	157	75,0	6,2	90	25,3	1293	9:50
12	158	75,0	6,0	90	25,2	1350	9:55
13	159	65,0	6,4	90	25,2	3380	10:00
14	165	80,0	5,8	65	25,6	728	10:10
15	175	75,0	6,1	64	26,6	448	10:23
16	177	40,0	6,1	68	24,3	123	11:03
17	178	50,0	6,5	68	23,9	123	11:03
18	179	41,0	7,0	70	24,4	244	11:03
19	181	75,0	5,9	70	24,3	258	11:03

TT	Vị trí tọa độ	Độ ẩm đất (%)	pH đất	Độ ẩm không khí (%)	Nhiệt độ không khí (°C)	Cường độ ánh sáng (LUX)	Thời gian
20	193	28,6	6,4	67	28,6	2.700	10:05
21	194	80,0	6,2	68	28,2	1.417	10:16
22	195	80,0	6,2	67	28,6	1.198	10:28
23	196	80,0	6,2	67	28,3	1.198	10:33
24	197	28,6	6,3	68	28,6	1.148	10:40
25	198	30,9	6,1	67	30,9	986	11:11
26	199	26,6	6,4	67	26,6	109	16:44
27	230	26,9	6,3	73	26,9	6,8	5:30
28	231	26,8	5,9	75	26,8	21,6	5:35
29	232	26,8	6,2	78	26,8	28	5:40
30	234	26,8	5,4	84	26,8	16,8	6:10
31	235	78,0	6,0	85	26,6	291	7:00
32	236	60,0	6,2	67	27,7	1.015	6:30
33	237	70,0	5,9	66	27,9	598	6:35
34	239	75,0	6,0	67	27,8	184,1	6:40
35	241	71,0	6,3	68	27,8	181,7	6:45
36	242	75,0	6,0	68	27,7	117	6:50
37	244	75,0	5,8	70	28,1	49,1	7:05
38	245	75,0	5,8	78	28,1	48,8	7:07
39	246	78,0	5,8	74	28,0	67,0	7:08
40	247	80,0	5,8	74	28,1	52	7:10
41	248	75,0	6,3	72	28,9	35	7:15
42	249	72,0	6,4	73	28,6	191	7:20

TT	Vị trí tọa độ	Độ ẩm đất (%)	pH đất	Độ ẩm không khí (%)	Nhiệt độ không khí (°C)	Cường độ ánh sáng (LUX)	Thời gian
43	250	71,0	6,3	73	28,3	82	7:25
44	251	78,0	5,9	75	29,1	56	8:20
45	323	26,6	5,9	80	26,6	9,9	6:40

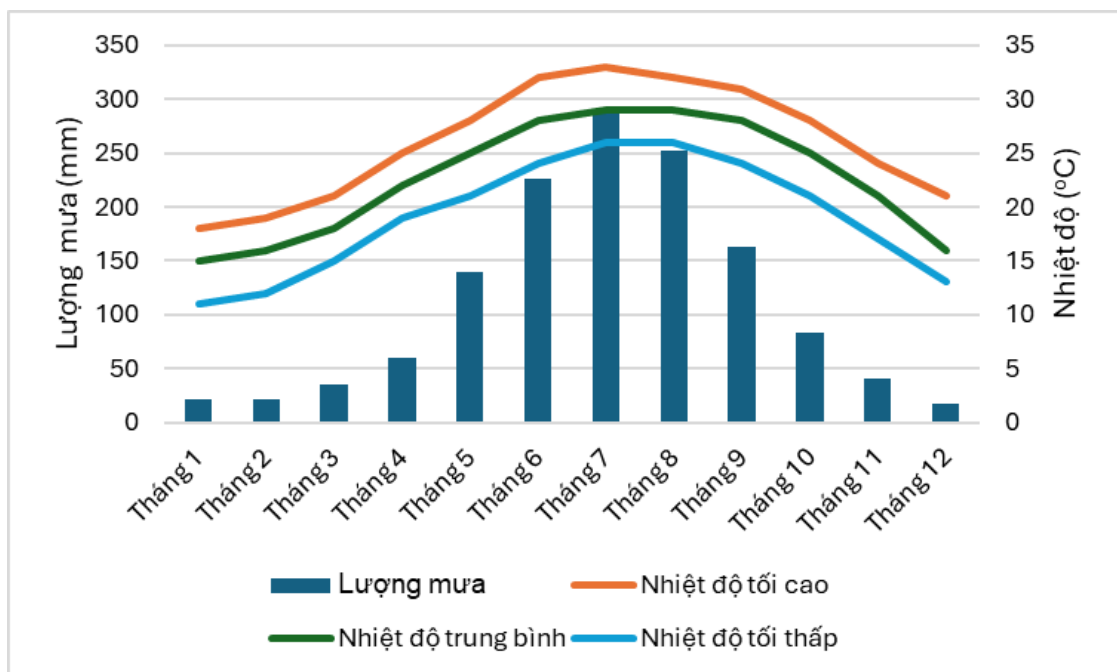
Kết quả thu dữ liệu của một số nhân tố trong đất và khí hậu tại 45 điểm nơi có nấm mọc cho thấy: Độ ẩm đất tại thời điểm nấm chèo mọc biến động rất lớn, dao động từ 26,6 đến 80,0% (những thời điểm đất có độ ẩm thấp đều được ghi nhận vào cuối mùa thu tại Hà Lâu). Nhiệt độ không khí khoảng 23,9-30,9°C, độ ẩm 70-90%. Nấm thường mọc nhiều nhất vào những ngày sau khi có mưa, độ ẩm cao và đây chính là khí hậu đặc trưng của vùng Đông Bắc Việt Nam, nóng ẩm, mưa nhiều từ tháng 4 đến tháng 10. Còn những ngày không có mưa, vẫn ghi nhận có nấm mọc rải rác nhưng mật độ không cao.



Hình 3.15: Các thiết bị thu thông tin sinh thái tại hiện trường

Kết quả nghiên cứu tại các điểm trên cho thấy pH đất dao động từ 5,4-7,0 (đất chua trung bình đến trung tính).

Cường độ chiếu sáng (E) dao động rất lớn từ 6,8 đến 3.380lux, trong đó nếu $E < 40\text{lux}$ tương đương với điều kiện trời tối, $E = 40-400\text{lux}$ tương đương với ánh sáng vào lúc bình minh và $1.000-4.000\text{lux}$ thường ghi nhận được ở thời điểm đã có ánh mặt trời sáng rõ hoặc trời u ám ở giữa trưa. Thời gian mọc của nấm thường tập trung vào buổi sáng, đây là khoảng thời gian thể quả nấm có kích thước nhỏ đến vừa, mũ nấm chưa mở hoàn toàn và bán được giá cao, một số vị trí cũng ghi nhận có nấm xuất hiện vào lúc 10-11 giờ nhưng không phổ biến.



Hình 3.16: Lượng mưa và nhiệt độ trung bình tại Quảng Ninh

Kết quả ghi nhận được của nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây của Fuchang *et al.* (1998a) cho rằng nhiệt độ tối ưu để nấm *R. vinosa* phát triển là $30,1^{\circ}\text{C}$; pH tối ưu là 5,85; cường độ ánh sáng tối ưu 319,9 lux thậm chí là điều kiện bóng tối; độ ẩm chất nền 60% là điều kiện tốt nhất cho nấm phát triển hệ sợi. Một nghiên cứu khác với *Russula* sp. cho thấy pH tối ưu là 5,8 đối với sinh trưởng của hệ sợi (Zeng, 2006).

3.4. Một số kết quả nuôi trồng nấm chèo (*R. griseocarnosa*)

Nấm ăn hoang dại không chỉ được thu hái để làm thực phẩm mà còn được công nhận là nguồn cung cấp protein, carbonhydrate, chất xơ và nhiều vitamin thiết yếu (Kalač, 2009; Ouzouni *et al.*, 2009). *Russula* là chi nấm ngoại cộng sinh với nhiều loài thực vật. Các loài nấm thuộc chi *Russula* yêu cầu dinh dưỡng đặc biệt để phát triển (Bin & Tianyan, 1994), *R. griseocarnosa* là một trong các loại nấm ăn ngoại cộng sinh được người dân thu hái, nhu cầu thị trường lớn và mang lại thu nhập đáng kể cho người dân ở tỉnh Quảng Ninh nói riêng và vùng Đông Bắc nước ta nói chung. Là loài nấm ăn giá trị ở miền nam Trung Quốc và đến nay chưa được nuôi trồng nhân tạo (Liu *et al.*, 2024). Vì vậy, việc nghiên cứu để nuôi trồng các loại nấm ăn thuộc chi *Russula* vẫn đang gặp nhiều khó khăn và cần được tiếp tục nghiên cứu.

Ba bước chính của quy trình nuôi trồng nấm là: phân lập nấm từ quả thể, tạo giống nấm sơ cấp, thứ cấp và nuôi trồng nấm để tạo thể quả. Nghiên cứu này đã được thực hiện nhằm cung cấp các thông tin của quá trình phân lập, nhân sinh khối cũng như điều kiện nuôi cấy tối ưu cho loài nấm chèo (*R. griseocarnosa*) tại tỉnh Quảng Ninh.

3.4.1. Kết quả nhân sinh khối hệ sợi nấm chèo trên môi trường nhân tạo

3.4.1.1. Kết quả nhân sinh khối hệ sợi trên các loại môi trường

Từ các mẫu thể quả nấm chèo (*R. griseocarnosa*) đã thu tại Quảng Ninh, luận án đã phân lập và thuần khiết được các mẫu nấm trên môi trường MMN. Ngoài ra, luận án cũng phân lập thành công một số mẫu nấm từ các hệ sợi cộng sinh trên rễ của các cây Chèo ở những điểm đã ghi nhận thể quả nấm chèo xuất hiện.

Kết quả giải trình tự ITS cho thấy các mẫu nấm được phân lập từ thể quả và hệ sợi cộng sinh trên rễ cây có độ tương đồng đạt 99,9-100% so với các mẫu thể quả nấm chèo (*R. griseocarnosa*) đã được giám định tại Quảng Ninh

và các tỉnh lân cận (Bảng 3.15). Kết quả này khẳng định nấm chèo (*R. griseocarnosa*) là một loài nấm ngoại cộng sinh và chúng có mối quan hệ cộng sinh với hệ rễ của các chủ. Kết quả này tương đồng với một số nghiên cứu khác, trong đó đã xác định các loài nấm thuộc chi *Russula* là nấm ngoại cộng sinh (Bin & Tianyan, 1994).

Bảng 3.15: Độ tương đồng về trình tự gen ITS của hệ sợi nấm đã phân lập được với nấm chèo (*R. griseocarnosa*)

Mẫu nấm đã phân lập	Độ tương đồng về gen ITS với nấm chèo (%)
Hệ sợi phân lập từ thể quả nấm chèo	100
Hệ sợi phân lập từ rễ cây có nấm cộng sinh	99,9

Kết quả thí nghiệm nhân sinh khối bằng bốn loại môi trường cho thấy hệ sợi của nấm chèo sinh trưởng tốt nhất trên môi trường MMN (bảng 3.16).

Bảng 3.16: Sinh trưởng của hệ sợi nấm chèo trên 4 loại môi trường

Môi trường	Đường kính hệ sợi (cm)					
	5 ngày	10 ngày	15 ngày	30 ngày	45 ngày	60 ngày
MMN	0,95	2,68	3,85	4,96	6,35	8,06
PACH	0,84	2,12	3,13	4,07	5,66	6,15
FDA	0,83	2,05	3,01	4,02	5,53	6,07
PDA	0,41	1,13	2,02	2,21	2,64	3,02
Fpr	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.16 cho thấy hệ sợi của nấm chèo đều có thể phát triển trên 4 loại môi trường trong thí nghiệm. Trong đó, hệ sợi nấm chèo

sinh trưởng tốt nhất trên môi trường MMN với đường kính hệ sợi đạt 8,06cm sau 60 ngày nuôi cấy, tiếp đến là môi trường PACH và FDA và sinh trưởng chậm nhất trên môi trường PDA. Kết quả này tương tự như kết quả phân lập ban đầu, nấm chèo cũng được phân lập trên môi trường MMN tốt hơn so với các loại môi trường khác.

Kết quả nghiên cứu này xác định được môi trường MMN là môi trường nuôi cấy nhân tạo tốt nhất cho sự phát triển của hệ sợi nấm *R. griseocarnosa*. Tốc độ sinh trưởng của hệ sợi nấm chèo chậm, môi trường sinh trưởng tốt nhất cũng chỉ đạt khoảng 0,13-0,27cm/ngày.

Kết quả này tương tự như một số nghiên cứu khác, sự phát triển của nấm trong môi trường nuôi cấy thuần khiết bị ảnh hưởng bởi những thay đổi về môi trường nuôi cấy (Gbolagade *et al.*, 2006).

3.4.1.2. Kết quả nhân sinh khối hệ sợi ở các điều kiện pH của môi trường

Kết quả thí nghiệm nhân sinh khối hệ sợi nấm chèo trên môi trường MMN ở các điều kiện pH của môi trường khác nhau cho thấy pH của môi trường có ảnh hưởng rõ đến sự sinh trưởng của hệ sợi. Kết quả thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 3.17.

Bảng 3.17: Sinh trưởng của hệ sợi nấm chèo ở các điều kiện pH của môi trường MMN

pH môi trường	Đường kính hệ sợi (cm)					
	5 ngày	10 ngày	15 ngày	30 ngày	45 ngày	60 ngày
4,5	0,26	0,42	0,85	1,13	1,66	2,03
5,0	0,62	1,07	1,88	2,18	3,14	3,55
5,5	0,86	2,12	3,16	4,17	5,65	7,13
6,0	0,92	2,67	3,85	4,95	6,35	8,07

pH môi trường	Đường kính hệ sợi (cm)					
	5 ngày	10 ngày	15 ngày	30 ngày	45 ngày	60 ngày
6,5	0,66	1,11	2,01	2,19	3,33	3,68
7,0	0,32	0,64	1,21	1,93	2,36	3,21
Fpr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.17 cho thấy hệ sợi của nấm *R. griseocarnosa* đều sinh trưởng được trên môi trường có pH = 4,5-7,0 với đường kính dao động 2,03-8,07cm. pH tối ưu cho nấm sinh trưởng khoảng 5,5-6,0, đường kính hệ sợi đạt 7,13-8,07cm sau 60 ngày nuôi cấy. Điều này cho thấy pH của môi trường có ảnh hưởng rõ đến sự sinh trưởng của hệ sợi nấm. Kết quả này cũng phù hợp với giá trị pH đo được trong đất rừng tại các vị trí có nấm *R. griseocarnosa* mọc tập trung, pH = 5,4-7,0. Một số loài nấm ở vùng nhiệt đới hình thành quả thể trong môi trường trung tính hoặc axit nhẹ (pH = 6,0-7,0) (Adebayo-Tayo *et al.*, 2011). Nghiên cứu nhân sinh khối của *Russula* sp. trong môi trường lỏng cũng ghi nhận pH có ảnh hưởng lớn đến tăng trưởng tế bào và sản xuất sinh khối của nấm, sinh khối đạt tối ưu khi nuôi cấy trong môi trường có pH 5,8 (Zeng, 2006).

