

**UBND TỈNH THANH HÓA**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC**

**LÊ HÙNG TIẾN**

**NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT THÂM CANH CÂY CÀ GAI LEO  
(*Solanum hainanense* Hance) TRÊN ĐẤT ĐỎI  
TỈNH THANH HÓA**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP**

**Thanh Hóa - 2022**

**UBND TỈNH THANH HÓA**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC**

**LÊ HÙNG TIẾN**

**NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT THÂM CANH CÂY CÀ GAI LEO**

**(*Solanum hainanense* Hance) TRÊN ĐẤT ĐỒI**

**TỈNH THANH HÓA**

**Chuyên ngành: Khoa học Cây trồng**

**Mã số: 9620110**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**1. TS. Trần Công Hạnh**

**2. TS. Nguyễn Bá Hoạt**

**Thanh Hóa – 2022**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Kết quả nghiên cứu nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Các thông tin trích dẫn đều được chỉ rõ nguồn gốc.

**Tác giả luận án**

**Lê Hùng Tiến**

## LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện đề tài và hoàn thành luận án, tác giả luận án xin chân thành bày tỏ lòng biết ơn Ban giám hiệu, Phòng sau Đại học, Khoa Nông Lâm Ngư Nghiệp - Trường Đại học Hồng Đức và Viện Dược liệu đã luôn động viên, giúp đỡ, tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận án. Tôi xin trân trọng cảm ơn tới những quan tâm giúp đỡ quý báu đó.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới 2 thầy hướng dẫn khoa học:

1. TS. Trần Công Hạnh – Trường Đại học Hồng Đức
2. TS. Nguyễn Bá Hoạt

Hai thầy đã tận tình hướng dẫn tôi thực hiện đề tài và giúp đỡ tôi hoàn thành luận án.

Xin chân thành cảm ơn tất cả các nhà khoa học đã góp ý và tạo điều kiện cho việc hoàn thiện luận án.

Cuối cùng, xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với gia đình, bố mẹ, anh em, vợ, các con và bạn bè đồng nghiệp đã luôn động viên, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Thanh Hóa, tháng 11 năm 2022

**Tác giả luận án**

**Lê Hùng Tiến**

## MỤC LỤC

<b>TT</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Trang</b>
	Lời cam đoan	i
	Mục lục	iii
	Danh mục chữ viết tắt	x
	Danh mục các bảng	xii
	Danh mục các hình	xvi
	<b>MỞ ĐẦU</b>	1
1	Tính cấp thiết của đề tài	1
2	Mục tiêu của đề tài	3
2.1	Mục tiêu chung	3
2.2	Mục tiêu cụ thể	3
3	Giới hạn nghiên cứu	4
4	Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	4
4.1	Ý nghĩa khoa học	4
4.2	Ý nghĩa thực tiễn	5
5	Những đóng góp mới của luận án	5
	<b>Chương 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU</b>	6
1.1	Cơ sở khoa học trồng cây dược liệu	6
1.1.1	Vị trí, vai trò của cây dược liệu trong y học	6
1.1.1.1	Trên thế giới	6
1.1.1.2	Ở Việt Nam	7
1.1.2	Thành phần hoá học của cây dược liệu	8
1.1.2.1	Polyphenols	8
1.1.2.2	Alcaloids	9
1.1.2.3	Glycoside	9
1.1.2.4	Terpenes	9

1.1.3	Những thuận lợi và khó khăn trong việc trồng trọt cây dược liệu	10
1.2	Thực hành tốt nuôi trồng và thu hái dược liệu theo GACP-WHO	14
1.2.1	Sự cần thiết áp dụng GACP - WHO	14
1.2.2	Thực hành tốt nuôi trồng và thu hái dược liệu tự nhiên theo GACP -WHO ở Việt Nam	15
1.3	Cơ sở khoa học một số biện pháp kỹ thuật thâm canh cây dược liệu	16
1.3.1	Cơ sở khoa học nhân giống vô tính cây dược liệu bằng giâm cành	16
1.3.1.1	Vai trò của auxin trong nhân giống vô tính bằng giâm cành	16
1.3.1.2	Các yếu tố có ảnh hưởng đến nhân giống vô tính bằng giâm cành	18
1.3.1.3	Một số kết quả nghiên cứu về giâm cành cây dược liệu	19
1.3.2	Cơ sở khoa học xác định thời vụ và mật độ trồng cây dược liệu	21
1.3.3	Cơ sở khoa học bón phân cho cây dược liệu	24
1.3.3.1	Vai trò của đạm, lân, kali đối với cây dược liệu	24
1.3.3.2	Vai trò của việc bón phối hợp phân vô cơ, phân hữu cơ, phân vi sinh, phân sinh học trong sản xuất cây dược liệu	26
1.3.3.3	Vai trò của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt	29
1.4	Tổng quan về cây cà gai leo	31
1.4.1	Nguồn gốc, phân loại, đặc điểm thực vật học cây cà gai leo	31
1.4.2	Nhu cầu sinh thái của cây cà gai leo	32
1.4.3	Thành phần hoá học và tác dụng dược lý của cà gai leo	33
1.4.4	Tình hình nghiên cứu về kỹ thuật sản xuất cây cà gai leo	34
1.4.5	Quy trình kỹ thuật sản xuất cà gai leo	37
1.5	Nhận xét rút ra từ tổng quan	38
	<b>Chương 2. VẬT LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU</b>	41
2.1	Vật liệu nghiên cứu	41
2.2	Nội dung nghiên cứu	42

2.3	Thời gian, địa điểm nghiên cứu	42
2.4	Phương pháp nghiên cứu	43
2.4.1	Phương pháp điều tra điều kiện khí hậu, đất đai, tình hình sản xuất cà gai leo khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hoá.	43
2.4.1.1	Thu thập thông tin thứ cấp	43
2.4.1.2	Thu thập thông tin sơ cấp	43
2.4.2	Phương pháp bố trí thí nghiệm	43
2.4.2.1	Thí nghiệm 1. Ảnh hưởng của auxin (IAA, IBA và NAA) đến sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm cà gai leo.	43
2.4.2.2	Thí nghiệm 2. Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.	45
2.4.2.3	Thí nghiệm 3. Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả bón phân cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	47
2.4.2.4	Thí nghiệm 4: Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.	49
2.4.2.5	Thí nghiệm 5. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.	51
2.4.3	Phương pháp xây dựng mô hình	53
2.4.4	Phương pháp theo dõi và xác định các chỉ tiêu nghiên cứu	55

2.4.4.1	Các chỉ tiêu về bật chồi, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm	55
2.4.4.2	Các chỉ tiêu về sinh trưởng, phát triển của cà gai leo	55
2.4.4.3	Các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid.	56
2.4.4.4	Các chỉ tiêu về hiệu quả bón phân	57
2.4.4.5	Các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất	57
2.4.5	Phương pháp lấy mẫu và phân tích đất, nước	58
2.4.6	Xử lý số liệu	58
	<b>Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN</b>	<b>59</b>
3.1	Điều kiện khí hậu, đất đai và tình hình sản xuất cà gai leo khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hóa	59
3.1.1	Điều kiện khí hậu, đất đai	59
3.1.1.1	Khí hậu	59
3.1.1.2	Đất đai	60
3.1.1.3	Đặc điểm loại đất nâu đỏ (Fd) tại huyện Ngọc Lặc	62
3.1.2	Tình hình sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	63
3.1.2.1	Qui mô diện tích, năng suất, tiêu thụ sản phẩm	63
3.1.2.2	Kỹ thuật sản xuất cà gai leo	65
3.1.2.3	Thuận lợi, khó khăn và nhu cầu phát triển sản xuất cà gai leo	70
3.1.3	Chất lượng đất, nguồn nước tưới tại địa điểm nghiên cứu	71
3.1.4	Thảo luận	73
3.2	Một số biện pháp kỹ thuật thâm canh (nhân giống, trồng) cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	75
3.2.1	Ảnh hưởng của auxin (IAA, IBA và NAA) đến sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm cà gai leo	75
3.2.1.1	Tỷ lệ bật chồi và sự phát triển rễ	75
3.2.1.2	Sinh trưởng của chồi giâm	77



3.2.1.3	Thảo luận	78
3.2.2	Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	81
3.2.2.1	Sinh trưởng, phát triển	81
3.2.2.2	Năng suất, chất lượng dược liệu	90
3.2.2.3	Hiệu quả sản xuất	105
3.2.2.4	Thảo luận	107
3.2.3	Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả bón phân cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	111
3.2.3.1	Sinh trưởng, phát triển	112
3.2.3.2	Năng suất, chất lượng dược liệu	115
3.2.3.3	Hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón phân	118
3.2.3.4	Lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế	120
3.2.3.5	Thảo luận	123
3.2.4	Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	125
3.2.4.1	Sinh trưởng, phát triển	125
3.2.4.2	Năng suất, chất lượng dược liệu	129
3.2.4.3	Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	133
3.2.4.4	Thảo luận	134

3.2.5	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.	136
3.2.5.1	Sinh trưởng, phát triển	136
3.2.5.2	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.	139
3.2.5.3	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa	143
3.2.5.4	Thảo luận	144
3.3	Kết quả xây dựng mô hình ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.	145
	KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	148
1	Kết luận	148
2	Đề nghị	149
	DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	150
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	151
	PHỤ LỤC	168

## DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

BCR	Tỷ suất chi phí đầu tư (Benefit Cost Ratio)
CRL	Chiều rộng luống
CRL	Chiều rộng luống
CRL x KCT	Tương tác giữa chiều rộng luống và khoảng cách trồng
cs	Cộng sự
CT	Công thức
CV%	Sai số thí nghiệm
ĐC	Đôi chứng
dt	Dẫn theo
GACP – WHO	Thực hành tốt trồng trọt và thu hái dược liệu theo hướng dẫn của Tổ chức Y tế Thế giới (Good Agricultural and Collection Practices – World Health Organization)
IAA	Indole acetic acid
IBA	Indole-3-butyric acid
K <sub>2</sub> O	Kali
KCT	Khoảng cách trồng
LBQT	Lượng bón theo qui trình của Viện Dược liệu
LNL	Lần nhắc lại
LSD <sub>0,05</sub>	Giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%
MBCR	Tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên (Marginal Benefit Cost Ratio)
N	Đạm
NAA	Naphthalene acetic acid
NPK	Lượng phân khoáng tính theo N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Lân
PPTNG	Phương pháp tưới nhỏ giọt
PPTT	Phương pháp truyền thống