Như vậy, kết quả thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các loại môi trường nuôi cấy và pH của môi trường nuôi cấy cho thấy rằng môi trường nuôi cấy và pH của môi trường nuôi cấy đã có ảnh hưởng tới sinh trưởng của hệ sợi nấm *R. griseocarnosa*. Môi trường tối ưu cho hệ sợi phát triển tốt nhất là MMN và pH = 5,5-6,0.

3.4.2. Kết quả tạo giống nấm chèo

Sử dụng thể quả tươi để tạo giống nấm là biện pháp rất dễ thực hiện nhưng cần nhiều thể quả nấm và phụ thuộc vào thời điểm nấm mọc. Việc tạo giống nấm từ bào tử hữu tính cũng cần nhiều thể quả nấm. Còn việc sử dụng hệ sợi

đã được phân lập thành công để tạo giống nấm tuy có khó khăn ban đầu, nhưng sẽ duy trì nguồn gen thuần và sử dụng lâu dài (Philip, 1996). Kết quả thí nghiệm tạo giống nấm từ các nguồn vật liệu khác nhau và khả năng duy trì mật độ bào tử theo thời gian bảo quản được tổng hợp trong bảng 3.18.

Bảng 3.18: Mật độ bào tử của giống nấm đã tạo theo thời gian

Công thức giống nấm	Mật độ bào tử sau khi tạo giống nấm (bào tử/g)					
	Ban đầu	10 ngày	30 ngày	60 ngày	90 ngày	180 ngày
Giống nấm từ hệ sợi	-	-	-	-	-	-
Giống nấm từ thể quả	$3,0 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$	$1,8 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$	$1,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^2$
Giống nấm từ bào tử	$3,0 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$	$1,2 \times 10^2$

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.18 cho thấy các công thức tạo giống từ thể quả và từ bào tử nấm đều có mật độ bào tử ban đầu giống nhau và khả năng duy trì mật độ bào tử tương tự và giảm dần theo thời gian bảo quản và cả hai loại giống nấm này đều giảm mật độ bào tử mạnh, xuống dưới $1,2 \times 10^4$ bào tử/g sau 90 ngày bảo quản. Còn giống nấm từ hệ sợi không hình thành bào tử hữu tính nên không kiểm tra được. Do đó, để tăng khả năng tỷ lệ nhiễm nấm thành công thì các công thức giống nấm được sử dụng càng sớm càng tốt. Nếu chưa sử dụng ngay thì cũng chỉ nên bảo quản giống nấm tối đa trong vòng 3 tháng sau khi tạo giống nấm. Việc sử dụng thể quả để tạo giống nấm rất dễ thực hiện nhưng cần nhiều thể quả nấm và phụ thuộc vào nguồn nấm tự nhiên. Ngoài ra việc thu bào tử hữu tính cần thời gian và cũng tốn kém thể quả nấm. Do đó việc sử dụng hệ sợi đã nuôi cấy thành công để sản xuất giống nấm có thể sẽ giải quyết được những tồn tại nêu trên.

3.4.3. Kết quả nhiễm giống nấm chèo vào cây chủ

3.4.3.1. Kết quả nhiễm nấm với các công thức giống nấm đã tạo

Nguồn giống nấm của nấm rế ngoại cộng sinh thường được lấy từ (1) Đất mùn nơi có nấm mọc, (2) Thể quả tươi hay bào tử, (3) Giống nấm đã được thuần khiết. Để đánh giá được khả năng nuôi trồng nấm *Russula* thành công thì việc đánh giá khả năng hình thành mối quan hệ cộng sinh giữa nấm với rế cây chủ là rất quan trọng (Philip, 1996). Đó là nền tảng để nấm *Russula* nói chung và nấm chèo (*R. griseocarnosa*) có thể hình thành thể quả sau khi đã cộng sinh được với rế cây chủ trong các điều kiện nhiệt độ, ẩm độ thích hợp. Kết quả thí nghiệm nhiễm nấm với các công thức giống nấm khác nhau được tổng hợp trong bảng 3.19.

Bảng 3.19: Kết quả nhiễm nấm với các công thức giống nấm đã tạo

Giống nấm	Tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh (%)
Giống nấm từ hệ sợi	86,5
Giống nấm từ thể quả	84,2
Giống nấm từ bào tử	85,6
Đất mùn ở rừng có nấm	51,3
Đối chứng	0,0
Fpr	<0,001

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.19 cho thấy tất cả các công thức trong thí nghiệm này đều có tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh đạt trên 50% sau 120 ngày thí nghiệm. Trong đó, giống nấm từ hệ sợi, thể quả và bào tử đều đảm bảo tỷ lệ cây có rế đã hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh với nấm (hình 4.5) đạt 84,2-86,5%, tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh thấp nhất là công thức sử dụng đất mùn ở rừng, nơi có nấm mọc tự nhiên.



Hình 3.17: Hệ sợi nấm cheo hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh với rễ cây chủ sau 30 ngày nhiễm giống nấm

Cơ chế hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh giữa nấm với rễ cây rất quan trọng, nó là nền tảng để nấm cheo có thể hình thành thể quả sau khi đã lập được mối qua hệ ngoại cộng sinh được với rễ cây. Các loài nấm thuộc chi *Russula* là nấm ngoại cộng sinh nên chúng không thể hình thành thể quả nếu không tạo được mối quan hệ ngoại cộng sinh với rễ của các cây chủ.

3.4.3.2. Kết quả nhiễm nấm theo thời vụ

Khả năng phát triển của hệ sợi nấm chịu ảnh hưởng lớn từ nhiệt độ và ẩm độ của môi trường tự nhiên. Do vậy đánh giá khả năng tạo được mối quan hệ giữa nấm và cây chủ ở các tháng trong năm là rất cần thiết để xác định được thời gian nhiễm giống nấm hiệu quả. Kết quả thí nghiệm nhiễm nấm cheo vào hệ rễ của cây chủ theo thời vụ được tổng hợp trong bảng 3.20.

Bảng 3.20: Kết quả thí nghiệm nhiễm nấm theo thời vụ

Thời vụ	Tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh (%)
Tháng 1	56,3
Tháng 2	85,6

Thời vụ	Tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh (%)
Tháng 3	86,4
Tháng 4	81,8
Tháng 5	62,5
Tháng 6	43,1
Tháng 7	30,6
Tháng 8	32,7
Fpr	<0,001

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.20 cho thấy khi nhiễm giống nấm vào cây chủ ở các tháng từ 1-8 đều hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh nhưng ở các tỷ lệ khác nhau.

Giống nấm được nhiễm vào tháng 2, 3, 4 cho tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh cao nhất đạt trên 81,8%. Như vậy có thể thấy rằng thời điểm nhiễm vào các tháng 2, 3 và 4 sẽ tạo điều kiện thích hợp nhất để nấm hình thành được mối quan hệ ngoại cộng sinh với cây chủ và có các điều kiện môi trường thuận lợi cho quá trình hình thành thể quả sau này.

3.4.3.3. Kết quả nhiễm nấm vào các loài cây chủ ở vườn ươm

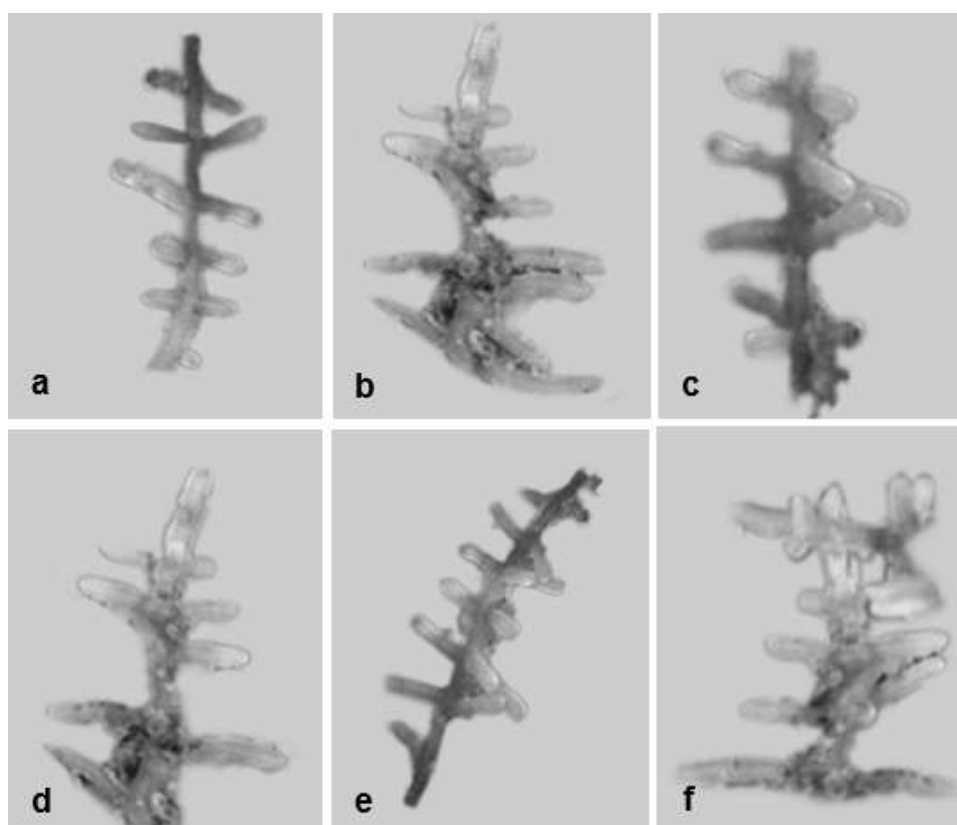
Để đánh giá mức độ thành công của việc nhiễm nấm vào cây con ở vườn ươm thì việc đánh giá qua tỷ lệ cây có nấm rễ cộng sinh và đặc điểm sinh trưởng ở rễ và chồi cây là cần thiết (Philip, 1996). Kết quả thí nghiệm nhiễm nấm chẹo vào các loài cây chủ ở vườn ươm được tổng hợp trong bảng 3.21.

Bảng 3.21: Kết quả nhiễm nấm vào sáu loài cây chủ ở vườn ươm

Cây chủ	Tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh (%)	Ghi chú
Chẹo	96,1	Cây sinh trưởng rất tốt

Cây chủ	Tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh (%)	Ghi chú
Dẻ đỏ	83,5	Cây sinh trưởng tốt
Dẻ trắng	91,3	Cây sinh trưởng rất tốt
Sồi phẳng	80,6	Cây sinh trưởng tốt
Thông nhựa	42,7	Cây sinh trưởng tốt
Thông mã vĩ	36,8	Cây sinh trưởng tốt
Fpr	<0,001	

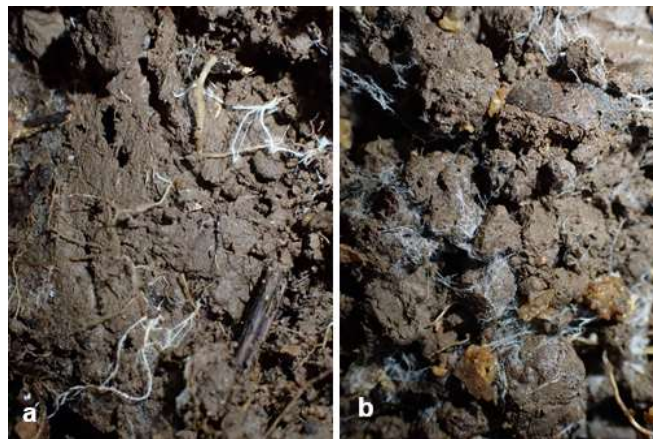
Kết quả tổng hợp ở bảng 3.21 cho thấy việc nhiễm giống nấm vào 6 loại cây chủ trong thí nghiệm đều cho thấy nấm đều hình thành được mối quan hệ ngoại cộng sinh được với cây chủ sau 120 ngày thí nghiệm.



Hình 3.18: Thể ngoại cộng sinh giữa rễ cây và nấm chèo ở vườn ương
a. cây Chèo, b. cây Dẻ đỏ; c. cây Dẻ trắng; d. cây Sồi phẳng; e. cây Thông nhựa; f. cây Thông mã vĩ

Trong đó hai loài cây chủ là cây Chẹo và cây Dẻ trắng cho tỷ lệ cao nhất đạt trên 91,3-96,1%, tiếp đến là Dẻ đỏ và Sồi phẳng tỷ lệ ngoại cộng sinh đạt trên 80%, thấp nhất là 2 loài thông có tỷ lệ cộng sinh chỉ đạt từ 36,8-42,7%. Trong khi đó, các cây đối chứng (chỉ được tưới nước sạch) hoàn toàn không hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh trên rễ cây.

Các cây có nấm *R. griseocarnosa* ngoại cộng sinh đều không bị ảnh hưởng xấu mà còn có sinh trưởng tốt đến rất tốt. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với nhận định là các loài nấm ngoại cộng sinh với cây chủ sẽ giúp cây chủ tổng hợp và hấp thụ chất dinh dưỡng và nước tốt hơn, giúp cây chủ sinh trưởng tốt hơn (Geng *et al.*, 2023; Philip, 1996). Khả năng ngoại cộng sinh của nấm ngoại cộng sinh *Pisolithus tinctorius* trên cây thông và bạch đàn ở vườn ươm và rừng trồng cũng đạt trên 80% và giúp cây sinh trưởng tốt hơn, giảm tỷ lệ bệnh đáng kể (Phạm Quang Thu, 2015).



Hình 3.19: Rễ cây nhiễm nấm chẹo ở vườn ươm sau 120 ngày
a. rễ cây Chẹo, b. rễ cây Dẻ trắng

Kết quả về khả năng ngoại cộng sinh của 6 mẫu nấm ăn thuộc chi *Russula* với cây giống của 2 loài Dẻ và 1 loài Thông trong điều kiện nhà kính cũng ghi nhận tỷ lệ nhiễm nấm ngoại cộng sinh đạt 46-90%, đồng thời cây sinh trưởng tốt hơn rõ rệt so với cây đối chứng không được nhiễm nấm (Zhou *et al.*, 2011). Từ kết quả nghiên cứu này, hoàn toàn có thể yên tâm về khả năng ngoại cộng sinh của nấm chẹo cũng như ảnh hưởng tích cực đến sinh trưởng cây chủ sau

khi được nhiễm nấm.

3.4.3.4. Kết quả nhiễm nấm vào các loài cây chủ trên rừng

Kết quả thí nghiệm nhiễm nấm chẹo vào các loài cây chủ trên rừng được tổng hợp trong bảng 3.22.

Bảng 3.22: Kết quả nhiễm nấm vào sáu loài cây chủ ở trên rừng

Cây chủ	Tỷ lệ cây có nấm ngoại cộng sinh (%)	Số thể quả TB/cây	Khối lượng nấm (kg/ô)
Chẹo	66,2	2,26	1,82
Dẻ đỏ	53,4	2,04	1,61
Dẻ trắng	51,5	2,23	1,80
Sồi phẳng	40,9	2,00	1,63
Thông nhựa	22,1	1,12	0,86
Thông mã vĩ	21,3	0,95	0,71
Fpr	<0,001	<0,001	<0,001



Hình 3.20: Nhiễm giống nấm chẹo vào cây chủ

a, b. nhiễm giống nấm chẹo vào cây chủ trong rừng; c, d. nấm chẹo hình thành thể quả sau khi nhiễm giống nấm vào cây chủ

Kết quả tổng hợp ở bảng 3.22 cho thấy việc nhiễm giống nấm vào 6 loài cây chủ các cây đều có khả năng ngoại cộng sinh với rễ cây trong đó cây Chẹo có tỷ lệ cây có rễ hình thành mối quan hệ ngoại cộng sinh với nấm tốt nhất (66,2%), tiếp đến là 2 loài là Dẻ đỏ và Dẻ trắng (53,4% và 51,5%), Sồi phẳng (40,9%), thấp nhất là 2 loài thông, đạt 21,3-22,1%.