TVT	Thời vụ trồng
TVT x CRL	Tương tác giữa thời vụ và chiều rộng luống
TVT x CRL x KCT	Tương tác giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng
TVT x KCT	Tương tác giữa thời vụ và khoảng cách trồng
VCR	Tỷ suất lợi nhuận bón phân (Value Cost Raito)

## DANH MỤC BẢNG

<b>TT</b>	<b>Tên bảng</b>	<b>Trang</b>
3.1	Bảng phân loại đất vùng đồi tỉnh Thanh Hóa	61
3.2	Kết quả điều tra diện tích, năng suất, thu nhập của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015-2017)	64
3.3	Kết quả điều tra giống, thời vụ, mật độ của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015 - 2017)	66
3.4	Kết quả điều tra phân bón của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015-2017)	67
3.5	Kết quả điều tra tưới nước của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy, tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015-2017)	68
3.6	Kết quả phân tích các chỉ tiêu nông hóa, hàm lượng kim loại nặng, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong đất và nước tưới tại địa điểm nghiên cứu, xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa	72
3.7	Ảnh hưởng của indole acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA) và naphthalene acetic acid (NAA) đến tỷ lệ bật chồi, số lượng rễ, chiều dài rễ, khối lượng rễ chồi giâm cà gai leo	76
3.8	Ảnh hưởng của auxin (IAA, IBA, NAA) đến chiều dài chồi, đường kính chồi, số đôi lá của chồi giâm cà gai leo	78
3.9	Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến tỷ lệ cây sống sau trồng và thời gian sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 - 2019	82

3.10	Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 – 2019	84
3.11	Ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 khi thu hoạch của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 - 2019	85
3.12	Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 - 2019	87
3.13	Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 – 2019	90
3.14	Ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 – 2019	91
3.15	Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố thời vụ trồng x chiều rộng luống, thời vụ trồng x khoảng cách trồng, chiều rộng luống x khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 -2019	96
3.16	Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 – 2019	103

3.17	Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 -2019	106
3.18	Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018	112
3.19	Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến động thái tăng trưởng chiều cao, số cành cấp 1, đường kính gốc qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018	114
3.20	Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến năng suất, hàm lượng glycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018	116
3.21	Hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón đạm, lân, kali cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018	119
3.22	Lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế đối với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018	122
3.23	Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến thời gian sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 – 2020	126
3.24	Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020	128
3.25	Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu,	129

	hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020	
3.26	Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020	133
3.27	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến thời gian sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020	137
3.28	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020	138
3.29	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020	140
3.30	Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020	143
3.31	Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật mô hình thực nghiệm ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2020 - 2021	146



## DANH MỤC HÌNH

<b>TT</b>	<b>Tên hình</b>	<b>Trang</b>
1.1	Các giai đoạn chuyển từ thu hái dược liệu tự nhiên sang trồng trọt	13
3.1	Diễn biến các yếu tố khí hậu khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hoá 2018 – 2021	59
3.2	Tương quan giữa lượng bón N và năng suất dược liệu cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018	120
3.3	Tương quan giữa lượng bón N và năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017- 2018	120
3.4	Tương quan giữa lượng bón P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> và năng suất dược liệu cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018	121
3.5	Tương quan giữa lượng bón P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> và năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017- 2018	121
3.6	Tương quan giữa lượng bón K <sub>2</sub> O và năng suất dược liệu cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017- 2018	121
3.7	Tương quan giữa lượng bón K <sub>2</sub> O và năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018	121

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Cà gai leo *Solanum hainanense* Hance (*Solanum procumbens* Lour.) thuộc họ cà (Solanaceae) là cây dược liệu nguồn gốc hoang dại, có trong Dược điển Việt Nam [Bộ Y tế, 2018]. Trên thế giới, cà gai leo phân bố chủ yếu ở khu vực nhiệt đới và á nhiệt đới [Zhang Zhi-yun et al, 1994]. Ở Việt Nam, cà gai leo phân bố rải rác từ vùng đồng bằng ven biển đến trung du và vùng núi thấp, trong đó nhiều nhất là các tỉnh Thái Bình, Hà Nam, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh [Võ Văn Chi, 2018], [Đỗ Tất Lợi, 2015], [Viện Dược liệu, 2022]. Các kết quả nghiên cứu về cấu tạo giải phẫu [Phùng Thị Thu Hà và cs, 2017], nghiên cứu giải trình tự, phân tích chỉ thị DNA vùng *trnL-trnF* [Huỳnh Thị Thu Huệ và cs, 2021] các mẫu cà gai leo thu thập ở các địa phương miền Bắc Việt Nam đều xác nhận đúng loài (*Solanum hainanense* Hance).

Theo y học dân gian, cà gai leo có vị hơi the, tính ấm, hơi độc, có tác dụng tán phong thấp, tiêu độc, tiêu đờm, trừ ho, giảm đau, cầm máu, thường dùng để trị cảm cúm, bệnh dị ứng, ho gà, đau lưng, đau nhức xương, thấp khớp, chữa rắn cắn, giải độc rượu [Võ Văn Chi, 2018]. Theo y học hiện đại, các bộ phận thân, lá, rễ và quả cà gai leo có chứa các hợp chất alkaloid, glycoalcaloid, steroid, saponin, flavonoid, phytosterol, chất béo, carotenoid, coumarin, axit hữu cơ, đường khử tự do, axit amin, trong đó glycoalcaloid có tỷ lệ cao nhất và là thành phần chính có tác dụng chống viêm, giảm đau, ức chế xơ gan [Nguyễn Bích Thu và cs, 2000a], [Nguyễn Minh Khai và cs, 2000],[ Âu Văn Viên và cs, 2000]. Dược liệu cà gai leo được sử dụng để bào chế thuốc HAINA I, HAINA II chống viêm và ức chế phát triển xơ gan, bào chế thuốc ngậm APD điều trị viêm quanh chân răng, chế phẩm Solamin B chữa bệnh thấp khớp và nhiều sản phẩm bảo vệ sức khỏe. Theo báo cáo của Bộ Y tế tại Hội nghị trực tuyến của Chính phủ về công tác phát triển dược liệu Việt Nam, tháng 4/2017, cả nước có 26 đơn vị, doanh nghiệp đăng ký

sản xuất các sản phẩm từ dược liệu cà gai leo như viên giải độc gan cà gai leo, trà túi lọc cà gai leo, cao cà gai leo, viên nang cà gai leo [Bộ Y tế, 2017].

Nhu cầu nguyên liệu cho sản xuất thuốc và các sản phẩm bảo vệ sức khỏe tăng cao đã làm tăng giá trị của dược liệu cà gai leo, đồng thời nguồn cà gai leo trong tự nhiên cũng bị khai thác đến mức cạn kiệt, từ đó thúc đẩy việc trồng cà gai leo ở nhiều địa phương trong nước, nhất là các tỉnh khu vực đồng bằng sông Hồng và Bắc Trung Bộ.

Vùng đồi tỉnh Thanh Hoá nằm ở khu vực phía Tây, thuộc địa giới hành chính của 11 huyện miền núi (Thạch Thành, Cẩm Thủy, Ngọc Lặc, Lang Chánh, Như Xuân, Như Thanh, Thường Xuân, Bá Thước, Quan Hóa, Quan Sơn, Mường Lát), có tổng diện tích tự nhiên 706.412 ha (chiếm 71,84% diện tích toàn tỉnh) [Cục thống kê tỉnh Thanh Hóa, 2021], điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa, nguồn tài nguyên đất, nước phong phú, đa dạng, không bị ô nhiễm bởi các nguyên tố kim loại nặng và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật là những điều kiện thuận lợi để phát triển các vùng sản xuất cây dược liệu nói chung, cây cà gai leo nói riêng, đáp ứng tiêu chí vùng trồng theo hướng dẫn của Tổ chức Y tế Thế giới về “Thực hành tốt trồng trọt và thu hái dược liệu (GACP - WHO)”.

Trong những năm qua, nhiều hộ nông dân ở các huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy trồng cà gai leo trên đất vườn đồi đạt hiệu quả kinh tế cao so với một số cây trồng khác như mía, sắn, ngô. Song do sản xuất nhỏ lẻ, tự phát theo phong trào, thiếu các thông tin về giống và kỹ thuật thâm canh trên đất đồi, đồng thời thiếu sự gắn kết và ràng buộc chặt chẽ giữa nông dân với các đơn vị thu mua dược liệu nên diện tích trồng cà gai leo không được mở rộng, mặc dù thị trường có nhu cầu cao về dược liệu cà gai leo cho sản xuất thuốc và các sản phẩm bảo vệ sức khỏe con người.

Cho đến nay, trên thế giới hầu như chưa có các nghiên cứu về kỹ thuật sản xuất cà gai leo. Ở Việt Nam, đã có một số nghiên cứu về kỹ thuật nhân

giống, thời vụ trồng, mật độ trồng, lượng phân bón cho cà gai leo ở một số địa phương như: Thanh Hóa [Hoàng Thị Sáu và cs, 2016], [Lê Hùng Tiến và cs, 2019], Hà Nội [Phùng Thị Thu Hà và cs, 2017], Phú Thọ [Nguyễn Hữu Thiện và cs, 2019], Nghệ An [Trịnh Thị Thanh và cs, 2018], Thừa Thiên Huế [Hoàng Kim Toàn và cs, 2018]. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu nhìn chung còn mang tính đơn lẻ và có sự khác biệt lớn giữa các vùng. Một số nghiên cứu chưa cụ thể hoặc thiếu các thông tin liên quan đến điều kiện thí nghiệm, phương pháp nghiên cứu nên khó khăn cho việc vận dụng trong sản xuất.

Nhằm cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn về một số biện pháp kỹ thuật thâm canh nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi, qua đó thúc đẩy phát triển sản xuất dược liệu cà gai leo theo hướng tập trung, qui mô lớn, ứng dụng công nghệ cao, góp phần phát triển kinh tế - xã hội khu vực vùng đồi phía Tây tỉnh Thanh Hóa, chúng tôi tiến hành thực hiện “*Nghiên cứu kỹ thuật thâm canh cây cà gai leo (Solanum hainanense Hance) trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa*”.

## **2. Mục tiêu của đề tài**

### **2.1. Mục tiêu chung**

Xác định một số biện pháp kỹ thuật thâm canh cây cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance) trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa đạt năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalkaloid và hiệu quả sản xuất cao, tạo cơ sở để bổ sung qui trình kỹ thuật cho phổ biến vận dụng trong sản xuất.