So sánh kết quả tỷ lệ ngoại cộng sinh với cây chủ trên rừng ở tất cả các công thức trong thí nghiệm này đều thấp hơn so với thí nghiệm ở vườn ươm, điều này có thể do điều kiện thí nghiệm trên cây con ở vườn ươm được quản lý, chăm sóc và kiểm soát tốt hơn, còn ở trên rừng tự nhiên có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều nhân tố khác.



Hình 3.21: Thể quả nấm chẹo mọc quanh gốc cây Chẹo (a) và Thông mã vĩ (b) sau khi nhiễm nấm

Khả năng hình thành thể quả và số lượng nấm thu được ở các ô thí nghiệm tốt ở bốn loài cây chủ là Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng và Sồi phẳng, trung bình trên 2 thể quả/cây và đạt khối lượng trên 1,6kg nấm tươi/100m². Trong đó Chẹo

(Hình 3.20a) và Dẻ trắng cho kết quả vượt trội đạt 1,8kg nấm tươi/100m². Đối với cây Chẹo, ngoài việc có tỷ lệ nấm cộng sinh với rễ cao, quan sát ở hiện trường cho thấy số lượng thể quả mọc quanh gốc cây (Hình 3.21a) cũng nhiều hơn so với các cây khác, đặc biệt khi so với cây Thông mã vĩ (Hình 3.21b).

Kết quả này cho thấy việc nhiễm nấm chẹo vào một số cây chủ thích hợp ở trên rừng để nuôi trồng là khả thi. Kết quả này sẽ tạo những tiền đề quan trọng cho việc xây dựng mô hình nuôi trồng nấm chẹo trong điều kiện tự nhiên.

3.4.4. Kết quả xây dựng mô hình nuôi trồng nấm chẹo dưới tán rừng

3.4.4.1. Đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại các điểm xây dựng mô hình

Để đánh giá về mức độ thành công của các mô hình thí nghiệm so với mô hình đối chứng thì việc phân tích và đánh giá sự tương đồng về một số điều kiện tự nhiên và sinh thái của các mô hình trong thí nghiệm là cần thiết. Trong đó các yếu tố như độ pH, hàm lượng dinh dưỡng, độ tàn che, loài cây chủ và mật độ cây chủ là quan trọng. Kết quả điều tra và phân tích một số đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại điểm xây dựng mô hình tại xã Kỳ Thượng, TP. Hà Long được tổng hợp trong bảng 3.23 và xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên được tổng hợp trong bảng 3.24

Bảng 3.23: Đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại xã Kỳ Thượng

Thông tin	Mô hình thí nghiệm	Lô đối chứng
pH _{KCl}	6,16	6,18
Mùn tổng số (%)	11,12	12,68
Đạm tổng số (%)	0,35	0,38
Đạm dễ tiêu (mg/100g)	3,86	3,88
P ₂ O ₅ tổng số (%)	0,82	0,81
P ₂ O ₅ dễ tiêu (mg/100g)	6,65	6,68

Thông tin	Mô hình thí nghiệm	Lô đối chứng
K ₂ O tổng số (%)	0,73	0,72
K ₂ O dễ tiêu (mg/100g)	8,11	8,09
Độ tàn che của tán rừng	0,56	0,56
Cây chủ	Chẹo, Dẻ trắng, Sồi phẳng	Chẹo, Dẻ trắng, Sồi phẳng
Mật độ cây chủ	211 cây/ha	215 cây/ha

Kết quả tổng hợp trong bảng 3.23 cho thấy đặc điểm đất và thảm thực vật rừng ở trong điểm xây dựng mô hình nuôi trồng nấm chẹo và ở lô rừng thuộc khu vực đang ghi nhận nấm chẹo xuất hiện thường xuyên tương đồng nhau. Đất có pH = 6,16-6,18, giàu mùn và các nguyên tố đa lượng N, P, K. Thành phần và mật độ cây chủ tương tự nhau. Độ tàn che của tán rừng ở mô hình thí nghiệm và lô đối chứng tương tự nhau, đều khoảng 0,56, rất phù hợp với nhu cầu sinh thái của nấm chẹo như đã ghi nhận ở nội dung nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái.

Đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại điểm xây dựng mô hình và đối chứng tại xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên được tổng hợp trong bảng 3.24.

Bảng 3.24: Đặc điểm đất, tán rừng và cây chủ tại xã Hà Lâu

Thông tin	Mô hình thí nghiệm	Lô đối chứng
pH _{KCl}	6,02	6,01
Mùn tổng số (%)	10,05	10,01
Đạm tổng số (%)	0,33	0,33
Đạm dễ tiêu (mg/100g)	3,64	3,63
P ₂ O ₅ tổng số (%)	0,87	0,88
P ₂ O ₅ dễ tiêu (mg/100g)	7,59	7,61

Thông tin	Mô hình thí nghiệm	Lô đối chứng
K ₂ O tổng số (%)	0,75	0,75
K ₂ O dễ tiêu (mg/100g)	8,22	8,21
Độ tàn che của tán rừng	0,52	0,52
Cây chủ	Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Sồi phẳng	Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Sồi phẳng
Mật độ cây chủ	190 cây/ha	191 cây/ha

Kết quả tổng hợp trong bảng 3.24 cho thấy đặc điểm đất, cây chủ, độ tàn che của thảm thực vật rừng ở trong điểm xây dựng mô hình nuôi trồng nấm chẹo và ở lô rừng thuộc khu vực đang ghi nhận nấm chẹo xuất hiện thường xuyên tại xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên tương tự nhau. Đất có pH = 6,01-6,02, giàu N, P, K và mùn. Thành phần cây chủ bao gồm Chẹo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Sồi phẳng với mật độ 190-191 cây/ha. Độ tàn che của tán rừng tương đối đồng nhất, khoảng 0,51-0,52.

Như vậy, kết quả khảo sát ban đầu cho thấy điều kiện tự nhiên ở các lô rừng được chọn để xây dựng mô hình và các lô đối chứng (lô rừng có nấm chẹo xuất hiện thường xuyên) cơ bản tương đồng nhau. Điều này đã đảm bảo sự đồng nhất cho thí nghiệm và cung cấp những điều kiện thuận lợi để nấm có thể hình thành mối quan hệ cộng sinh với cây chủ và hình thành thể quả sau khi tiến hành nhiễm giống nấm.

3.4.4.2. Kết quả nuôi trồng nấm chẹo dưới tán rừng tại Kỳ Thượng

Kết quả nuôi trồng nấm chẹo dưới tán rừng tự nhiên tại xã Kỳ Thượng, TP. Hạ Long bước đầu cho thấy tính khả thi. Các chỉ tiêu đánh giá của các đợt điều tra được tính trung bình và tổng hợp trong bảng 3.25.

Bảng 3.25: Kết quả nuôi trồng nấm chẹo dưới tán rừng tại Kỳ Thượng

Chỉ tiêu	Mô hình thí nghiệm	Đối chứng dương tính	Đối chứng âm tính	Fpr
Tỷ lệ cây chủ có nấm mọc (%)	12,5	13,0	0,0	<0,001
Mật độ nấm (thể quả/cây chủ)	3,3	3,5	0,0	0,002
Đường kính mũ nấm đã mở (cm)	11,3	11,2	0,0	<0,001
Màu sắc	Hồng	Hồng	-	-

Kết quả ở bảng 3.25 cho thấy tỷ lệ cây chủ có thể quả nấm chèo mọc trong mô hình đạt 12,5%, thấp hơn so với lô đối chứng dương tính (13,0%). Tuy nhiên, mật độ thể quả nấm khá tương đồng nhau, trung bình đạt 3,3-3,5 thể quả/cây. Trong khi đó ở lô đối chứng âm tính hoàn toàn không có nấm mọc.



Hình 3.22: Mô hình nuôi trồng nấm chèo tại xã Kỳ Thượng

a. nhiễm giống nấm chèo vào cây chủ trong rừng; b. trồng cây giống đã được

niêm nấm trong các khoảng trống c. hệ sợi nấm chèo phát triển và ngoại cộng sinh với rễ cây; d. thể quả nấm chèo dính liền với rễ cây chủ

Kết quả đánh giá cũng cho thấy đường kính mũ nấm khi mở hết và màu sắc thể quả nấm trong mô hình thí nghiệm và lô đối chứng tương đồng nhau. Qua đó cho thấy kích thước nấm trong mô hình đảm bảo được yêu cầu sản phẩm để thu hái làm sản phẩm thương mại.

Mặc dù thời gian theo dõi chưa đủ dài nhưng các cây được trồng bổ sung trong mô hình có sinh trưởng rất triển vọng.

Từ mô hình này, người dân tại địa phương đang triển khai nhân rộng và một số mô hình cho kết quả ban đầu rất khả quan.

3.4.4.3. Kết quả nuôi trồng nấm chèo dưới tán rừng tại xã Hà Lâu

Kết quả đánh giá bước đầu trên mô hình nuôi trồng nấm chèo dưới tán rừng tự nhiên tại xã Hà Lâu, huyện Tiên Yên cho thấy rất khả thi. Các chỉ tiêu điều tra được tính trung bình và tổng hợp trong bảng 3.26.

Bảng 3.26: Kết quả nuôi trồng nấm chèo dưới tán rừng tại xã Hà Lâu

Chỉ tiêu	Mô hình thí nghiệm	Đối chứng dương tính	Đối chứng âm tính	Fpr
Tỷ lệ cây chủ có nấm mọc (%)	12,1	12,3	0,0	<0,001
Mật độ nấm (thể quả/cây chủ)	3,2	3,3	0,0	0,004
Đường kính mũ nấm đã mở (cm)	10,5	10,6	0,0	<0,001
Màu sắc	Hồng	Hồng	-	-

Kết quả ở bảng 3.26 cho thấy tỷ lệ cây chủ có thể quả nấm chèo mọc trong mô hình đạt 12,1%, gần tương đương so với lô đối chứng (12,3%). Mật độ thể quả nấm ở mô hình và lô đối chứng dương tính là tương đương nhau, trung

bình đạt 3,2-3,3 thể quả/cây. Đường kính mũ nấm và màu sắc thể quả nấm cũng cơ bản tương đồng nhau. Trong khi đó ở lô đối chứng âm tính (là mô hình có các điều kiện tự nhiên tương tự mô hình thí nghiệm nhưng không bổ sung giống nấm chèo) hoàn toàn không có nấm mọc.



Hình 3.23: Mô hình nuôi trồng nấm chèo tại xã Hà Lâu

Tương tự như mô hình ở xã Kỳ Thượng, các cây được trồng bổ sung trong mô hình ở xã Hà Lâu cũng có sinh trưởng rất triển vọng.

Như vậy, kết quả đánh giá hiệu quả từ hai mô hình nuôi trồng nấm chèo dưới tán rừng tự nhiên của nghiên cứu này cũng tương tự với các nhận định về việc nuôi trồng và phát triển loài nấm ăn ngoại cộng sinh hiện nay là chủ yếu dựa vào việc cấy giống nấm rễ vào rễ của các cây chủ trong các khu rừng có điều kiện sinh thái tự nhiên tương tự nhu cầu sinh thái của nấm để chúng có thể hình thành thể quả và được gọi là phương pháp canh tác bán nhân tạo hoặc bán hoang dã (Liu *et al.*, 2024).

Ngoài ra, trong quá trình triển khai các thí nghiệm của luận án, một số hộ dân đã tham khảo các kỹ thuật nuôi trồng từ nghiên cứu này để thử nghiệm, ứng dụng cho một phần diện tích (khoảng 0,2ha) rừng đang có nấm chèo mọc

tự nhiên nhưng sản lượng đã bị suy giảm do khai thác quá mức trong những năm qua. Kết quả này cho thấy việc rải giống nấm từ thể quả nấm chèo đã giúp làm tăng khoảng 15-20% sản lượng nấm so với những diện tích liền kề không xử lý. Điều này, càng giúp khẳng định việc bổ sung nguồn giống nấm đã có ảnh hưởng tích cực trong hoạt động nuôi trồng nấm chèo cả trong các khu rừng có điều kiện phù hợp nhưng chưa ghi nhận nấm mọc như trong nghiên cứu này và cũng có thể giúp tăng khả năng phục hồi các quần thể nấm chèo đã bị suy thoái do hoạt động khai thác với cường độ cao và kéo dài trong nhiều năm qua tại các khu vực rừng tự nhiên có nấm mọc trong thời gian qua.



Hình 3.24: Thể quả nấm chèo trong mô hình tại xã Hà Lâu

KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Đã ghi nhận 12 loài nấm thuộc chi *Russula* tại Quảng Ninh với hình thái hoàn toàn khác nhau. Trong đó, nấm chèo là loài được người dân thu hái làm thực phẩm, 1 loài có độc và các loài còn lại không được người dân quan tâm. Nấm chèo được xác định có tên khoa học là *Russula griseocarnosa* Wang, Yang & Knudsen.

Nấm chèo (*R. griseocarnosa*) rất giàu dinh dưỡng: hàm lượng protein và carbohydrate cao, ít chất béo và hàm lượng khoáng chất cao. Nấm chèo được thu hái làm thực phẩm và có giá bán cao, giá nấm tươi 170.000-250.000 đồng/kg và giá nấm khô 1.250.000-2.000.000 đồng/kg. Nhu cầu thị trường đối với loài nấm này rất lớn, người dân và chính quyền địa phương mong muốn phát triển thành loại sản phẩm đặc sản của địa phương nhằm tăng giá trị và cải thiện sinh kế cho người dân.

Nấm chèo (*R. griseocarnosa*) thường mọc ở rừng tự nhiên có cây Chèo và các loài Dẻ chiếm ưu thế, độ tàn che khoảng 0,6. Nấm mọc tập trung ở quanh gốc cây Chèo, Dẻ đỏ, Dẻ trắng, Cà ổi Bắc Bộ. Mọc nhiều vào những ngày sau mưa, độ ẩm đất trên 60%, độ ẩm không khí trên 70%, pH = 5,4-7,0.

Hệ sợi của nấm chèo sinh trưởng tốt nhất trên môi trường MMN, độ pH tối ưu 5,5-6,0. Giống nấm nên sử dụng trong khoảng 90 ngày sau khi được tạo.

Nhiễm giống nấm được tạo từ hệ sợi, thể quả và bào tử đều có tỷ lệ cộng sinh với cây chủ đạt trên 84%. Nhiễm giống nấm vào tháng 2, 3, 4 cho kết quả tốt nhất, tỷ lệ nấm có mối quan hệ ngoại cộng sinh với cây chủ đạt trên 81%. Cây Chèo và cây Dẻ trắng tạo mối quan hệ ngoại cộng sinh cao nhất cả ở vườn ươm và trên rừng.