### **2.2. Mục tiêu cụ thể**

1) Đánh giá được điều kiện khí hậu, đất đai, tình hình sản xuất cà gai leo khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hoá.

2) Xác định được một số biện pháp kỹ thuật thâm canh (nhân giống, trồng) cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, gồm: loại và nồng độ xử lý auxin (IAA, IBA và NAA) cho nhân giống vô tính bằng giâm cành; thời vụ trồng,

chiều rộng luống, khoảng cách trồng; lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế đối với năng suất glycoalcaloid; lượng bón phối hợp phân khoáng với các loại phân vi sinh vật, phân sinh học; lượng bón phân khoáng thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt.

3) Xác định được hiệu quả mô hình thực nghiệm ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.

### **3. Giới hạn nghiên cứu**

Loài cà gai leo *Solanum hainanense* Hance lưu giữ tại Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ.

Thí nghiệm nhân giống vô tính bằng giâm cành được thực hiện trong 1 vụ tại Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ. Các thí nghiệm đồng ruộng được bố trí lặp lại trong hai lứa thu hoạch liên tiếp trong năm (01 lứa trồng mới và 01 lứa lưu gốc) trên đất nâu đỏ phát triển trên đá macma bazơ và trung tính tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa.

Luận án tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của việc xử lý auxin (IAA, IBA và NAA) đến sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm; ảnh hưởng của một số biện pháp kỹ thuật thâm canh đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất nâu đỏ: thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng; lượng bón đạm, lân, kali; lượng bón phối hợp phân khoáng với các loại phân vi sinh vật, phân sinh học (Azotobacterin, AGN Lite, Humic acid powder); lượng bón phân khoáng thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt.

## **4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài**

### **4.1. Ý nghĩa khoa học**

Kết quả nghiên cứu của đề tài góp phần cung cấp dữ liệu khoa học về một số biện pháp kỹ thuật thâm canh cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa đạt năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cao.

#### ***4.2. Ý nghĩa thực tiễn***

Kết quả nghiên cứu là cơ sở để bổ sung qui trình kỹ thuật cho phổ biến vận dụng trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa và các địa phương khác trong cả nước có điều kiện tương tự.

#### **5. Những đóng góp mới của luận án**

1) Đã xác định được loại và nồng độ auxin thích hợp cho giâm cành cà gai leo là IBA 500 ppm. Nồng độ xử lý auxin cao dẫn đến hạn chế sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm.

2) Đã xác định được gói kỹ thuật thâm canh cây cà gai leo trên đất nâu đỏ vùng đồi tỉnh Thanh Hóa đạt năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cao gồm: trồng bằng cây giống giâm cành có xử lý IBA 500 ppm; thời vụ trồng 5/10; chiều rộng luống 1,0 m; khoảng cách trồng 40 x 30 cm; phân bón (ha/lúa thu hoạch) gồm: 10 tấn phân chuồng + 60 N + 58 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 47 K<sub>2</sub>O + 6 lít AGN Lite + 5 kg Humic acid powder, trong đó đạm, kali, AGN Lite và Humics acid powder bón thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt. Năng suất dược liệu đạt 3,92 tấn/ha/lúa thu hoạch, hàm lượng glycoalcaloid 0,97%, năng suất glycoalcaloid 38,02 kg/ha/lúa thu hoạch; tổng thu nhập 114,07 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, lợi nhuận thuần 62,26 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tỷ suất chi phí nhuận cận biên đạt cao (MBCR = 3,37), mức chấp nhận cho phát triển.

## Chương 1

### TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

#### 1.1. Cơ sở khoa học trồng cây dược liệu

##### 1.1.1. Vị trí, vai trò của cây dược liệu trong y học

###### 1.1.1.1. Trên thế giới

Theo FAO (2003), dược liệu là các thành phẩm thảo dược gồm các chế phẩm thảo dược được sản xuất từ một hay nhiều loài thảo dược. Thảo dược là các nguyên liệu thô của các loại cây dùng làm thuốc được thu hái trong tự nhiên hoặc trong trồng trọt như lá, hoa, quả, hạt, thân, gỗ, vỏ, rễ, hoặc bộ phận khác, có thể để nguyên vẹn, cắt thành mảnh nhỏ hay tán bột, dùng để sản xuất các loại thuốc và sản phẩm thảo dược [FAO, 2003].

Trên thế giới, cây dược liệu đã được phát hiện trong nhiều thập kỷ và được sử dụng trong y học cổ truyền cũng như y học hiện đại ở nhiều quốc gia với mục đích duy trì sức khỏe và chữa bệnh [Ahn. K, 2017], [Ekor Martins, 2013], [Smith Hall. C et al, 2012]. WHO ước tính có khoảng 80% dân số thế giới dựa chủ yếu vào y học cổ truyền. Trong y học hiện đại, 25% đơn thuốc kê cho bệnh nhân có nguồn từ cây dược liệu [Smith Hall. C et al, 2012]. Trong một số hệ thống y học khác, cây dược liệu được sử dụng để chữa bệnh chủ yếu dựa trên cơ sở các thông tin về tác dụng chữa bệnh của các loài cây mà không qua thử nghiệm khoa học [Tilburt Jon. C et al, 2008].

Cây dược liệu được sử dụng rộng rãi ở các nước đang phát triển của Châu Phi, Châu Á và khu vực Nam Mỹ do được đánh giá là rất có hiệu quả trong việc chữa trị bệnh với giá thành rẻ và luôn sẵn có. Giá trị xuất khẩu cây dược liệu hàng năm trên thế giới ước đạt 2,2 tỷ USD trong năm 2012 và tăng lên hàng trăm tỷ USD trong năm 2017. Một số quốc gia mặc dù không có hoặc có rất ít các qui định về y học cổ truyền, song các loại thuốc thảo dược vẫn được sử dụng một cách an toàn, hiệu quả thông qua khuyến cáo của mạng lưới điều phối viên của WHO [Ahn. K, 2017].

Vị trí, vai trò của cây dược liệu trong y học đã được thay đổi hoàn toàn vào thế kỷ XIX do việc ứng dụng và sử dụng các phương pháp phân tích hoá học. Các alkaloid được chiết xuất và phân lập từ sự kế thừa cây dược liệu, đầu tiên là với morphin từ cây anh túc (*Papaver somniferum*), sau đó là strychnos, ipecacuanha, quinine từ cây canh ki na (*Cinchona*). Chiết xuất thương mại các alkaloid tinh khiết bao gồm cả morphin từ cây dược liệu đã được bắt đầu vào năm 1826. Việc tổng hợp chất đầu tiên phát hiện được trong cây dược liệu bắt đầu với axit salicylic vào năm 1853. Các loại thuốc phát hiện được từ cây dược liệu đóng vai trò quan trọng trong thế kỷ XX và thế kỷ XXI với các loại thuốc chống ung thư có thành phần dược liệu chiết xuất từ cây thủy tùng (*Glyptostrobus pensilis*) và cây dừa cạn ở bang Madagascar, Châu Phi [Atanasov et al, 2015].

#### 1.1.1.2. Ở Việt Nam

Sử dụng cây dược liệu để chữa trị bệnh đã có từ hàng nghìn năm trước đây. Tính đến cuối năm 2016, Việt Nam đã điều tra, thu thập được 1.296 bài thuốc dân gian chữa bệnh của các dân tộc H'Mông, Mường, Dao, Ka Tu, Vân Kiều, Tày, Nùng, Sán Dìu, Khơ Me. Những cây dược liệu và bài thuốc dân gian là cơ sở dữ liệu quan trọng phục vụ đắc lực cho công tác nghiên cứu sàng lọc, phát triển và sản xuất các sản phẩm phòng và chữa trị nhiều loại bệnh. Tuy nhiên, những thành phẩm này mới chỉ dừng ở dạng nguyên liệu thô, chưa trở thành hàng hoá nên sức cạnh tranh thấp [Bộ Y tế, 2017].

Với hệ thống khám chữa bệnh bằng y học cổ truyền từ trung ương đến các địa phương, nhu cầu sử dụng dược liệu trong điều trị bệnh và sản xuất thuốc là rất lớn. Tính đến cuối năm 2016, cả nước có khoảng 226 cơ sở sản xuất thuốc từ dược liệu và thuốc cổ truyền. Nhu cầu sử dụng dược liệu cho sản xuất thuốc trong các năm từ 2011 - 2016 ước tính khoảng 14.000 - 15.000 tấn mỗi năm với khoảng 300 loại dược liệu. Nhìn chung cho đến nay, sản lượng cây dược liệu trong trồng trọt ở Việt Nam còn rất thấp, chưa đáp ứng đủ nhu cầu thảo dược cho các cơ sở sản xuất dược liệu, sản xuất thuốc trong nước [Bộ Y tế, 2017].



### **1.1.2. Thành phần hoá học của cây dược liệu**

Nhìn chung các loài cây dược liệu đều có đặc điểm chung là tạo ra các hợp chất và chất giúp cho quá trình tiến hoá của chúng được thuận lợi như các chất chống lại các loài động vật có vú ăn cỏ, hoặc đối với trường hợp axit salicylic được coi như là một hormone bảo vệ cây trồng. Các hoá chất thực vật này có khả năng sử dụng làm thuốc chữa bệnh. Hàm lượng và đặc tính biệt dược của các hoạt chất trong cây dược liệu đã hình thành nền tảng khoa học cho việc sử dụng và ứng dụng chúng trong y học hiện đại [Ahn. K, 2017]. Ví dụ như loài hoa thủy tiên (*Narcissus*) có 9 nhóm alkaloid trong đó có hoạt chất galantamine được cấp giấy phép sử dụng làm thuốc chống lại bệnh alzheimer. Về khoa học dinh dưỡng, hợp chất alkaloid có vị đắng và độc, chúng thường tập trung ở thân cây và các phần có nhiều khả năng bị tiêu thụ bởi động vật có vú ăn cỏ và sự xâm nhập của các loại ký sinh trùng [Bastida et al, 2006]. Các loài cây dược liệu khác nhau, các bộ phận khác nhau trong cùng một loài có các hợp chất sinh học khác nhau, song đều tập trung vào 4 nhóm hợp chất chính là polyphenols, alkaloids, glycosites và terpenes. Cho đến nay, khoa học vẫn chưa xác định được tác dụng biệt dược, mức độ an toàn và hiệu quả của nhiều loài cây dược liệu có khả năng làm thuốc ở các quốc gia trên thế giới [Awuchi, Chinaza Godswill, 2019].

#### **1.1.2.1. Polyphenols**

Polyphenols là hợp chất rất phổ biến trong các loài cây dược liệu có nhiều vai trò khác nhau trong cơ chế bảo vệ, chống lại động vật ăn thịt và sâu bệnh hại. Polyphenols gồm các hợp chất tannin và hormone tạo ra phytoestrogen [DaSilva, Cecilia, 2013]. Các loại cây dược liệu có chứa phytoestrogen như hồi (*Illicium verum* Hook.f), sắn dây (*Pueraria tànhsonii* Benth), bạch chỉ (*Angelica dahurica* Benth) và thì là (*Anethum graveolens* L) đã được sử dụng thành công trong nhiều thế kỷ để điều trị các bệnh phụ khoa và rối loạn kinh nguyệt như khả năng sinh sản yếu, mãn kinh và kinh nguyệt không đều. Nhiều chất chiết xuất

polyphenolic từ hạt nho, vỏ cây thông biển hoặc ô liu đã được bán và quảng cáo như thực phẩm chức năng và mỹ phẩm [Muller Schwarze, Dietland, 2006].

#### *1.1.2.2. Alkaloids*

Alkaloids là hợp chất có vị đắng, thường độc và rất phổ biến trong tự nhiên, được tìm thấy trong nhiều loại cây dược liệu. Alkaloids có nhiều phương thức và cơ chế hoạt động khác nhau như một loại thuốc. Các loại thuốc thuộc các nhóm khác nhau bao gồm scopolamine, hyoscyamine và atropine (từ cây bạch anh), caffeine (cây cà phê), cocaine (cây ca cao), thuốc truyền thống berberine (từ cây mahonia và cây berberis), ma hoàng (cây ma hoàng), morphine (cây hoa anh túc), quinidine và quinine (cây canh ki na), nicotine (cây thuốc lá). Cây hoa anh túc là nguồn cung cấp alkaloids codeine và morphine. Cây atropa belladonna cung cấp các chất alcaloit tropane bao gồm scopolamine, hyoscyamine và atropine. Alkaloid nicotin từ thuốc lá liên kết trực tiếp với các thực thể nicotinic acetylcholine của cơ thể, do đó có tác dụng dược lý và sinh hóa [Elumalai A, Eswariah M, 2012].

#### *1.1.2.3. Glycoside*

Các glycoside tim là những loại thuốc mạnh từ các cây thuốc như hoa huệ thung lũng và bao tay cáo. Glycoside bao gồm digitoxin và digoxin hỗ trợ tim đập và hoạt động giống như cơ chế của thuốc lợi tiểu. Các glycoside anthraquinone được phát hiện trong các cây thuốc như cascara, alexandrian senna, đại hoàng. Thuốc nhuận tràng có nguồn gốc từ thực vật được sản xuất từ cây senna, lô hội và đại hoàng. Senna alexandrina có chứa glycoside anthraquinone, thường được sử dụng như một loại thuốc nhuận tràng cho mọi lứa tuổi. Bao tay cáo có digoxin là một glycoside tim. Các cây dược liệu đã được sử dụng trong điều trị bệnh suy tim, rung nhĩ và cuồng nhĩ từ rất lâu trước khi xác định được glycoside [Elumalai A, Eswariah M, 2012].

#### *1.1.2.4. Terpenes*

Terpenes và terpenoit là được tìm thấy trong các loại cây thuốc khác nhau và trong thực vật có nhựa như cây lá kim. Terpenes có mùi rất thơm có tác dụng xua đuổi động vật ăn cỏ. Mùi hương của terpenes làm cho chúng trở nên hữu ích và thích hợp cho chiết xuất các loại tinh dầu, sản xuất hương thơm, nước hoa như hoa oải hương và hoa hồng. Một số có công dụng chữa bệnh ví dụ như thymol, một chất khử trùng đã từng được sử dụng làm thuốc chống giun. Tinh dầu của cây xạ hương có chứa thymol monoterpene, một chất chống nấm và sát trùng. Thymol là một trong số các terpenes được tìm thấy trong các loài cây dược liệu [Wiart, Christopher, 2014].

### ***1.1.3. Những thuận lợi và khó khăn trong việc trồng trọt cây dược liệu***

Cho đến nay đã có sự tranh luận kéo dài trên thế giới về sự phù hợp của dược liệu làm thuốc thu hái trong tự nhiên và trong trồng trọt. Các nhà nghiên cứu cho rằng xu hướng thích dược liệu thu hái trong tự nhiên so với dược liệu trồng trọt là bị chi phối bởi nhận thức chủ quan hơn là bằng chứng khoa học. Các nhà nghiên cứu đã chứng thực điều này bằng việc đưa ra các dẫn chứng về hàm lượng hoạt chất làm thuốc trong dược liệu thu từ trồng trọt cao hơn so với dược liệu thu hái ngoài tự nhiên. Tuy nhiên, việc sản xuất thương mại cây dược liệu vẫn có thể vô tình dẫn đến tình trạng suy thoái môi trường, làm mất đa dạng nguồn gen và ảnh hưởng đến bảo tồn các quần thể hoang dã trong tự nhiên nếu như tình trạng sản xuất tràn lan và không có các biện pháp quản lý phù hợp. Những ảnh hưởng bất lợi này là được khắc phục nếu việc trồng trọt được thực hiện trong bối cảnh bảo vệ và thúc đẩy các giá trị văn hoá về đa dạng sinh học và có thái độ tích cực đối với việc bảo tồn đa dạng sinh học [Wiersum KF, Dold, 2006].

Một trường phái phê bình khác lập luận rằng, không thể chấp nhận việc sử dụng nguyên liệu cây thuốc trong trồng trọt để bào chế thuốc vì nó đi ngược lại với các giá trị của hệ thống chữa bệnh dân gian. Tuy nhiên, theo một báo cáo điều tra về nhận thức của người sử dụng đối với các loài cây thuốc trong trồng trọt cho thấy một tỷ lệ rất cao (trên 69%) số người được hỏi sẵn sàng mua

và sử dụng cây thuốc được trồng ở Nam Phi [United States Department of Agriculture, 2017]. Tương tự, ở Kerala Ấn Độ, một số nhà sản xuất thuốc lớn thuộc ngành công nghiệp sản xuất thuốc y học dân gian (Ayurvedic) như Arya Vaidya Sala (một công ty trách nhiệm hữu hạn đại chúng và tổ chức từ thiện), Kottakkal và Oushadhi (một nhà sản xuất thuốc khu vực công) ở bang Kerala sẵn sàng thu mua cây thuốc từ trồng trọt của nông dân do tình trạng khan hiếm và lẫn tạp nhiều của nguồn dược liệu thu hái trong tự nhiên. Một số các nhà sản xuất thuốc lớn đã thực hiện ký hợp đồng với các hợp tác xã để trồng và cung cấp ổn định các loại cây thuốc theo nhu cầu của mình với giá thỏa thuận trước, không phụ thuộc vào sự biến động của giá cả thị trường và cam kết mua hết sản phẩm cho nông dân [Loundou P M, 2008].

Thu hái dược liệu trong tự nhiên có nhiều điểm hạn chế như: (1) là nguyên nhân dẫn đến sự tuyệt chủng của các loài, suy giảm đa dạng sinh học, xói mòn di truyền và bóc lột cộng đồng địa phương, (2) nguồn cung cấp dược liệu không thường xuyên và giảm dần; (3) chất lượng dược liệu không ổn định, không đảm bảo mức độ thuần do lẫn nhiều loài có liên quan, đôi khi lẫn cả những loài độc hại, (4) khó khăn trong việc thu hoạch, xử lý, bảo quản và vận chuyển sản phẩm, (5) không quản lý được sâu bệnh hại, (6) không đảm bảo việc làm thường xuyên cho người lao động, mức độ nguy hiểm nghề nghiệp và rủi ro cao, (7) giá bán dược liệu rẻ, không ổn định, không được cam kết đảm bảo về sản lượng cũng như giá cả, (8) không có khả năng để chứng nhận sản phẩm hữu cơ. Ngược lại, trồng trọt dược liệu có những thuận lợi gồm: (1) là cơ sở để bảo tồn và cải tiến các loài, (2) ổn định nguồn cung cấp dược liệu thông qua áp dụng phương pháp canh tác có hệ thống và quản lý sâu bệnh tổng hợp để nâng cao năng suất, đảm bảo độ thuần, ổn định chất lượng dược liệu, (3) cho phép đảm bảo việc làm quanh năm cho người lao động, (4) giá bán sản phẩm cao, được đảm bảo về số lượng, giá sản phẩm trong thời kỳ dài, (5) có khả năng để phát triển và được chứng nhận hữu cơ [Rajeswara Rao B R et al, 2012].

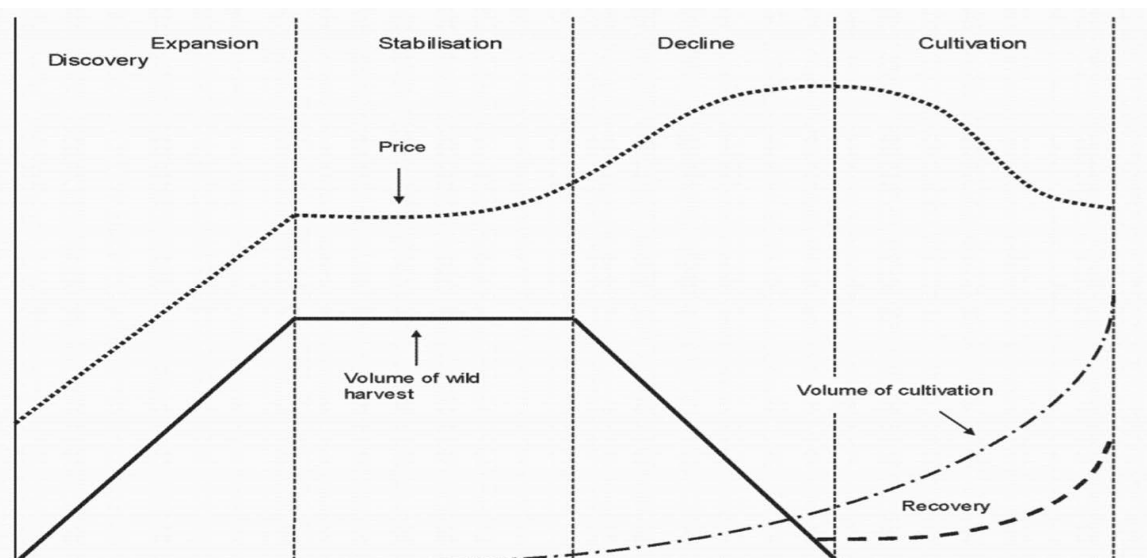
Trồng trọt cây dược liệu có thể mang lại một số lợi ích như tạo thêm việc làm, tăng thu nhập cho nông dân, giảm việc khai thác quá mức các loài cây dược liệu trong tự nhiên, đặc biệt là đối với các loài đang có nguy cơ tuyệt chủng, qua đó tăng cường tài nguyên dược liệu [Pillai G S et al, 2017], [Smith Hall C et al, 2012].