Nuôi trồng nấm chèo dưới tán rừng tự nhiên có tính khả thi. Kết quả mô hình thí nghiệm gần tương đương so với lô đối chứng dương tính là nơi có

nấm chẹo mọc tự nhiên.

2. Tồn tại

- Chưa phân tích các hợp chất hữu cơ có hoạt tính sinh học của nấm *R. griseocarnosa*.

- Chưa nghiên cứu về sự tương tác giữa nấm *R. griseocarnosa* với vi sinh vật ở môi trường xung quanh và mối quan hệ ngoại cộng sinh giữa nấm *R. griseocarnosa* với cây chủ.

- Do không có đủ thời gian nên chưa tiến hành các thí nghiệm bổ sung giống nấm, tác động các biện pháp kỹ thuật canh tác vào rừng tự nhiên nơi và đang ghi nhận có nấm mọc nhằm tăng năng suất nấm trên một diện tích rừng.

3. Kiến nghị

- Cần có các nghiên cứu phân tích và đánh giá các hoạt chất sinh học có trong nấm *R. griseocarnosa* phân bố ở Việt Nam.

- Thực hiện nghiên cứu toàn diện về mối quan hệ giữa nấm *R. griseocarnosa* với cây chủ, vi sinh vật trong môi trường sống của chúng.

- Cần tiếp tục có những thí nghiệm nghiên cứu bổ sung giống nấm, tác động các biện pháp kỹ thuật canh tác vào rừng tự nhiên có nấm chẹo mọc nhưng đang suy giảm sản lượng nhằm đánh giá khả năng làm tăng năng suất nấm trên một đơn vị diện tích rừng. Thời gian theo dõi các mô hình cần thực hiện thêm để càng khẳng định kết quả nghiên cứu.

- Tiếp tục có các nghiên cứu để hoàn thiện hướng dẫn kỹ thuật nuôi trồng nấm *R. griseocarnosa* để phổ biến cho sản xuất tại Quảng Ninh và một số tỉnh lân cận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. H Jiêm Ayũn (2022), *Điều tra đa dạng thành phần loài nấm lớn tại các tiểu khu 501, 502 ở Vườn Quốc Gia Yok Đôn, huyện Buôn Đôn, tỉnh Đắk Lắk*. Đại học Tây Nguyên.
2. Nguyễn Minh Chí (2022), *Báo cáo hàng năm đề tài "Bảo tồn nguồn gen nấm chèo tại tỉnh Quảng Ninh"*, 68 pp. Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng.
3. Nguyễn Minh Chí (2023), *Báo cáo hàng năm đề tài "Bảo tồn nguồn gen nấm chèo tại tỉnh Quảng Ninh"*, 86 pp. Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng.
4. Chính phủ (2021), *Quyết định số 523/QĐ-TTg ngày 01/4/2021 của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Chiến lược phát triển lâm nghiệp Việt Nam giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Hà Nội.
5. Chính phủ (2023), *Phê duyệt Quy hoạch tỉnh Quảng Ninh thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
6. Nguyễn Hoa Du, Tào Thị Tâm & Nguyễn Ngọc Tuấn (2013), "Hàm lượng tổng phenolic trong nấm lớn *Ischnoderma resinosum* thu hái tại Vườn quốc gia Pù Mát". *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 17, 47-50.
7. Phan Huy Dục (1994), "Một số loài nấm hoang dại dùng làm thực phẩm ở Việt Nam". *Tạp chí Sinh học*, 3, 1-5.
8. Lê Bá Dũng (2003), *Nấm lớn ở Tây Nguyên*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
9. Nguyễn Tiến Dũng, Nguyễn Kim Sơn & Hoàng Công Minh (2014), "Nghiên cứu ảnh hưởng của dịch chiết nấm xóp gây nôn (*Russula emetica*) lên một số chỉ tiêu hóa sinh, huyết học và tim mạch trên động vật ". *Tạp chí Y Dược học Quân sự*, 6, 72-77.
10. Lê Thanh Huyền (2012), "Khảo sát tính đa dạng sinh học của nấm lớn tại một số khu rừng thộc tỉnh Lâm Đồng". *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, 623, 35-40.
11. Trịnh Tam Kiệt (1981), *Nấm lớn ở Việt Nam (Tập 1)*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
12. Trịnh Tam Kiệt (2012), *Nấm lớn ở Việt Nam (Tập 2)*, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
13. Trịnh Tam Kiệt, Ngô Anh, Grafe, U. & Rfelt, H. D. (2000), *Những vấn đề nghiên cứu cơ bản trong sinh học*. Báo cáo khoa học hội nghị sinh học quốc gia.
14. Lê Viết Ngọc, Trương, N. K., Giang, N. V., Thành, H. V. & Minh, T. T. (2021), "Thành phần loài của chi *Russula* dưới tán rừng thông Đà Lạt". *Tạp chí Khoa học và công nghệ Lâm Đồng*, 3, 25-28.
15. Nguyễn Phương Đại Nguyên (2017), "Điều tra thành phần loài nấm lớn thuộc chi *Russula* Pers.: Gray, 1821 ở Vườn Quốc Gia Chư Yang Sin, tỉnh Đắk Lắk ". *Hội*

ngệ khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 7.

16. Quảng Ninh (2020), *Quyết định số 4618/QĐ-UBND ngày 15/12/2020 của UBND tỉnh Quảng Ninh về việc Phê duyệt đề án khung bảo tồn nguồn gen tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2021-2025.*
17. Sỹ Quyết (2017), Nấm chèo - "vàng ròng" từ rừng đẻ Lục Nam - Đăng trên báo Bắc Giang (baobacgiang.com.vn)
18. Trần Thị Phú (2018), *Nghiên cứu thành phần loài nấm lớn thuộc ngành Myxomycota, Ascomycota, Basidiomycota ở núi Ngọc Linh, tỉnh Quảng Nam.* (Luận án tiến sĩ), Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
19. Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt (2019), "Một vài loài nấm mới ghi nhận cho khu hệ nấm Việt Nam tại núi Ngọc Linh tỉnh Quảng Nam". *Tạp chí Sinh học*, 41(1), 27-33.
20. Công Thành (2018), Mùa nấm chèo - Báo Quảng Ninh điện tử (baoquangninh.com.vn).
21. Nguyễn Công Thảo (2016), "Sinh thái nhân văn vùng Đông Bắc". *Tạp chí Khoa học Xã hội Việt Nam*, 8, 59-66.
22. Nguyễn Phương Thảo, Vũ Ngọc Long, Phạm Hữu Nhân, Lưu Hồng Trường & Hương, L. V. (2015), "Nghiên cứu ban đầu về khu hệ nấm lớn trong ô mẫu định vị tại Vườn quốc gia Bidoup - Núi Bà, tỉnh Lâm Đồng".
23. Trần Thị Kim Thi, Nguyễn Hữu Kiên & Trần Thị Thu Hiền (2022), "Nhận diện một số loài nấm độc thuộc chi nấm *Russula* được thu thập tại Vườn quốc gia Yok Đôn, tỉnh Đắk Lắk dựa trên các đặc điểm hình thái". *Tạp chí Khoa học Đại học Tây Nguyên*, 57, 10-15.
24. Phạm Quang Thu (2015), *Báo cáo kết quả đề tài: Nghiên cứu công nghệ sản xuất chế phẩm vi sinh vật hỗn hợp dạng viên nén cho bạch đàn và thông trên các lập địa thoái hoá, nghèo chất dinh dưỡng.* Viện Khoa học Lâm nghiệp VN.
25. Trung tâm Công nghệ sinh học thực vật (2003), *Nghiên cứu chọn tạo các loại giống nấm ăn và nấm dược liệu quý ở Việt Nam.* Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Di truyền nông nghiệp.
26. Hoàng Anh Tuấn & Hoàng Đắc Thăng (2021), "Nghiên cứu độc tính và ảnh hưởng của một số loài nấm độc thường gặp tại tỉnh Vĩnh Phúc lên một số chỉ tiêu hóa sinh trên động vật thực nghiệm". *Tạp chí Y học Việt Nam*, 502, 266-270.
27. VTV (2023), <https://vtv.vn/suc-khoe/nguoi-dan-ong-bi-ngo-doc-sau-khi-an-nam-do-mua-ngoai-cho-20230623100810173.htm>.
28. Anh Vũ (2020), Mùa nấm chèo ở Tiên Yên (petrotimes.vn).

Tài liệu tiếng nước ngoài

29. Adamčík, S., Mitchell, D. & Buyck, B. (2011), "*Russula ochrifloridana* sp. nov., a new yellowish fishy *Russula* from Florida and its comparison with *R. grundii*". *Cryptogamie, Mycologie*, 31(4), 363-372.

30. Adamčík, S., Caboň, M., Eberhardt, U., Saba, M., Hampe, F., Slovak, M., . . . Pfister, D. H. (2016), "A molecular analysis reveals hidden species diversity within the current concept of *Russula maculata* (Russulaceae, Basidiomycota)". *Phytotaxa*, 270(2), 71-88.
31. Adebayo-Tayo, B. C., Jonathan, S. G., Popoola, O. O. & Egbomuche, R. C. (2011), "Optimization of growth conditions for mycelial yield and exopolysaccharide production by *Pleurotus ostreatus* cultivated in Nigeria". *African Journal of Microbiology Research*, 5(15), 2130-2138.
32. Alibaba. (2021). Dried *Russula* mushroom/red mushroom - Buy *Russula*, *Russula* mushroom, red mushroom product on Alibaba.com.
33. Amazon. (2021). 24 Ounce (680 grams) Red mushroom dried *Russula* from Yunnan China (Amazon.com: Grocery & Gourmet Food).
34. AOAC. (2000), *Official method of analysis (13th edn)*. Association of Official Analytical Chemists., Washington, DC USA.
35. Avis, P. G., McLaughlin, D. J., Dentinger, B. C. & Reich, P. B. (2003), "Long-term increase in nitrogen supply alters above- and below-ground ectomycorrhizal communities and increases the dominance of *Russula* spp. in a temperate oak savanna". *New Phytologist*, 160(1), 239-253.
36. Bin, L. & Tianyan, M. (1994), "Isolation of *Russula* sp. and its culture characters". *Journal of Guangxi Agricultural University* . 13(1), 58-69.
37. Boersma, F. G., Warmink, J. A., Andreote, F. A. & van Elsas, J. D. (2009), "Selection of Sphingomonadaceae at the base of *Laccaria proxima* and *Russula exalbicans* fruiting bodies". *Appl Environ Microbiol*, 75(7), 1979-1989.
38. Buyck, B. & Horak, E. (1999), "New species of *Russula* (Basidiomycotina) associated with anisoptera (Dipterocarpaceae) in Papua New Guinea". *Australian Systematic Botany*, 12(5), 727-742.
39. Buyck, B. & Desjardin, D. E. (2003), "*Russula zonaria*, a new species of *Russula* subsect. Ochricompactae from Thailand". *Cryptogamie-Mycologie*, 24(2), 111-116.
40. Buyck, B. & Mitchell, D. (2003), "*Russula lentiginosa* sp. nov. from West Virginia, USA: a probable link between tropical and temperate *Russula*-groups". *Cryptogamie-Mycologie*, 24(4), 317-325.
41. Buyck, B. & Adamčík, S. (2011), "Type Studies in *Russula* subgenus Heterophyllidia from the Eastern United States". *Cryptogamie-Mycologie*, 32(2), 151-169.
42. Buyck, B., Mitchell, D. & Parrent, J. (2006), "*Russula parvovirescens* sp. nov., a common but ignored species in the eastern United States". *Mycologia*, 98(4), 612-615.
43. Buyck, B., Adamcik, S. & Lewis, D. P. (2008), "*Russula* section Xerampelinae in Texas". *Cryptogamie-Mycologie*, 29(2), 121-128.

44. Caboň, M., Li, G. J., Saba, M., Kolařík, M., Jančovičová, S., Khalid, A. N., . . . Adamčík, S. (2019), "Phylogenetic study documents different speciation mechanisms within the *Russula globispora* lineage in boreal and arctic environments of the Northern Hemisphere". *IMA Fungus*, 10(1), 1-16.
45. Chen, X. H., Xia, L. X., Zhou, H. B. & Qiu, G. Z. (2010), "Chemical composition and antioxidant activities of *Russula griseocarnosa* sp. nov". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(11), 6966-6971.
46. Chen, H., Zhou, H., She, Z., Lu, H., Wen, M., Wang, X., . . . Zhang, Q. (2024), "Phytochemical and medicinal profiling of *Russula vinosa* Lindbl (RVL) using multiomics techniques". *LWT- Food Science and Technology*, 192, 115723.
47. Das, K., Van de Putte, K. & Buyck, B. (2010), "New or interesting *Russula* from Sikkim Himalaya (India)". *Cryptogamie-Mycologie*, 31(4), 373.
48. Das, K., Atri, N. S. & Buyck, B. (2013), "Three new species of *Russula* (Russulales) from India". *Mycosphere*, 4(4), 707-717.
49. Dospatliev, L., Petkova, Z., Antova, G., Angelova-Romova, M., Ivanova, M. & Mustafa, S. (2023), "Proximate composition of wild edible mushrooms from the Batak Mountain, Bulgaria". *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 12(6), 4718.
50. Eberhardt, U. & Verbeken, A. (2004), "Sequestrate *Lactarius* species from tropical Africa: *L. angiocarpus* sp. nov. and *L. dolichocaulis* comb. nov". *Mycological Research*, 108(9), 1042-1052.
51. Fuchang, H., Mo, T. & Liu, B. (1998a), "The affection of environmental condition on the pure culture of *Russula vinosa* and its inoculant preparation". *Journal of Guangxi Agricultural University*, 17(1), 40-45.
52. Fuchang, H., Mo, T. & Liu, B. (1998b), "A study on the physiological character of the pure culture of *Russula vinosa*". *Journal of Guangxi Agricultural University*, 17(1), 33-39.
53. Gbolagade, J. S., Fasidi, I. O., Ajayi, E. J. & Sobowale, A. A. (2006), "Effect of physico-chemical factors and semi-synthetic media on vegetative growth of *Lentinus subnudus* (Berk.), an edible mushroom from Nigeria". *Food Chemistry*, 99(4), 742-747.
54. Geng, Y., Zhang, S., Yang, N. & Qin, L. (2023), "Preliminary exploration on the ectomycorrhizal status of a wild edible *Gomphus* species from Southwest China". *Mycoscience*, 64(2), 83-95.
55. Ghosh, A., Das, K. & Bhatt, R. P. (2017), "*Russula sarnarii* sp. nov. Russulaceae, Basidiomycota from Indian Himalaya". *Current Research in Environmental Applied Mycology*, 7(2), 64-72.
56. Ghosh, A., Das, K., Bhatt, R. P. & Hembrom, M. E. (2020), "Two new species of the genus *Russula* from western Himalaya with morphological details and phylogenetic estimations". *Nova Hedwigia*, 115-130.