Để đáp ứng yêu cầu thị trường dược liệu, các chương trình trồng trọt cây dược liệu cần phải đạt được các mục tiêu cụ thể, gồm: (1) thúc đẩy cây sinh trưởng, tăng năng suất thảo dược, (2) tối ưu hóa chất lượng và số lượng các hợp chất chuyên hoá thứ cấp trong thảo dược, (3) giảm tạp nhiễm và các thành phần không mong muốn cho sản xuất nguyên liệu làm thuốc, (4) tạo điều kiện thuận lợi cho việc xác định chính xác loài dược liệu và kiểm soát nâng cao chất lượng, (5) cung cấp cơ sở cho việc cải thiện các đặc tính di truyền của cây dược liệu [Raghu A V et al, 2018]. Theo FAO, các yêu cầu thương mại tối ưu đối với dược liệu trồng trọt bao gồm: (1) có qui trình trồng trọt chuẩn, (2) đảm bảo được về số lượng và chất lượng sản phẩm theo yêu cầu, (3) kiểm soát được quá trình xử lý sau thu hoạch, (4) xác định đúng loài dược liệu, không pha tạp, không lẫn thực vật hoặc các thành phần không mong muốn, (5) có khả năng chọn và phát triển nguồn gen cây dược liệu với các đặc điểm mong muốn về mặt thương mại, (6) tiêu chuẩn sản phẩm có thể dễ dàng điều chỉnh được theo quy định và nhu cầu của người tiêu dùng. Các yêu cầu này có thể được đáp ứng thông qua cải tiến các hoạt động trong quá trình trồng trọt và sau thu hoạch theo nguyên lý thực hành nông nghiệp tốt (GAP), được đánh giá chất lượng dược liệu tại các phòng thí nghiệm đạt tiêu chuẩn cấp khu vực hoặc quốc gia, và thành lập các hợp tác xã sản xuất dược liệu có qui mô diện tích đủ lớn để trực tiếp bán sản phẩm và đáp ứng các yêu cầu riêng của nhà xuất khẩu [Raghu A V et al, 2018].

Một trong những khó khăn lớn nhất của việc đưa các cây dược liệu vào trồng trọt là thiếu các thông tin cần thiết về kỹ thuật canh tác. Hiện tại có khoảng 50% loài cây dược liệu có mặt trên thị trường dược liệu thế giới chưa có các

thông tin về kỹ thuật nhân giống, và chỉ có gần 30% loài cây có thông tin về kỹ thuật canh tác. Phải mất thời gian vài năm với số lượng kinh phí lớn cho việc nghiên cứu để đưa các loài cây dược liệu thu hái trong tự nhiên vào trồng trọt [Raghu A V et al, 2018]. Ngoài ra do vẫn còn một số lượng khá lớn sản phẩm dược liệu được thu hái trong tự nhiên nên sản phẩm trồng trọt phải cạnh tranh với các sản phẩm thu hái trong tự nhiên có giá thành thấp do không phát sinh chi phí đầu vào [Cunningham A B, 1994].

Quá trình chuyển đổi từ thu hái dược liệu trong tự nhiên sang trồng trọt thường trải qua 5 giai đoạn gồm: (1) phát hiện cây dược liệu, (2) mở rộng thu hái dược liệu, (3) ổn định sản lượng thu hái dược liệu, (4) giảm sản lượng thu hái dược liệu, (5) trồng trọt dược liệu. Quá trình này được mô tả theo sơ đồ của Schippmann Uwe et al 2002 (Hình 1.1).



**Hình 1.1. Các giai đoạn chuyển từ thu hái dược liệu tự nhiên sang trồng trọt**

“*Nguồn: Schippmann Uwe et al, 2002*”

Theo sơ đồ của Schippmann, tại thời điểm phát hiện loài dược liệu mới, nhu cầu thảo dược có thể được đáp ứng thông qua thu hái trong tự nhiên. Việc chiết xuất dược liệu được thực hiện cho nhu cầu sử dụng của địa phương hoặc trao đổi hàng hoá với những người sử dụng khác, do đó giá thảo dược ở mức thấp (giai đoạn phát hiện). Khi tiềm năng sử dụng dược liệu được xác định, nhu

cầu và giá dược liệu tăng cao đồng thời với việc mở rộng thu hái trong tự nhiên để đáp ứng nhu cầu của địa phương hoặc bán trên thị trường khu vực, thậm chí có thể là thị trường thế giới (giai đoạn mở rộng). Các loài dược liệu có mật độ thấp trong tự nhiên thường không đáp ứng đủ nhu cầu về số lượng của thị trường. Trong giai đoạn ổn định, sản lượng thu hái trong tự nhiên và giá dược liệu dừng lại. Các loài có tiềm năng có thể được trồng ở qui mô trang trại, hộ gia đình. Khi sản lượng thu hái trong tự nhiên giảm dần, nguồn cung cấp dược liệu biến động, giá dược liệu tăng cao (giai đoạn giảm). Tại thời điểm sản lượng thu hái thấp nhất cũng là lúc giá thảo dược tăng cao nhất và sản lượng trồng trọt bắt đầu tăng. Các loài sinh trưởng chậm có nguy cơ cạn kiệt trước khi sản lượng trồng trọt được nâng cao nếu không quản lý tốt việc thu hái. Trong giai đoạn trồng trọt, cùng với việc sản lượng dược liệu trồng trọt tăng cao, giá dược liệu giảm dần và dừng lại ở mức mà người sản xuất vẫn chấp nhận được. Cũng trong giai đoạn này các loài có khả năng tái sinh mạnh có thể được phục hồi.

## **1.2. Thực hành tốt nuôi trồng và thu hái dược liệu theo GACP-WHO**

### **1.2.1. Sự cần thiết áp dụng GACP - WHO**

Các sản phẩm thảo dược như trà, thực phẩm bảo vệ sức khỏe, mỹ phẩm và thuốc thảo dược được sử dụng rộng rãi ở hầu khắp các quốc gia trên thế giới. Tuy nhiên, số lượng bệnh nhân gặp phải những hậu quả tiêu cực về sức khỏe do sử dụng thuốc thảo dược và các sản phẩm thảo dược cũng đồng thời tăng lên do chất lượng thấp, trong đó bao gồm cả chất lượng dược phẩm và chất lượng nguyên liệu thảo dược dùng làm thuốc. Nhiều cơ sở sản xuất mua trực tiếp từ nông dân các nguyên liệu thảo dược từ trồng trọt, hoặc thu hái trong tự nhiên, hoặc thông qua các kênh phân phối với nhiều công đoạn khác nhau mà không quan tâm đến chất lượng thảo dược đầu vào cũng như các khía cạnh có liên quan về mặt xã hội, môi trường [Raghu A V et al, 2018]. Đối với dược liệu, an toàn dược xác định là mục tiêu trên hết, vì vậy cần thiết phải có các nguyên tắc, qui định, tiêu chuẩn chung để đảm bảo tất cả các loại thuốc thảo dược đưa

vào sử dụng đều an toàn và có chất lượng phù hợp để bảo vệ sức khỏe cộng đồng [Ekor, Martins, 2013].

Để đảm bảo thu được các nguyên liệu thảo dược đạt chất lượng tốt cho sản xuất lâu dài các sản phẩm thảo dược, năm 2003, WHO ban hành “Hướng dẫn thực hành tốt nuôi trồng và thu hái dược liệu” với mục tiêu cung cấp hướng dẫn kỹ thuật tổng quát để thu được nguyên liệu thảo dược tốt trong trồng trọt và thu hái trong tự nhiên. Đồng thời hướng dẫn xây dựng các nguyên tắc, tiêu chuẩn thực hành tốt nuôi trồng, thu hái dược liệu cấp quốc gia, khu vực hoặc chuyên đề về sản xuất cây dược liệu, khuyến khích hỗ trợ nuôi trồng, thu hái dược liệu bền vững, chất lượng tốt, phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội địa phương, bảo vệ nguồn gen và môi trường sinh thái. Từ đó cho đến nay WHO đã ban hành nhiều hướng dẫn với hàng loạt chuyên khảo về các loại thuốc thảo dược được sử dụng rộng rãi trên thế giới [Singh, Amritpal, 2016].

### ***1.2.2. Thực hành tốt nuôi trồng và thu hái dược liệu tự nhiên theo GACP - WHO ở Việt Nam***

Ở Việt Nam, trên cơ sở hướng dẫn của WHO, năm 2009 Bộ Y tế đã ban hành Thông tư số 14/2009/BYT-TT hướng dẫn triển khai áp dụng các nguyên tắc, tiêu chuẩn “Thực hành tốt trong trồng trọt và thu hái cây dược liệu” theo khuyến cáo của WHO [Bộ Y tế, 2009]. Năm 2016, Luật Dược số 105/2016/QH13 đã qui định những chính sách phát triển và quản lý dược liệu, thuốc dược liệu, thuốc cổ truyền. Trong đó qui định rõ “*Việc nuôi trồng, thu hái dược liệu phải tuân thủ theo Thực hành tốt nuôi trồng, thu hái dược liệu*” [Quốc hội khóa XIII (2011-2016)]. Tiếp đó năm 2019, Bộ Y tế ban hành Thông tư số 19/2019-TT-BYT “Qui định thực hành tốt nuôi trồng, thu hái dược liệu và các nguyên tắc, tiêu chuẩn khai thác dược liệu tự nhiên” [Bộ Y tế, 2019]. Theo đó, các qui trình, thủ tục đánh giá việc đáp ứng thực hành tốt nuôi trồng, thu hái dược liệu cũng được qui định chi tiết. Tính đến thời điểm 31/12/2020, Việt Nam có 41 loài cây dược liệu trồng trọt



và 11 loài cây dược liệu thu hái trong tự nhiên đã được kiểm tra, đánh giá đạt GACP - WHO [Cục Quản lý Y Dược cổ truyền, 2020].

### **1.3. Cơ sở khoa học một số biện pháp kỹ thuật thâm canh cây dược liệu**

#### ***1.3.1 Cơ sở khoa học nhân giống vô tính cây dược liệu bằng giâm cành***

Giống như nhiều loại cây trồng nông nghiệp, cây dược liệu có thể được nhân giống hữu tính từ hạt và vô tính từ việc cắt các bộ phận sinh trưởng của cây. Trong đó nhân giống vô tính là phương pháp đã và đang được áp dụng rộng rãi trong việc bảo tồn, thuần hoá và sản xuất thương mại cây dược liệu ở các khu vực trên thế giới.

Các phương pháp nhân vô tính cây trồng bao gồm giâm (rễ, cành, thân, lá), chiết, ghép, tách cây con và nuôi cấy in vitro. Mỗi một phương pháp nhân giống có những ưu, nhược điểm riêng tùy thuộc vào đối tượng cây trồng, mục tiêu và điều kiện cụ thể của người sản xuất. Nhìn chung, chi phí cho nhân giống vô tính thường cao hơn so với nhân giống bằng hạt. Do vậy nhân giống vô tính thường được áp dụng chủ yếu cho các loại cây có giá trị cao hoặc các loại cây khó tạo được cây giống có đầy đủ tính trạng của cây mẹ do tình trạng hạt giống bị phân ly từ việc thụ phân chéo [Geoff Bryant, 2006].

Nhân giống vô tính bằng giâm cành có ưu điểm là duy trì được đặc tính di truyền của cây mẹ, trồng bằng cây giống giâm cành cây sinh trưởng nhanh hơn, ra hoa, đậu quả nhiều hơn, thời gian hình thành hạt ngắn hơn so với trồng bằng cây giống gieo từ hạt [Nadeem M et al, 2000], [Saumya MT et al, 2014].

##### ***1.3.1.1. Vai trò của auxin trong nhân giống vô tính bằng giâm cành***

Auxin là hormone kích thích các quá trình sinh hóa dẫn đến việc hình thành rễ. Quá trình hình thành rễ có thể không xảy ra ngay cả trong trường hợp có hàm lượng auxin phù hợp nhưng thiếu các chất xúc tác. Các chất xúc tác hóa học hoạt động bằng cách làm tăng khả năng hoạt động của auxin, hoặc bằng cách hạn chế tác dụng của các enzym phá hủy auxin trong mô tế bào của cây trồng [Yunde Zhao, 2010].

Auxin tự nhiên là được sản xuất từ đỉnh sinh trưởng. Sự vận chuyển của auxin trong cây có tính chất phân cực rất nghiêm ngặt, tức là chỉ vận chuyển theo hướng từ ngọn xuống gốc. Vì vậy mà càng xa đỉnh ngọn, hàm lượng auxin càng giảm dần. Ngoài đỉnh sinh trưởng, auxin còn được tổng hợp ở các cơ quan còn non khác như lá non, quả non, phôi hạt đang sinh trưởng, mô phân sinh. Quá trình tổng hợp auxin xảy ra thường xuyên và mạnh mẽ trong cây dưới xúc tác của các enzyme đặc hiệu.

Auxin tổng hợp nhân tạo thường không ở dạng tự do mà liên kết với axit amin hay glucid. Các dạng liên kết này không có hoạt tính auxin nhưng dễ dàng phóng thích auxin thông qua quá trình thủy phân. Indole-3-acetic acid (IAA), Indole-3-butyric acid (IBA), Naphthalene acetic acid (NAA) những hormone thực vật thuộc nhóm auxin thường được sử dụng trong giâm cành để kích thích ra rễ (IAA), thúc đẩy sự phát triển của rễ (IBA), thúc đẩy hình thành rễ (NAA) [Sadaf Shahab et al, 2009], [Ludwig Muller J. et al, 2000]. Auxin can thiệp vào nhiều hoạt động sinh lí của cây. Mức độ tác động của auxin tùy thuộc vào nồng độ và sự tương tác qua lại với các chất điều hòa sinh trưởng khác. Các tác động chính của auxin bao gồm: tác động đến sự kéo dài tế bào ở chồi ngọn, tác động đến sự phân chia tế bào, kích thích sự tạo mô sẹo từ các tế bào sống, phân hoá mô dẫn, kích thích phát sinh rễ, chồi, quả. Auxin gây hiện tượng ưu thế ngọn. Khi chồi ngọn hoặc rễ chính sinh trưởng sẽ ức chế sinh trưởng của chồi bên và rễ bên. Ở nồng độ cao, auxin kích thích sự tạo rễ sơ khởi, nhưng lại ngăn cản sự tăng trưởng của các sơ khởi này [Mahipal et al, 2016].

Các loại cây trồng khác nhau có phản ứng khác nhau với việc xử lý auxin. Một số loại cây trồng không xử lý auxin vẫn ra rễ bình thường. Một số loài rất nhanh ra rễ trong trường hợp có xử lý auxin. Một số loài rất khó nhân giống vô tính và không liên quan đến việc có hoặc không xử lý auxin. Nhìn chung các loại thân gỗ mềm yêu cầu nồng độ auxin xử lý từ 1.000 - 3.000 ppm. Các loại cây thân

gỗ cứng trung bình yêu cầu nồng độ từ 3.000 - 5.000 ppm. Các loại cây thân gỗ cứng yêu cầu nồng độ từ 3.000 - 10.000 ppm hoặc cao hơn [Yunde Zhao, 2010].

### *1.3.1.2. Các yếu tố có ảnh hưởng đến nhân giống vô tính bằng giâm cành*

Ngoài hormone điều khiển quá trình phát triển của rễ, điều kiện môi trường trong quá trình giâm cành, tình trạng sinh lý của cành giâm, điều kiện sống của cây mẹ trước khi cắt cành, vị trí cắt và mùa vụ cắt cành là những yếu tố có ảnh hưởng lớn đến kết quả nhân giống bằng phương pháp giâm cành:

- Lựa chọn cây mẹ sạch bệnh để cắt cành giâm là yêu cầu đầu tiên của nhân giống vô tính cây trồng. Cành giâm lấy từ cây mẹ bị nhiễm vi rút, nhiễm khuẩn hoặc nấm sẽ tạo nên cây giống chất lượng kém, dẫn đến sinh trưởng và năng suất thấp. Chỉ lựa chọn cành giâm từ các cây mẹ sinh trưởng khỏe mạnh, đủ nước, sạch sâu bệnh. Cành giâm cắt từ cây mẹ bị ảnh hưởng của điều kiện khô hạn ra rễ kém hơn nhiều so với cành lấy từ cây mẹ trong nước. Sự hình thành các hormone chống chịu điều kiện stress về hạn là nguyên nhân dẫn đến tình trạng ra rễ kém của cành giâm lấy từ cây mẹ bị ảnh hưởng của khô hạn. Hàm lượng carbohydrate của cây mẹ có ảnh hưởng rất lớn đến việc ra rễ của cành giâm. Cây mẹ sinh trưởng trong điều kiện ánh sáng thích hợp sẽ cho cành giâm có nguồn dự trữ carbohydrate dồi dào. Vì vậy, sau khi cắt khỏi cây mẹ, nguồn carbohydrate này sẽ là nguyên liệu cho phát triển rễ mới. Tình trạng dinh dưỡng của cây mẹ cũng rất quan trọng. Thiếu bất kỳ một yếu tố dinh dưỡng nào cũng đều ảnh hưởng đến việc ra rễ của cành giâm, trừ trường hợp đối với đạm [Alan Toogood, 1999]. Bón thừa đạm trong giai đoạn phát triển của cây mẹ sẽ làm giảm chất lượng cành cắt và sự hình thành rễ của cành giâm [Hudson Hartman et al, 2011].

- Môi trường giâm cành: Trong bất kỳ mọi trường hợp, không được để cho cành giâm bị héo. Phun sương và bảo quản cành giâm ngay sau khi cắt ở nhiệt độ 40 - 45<sup>0</sup>F cho đến khi trồng. Sau khi giâm, cần áp dụng các biện pháp nhằm duy trì tình trạng cân bằng nước cho cành giâm, đồng thời đảm bảo độ thông thoáng

cần thiết trong luống giâm, tránh các trường hợp nhiệt độ tăng cao. Song phun sương quá nhiều làm cho luống giâm trong tình trạng bão hòa nước sẽ làm mất dinh dưỡng của cành giâm, ảnh hưởng đến ra rễ. Trong giai đoạn hình thành rễ, nhiệt độ không khí ban ngày nên duy trì ở mức 18 - 27°C, ban đêm từ 16 - 18°C. Độ ẩm không khí duy trì mức càng cao càng tốt nhưng không nên cao tới giới hạn kích thích các bệnh hại phát triển. Thường xuyên tưới phun sương là rất cần thiết để hạn chế hô hấp. Che bóng từng phần là giải pháp hữu hiệu để hạn chế việc khô cành giâm, song phải đảm bảo đủ lượng ánh sáng cần thiết cho sự phát triển của các mô sinh trưởng để cành giâm tồn tại và sinh trưởng bình thường.

- Giá thể giâm cành: Có nhiều loại giá thể sử dụng cho giâm cành như đất, cát, than bùn, vermiculite. Giá thể cần được xử lý khử trùng trước khi giâm cành. Do phải thường xuyên tưới phun sương để giữ ẩm cho bề mặt giâm cành nên yêu cầu giá thể phải tơi xốp, thoát nước tốt, đảm bảo độ thoáng khí để cành giâm tồn tại sinh trưởng. Một số loài khó ra rễ yêu cầu có sự phối hợp hợp lý giữa độ thoáng khí và hàm lượng nước trong giá thể mới hình thành rễ.

- Huấn luyện cây con: Khi cành giâm đã hình thành rễ chức năng, rất cần thiết phải cho cây giâm làm quen dần với các điều kiện stress môi trường, bắt đầu bằng việc cắt giảm việc phun sương tạo ẩm, kết hợp cung cấp dinh dưỡng cho cây. Tăng dần độ chiếu sáng cho đến khi cây con sinh trưởng tốt trong điều kiện ngoài trời mà không cần phun sương. Thời gian để huấn luyện cây con thường kéo dài trong khoảng 10 ngày [Alan Toogood, 1999].