57. Grangeia, C., Heleno, S. A., Barros, L., Martins, A. & Ferreira, I. C. F. R. (2011), "Effects of trophism on nutritional and nutraceutical potential of wild edible mushrooms". *Food Research International*, 44(4), 1029-1035.
58. Guo, J., Karunarathna, S. C., Mortimer, P. E., Xu, J. C., Hyde, K. D. & Mortimer, P. (2014), "Phylogenetic diversity of *Russula* from Xiaozhongdian, Yunnan, China, inferred from internal transcribed spacer sequence data". *Chiang Mai J Sci*, 41(4), 811-821.
59. Hakan, I. & Türkekul, I. (2017), "A new record for Turkish mycota from Akdağmadeni (Yozgat) province: *Russula decolorans* (Fr.) Fr. Epicr". *Anatolian Journal of Botany*, 1(1), 1-3.
60. Hall, T. A. (1999), "BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT ". *Nucleic acids symposium series. Information Retrieval Ltd., c1979-c2000.*, 41, 95-98.
61. Hu, X. & Xu, B. (2025), "Chemical compositions and health promoting effects of edible mushrooms from genus *Russula*". *Phytomedicine Plus*, 5(1), 100677.
62. Hussain, S., Sher, H., Ullah, Z., Elshikh, M. S., Al Farraj, D. A., Ali, A. & Abbasi, A. M. (2023), "Traditional uses of wild edible mushrooms among the local communities of Swat, Pakistan". *Foods*, 12(8), 1705.
63. Ijioma, B. C., Ihediohanma, N. C., Onuegbu, N. C. & Okafor, D. C. (2015), "Nutritional composition and some anti-nutritional factors of three edible mushroom species in South Eastern Nigeria". *European Journal of Food Science Technology*, 3(2), 57-63.
64. Jabeen, S., Naseer, A. & Khalid, A. N. (2020), "*Russula rubricolor* sp. nov. from Himalayan forests of Pakistan". *Mycotaxon*, 135(4), 765-776.
65. Jiang, X. M., Li, Y. K., Liang, J. F. & Wu, J. R. (2018), "*Russula brunneovinacea* sp. nov., from northeastern China". *Mycotaxon*, 132(4), 789-797.
66. Jie, W. E. I., Wei, G. A. O. & Chen-Yang, H. (2021), "A checklist of edible ectomycorrhizal mushrooms in China". *Mycosystema*, 40(8), 1938-1957.
67. Kaewgrajang, T., Kaewjunsri, S., Jannual, N. & Nipitwattanaphon, M. (2020), "Morphology and molecular identification of some *Lactarius* and *Russula* species". *Genomics Genetics*, 13(2&3), 44-58.
68. Kaewnarin, K., Suwannarach, N., Kumla, J. & Lumyong, S. (2016), "Phenolic profile of various wild edible mushroom extracts from Thailand and their antioxidant properties, anti-tyrosinase and hyperglycaemic inhibitory activities". *Journal of Functional Foods*, 27, 352-364.
69. Kalač, P. (2009), "Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review". *Food Chemistry*, 113(1), 9-16.
70. Kaur, M., Sharma, S., Kaur, J. & Sodhi, H. (2023), *Russula virescens* (Schaeff.) Fr./ *Russula adusta* Krombh./ *Russula delica* Fr./ *Russula nigricans* (Bull.) Fr./ *Russula cyanoxantha*. pp. 302-324.

71. Khastini, R. O., Maryani, N. & Lestari, I. D. (2022), *Wild Edible Mushroom, a Potential and Valuable Source for Food Security*. Proceedings of the 2nd International Conference for Smart Agriculture, Food, and Environment.
72. Khatua, S., Gupta, S. S., Ghosh, M., Tripathi, S. & Acharya, K. (2021), "Exploration of nutritional, antioxidative, antibacterial and anticancer status of *Russula alatoreticula*: towards valorization of a traditionally preferred unique myco-food.". *Journal of Food Science and Technology*, 58 (6), 2133-2147.
73. Khatua, S. & Acharya, K. (2019), "Alkali treated antioxidative crude polysaccharide from *Russula alatoreticula* potentiates murine macrophages by tuning TLR/NF- κ B pathway". *Scientific Reports*, 9(1), 1713.
74. Khatua, S. & Acharya, K. (2021), "Isolation of crude polysaccharides from *Russula senecis* (Agaricomycetes): characterization, antioxidant activity, and immune-enhancing properties". *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 23(1), 47-57.
75. Khumlianlal, J., Huidrom, S., Sharma, K. C., Thachunglura, V. L. & Indira, S. (2024), "Proximate analysis and mineral content of wild edible mushrooms from manipur, india". *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 13(3), 269-275.
76. Kimura, M. (1980), "A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences". *Journal of Molecular Evolution*, 16(2), 111-120.
77. Kirk, P. F., Cannon, P. F., Minter, D. W. & Stalpers, J. A. (2008), *Dictionary of the fungi* (10th ed.), CAB International. Wallingford, UK.
78. Kostić, M., Ivanov, M., Fernandes, A., Pinela, J., Calhelha, R. C., Glamočlija, J., . . . Ćirić, A. (2020), "Antioxidant extracts of three *Russula* genus species express diverse biological activity". *Molecules*, 25(18), 4336.
79. Kumar, S. (2023), "Wild mushrooms of Bonai Forest Division, Odisha". *Journal of Biodiversity and Conservation*, 7, 1-2.
80. Kumar, S., Stecher, G. & Tamura, K. (2016), "MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets". *Mol Biol Evol*, 33(7), 1870-1874.
81. Lebel, T. & Tonkin, J. E. (2007), "Australasian species of *Macowanites* are sequestrate species of *Russula* (Russulaceae, Basidiomycota)". *Australian Systematic Botany*, 20(4), 355-381.
82. Lee, H., Park, M. S., Jung, P. E., Eimes, J. A., Seok, S. J. & Lim, Y. W. (2017), "Re-evaluation of the taxonomy and diversity of *Russula* section *Foetentinae* (Russulales, Basidiomycota) in Korea". *Mycoscience*, 58(5), 351-360.
83. Leonhardt, T., Borovička, J., Sácáký, J., Šantrůček, J., Kameník, J. & Kotrba, P. (2019), "Zn overaccumulating *Russula* species clade together and use the same mechanism for the detoxification of excess Zn". *Chemosphere*, 225, 618-626.

84. Li, G. J., Li, S. F., Liu, X. Z., & Wen, H. A. (2012), "*Russula jilinensis* sp. nov. (Russulaceae) from northeast China". *Mycotaxon*, 120(1), 49-58.
85. Li, G. J., Zhang, C. L., Zhao, R. L. & Lin, F. C. (2018), "Two new species of *Russula* from Northeast China". *Mycosphere*, 9(3), 431-443.
86. Li, G. J., Zhao, D., Li, S. F., Yang, H. J. & Liu, X. Z. B. (2013), "*Russula changbaiensis* sp. nov. from northeast China". *Mycotaxon*, 124(1), 269-278.
87. Li, J. W., Zheng, J. F., Song, Y., Yuan, F. & Qiu, L. H. (2019), "Three novel species of *Russula* from southern China based on morphological and molecular evidence". *Phytotaxa*, 392(4), 264-276.
88. Liu, Y., Zhang, J. & Meng, Z. (2018), "Purification, characterization and anti-tumor activities of polysaccharides extracted from wild *Russula griseocarnosa*". *Int J Biol Macromol*, 109, 1054-1060.
89. Liu, Y., Yong, T., Cai, M., Wu, X., Guo, H., Xie, Y., . . . Wu, Q. (2024), "Exploring the potential of *Russula griseocarnosa*: A molecular ecology perspective". *Agriculture*, 14(6), 879.
90. Liu, Y., Hu, H., Cai, M., Liang, X., Wu, X., Wang, A., . . . Huang, L. (2022), "Whole genome sequencing of an edible and medicinal mushroom, *Russula griseocarnosa*, and its association with mycorrhizal characteristics". *Gene*, 808, 145996.
91. Looney, B. P., Adamčík, S., Matheny, P. B. & evolution. (2020), "Coalescent-based delimitation and species-tree estimations reveal Appalachian origin and Neogene diversification in *Russula* subsection *Roseinae*". *Molecular phylogenetics*, 147, 106787.
92. Looney, B. P., Ryberg, M., Hampe, F., Sánchez, G. M. & Matheny, P. B. (2016), "Into and out of the tropics: global diversification patterns in a hyperdiverse clade of ectomycorrhizal fungi". *Molecular ecology*, 25(2), 630-647.
93. López, A. R., Barea-Sepúlveda, M., Barbero, G. F., Ferreiro-González, M., López-Castillo, J. G., Palma, M. & Espada-Bellido, E. (2022), "Essential mineral content (Fe, Mg, P, Mn, K, Ca, and Na) in five wild edible species of *Lactarius* mushrooms from Southern Spain and Northern Morocco: Reference to daily intake". *Journal of Fungi*, 8(12), 1292.
94. Łuczaj, Ł., Lamxay, V., Tongchan, K., Xayphakatsa, K., Phimmakong, K., Radavanh, S., . . . Karbarz, M. (2021), "Wild food plants and fungi sold in the markets of Luang Prabang, Lao PDR". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17.
95. Manjula, B. L. & Kumar, S. (2024), "Wild mushrooms: A source of livelihood and future urban food". *Ecology, Environment and Conservation*, 30, 187-191.
96. Marfi, W. O. E. (2018), "Diversity of ektomikoriza fungi in *Pinus merkusii* forest, Matarawa village, Watopute district, Muna regency". *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 11(2), 116-123.

97. Matsuda, Y. & Hijii, N. (1998), "Spatiotemporal distribution of fruitbodies of ectomycorrhizal fungi in an *Abies firma* forest". *Mycorrhiza*, 8(3), 131-138.
98. Matsuda, Y. & Hijii, N. (2004), "Ectomycorrhizal fungal communities in an *Abies firma* forest, with special reference to ectomycorrhizal associations between seedlings and mature trees". *Canadian Journal of Botany*, 82(6), 822-829.
99. Melera, S., Ostellari, C., Roemer, N., Avis, P. G., Tonolla, M., Barja, F. & Narduzzi-Wicht, B. (2017), "Analysis of morphological, ecological and molecular characters of *Russula pectinatoides* Peck and *Russula praetervisa* Sarnari, with a description of the new taxon *Russula recondita* Melera & Ostellari". *Mycological Progress*, 16, 117-134.
100. Miller, S. L. & Buyck, B. (2002), "Molecular phylogeny of the genus *Russula* in Europe with a comparison of modern infrageneric classifications". *Mycological Research*, 106(3), 259-276.
101. Ming, T., Li, J., Huo, P., Wei, Y. & Chen, X. (2014), "Analysis of free amino acids in *Russula griseocarnosa* harvested at different stages of maturity using iTRAQ®-LC-MS/MS". *Food Analytical Methods*, 7(9), 1816-1823.
102. Nadjombé, P., Mélila, M., Kamou, H., Magamana, E., Verbeken, A. & Guelly, K. A. (2022), "Nutritional potential of edible *Russula* species from Alédjo Wildlife Reserve". *Journal of the Indian Chemical Society*, 99(6), 100407.
103. Ndifon, E. M., Emeka, C. P. O. & Inyang, P. (2023), "Mushroom-related ethnomycological, ethnomedical, and socio-economic practices in Nigeria". *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 25(8), 33-42.
104. Osmundson, T. W., Robert, V. A., Schoch, C. L., Baker, L. J., Smith, A., Robich, G., . . . Garbelotto, M. M. (2013), "Filling gaps in biodiversity knowledge for macrofungi: contributions and assessment of an herbarium collection DNA barcode sequencing project". *PloS one*, 8(4), e62419.
105. Ouzouni, P. K., Petridis, D., Koller, W. D. & Riganakos, K. (2009), "Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece". *Food Chemistry*, 115(4), 1575-1580.
106. Paloi, S., Dutta, A. K. & Acharya, K. (2015), "A new species of *Russula* (Russulales) from eastern Himalaya, India". *Phytotaxa*, 234(3), 255-262.
107. Park, M. S., Fong, J. J., Lee, H., Oh, S. Y., Jung, P. E., Min, Y. J., . . . Lim, Y. W. (2013), "Delimitation of *Russula* subgenus *Amoenula* in Korea using three molecular markers". *Mycobiology*, 41(4), 191-201.
108. Pongkunakorn, T., Watcharachaisoponsiri, T., Chupeerach, C., On-nom, N. & Suttisansanee, U. (2017), "Inhibitions of key enzymes relevant to obesity and diabetes of Thai local mushroom extracts". *Current Applied Science and Technology*, 17(2), 181-190.
109. Ponce, J. P. M., Calderón, M. A. H., Comandini, O., Rinaldi, A. C. & Flores

- Arzú, R. (2019), "Ethnomycological knowledge among Kaqchikel, indigenous Maya people of Guatemalan Highlands". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(1), 36.
110. Pham, T. H., Nguyen, V. T. A., Do, T. T. T., Do, A. D., Dam, D. T., Tran, T. T. V., . . . Le, T. T. (2020), "Lipidomics and anti-inflammation activity of brown algae, *Lobophora* sp., in Vietnam". *Journal of Chemistry*, 2020, 1-10.
111. Philip, A. M. (1996), *The relevance and application of mycorrhizas for the restoration of dipterocarp forest on denuded areas of south-east Vietnam*.
112. Phimmakong, K. (2019), "Access and benefit sharing cases and key lessons learned: Lao PDR".
113. Ran, W., Herrera, M., Xu, W., Zhang, P., Perez, J., Colinas, C. & Yu, F. Q. (2022), "Ethnomycological study on wild mushrooms in Pu'er Prefecture, Southwest Yunnan, China". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18, 55.
114. Rasalanavho, M., Moodley, R. & Jonnalagadda, S. (2020), "Elemental bioaccumulation and nutritional value of five species of wild growing mushrooms from South Africa". *Food Chemistry*, 319, 126596.
115. Romainul, M., Aminuzzaman, F. & Chowdhury, M. (2015), "Biodiversity and morphological characterization of mushrooms at the tropical moist deciduous forest region of Bangladesh". *American Journal of Experimental Agriculture*, 8(4), 235-252.
116. Sanmee, R., Dell, B., Lumyong, P., Izumori, K. & Lumyong, S. (2003), "Nutritive value of popular wild edible mushrooms from northern Thailand". *Food Chemistry*, 82(4), 527-532.
117. Shahid, M., Fatima, H., Anjum, F. & Riaz, M. (2020), "Proximate composition, antioxidant activities and fatty acid profiling of selected mushrooms collected from Azad Jammu and Kashmir". *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*, 77(1), 145-153.
118. Sharma, S. K. & Gautam, N. (2015), "Chemical, bioactive, and antioxidant potential of twenty wild culinary mushroom species". *BioMed Research International*, 2015, 346508.
119. Shimono, Y., Kato, M. & Takamatsu, S. (2004), "Molecular phylogeny of Russulaceae (Basidiomycetes; Russulales) inferred from the nucleotide sequences of nuclear large subunit rDNA". *Mycoscience*, 45(5), 303-316.
120. Shimono, Y., Kasuya, T. & Hosaka, K. (2021), "*Russula ryukokuensis* sp. nov., an outstanding species of the genus *Russula* (Russulaceae) having minute basidiomata from Japan". *Bulletin of the National Museum of Nature Science*, 47(1), 1-12.
121. Shiyan, W., Tianyan, M., Bin, L., Fuchang, H. & Xiaohua, Y. (1998), "Studies on *Russula* and its ecological environment in the mount Liuwanshan *Castanopsis hystrix* woodland of Pubei county in Guangxi". *Journal of Guangxi Agricultural University*, 17(1), 25-32.