#### *1.3.1.3. Một số kết quả nghiên cứu về giâm cành cây dứa liệu*

Đã có khá nhiều các công trình nghiên cứu về ảnh hưởng của thời vụ giâm cành, nồng độ và loại chất kích thích sinh trưởng, loại cành giâm, giá thể giâm cành đến thời gian ra rễ, bật mầm, thời gian xuất vườn, tỷ lệ cây sống trong vườn ươm và ngoài đồng ruộng. Song các kết quả có sự biến động lớn, tùy thuộc vào loài cây và điều kiện cụ thể của quá trình nhân giống.

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các loại cành giâm (cành ngọn, cành bánh tẻ và cành gốc), nồng độ xử lý các chất kích thích sinh trưởng (IBA, IAA) đến sự ra rễ của cây lưu ly Ấn Độ (*Coleus aromaticus L.*) cho thấy giâm bằng cành ngọn tỷ lệ ra rễ, tỷ lệ sống cao hơn, số ngày từ giâm đến xuất hiện rễ đầu tiên và ra lá mới ngắn hơn so với cành bánh tẻ và cành gốc. Xử lý IBA 200 ppm cho tỷ lệ ra rễ, tỷ lệ sống cao nhất (67,10% và 69,01%), đồng thời rút ngắn thời gian từ giâm đến xuất hiện rễ, ra lá mới và cải thiện các chỉ tiêu về số lượng rễ, chiều dài rễ. Sử dụng cành ngọn kết hợp với xử lý IBA 200 ppm cho kết quả ra rễ, ra lá mới tốt hơn so với cành bánh tẻ và cành gốc [Yogish Kumar KB et al, 2018].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ, giá thể, nồng độ IBA và loại cành trong giâm cành cây dạ cẩm (*Hedyotis capitellata Wall.*) cho thấy thời vụ giâm cành 15/3 cho tỷ lệ sống cao nhất (66,67%). Sử dụng giá thể cát sạch, thời gian ra rễ ngắn nhất (20 ngày sau giâm), tỷ lệ cành giâm ra rễ sau 70 ngày đạt 74,44%. Xử lý cành giâm bằng IBA nồng độ 200 ppm thời gian ra rễ ngắn nhất (22 ngày), tỷ lệ cành giâm ra rễ sau 70 ngày đạt cao nhất (75,55%). Sử dụng cành ngọn, thời gian ra rễ ngắn nhất (20 ngày), tỷ lệ cành giâm ra rễ sau 70 ngày đạt cao nhất (73,33%) [Nguyễn Thị Thu, 2021].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ giâm cành, nồng độ xử lý NAA, giá thể giâm cành, chiều dài cành giâm, loại cành giâm trong giâm cành cây thiên niên kiện (*Rhizoma Caphalomenae piereana Engl.*) tại Phú Quốc, Kiên Giang cho thấy thời vụ giâm cành 15/3 cho tỷ lệ sống ngoài đồng ruộng cao nhất (98,6%). Nồng độ xử lý NAA 100 ppm là tối ưu nhất (thời gian bật mầm 3 ngày, ra rễ 4 ngày, thời gian xuất vườn 80 ngày, tỷ lệ xuất vườn trên 95%). Loại giá thể có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ ra rễ, bật mầm, tỷ lệ sống và tỷ lệ cây xuất vườn, trong đó giá thể 25% đất + 50% cát + 25% xơ dừa là thích hợp nhất (tỷ lệ ra rễ đạt 90%, bật mầm 91%, tỷ lệ sống 90%, tỷ lệ cây xuất vườn 100%). Độ dài cành giâm không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh trưởng và tỷ lệ sống của cây giống khi trồng ngoài đồng ruộng. Loại cành giâm có ảnh hưởng

rõ rệt đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây giống, trong đó cành thân là thích hợp nhất (tỷ lệ sống đạt 93,6%, tỷ lệ xuất vườn đạt 100%, tỷ lệ sống ngoài đồng ruộng đạt 98,3%) [Lê Đức Thanh và cs, 2021].

### **1.3.2. Cơ sở khoa học xác định thời vụ và mật độ trồng cây dược liệu**

Lựa chọn các biện pháp quản lý cây trồng phù hợp là giải pháp hữu hiệu để phát huy đặc tính sinh học của cây và tận dụng tối đa các yếu tố môi trường nhằm đạt năng suất, chất lượng sản phẩm cao [Darzi MT et al, 2005]. Trong đó thời gian trồng, mật độ trồng là 2 yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất. Trong những điều kiện cụ thể về khí hậu, đất đai, mỗi một loài cây trồng có một thời gian trồng thích hợp, ngoài thời gian đó, năng suất, chất lượng giảm [Sarmadnya GR, Kochaki A, 1990]. Đối với cây dược liệu, thời vụ trồng sớm hay muộn 15 ngày có thể làm giảm 30 - 40% năng suất [Viện Dược liệu, 2013].

Đã có khá nhiều các công trình nghiên cứu minh chứng về ảnh hưởng của thời gian trồng và mật độ trồng đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, thành phần và năng suất hoạt chất các cây dược liệu.

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của ngày gieo và mật độ trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cây thảo đỉnh lăng (*Trigonella foenum-gracum* L.) cho thấy ngày gieo hạt có ảnh hưởng lớn đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất hạt. Công thức gieo sớm nhất và muộn nhất có năng suất hạt và các yếu tố cấu thành năng suất cao nhất và thấp nhất tương ứng. Chỉ số thu hoạch thấp nhất ở công thức gieo muộn nhất (gieo ngày 29/4) do quá trình ra hoa, hình thành quả trùng với thời gian có nhiệt độ cao. Ngoài ra, thời vụ gieo hạt muộn cũng làm giảm đáng kể chỉ tiêu về chiều cao cây. Mật độ trồng có ảnh hưởng lớn đến năng suất hạt, đạt cao nhất ở mật độ 40 cây/m<sup>2</sup> và không có sự tương tác đáng kể với yếu tố thời vụ [Seghatoleslami MJ, Ahmadi Bonakdar K, 2009].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ gieo hạt và lựa thu hoạch đến năng suất hoa, hàm lượng tinh dầu và các thành phần hoạt chất của hoa cúc La Mã (*Matricaria recutita* L.) cho thấy ngày gieo, lựa thu hoạch và tương tác giữa

chúng có ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu năng suất hoa khô, hàm lượng dầu, năng suất dầu, năng suất các hoạt chất  $\beta$ -farnesene,  $\alpha$ -bisabolol oxide B,  $\alpha$ -bisabolol, chamazulene,  $\alpha$ bisabolol oxide A. Năng suất hoa khô đạt cao nhất ( $40\text{g/m}^2$ ) ở lúa thu hoạch thứ 2 công thức gieo hạt ngày 6/11. Hàm lượng dầu đạt cao nhất ( $0,72\%$  khối lượng chất khô), năng suất dầu ( $0,26\text{g/m}^2$ ) và năng suất  $\alpha$ -bisabolol ( $0,2375\text{g/m}^2$ ) đạt cao nhất ở lúa thu hoạch thứ 2. Công thức gieo hạt 5/3, năng suất chamazulene ( $0,0473\text{g/m}^2$ ) cao nhất ở lúa thu hoạch thứ 3, tiếp đến là lúa thu hoạch thứ 2. Chất lượng chamazulene tốt nhất được xác định ở lần thu hoạch thứ hai công thức gieo hạt 5/3 trong điều kiện của Mashhad, Iran [Ebadi M et al, 2009].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian trồng, mật độ trồng đến các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất hạt và hàm lượng tinh dầu của cây kinh giới (*Origanum vulgare* L.) tại trường Đại học Urmia, Iran cho thấy ngoài chỉ tiêu về tỷ lệ thân và khối lượng 1000 hạt, thời gian trồng có ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu sinh trưởng. Giá trị cao nhất về các chỉ tiêu sinh trưởng thu được ở công thức trồng sớm nhất (ngày 19/4) và giảm dần ở các công thức trồng muộn hơn (ngày 5/5 và ngày 20/5). Số lượng thân, độ lan rộng của thân, năng suất tươi và năng suất dược liệu, năng suất hạt và hàm lượng tinh dầu bị ảnh hưởng bởi mật độ trồng. Số thân trên cây và độ lan rộng giảm dần khi tăng mật độ trồng. Năng suất tươi, năng suất dược liệu, năng suất tinh dầu cao nhất ở mật độ trồng cao nhất ( $16,67$  cây/ $\text{m}^2$ ): năng suất tươi đạt  $10.618,23$  kg/ha; năng suất dược liệu  $2.934,36$  kg/ha; năng suất tinh dầu  $42,786$  kg/ha [Farzad Gerami et al, 2018].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ trồng đến năng suất tinh dầu của cây bạc hà (*Mentha apiperita* L.) tại Trường Cao đẳng Nông nghiệp thuộc Đại học Tabr, Iran cho thấy mật độ trồng có ảnh hưởng rõ rệt đến năng suất tươi, năng suất khô, hàm lượng tinh dầu và năng suất tinh dầu của cây bạc hà, nhưng không ảnh hưởng đến chiều cao bụi cây, hàm lượng tinh dầu trong lá. Năng suất tươi, năng suất dược liệu, hàm lượng tinh dầu và năng suất tinh dầu

đạt cao nhất trong năm thứ hai ở mật độ trồng cao nhất (20 cây/m<sup>2</sup>), đạt 21,15 lít/ha [Heidari F et al, 2008].

Ở Việt Nam, kết quả nghiên cứu của Viện Dược liệu về thời vụ, mật độ phục vụ xây dựng qui trình kỹ thuật một số loài cây dược liệu cụ thể như sau:

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ trồng và khoảng cách trồng đến sinh trưởng, năng suất cây rau đắng đất (*Glinus Oppositifolius*) tại Thanh Hóa cho thấy tổng số cành (cấp 1, 2, 3) và năng suất dược liệu đạt cao nhất ở thời vụ trồng 15/3 và khoảng cách trồng 10 x 20 cm: tổng số cành cấp 1 đạt 63,8 cành/cây và 65,8 cành/cây, năng suất dược liệu đạt 1.646,7 kg/ha và 1.636 kg/ha. Ngoài ra, thời vụ trồng 15/3 có tỷ lệ cây sống sau trồng đạt cao nhất (91,3%), thời gian trồng đến thu hoạch 60 ngày, thấp hơn 3 - 5 ngày so với thời vụ trồng 15/1 và 15/2; dài hơn 5 ngày so với trồng vụ thu (15/7 và 15/8) [Trần Trung Nghĩa và cs, 2021a].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ trồng đến sinh trưởng, năng suất cây rau đắng biển (*Bacopa monnieri* (L.) Wettst.) tại Thanh Hóa cho thấy tỷ lệ cây sống sau trồng đạt cao nhất (98,3%), thời gian từ trồng đến thu hoạch ngắn nhất (75 ngày), năng suất dược liệu cao nhất (64,3 tạ/ha/lúa cắt) ở thời vụ trồng 15/3. Thấp nhất là thời vụ trồng 15/10, thời gian từ trồng đến thu hoạch 150 ngày, năng suất dược liệu chỉ đạt 21,7 tạ/ha/lúa cắt [Trần Trung Nghĩa và cs, 2021b].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ trồng và khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu cây bồ công anh (*Lactuca indica* L.) tại Hà Nội cho thấy năng suất dược liệu đạt cao nhất ở thời vụ 15/2 (3,54 tấn/ha) và khoảng cách trồng 15 x 15 cm (3,71 tấn/ha). Thấp nhất là thời vụ trồng 15/2 (2,04 tấn/ha) và khoảng cách 30 x 30 cm (2,02 tấn/ha) [Đào Văn Núi và cs, 2021].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ trồng, khoảng cách trồng đến sinh trưởng, năng suất cây lạc tiên (*Passiflora foetida* L.) tại Thanh Hóa cho thấy các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất lạc tiên đạt cao nhất ở thời vụ trồng 15/4 và khoảng cách 50 x 70 cm. Chiều cao cây đạt 300 và 303,4 cm, đường



kính góc 1,4 và 1,38 cm, số cành cấp 1 đạt 7,8 và 7,9 cành/cây, năng suất dược liệu đạt 6,0 và 5,42 tấn/ha ở thời vụ trồng 15/4 và khoảng cách trồng 50 x 70 cm, tương ứng [Nguyễn Văn Kiên và cs, 2019].

### **1.3.3. Cơ sở khoa học bón phân cho cây dược liệu**

#### **1.3.3.1. Vai trò của đạm, lân, kali đối với cây dược liệu**

Giống như các loại cây trồng khác, cây dược liệu tổng hợp chất hữu cơ và hình thành nên các sản phẩm khác nhau thông qua quá trình chuyển hoá năng lượng ánh sáng mặt trời. Để thực hiện quá trình này cây cần được cung cấp đầy đủ ánh sáng, nhiệt độ, nước, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> và các chất dinh dưỡng. Dinh dưỡng cây trồng hợp lý là điều kiện tiên quyết để thu được năng suất, chất lượng cao.

Trong số 90 nguyên tố hóa học phát hiện trong thực vật, có 13 nguyên tố (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo, Cl) được coi là yếu tố dinh dưỡng thiết yếu đối với cây trồng. Thiếu một trong số các yếu tố dinh dưỡng thiết yếu cây trồng khó hoàn thành các giai đoạn sinh trưởng, phát triển trong chu kỳ sống của mình và được biểu hiện ra bên ngoài bằng các triệu chứng thiếu dinh dưỡng đặc trưng của nguyên tố đó. Các triệu chứng thiếu yếu tố dinh dưỡng thiết yếu chỉ có thể được khắc phục bằng cách bổ sung chính nguyên tố đó mà không nguyên tố nào khác có thể thay thế được. Trong các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu, 3 nguyên tố N, P, K là có ảnh hưởng lớn nhất đến sinh trưởng, phát triển, khả năng chống chịu sâu bệnh, chống chịu các điều kiện stress môi trường và năng suất, chất lượng sản phẩm cây trồng [Roy R N et al, 2006].

- N là nguyên tố dinh dưỡng khoáng có hàm lượng cao nhất trong thực vật, chiếm 2 - 4% khối lượng chất khô và có vai trò quan trọng trong chu kỳ sống của thực vật. N là thành phần chính của các amin axit, protein và chlorophyl. Cây trồng hút N ở cả hai dạng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Các nguồn cung cấp N cho cây chủ yếu là từ đất và phân bón. N thúc đẩy tăng trưởng chiều cao cây, đẻ nhánh, phân cành, ra lá mới, mở rộng tán lá và hình thành năng suất. N cũng làm tăng hàm lượng tinh dầu trong nhóm các cây dược liệu có mùi thơm

[Boroomand, Mohammad Sadat Hosseini Grouh, 2012]. Thiếu N, sinh trưởng của cây giảm mạnh, đẽ nhánh, phân cành kém, diện tích lá nhỏ và chuyển màu vàng. Thiếu N hàm lượng tinh bột trong cây tăng nhưng hàm lượng protein giảm. Trường hợp thiếu N nặng, lá chuyển màu nâu và chết khô, từ đó dẫn đến giảm năng suất và hàm lượng protein trong sản phẩm thu hoạch. Mức độ ảnh hưởng của thừa N thấp hơn so với thiếu N và được thể hiện qua việc kéo dài thời gian sinh trưởng, làm chậm quá trình chín của cây. Nồng độ  $\text{NH}_4^+$  cao trong dung dịch đất gây ngộ độc đối với sinh trưởng do  $\text{NH}_3$  có khả năng khuếch tán thông qua màng tế bào và can thiệp vào quá trình trao đổi chất. Để giải độc  $\text{NH}_3$  cây tăng cường hút nước dẫn đến tình trạng mọng nước, cây mềm yếu, dễ đổ ngã và nhiễm sâu bệnh [Roy R N et al, 2006].

- Hàm lượng P trong cây ít hơn so với N và K, thường chỉ chiếm 1/4 - 1/10 khối lượng chất khô. Cây hút lân chủ yếu ở dạng ion photphat hoá trị 1 ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) hoặc hoá trị 2 ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) tùy thuộc vào độ pH của đất. Lân cần thiết cho sự phát triển, phân chia tế bào, phát triển bộ rễ, hình thành hạt, quả và thúc đẩy quá trình chín. Lân có mặt trong một số hợp chất bao gồm cả dầu và các axit amin. Các hợp chất chứa lân như adenosine diphosphate (ADP) và adenosine triphosphate (ATP) hoạt động như những chất vận chuyển năng lượng trong thực vật. Thiếu lân quá trình sinh trưởng của cây bị đình trệ, đẽ nhánh, phân cành kém, rễ phát triển chậm, chín muộn. Các triệu chứng thiếu lân thường xuất hiện từ các lá già trước (do có sự vận chuyển lân từ các lá già về lá non trong trường hợp cây thiếu lân). Sự thiếu hụt in on photphat trong lục lạp sẽ làm giảm quá trình quang hợp do quá trình tổng hợp axit ribonucleic (RNA) bị đình trệ dẫn đến quá trình tổng hợp protein cũng giảm theo. Tỷ lệ chồi/rễ giảm là một đặc trưng của sự thiếu lân. Hàm lượng P quá cao có thể gây ra các triệu chứng nhiễm độc với việc xuất hiện các vết mọng nước trên mép lá, sau đó bị hoại tử. Trường hợp quá mức, ngộ độc lân có thể dẫn đến tình trạng cây bị chết [Roy R N et al, 2006].

- K là yếu tố dinh dưỡng khoáng có hàm lượng cao thứ hai trong cây, sau N. Hàm lượng K trong cây cao gấp 4 - 6 lần so với P, Ca, Mg và S. Cây hút K ở dạng cation  $K^+$ . K thúc đẩy hoạt động của hơn 60 enzym liên quan đến quá trình quang hợp và vận chuyển sản phẩm quang hợp về các cơ quan dự trữ (hạt, củ, rễ và quả). K thúc đẩy quá trình hút nước, tăng cường khả năng chống hạn và chống chịu sâu bệnh. K điều khiển quá trình đóng mở của khí khổng do đó duy trì tình trạng cân bằng nước trong cây. Triệu chứng thiếu K thường xuất hiện ở các lá già trước với các vết cháy xém sau đó chuyển màu nâu ở mép các lá già. Thiếu K, cây sinh trưởng chậm, còi cọc, thân yếu, dễ bị đổ ngã, sâu bệnh nhiều, năng suất, chất lượng giảm [Roy R N et al, 2006].

#### *1.3.3.2. Vai trò của việc bón phối hợp phân vô cơ, phân hữu cơ, phân vi sinh, phân sinh học trong sản xuất cây dược liệu*

Canh tác cây trồng liên tục cùng với việc bón một lượng lớn phân hóa học là nguyên nhân chính dẫn đến làm giảm độ phì nhiêu của đất do giảm hàm lượng carbon và độ phì vật lý của đất, từ đó dẫn đến làm giảm năng suất, chất lượng cây trồng. Duy trì hàm lượng carbon trong đất ở giới hạn nhất định là yếu tố rất quan trọng để cải thiện chất lượng đất. Việc bón phối hợp một cách hợp lý giữa phân vô cơ với phân hữu cơ (bao gồm cả các loại phân chuồng, phân vi sinh vật, phân sinh học, phân xanh, cây họ đậu, tàn dư cây trồng) là nội dung đã được công nhận rộng rãi trong chiến lược về “Quản lý dinh dưỡng tổng hợp -Integrated Nutrient Management- INM” nhằm cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng với mức tối thích để duy trì năng suất, chất lượng sản phẩm theo mong muốn, đồng thời duy trì, cải thiện độ phì nhiêu đất cho sản xuất lâu bền [Anil K et al, 2018].

Cây dược liệu là những cây yêu cầu dinh dưỡng cho sự sinh trưởng bình thường và tạo năng suất. Ảnh hưởng của việc bón phối hợp phân vô cơ với phân hữu cơ đến sinh trưởng và độ phì nhiêu đất phụ thuộc vào tỷ lệ bón và bản chất các loại phân bón sử dụng. Bón phân hữu cơ cho cây dược liệu có tác dụng làm

tăng các thành phần hợp chất sinh hóa và các chất chống oxy hóa. Bên cạnh đó phân vô cơ là yếu tố rất quan trọng để nâng cao năng suất dược liệu. Vì vậy việc bón phối hợp phân vô cơ, phân hữu cơ là rất cần thiết để sản xuất liên tục cây dược liệu đạt năng suất, chất lượng cao [Ibrahim et al, 2013].

Bón phân hữu cơ có ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến độ phì vật lý của đất như cải thiện và duy trì kết cấu đất, tăng khả năng ngấm nước và giữ nước, tăng độ xốp, tăng điện thế oxy hóa khử (EC), tăng độ bền của các đoàn lạp [Haynes R, Naidu R, 1998]. Các thành phần của chất hữu cơ trong đất như acid humic và các polysaccharides làm tăng sự liên kết giữa các phần tử khoáng