122. Sileshi, G. W., Tibuhwa, D. D. & Mlambo, A. (2023), "Underutilized wild edible fungi and their undervalued ecosystem services in Africa". *CABI Agriculture and Bioscience*, 4(1), 3.
123. Song, Y., Li, J., Buyck, B., Zheng, J. & Qiu, L. (2018), "*Russula verrucospora* sp. nov. and *R. xanthovirens* sp. nov., two novel species of *Russula* (Russulaceae) from southern China". *Cryptogamie, Mycologie*, 39(1), 129-142.
124. Thachunglura, V., Rai, P., Zohmangaiha, L. & Lalmuansangi, Z. (2023), "*Pleurotus giganteus* as a Valuable Source of Nutrients". *Indian Journal of Science and Technology*, 16, 89-94.
125. Tibuhwa, D. D. (2013), "Wild mushroom - an underutilized healthy food resource and income generator: experience from Tanzania rural areas". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 49.
126. Trendel, J. M., Hampe, F. & Verbeken, A. (2017), "*Russula vinosoflavescens* sp. nov., from deciduous forests of Northern Alsace, France". *Mycotaxon*, 132(4), 707-721.
127. Ullah, S., Wilson, A. W., Fiaz, M., Hussain, S., Mueller, G. M. & Khalid, A. N. (2020), "*Russula shanglaensis* sp. nov. (Basidiomycota: Russulales), a new species from the mixed coniferous forests in district Shangla, Pakistan". *Turkish Journal of Botany*, 44(1), 85-92.
128. Valdés, R. C., Villarreal, R. M., García, F. G., Morales, S. G. & Peña, S. S. (2019), "Improved parameters of *Pinus greggii* seedling growth and health after inoculation with ectomycorrhizal fungi". *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 81(1), 23-30.
129. Verma, R. K., Pandro, V. & Pyasi, A. (2018), "Diversity and distribution of *Russula* in India with reference to central Indian species". *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 7(10), 3078-3103.
130. Vilgalys, R. & Hester, M. (1990), "Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species". *Journal of Bacteriology*, 172(8), 4238-4246.
131. Wang, P., Zhang, Y., Mi, F., Tang, X., He, X., Cao, Y., . . . Xu, J. (2015), "Recent advances in population genetics of ectomycorrhizal mushrooms *Russula* spp.". *Mycology*, 6(2), 110-120.
132. Wang, X. H., Yang, Z. L., Li, Y. C., Knudsen, H. & Liu, P. G. (2009), "*Russula griseocarnosa* sp. nov. (Russulaceae, Russulales), a commercially important edible mushroom in tropical China: mycorrhiza, phylogenetic position, and taxonomy". *Nova Hedwigia*, 88, 269-282.
133. Wang, Y., Yu, F.-Q., Zhang, C., Liu, C., Yang, M. & Li, S. (2020), Edible Ectomycorrhizal Fungi and Their Cultivation in China. In J. Pérez-Moreno A. Guerin-Laguette R. Flores Arzuat al F.-Q. Yu (Eds.), *Mushrooms, Humans and Nature in a Changing World: Perspectives from Ecological, Agricultural and Social Sciences* (pp. 31-60), Cham: Springer International Publishing.

134. Wen, S. H. A. O. (2008), "Investigation on suitable environment for *Russula* spp. in Xiakeng Nature Reserve in Jian'ou city". *Subtropical Agriculture Research*, 1(1), 1-9.
135. White, T. J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. W. (1990), "Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics". *PCR protocols: a guide to methods and applications*, 315-322.
136. Williams, E. R., Harwood, C. E. & Matheson, A. C. (2023), *Experimental design and analysis for tree improvement*: CSIRO publishing.
137. Xiaohua, Y., Mo, T. & Liu, B. (1998), "The liquid culture of *Russula vinosa* and comparison of chemical composition of mycelia with that of fruiting body". *Journal of Guangxi Agricultural University*, 17(1), 46-50.
138. Yang, Z., Wang, H. W. & Sha, T. (2016), "Advances research on ectomycorrhizal fungi". *Edible Fungi of China*, 35(1), 1-7.
139. Yu, F., Liang, J. F., Song, J., Wang, S. K. & Lu, J. K. (2020), "Bacterial community selection of *Russula griseocarnosa* mycosphere soil". *Frontiers in Microbiology*, 11, 347.
140. Yuan, Y., Liu, Y., Liu, M., Chen, Q., Jiao, Y., Liu, Y. & Meng, Z. (2017), "Optimization extraction and bioactivities of polysaccharide from wild *Russula griseocarnosa*". *Saudi Pharmaceutical Journal*, 25(4), 523-530.
141. Zeng, L. L. (2006), "Effect of initial pH and culture time on production of polysaccharide by submerged fermentation of *Russula* sp.". *Food Science and Technology*, 12, 1-10.
142. Zhang, G., Sun, J., Wang, H. & Ng, T. B. (2010), "First isolation and characterization of a novel lectin with potent antitumor activity from a *Russula* mushroom". *Phytomedicine*, 17(10), 775-781.
143. Zhang, G., H, G., Zhao, C., Li, F., Li, Z. F., Lun, B., . . . Li, Z. (2019). "Chemical constituents with inhibitory activity of NO production from a wild edible mushroom, *Russula vinosa* Lindbl, may be its nutritional ingredients". *Molecules*, 24(7), 1305.
144. Zhang, X., Xing, J., Zhu, X., Zhao, B., Liu, C., Dong, J., . . . Wen, Z. (2021), "Diversity and community structure of ectomycorrhizal fungi in *Pinus thunbergii* coastal forests bordering the Yellow Sea of China". *Brazilian Journal of Microbiology*, 52(2), 801-809.
145. Zhou, H. M., Wu, Y. D. & Dai, Y. C. (2021), "A new species of *Albatrellus sensu stricto* (Albatrellaceae, Russiales) from China". *Phytotaxa*, 510(1), 43-52.
146. Zhou, Z. Z., Chen, Y., Liang, K. N., Zhang, Y. C., Zhang, B., Haung, G. H. & Ma, H. M. (2011), "Screening study of mycorrhizal efficiently symbiosis of edible *Russula* fungus with host tree species". *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 31(2), 7-14.

CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Chung Nhu Anh, Nguyen Minh Chi, Trinh Tam Kiet, Pham Duy Long, Pham Thi Thu Thuy, Vu Van Loi & Bernard Dell (2023). “Morphological and molecular identification of an edible *Russula* mushroom in Northeast Vietnam”. *Journal of Forestry Science and Technology*, 15: 50-59.

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.15.050-059>

2. Chung Nhu Anh, Nguyen Minh Chi & Bernard Dell (2024). “Nutritional value of edible *Russula griseocarnosa* in Vietnam”. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 14(3): 87-94 (Scopus, Q3).

<https://doi.org/10.55493/5005.v14i3.5162>

3. Chung Nhu Anh, Nguyễn Minh Chí & Bernard Dell (2024). “Đặc điểm phân biệt nấm chèo (*Russula griseocarnosa*) và nấm xốp đỏ (*Russula* sp.) ở Quảng Ninh”. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 3: 140-148.

<https://vjfs.vafs.gov.vn/js/article/view/936>

4. Chung Nhu Anh, Nguyen Minh Chi, Trinh Tam Kiet, Nguyen Thi Ngoc Ha & Bernard Dell (2024). “Harvest and trade of wild edible *Russula griseocarnosa* in north Vietnam”. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 14(4): 128-139 (Scopus, Q3).

<https://dx.doi.org/10.55493/5005.v14i4.5205>

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Danh sách các loài nấm thuộc chi *Russula*

Loài	Nấm ăn/độc	Loại rừng/cây chủ	Quốc gia
<i>R. abietina</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim và hỗn loài	TQ
<i>R. acrifolia</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn loài	TQ
<i>R. adusta</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim	TQ, Ấn Độ, VN ²
<i>R. albidula</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng	TQ,
<i>R. albidula</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	VN ⁴
<i>R. albonigra</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ, VN ²
<i>R. aeruginea</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ
<i>R. alutacea</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ
<i>R. atroaeruginea</i>	Nấm ăn	<i>Picea</i>	TQ
<i>R. aurea</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn loài	TQ, VN ²
<i>R. azurea</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn loài	TQ,
<i>R. brevipes</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn loài	TQ,
<i>R. chiuui</i>	Chưa rõ	<i>Quercus</i> sect. <i>Heterobalanus</i>	TQ
<i>R. compacta</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn loài	TQ
<i>R. cyanoxantha</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn loài	TQ, VN ¹
<i>R. compactoides</i>	Nấm ăn	<i>Abies</i>	TQ
<i>R. delica</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim, lá rộng, hỗn loài	TQ, VN ²
<i>R. densifolia</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ, VN ²
<i>R. emetica</i>	Nấm độc	Rừng hỗn giao	TQ, VN ¹

Loài	Nấm ăn/độc	Loại rừng/cây chủ	Quốc gia
<i>R. exalbicans</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim và hỗn loài	TQ
<i>R. foetens</i>	Chưa rõ	Rừng lá kim và hỗn loài	TQ, VN ¹
<i>R. granulata</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	TQ
<i>R. grata</i>	Chưa rõ	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ
<i>R. griseocarnosa</i>	Nấm ăn	Họ Fagaceae	TQ, VN
<i>R. japonica</i>	Nấm độc	Rừng hỗn giao	TQ
<i>R. melliolens</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng	TQ
<i>R. mustelina</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim và hỗn loài	TQ
<i>R. nigricans</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	TQ, Thái Lan, VN ²
<i>R. nigrovirens</i>	Nấm ăn	<i>Abies</i>	TQ
<i>R. ochroleuca</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ
<i>R. olivacea</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ
<i>R. paludosa</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim và lá rộng	TQ, VN ²
<i>R. pectinatoides</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim và lá rộng	TQ, VN ²
<i>R. pseudocompacta</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	TQ
<i>R. pseudodelica</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	TQ
<i>R. pseudopectinatoides</i>	Chưa rõ	<i>Abies, Larix and Picea</i>	TQ
<i>R. punctipes</i>	Chưa rõ	Rừng hỗn giao	TQ
<i>R. queletii</i>	Nấm độc	Rừng lá kim và hỗn loài	TQ, VN ³
<i>R. rosea</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	TQ, VN ²

Loài	Nấm ăn/độc	Loại rừng/cây chủ	Quốc gia
<i>R. sororia</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim, lá rộng, hỗn loài	TQ
<i>R. sanguinea</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim và hỗn loài	TQ, VN ²
<i>R. subnigricans</i>	Nấm độc	Họ Fagaceae	TQ, VN ²
<i>R. variata</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim	VN ⁴
<i>R. vesca</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ, VN ²
<i>R. violacea</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng	TQ
<i>R. vinosa</i>	Nấm ăn	Rừng lá kim, sồi, dẻ	Châu Âu, TQ, VN ²
<i>R. virescens</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ, Thái Lan VN ²
<i>R. viridirubrolimbata</i>	Nấm ăn	Rừng hỗn giao	TQ
<i>R. xerampelina</i>	Nấm ăn	Rừng lá rộng và hỗn giao	TQ, Thái Lan, VN ²

VN¹: Trịnh Tam Kiệt (2011), Nấm lớn ở Việt Nam (Tập 1), tái bản lần thứ 2, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

VN²: Trịnh Tam Kiệt (2012), Nấm lớn ở Việt Nam (Tập 2), Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

VN³: Trần Thị Kim Thi, Nguyễn Hữu Kiên & Trần Thị Thu Hiền (2022), "Nhận diện một số loài nấm độc thuộc chi nấm *Russula* được thu thập tại Vườn quốc gia Yok Đôn, tỉnh Đắk Lắk dựa trên các đặc điểm hình thái". *Tạp chí Khoa học Đại học Tây Nguyên*, 57, 10-15.

VN⁴: Nguyễn Phương Đại Nguyên (2017), "Điều tra thành phần loài nấm lớn thuộc chi *Russula* Pers.: Gray, 1821 ở Vườn Quốc Gia Chư Yang Sin, tỉnh Đắk Lắk ". *Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 7*.

**Phụ lục 2: Đặc điểm hình thái, đặc điểm sinh học các loài nấm ăn thuộc chi
Russula đã được nghiên cứu ở Việt Nam**

Loài nấm	Đặc điểm hình thái	Đặc điểm sinh thái	Tài liệu tham khảo
<i>R. albidula</i>	Mũ nấm màu trắng, xốp. Mũ nấm khi còn non hình chuông, về sau thành dạng già bán cầu, dạng bán cầu, cuối cùng trải thành dạng bán cầu dẹp, phẳng hay hơi trũng xuống. Mặt mũ nấm nhẵn, bóng, không có lông; khi thời tiết ẩm có thể hơi nhầy, dính, dễ tách ra khỏi thịt nấm. Mép mũ có lượn sóng, đường kính 6-10 cm. Cuống nấm có màu giống mũ nấm. Thịt nấm màu trắng, khi già mềm, xốp, đặc. Dài 5-6 cm. Bào tử hình cầu, không màu, không có vỏ gai, trong chứa một giọt dầu lớn, đường kính 2-4 μm .	Mọc vùng đất ẩm ở rừng, mọc thành cụm	(Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017)
<i>R. cyanoxantha</i> (Nấm xốp xanh tím)	Mũ nấm khi còn non thường màu đá xám có sắc thái tím, về sau trở nên có màu rõ rệt, pha trộn giữa tím và xanh hay cũng có khi hoặc tím hoặc xanh, thường có những sợi màu đậm hơn đi từ trung tâm ra xung quanh. Mũ nấm khi non dạng bán cầu, sau chuyển sang bán cầu dẹp, cuối cùng thường trũng xuống; nhầy, rộng 4-10cm. Vỏ của mũ lột ra khá dễ dàng. Phiên nấm màu trắng sạch, hơi vàng khi già, mọc men xuống, tương đối xít nhau, về sau trở nên thưa, mềm, không dễ vỡ như các nấm xốp khác. Cuống màu trắng, đôi khi có sắc thái tím trên mặt cuống, hình trụ, dài 5-8cm, rộng 1,5-2cm, đặc, chắc và thường có rễ. Thịt nấm màu trắng, xốp. Bào tử lớn hình elip đến gần tròn 7-8 x 7-10 μm , có mụn cóc, không màu. Bụi bào tử màu trắng.	Mọc đơn độc hay mọc vài cái gần nhau. Nấm mọc trong rừng nhiều nhất vào mùa thu, nhất là dưới các cây dẻ ở vùng đất thấp và vùng núi cao.	(Trịnh Tam Kiệt, 2011)
<i>R. cystidiosa</i>	Mũ nấm khi non hình bán cầu gần như hình chuông, khi già có dạng bán cầu dẹp, trải phẳng, ở giữa lõm xuống, gần mép vênh lên, đường kính mũ 4-11cm, có màu nâu đỏ sáng. Mặt mũ láng, không lông, gặp mưa hay thời tiết ẩm sẽ bị nhầy, lớp ngoài rất dễ lột ra, tự bong ra. Thịt nấm có màu trắng, hơi phớt hồng, xốp, giòn, dễ gãy, phiên nấm màu trắng, hơi dính rộng. Cuống có màu trắng, sắc hồng, dài 2-7 cm, dày 0,5-1,5 cm, hình trụ hơi tròn ở bụng. Bụi bào tử màu kem. Bào tử hình cầu, có nhiều gai, màu vàng, có giọt dầu, kích thước 6-10 x 7-12 μm .	Hoại sinh ở cỏ nơi đất ẩm, xuất hiện vào cuối thu. Ở Việt Nam, gặp ở Ngọc Linh, tỉnh Quảng Nam những ngày đầu mùa mưa.	(Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019)

Loài nấm	Đặc điểm hình thái	Đặc điểm sinh thái	Tài liệu tham khảo
<i>R. paludosa</i>	Thể quả dạng phễu nông màu đỏ. Mũ lớn màu đỏ sẫm, sau khi phát triển thì chuyển sang màu da cam đến vàng, vỏ mũ dễ tách khỏi mô nấm, đường kính mũ 5-15cm. cuống mập cứng, màu hồng đến màu đỏ, kích thước 6-9 x 1-2,5cm. Mô nấm màu trắng, khi bị tổn thương hoặc già chuyển sang màu tro. Phiến nấm màu kem dài đều nhau. Liệt bào hình chuyef hoặc hình mũi mác trong suốt, đường kính 7,5-10,5 μ m. Bụi bào tử màu vàng nhạt, bào tử hình elip rộng, khi tụ lại thành đám có màu vàng nhạt. vỏ bào tử có các nếp nhăn, mấu lồi và mụn, kích thước bào tử 7,5-12 x 7-10,5 μ m.	Nấm thường mọc mọc rải rác hay đơn độc trên đất ẩm, hình thành rễ nấm ngoại dinh dưỡng với các cây lá kim và cây họ Dẻ, ở độ cao 1.100-1.280m tại Vườn Quốc gia Bạch Mã.	(Trần Thị Phú & Trịnh Tam Kiệt, 2019)
<i>R. rosea</i>	Mũ nấm khi còn non hình chuông, về sau thành dạng già bán cầu, cuối cùng trải thành dạng bán cầu dẹt, phẳng hay hơi trũng xuống. Mặt mũ nấm nhẵn, bóng, không có lông; khi thời tiết ẩm có thể hơi nhầy, dính, dễ tách ra khỏi nhóm thịt nấm. Mép mũ khi còn non hầu như phẳng, khi già mép gấp hơi rõ, ở giữa mũ nấm màu đỏ nâu tím, đường kính 5-9cm. Cuống nấm có màu trắng, hình trụ, hơi tròn ở gốc, xếp, dài 4-5cm. Thịt nấm màu trắng. Bào tử đám hình cầu, không màu, có vỏ gai, đường kính 1,5-3 μ m.	Mọc trên nền đất rừng, phân bố ở Lạng Sơn, Quảng Ninh, Vĩnh Phúc, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Thừa Thiên Huế, Đông Nam Bộ	(Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017)
<i>R. variata</i>	Mũ nấm khi non dạng chuông, khi trưởng thành dạng phễu điển hình, đường kính 5-8 cm, mặt trên màu tím nhạt đến tím. Khi non bề mặt phẳng nhẵn, khi già xuất hiện những đường nứt lớn ở trung tâm, mép mũ nguyên đều và sắc cạnh. Cuống nấm dạng tròn, hơi loe rộng ở phía trên, nhẵn, màu trắng ngà, xốp, rỗng giữa, đường kính 1,2-1,8 cm, cao 3-10 cm, thịt nấm màu trắng xốp, dày 1-2 mm. Bào tử dạng phiến rời, màu trắng, rộng 3-4 mm, xếp xít nhau. Bào tử đám hình cầu, vỏ có gai, đường kính 2-3 μ m.	Mọc trong rừng thông, thường tạo rễ nấm với thực vật bậc cao, mọc vào mùa mưa. Nấm được dùng làm thực phẩm rất giá trị	(Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017)
<i>R. vinosa</i>	Mũ lõm và có màu rượu vang đến nâu đỏ, thường chuyển sang màu trắng nhạt hoặc nâu rám nắng ở giữa theo tuổi. Các phiến nấm cách xa nhau có màu trắng và dính liền hoặc tự do. Cuống hình trụ và có màu trắng hoặc màu kem. Thịt giòn, nhẹ. Màu mũ đỏ của <i>R.</i>	Thường xuất hiện ở các khu rừng cây lá kim vào mùa hè và đầu mùa thu.	(Trịnh Tam Kiệt, 2012)

Loài nấm	Đặc điểm hình thái	Đặc điểm sinh thái	Tài liệu tham khảo
	<i>vinosa</i> gần như khó thể phân biệt bằng mắt thường với các loài <i>Russula</i> mũ đỏ độc hại khác như loài <i>R. sanguinaria</i> , <i>R. emetic</i> và <i>R. nobilis</i> .	Khi ăn <i>R. vinosa</i> có vị nhẹ	
<i>R. virescens</i>	Mũ nấm có đường kính từ 5-8 cm, có màu xanh lục nhạt với màu hơi nâu vàng ở giữa, bề mặt mũ khô. Mũ có dạng lồi khi còn non, khi già hơn thì phẳng ra hoặc cong lên tạo thành một chỗ trũng ở giữa. Viền mũ có khía, vỏ lột ngược lại từ mép mũ. Thân nấm cao 3-7cm, đường kính 2-3 cm, hình trụ, màu trắng, nõ dãn ở chân. Thịt nấm có màu trắng, dễ gãy khi cầm, thịt mỏng. Bào tử dạng phiến tự do với thân, màu trắng, mỏng và xếp xít nhau, dễ gãy.	Mọc rải rác chứ không mọc thành cụm. Xuất hiện trong rừng Thông ba lá ở đa số các lứa tuổi nhưng chỉ tìm thấy trong rừng có các loài cây Dẻ ở tầng dưới.	(Nguyễn Phương Đại Nguyên, 2017)

Phụ lục 3: Thành phần môi trường phân lập và nhân sinh khối nấm chèo

Thành phần	Môi trường					
	MMN ¹	PACH ²	FDA ³	Gamborg ⁴	Fries ⁵	PDA ⁶
Dinh dưỡng khoáng (mg/L; w/v)						
(NH ₄) ₂ HPO ₄	250					
NH ₄ Cl			500			
(NH ₄) ₂ SO ₄				1652		
C ₄ H ₁₂ N ₂ O ₆		500			1000	
KH ₂ PO ₄	500	1000	500	163	200	2
MgSO ₄ .7H ₂ O	150	500	500	246	100	1
CaCl ₂ .2H ₂ O	50	50		147	26	
NaCl	25				20	
Fe EDTA	20	20				
FeSO ₄ . 7H ₂ O				28	1	
H ₃ BO ₃		2,8		3,1		
MnCl ₂ .2H ₂ O		3,0				
MnSO ₄ H ₂ O				10,1	0,81	
ZnSO ₄ .7H ₂ O		2,3		2,0	0,88	
CuCl ₂ .2H ₂ O		0,63				
CuSO ₄				3,0		
Na ₂ Mo ₄ . 2H ₂ O		0,27		2,0		
CoCl ₂ 6H ₂ O				0,025		
KI				0,75		
Nguồn carbohydrate (g/L; w/v)						
Maltose		5				
Glucose	10	20	20		4	20
Malt extract	3		5		1	
Dextrose				5		
Vitamin (µg/L)						
Thiamine HCl	0,1	0,1				
Agar (g/L)			8,0 - 15,0			20

Phụ lục 4: Trình tự của các mẫu nấm

> BG1 ITS

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTTGGTCAGGGAAAAGGATT
 TTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAAT
 GAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTTG
 GATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGGT
 GCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGAAGGCTGAGCCCACACAAAACCTTGAC
 CTCAAATCGGGTGAGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG
 AACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAA
 AATCTGGTGGCCTTTGGCCATCCGAGTTGTAATTTAGAGAAGCGTCTTCCGCGCTGG
 ACCATGCACAAGTCTCCTGGAATGGAGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGG
 CATGGACACACCAGGGCTTTTGTGATGCGCTCTCGAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAAT
 GCAGCTCAAAATGGGTGGTGAACCTCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGAT
 AGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGCACTTTGGAAAGAGAGTGAAACAG
 TACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCGACCGAGACTCAG
 CTTGCTCGGCTTGGTGTACTTCTCGGCTTGACGGGTCAGCATCAATTTTGCCCCCT
 TGGATAATGGTGAGGGAAATGTGACACCTTTACGGTGTGTTATAGTCTCTCGTCGCA
 TGCAAGGGTTGGGATTGAGGAACTCAGCACGCACC

> CB2 ITS

GGGTCGTGCACGCTCGAACACGCTCTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCA
 CCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGAGGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGT
 GTAGGATGTATTTTCCATTTGCGGACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGA
 TCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATT
 GCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCG
 AGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTGTGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTCCCTTTGA

ACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGATTTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCAC
 CTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAATGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGA
 CGTGATAAGATGTTTCTACGTTTTGGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCT
 AATCGTCCCTTGGGACGTTGATGGTGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAG
 GCTGAGCCACACAAAACCC

> TT9

TCTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGG
 AGGGCTTGTGTTTTACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCATTTGCG
 GACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGA
 AGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAA
 TCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTC
 GTGAAATCATCAAAAACCTTTTTTCCCCTTTGAACCTTTCTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCACACAAAACCCCTTGA
 CCTCAAATCGGGTGAGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAA
 GAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTA
 AAATCTGGTGGCCTTTGGCCATCCGAGTTGTAATTTAGAGAAGCGTCTTCCGCGCTG
 GACCATGCACAAGTCTCCTGGAATGGAGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTG
 GCATGGACACACCAGGGCTTTTGTGATGCGCTCTCGAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAA
 TGCAGCTCAAATGGGTGGTGAACCTCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGA
 TAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGCACTTTGGAAAGAGAGTGAAACA
 GTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCGACCGAGACTCA
 GCCTTGCCTCGGCTTGGTGTACTTCTCGGCTTGACGGGTCAGCATCAATTTTGCCCC
 TTGGATAATGGTGAGGGAAATGTGACACCTTTACGGTGTGTTATAGTCTCTCGTCGC
 ATGCAAGGGTTGGGATTGAGGAACTCAGCACGCACCTTCGGGTGTCGGGGCTTTGCC

> QN7 ITS

TGCGGAAGGACATTATCGTGCAACCGAGGTGCAAGGGCTGTCGCTGACCTTTTA
 AGGGTCGTGCACGCTCGAACACACTCTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACC

GCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGAGGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGT
 AGGATGTATTTTCCATTTGCGGACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATC
 TCTTGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGC
 AGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAG
 GGGCACACCCGTTTGAGTGTCGTGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTTCCCTTTGAA
 CCTTTTTGGTCAGGGAAAGGGATTTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACC
 TTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAATGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGAC
 GTGATAAGATGTTTCTACGTTTTGGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTA
 ATCGTCCCTTGGGACGTTGATGGTGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGG
 CTGAGCCACACAAAACCC

> QN8 ITS

GCGGAAGGATCATTATCGTGCAACCGAGGTGCAAGGGCTGTCGCTGACCTTTTA
 AGGGTCGTGCACGCTCGAACACACTCTCACATCCATCTCACCTTTTGTGCATCACC
 GCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGAGGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGT
 AGGATGTATTTTCCATTTGCGGACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATC
 TCTTGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGC
 AGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAG
 GGGCACACCCGTTTGAGTGTCGTGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAAAC
 TTTTTGGGCACGGAAAAAGATTTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACCTT
 TGAAAGCGAGCTCCTCTCAAATGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGT
 GATAAGATGTTTCTACGTTTTGGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAAT
 CGTCCCTTGGGACGTTGATGGTGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCT
 GAGCCACACAAAACCC

> QN11 ITS

CTCACATCCATCTCACCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT

TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN19 ITS

GGCCTTTGAAAGGTGTTGTGCACGCTTAAGCCCTCTTAAACATCCATTTTACCC
 CTTTGTGCATCACCGCGTGAGTCCACTTTATAAAGAGGGCTTGCGTTTTTACATAAA
 ACTTTGTATAGTATAGAATGTTATCTTTTTTTTTTTTTTTTGCAATTATATGCAATC
 AATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAA
 ATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
 CTTGCGCCCCCTTGGCATTCCGAGGGGACACCCGTTTGAGTGTCGTGAAATTCTCAA
 AAACCTCTTCTTTAATAAGAAAAGGAATTTTTGGACTTGGAGGTTTGATGCTTGCTT
 TTATCTTAAAAGGCAAGCTCCTCTAAAATAGATTAGTAGGATCTGCTTTGCTGATTC
 TTAATGTGATAAGATGCTTCTACATTTTGAATTTGGCACTGTCTTTTGGATGCCTGC
 TTCTAACTGTCTTTATTAGACAATGATGGTGTCTTTGGTCACTGCTATTTATATTGG
 CAAGAGGCTAGACCCACATAAAAGAAAAAAC

> QN20 ITS

GCCGAGGCTGGCGCTAATATTTTTTGTGCACGCCTCGGTGCTCTCTCATAATCC
 ATCTCACACCCTTTTGTGCATCACGGCGTGGGCACCCTCTTTTAGAGAGTGTTTGCG
 CTTTTACACACACCCACCGCATGTGTAGAATGTCTTACTATCTGCGATAACACGCAA
 TCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCG
 AAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC
 ACCTTGCGCCCCCTTGAATTCCGAGGGGACACCCGTTTGAGTGTCGTGAACATCCT
 TCAACCTTTCTTAGTTTCTCGACTAAGAAAGGCTTGGACTTTGGAGGTTTTTCATTG
 CTGGCCTCTCTTGAAGCCAGCTCCTCCTAAATGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCCGA
 TCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTCTTGGGTTTCGCACTGTCGCTTTAGACCT
 TGCTTCTAACCATGTTG

> QN22 ITS

CTCACATCCATCTCACCCTTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG

ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN29 ITS

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN50 ITS

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> BG1 LSU

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCACACAAAAC

> CB2 LSU

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCACACAAAAC

> QN7 LSU

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA

TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN8 LSU

CTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN11 LSU

CTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTCACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN19 LSU

CTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT

CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN20 LSU

CTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN22 LSU

CTCACATCCATCTCACCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN29 LSU

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> QN50 LSU

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA
 TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

> Nấm xộp đỏ ITS

CTCACATCCATCTCACCCCTTTTGTGCATCACCGCGCGGGCCCTCCTTTGCAGGA
 GGGCTTGTGTTTTTCACATAAACTCGATACTGTGTAGGATGTATTTTCCATTTGCGG
 ACACACGCAATCAATACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAA
 GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACCTTGCGCCCCCTTGGCACTCCGAGGGGCACACCCGTTTGAGTGTCTG
 TGAAATCATCAAAAACCTTTTTTTTTCCCTTTGAACCTTTTTTGGTCAGGGAAAAGGAT
 TTTTGGACTTGGAGGTCCCATGCTTGCTTTACCTTTGAAAGCGAGCTCCTCTCAAA

TGAATTAGTGGGGTCTGCTTTGCTGATCCTTGACGTGATAAGATGTTTCTACGTTTT
 GGATTTAGCACTGTCCATTGGACACCTGCTCCTAATCGTCCCTTGGGACGTTGATGG
 TGCTTCGGTCACCGCCATCTACGTTGGTGGGAAGGCTGAGCCCACACAAAAC

Phụ lục 5: Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng

GenStat Release 12.1 (PC/Windows Vista) 20 August 2023 21:26:39

Copyright 2009, VSN International Ltd.

Registered to: The NULL Corporation

Analysis of variance

Variate: Protein

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	353.073	39.230	5.31	<.001
Residual	30	221.566	7.386		
Total	39	574.639			

Tables of means

Variate: Protein

Grand mean 24.01

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	18.32	20.15	23.25	23.25	26.54	25.15	23.33

Sample	QN50	QN7	QN8
	26.57	29.00	24.51

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	3.925

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
BG1	18.32	a
CB2	20.15	ab
QN11	23.25	bc
QN19	23.25	bc
QN29	23.33	bc
QN8	24.51	c
QN22	25.15	cd
QN20	26.54	cd
QN50	26.57	cd
QN7	29.00	d

Analysis of variance

Variate: Fat

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	3.53331	0.39259	9.80	<.001
Residual	30	1.20165	0.04005		
Total	39	4.73496			

Tables of means

Variate: Fat

Grand mean 1.46

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	2.04	1.45	1.63	1.48	1.38	0.80	1.67
Sample	QN50	QN7	QN8				

1.36 1.36 1.47

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	0.289

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN22	0.797	a
QN50	1.362	b
QN7	1.363	b
QN20	1.377	b
CB2	1.445	b
QN8	1.465	b
QN19	1.478	b
QN11	1.632	b
QN29	1.675	b
BG1	2.045	c

Analysis of variance

Variate: Ash

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	0.071053	0.007895	1.25	0.306
Residual	30	0.190225	0.006341		
Total	39	0.261278			

Tables of means

Variate: Ash

Grand mean 0.99

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	1.01	1.03	1.00	1.00	1.01	0.89	0.96

Sample	QN50	QN7	QN8
	0.97	1.06	0.97

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	0.115

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN22	0.8925	a
QN29	0.9575	ab
QN50	0.9725	ab
QN8	0.9750	ab
QN11	0.9975	ab
QN19	0.9975	ab
QN20	1.0050	ab
BG1	1.0075	ab
CB2	1.0325	b
QN7	1.0550	b

Analysis of variance

Variate: Fiber

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	88.159	9.795	4.93	<.001
Residual	30	59.620	1.987		
Total	39	147.779			

Tables of means

Variate: Fiber

Grand mean 11.29

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	10.21	10.86	12.30	10.40	9.98	13.40	11.90
Sample	QN50	QN7	QN8				
	13.70	8.73	11.40				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	2.036

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN7	8.73	a
QN20	9.98	ab
BG1	10.21	abc
QN19	10.40	abc
CB2	10.86	abc

QN8	11.40	bcd
QN29	11.90	bcde
QN11	12.30	cde
QN22	13.40	de
QN50	13.70	e

Analysis of variance

Variate: Carbohydrate

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	363.09	40.34	3.45	0.005
Residual	30	350.57	11.69		
Total	39	713.66			

Tables of means

Variate: Carbohydrate

Grand mean 62.38

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	68.40	66.50	61.81	63.85	61.09	61.09	62.13
Sample	QN50	QN7	QN8				
	57.40	59.88	61.64				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	4.937

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN50	57.40	a
QN7	59.88	ab
QN20	61.09	abc
QN22	61.09	abc
QN8	61.64	abc
QN11	61.81	abc
QN29	62.13	abc
QN19	63.85	bcd
CB2	66.50	cd
BG1	68.40	d

Analysis of variance

Variate: VitaminC

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	189.562	21.062	4.26	0.001
Residual	30	148.337	4.945		
Total	39	337.899			

Tables of means

Variate: VitaminC

Grand mean 21.58

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	18.68	21.66	21.71	19.47	22.41	22.49	18.25
Sample	QN50	QN7	QN8				
	26.06	22.68	22.37				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	3.211

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN29	18.25	a
BG1	18.68	a
QN19	19.47	ab
CB2	21.66	ab
QN11	21.71	ab
QN8	22.37	b
QN20	22.41	b
QN22	22.49	b
QN7	22.68	b
QN50	26.06	c

GenStat Release 12.1 (PC/Windows Vista) 21 August 2023 09:15:34

Copyright 2009, VSN International Ltd.

Registered to: The NULL Corporation

Analysis of variance

Variate: Ca

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	2899675.	322186.	56.77	<.001
Residual	30	170256.	5675.		
Total	39	3069930.			

Tables of means

Variate: Ca

Grand mean 830.

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	889.	811.	613.	686.	691.	1010.	621.
Sample	QN50	QN7	QN8				
	1530.	874.	574.				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	108.8

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN8	573.5	a
QN11	613.2	a
QN29	621.1	a
QN19	685.5	a
QN20	691.0	a
CB2	811.1	b
QN7	874.5	b
BG1	889.2	b
QN22	1010.0	c
QN50	1530.1	d

Analysis of variance

Variate: Cu

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	451.85	50.21	4.95	<.001
Residual	30	304.27	10.14		
Total	39	756.11			

Tables of means

Variate: Cu

Grand mean 36.82

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	39.38	35.33	37.92	38.86	32.80	34.22	35.95
Sample	QN50	QN7	QN8				
	31.02	41.67	41.06				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	4.599

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN50	31.02	a
QN20	32.80	a
QN22	34.22	ab
CB2	35.33	ab
QN29	35.95	ab
QN11	37.92	bc
QN19	38.86	bc
BG1	39.38	bc
QN8	41.06	c
QN7	41.67	c

Analysis of variance

Variate: Fe

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	1204356.	133817.	73.09	<.001
Residual	30	54926.	1831.		
Total	39	1259281.			

Tables of means

Variate: Fe

Grand mean 431.6

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	400.2	310.2	440.4	453.4	143.2	402.0	836.5

Sample	QN50	QN7	QN8
	298.8	465.6	566.0

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	61.79

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN20	143.2	a
QN50	298.8	b
CB2	310.2	b
BG1	400.2	c
QN22	402.0	c
QN11	440.4	c
QN19	453.4	c
QN7	465.6	c
QN8	566.0	d
QN29	836.5	e

Analysis of variance

Variate: Mg

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
---------------------	------	------	------	------	-------

Sample	9	318584.	35398.	8.36	<.001
Residual	30	126967.	4232.		
Total	39	445551.			

Tables of means

Variate: Mg

Grand mean 443.

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	364.	360.	636.	552.	350.	410.	452.
Sample	QN50	QN7	QN8				
	369.	447.	489.				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	93.9

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN20	350.4	a
CB2	360.1	a
BG1	364.0	a
QN50	369.3	a
QN22	409.5	ab
QN7	447.4	ab
QN29	451.9	ab
QN8	489.4	bc

QN19 552.1 cd
 QN11 636.0 d

Analysis of variance

Variate: Mn

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	258.009	28.668	18.83	<.001
Residual	30	45.681	1.523		
Total	39	303.689			

Tables of means

Variate: Mn

Grand mean 11.99

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	11.45	11.13	12.57	12.61	6.91	17.57	11.23
Sample	QN50	QN7	QN8				
	10.62	13.82	12.03				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	1.782

Duncan's multiple range test

Sample

Mean

QN20	6.91	a
QN50	10.62	b
CB2	11.13	b
QN29	11.23	b
BG1	11.45	b
QN8	12.03	bc
QN11	12.57	bc
QN19	12.61	bc
QN7	13.82	c
QN22	17.57	d

Analysis of variance

Variate: Na

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	175248.3	19472.0	20.32	<.001
Residual	30	28747.3	958.2		
Total	39	203995.6			

Tables of means

Variate: Na

Grand mean 382.1

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	357.8	368.2	342.6	345.5	405.9	322.8	462.0
Sample	QN50	QN7	QN8				
	384.1	533.1	299.3				

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4

d.f.	30
l.s.d.	44.70

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN8	299.3	a
QN22	322.8	ab
QN11	342.6	abc
QN19	345.5	abc
BG1	357.8	bcd
CB2	368.2	bcd
QN50	384.1	cd
QN20	405.9	d
QN29	462.0	e
QN7	533.1	f

Analysis of variance

Variate: P

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	1684333.	187148.	3.79	0.003
Residual	30	1481837.	49395.		
Total	39	3166170.			

Tables of means

Variate: P

Grand mean 3064.

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	3333.	2934.	3086.	3124.	2631.	3249.	3296.

Sample	QN50	QN7	QN8
	2837.	3093.	3057.

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	321.0

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN20	2631	a
QN50	2837	ab
CB2	2934	abc
QN8	3057	bcd
QN11	3086	bcd
QN7	3093	bcd
QN19	3124	bcd
QN22	3249	cd
QN29	3296	cd
BG1	3333	d

Analysis of variance

Variate: Zn

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Sample	9	2940.63	326.74	11.06	<.001
Residual	30	886.21	29.54		
Total	39	3826.84			

Tables of means

Variate: Zn

Grand mean 72.62

Sample	BG1	CB2	QN11	QN19	QN20	QN22	QN29
	72.33	70.30	77.76	75.16	68.97	60.09	69.95

Sample	QN50	QN7	QN8
	62.52	76.41	92.69

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sample
rep.	4
d.f.	30
l.s.d.	7.849

Duncan's multiple range test

Sample

	Mean	
QN22	60.09	a
QN50	62.52	ab
QN20	68.97	bc
QN29	69.95	bc
CB2	70.30	bc
BG1	72.33	c
QN19	75.16	c
QN7	76.41	c
QN11	77.76	c
QN8	92.69	d

Phụ lục 6. Một số mẫu phiếu điều tra phỏng vấn

MẪU PHIẾU KHẢO SÁT TÌNH HÌNH THU HÁI NẤM ĂN CHI *Russula*

(Dành cho người thu hái nấm)

Ngày phỏng vấn:.....
 Địa điểm:.....
 Người trả lời phỏng vấn.....
 Tuổi:..... Giới tính:..... Nghề nghiệp:..... Dân tộc:.....
 Tên loài nấm ăn thu hái.....
 Mô tả đặc điểm loài nấm ăn:.....
 Khu vực thường xuất hiện nấm:.....
 Loại rừng: Loài cây chủ:.....
 Vị trí mọc (sát gốc cây, dưới tán...):

STT	Câu hỏi	Trả lời
1	Mùa thu hái chính là khi nào?	
2	Tháng thu hái chính?	
3	Thời gian thu hái trong ngày?	
4	Bảo quản nấm sau khi thu hái như thế nào?	
5	Mục đích thu hái nấm là để ăn hay để bán?..	
6	Khối lượng nấm hái được trung bình bao nhiêu?...	
7	Thu nhập từ việc thu hái nấm phục vụ mục đích?	
8	Kinh nghiệm nhận biết nấm ăn được để thu hái?	
9	Truyền kinh nghiệm thu hái nấm ăn cho ai?	

MẪU PHIẾU KHẢO SÁT ĐIỀU TRA THỊ TRƯỜNG NẤM CHÈO
(Dành cho người buôn bán nấm)

Ngày phỏng vấn:.....

Địa chỉ:.....

Người trả lời phỏng vấn/nơi công tác:

Tuổi:..... Giới tính:..... Nghề nghiệp:..... Dân tộc:.....

Stt	Câu hỏi	Trả lời	Ghi chú
1	Buôn bán ở dạng tươi/khô? - Nấm tươi <i>Nấm non, vừa,</i> <i>Nấm già, nứt, gãy</i> - Nấm khô <i>Loại 1</i> <i>Loại 2</i> - Khác		
2	Mục đích: - Để làm thực phẩm? <i>Trong nước (trong, ngoài tỉnh)</i> <i>Xuất khẩu</i> - Làm thuốc? <i>Trong nước</i> <i>Xuất khẩu</i> - Bán (trong nước, xuất khẩu)? - Khác		
3	Phân loại sản phẩm? - Kích thước của nấm? - Chất lượng? - Màu sắc? - Giai đoạn phát triển? - Khác		
4	Nguồn thu mua? - Từ người dân hái từ rừng - Khác (chi tiết nguồn?)		
5	Giá bán? - Loại 1 - Loại 2		

Bán nấm ở dạng tươi/khô?.....

MẪU PHIẾU KHẢO SÁT THỊ TRƯỜNG NẤM CHỆO

(Dành cho cán bộ quản lý rừng)

Ngày khảo sát:.....

Người trả lời phỏng vấn/đơn vị:.....

Địa chỉ:.....

STT	Câu hỏi	Trả lời
1	Điều kiện để người dân được vào rừng thu hái nấm?	
2	Quản lý người dân vào rừng hái nấm tự nhiên thế nào?	
3	Có khuyến nghị nào dành cho người thu hái không?	
4	Người thu hái có những khó khăn nào?	
5	Có khuyến cáo nào về đặc điểm nấm thu hái, thời điểm thu hái?	
6	Yêu cầu báo cáo kết quả thu hái cho người quản lý rừng là gì?	
7	Có hướng dẫn kỹ thuật thu hái nấm cho người hái nấm không?	
8	Ước tính sản lượng nấm thu hoạch được (nấm tươi/ khô?	

MẪU PHIẾU KHẢO SÁT THỊ TRƯỜNG NẤM CHỆO

(Dành cho các sở ban ngành địa phương)

Ngày phỏng vấn:

Người trả lời phỏng vấn/Người tổ chức:.....

Địa chỉ:.....

Stt	Câu hỏi	Trả lời
1	Chính sách phát triển lâm sản ngoài gỗ?	
2	Chính sách hỗ trợ tái sinh tự nhiên của nấm chèo?	
3	Chính sách hỗ trợ nghiên cứu kỹ thuật canh tác nấm chèo?	
4	Chính sách hỗ trợ chế biến nấm chèo?	
5	Chính sách phát triển nấm chèo thành sản phẩm đặc sản?	
6	Chính sách đối với xuất khẩu nấm chèo?	

PHIẾU ĐIỀU TRA NẤM

Ngày lấy mẫu:Số ô tiêu chuẩnSố tuyến:.....
 Diện tích ô tiêu chuẩn:.....
 Địa điểm thu mẫu:.....
 Số hiệu mẫu:.....Số hiệu theo danh mục:.....
 Tên nấm: Tên Việt Nam:.....
 Tên khoa học:.....
 Nơi lấy mẫu: Địa hình:Độ cao:
 Hướng dốc:..... Độ dốc:.....
 Cách mọc:
 Vị trí mọc trên cây chủ:.....
 Mọc trong, bìa hay ngoài rừng:.....
 Loài cây chủ:.....
 Số lượng các thể quả nấm:.....
 Kiểu rừng:.....
 Loài cây cao:.....Hvn.....D_{1.3}.....Độ tàn che :.....%
 Cự ly cây:.....Cự ly hàng:.....Mật độ cây:
 Cây tầng dưới: Loài cây:.....Chiều cao Hvn:.....
 Độ che phủ :.....%
 Loại đất:.....
 Tình hình vệ sinh rừng:.....
 Độ ẩm và không khí: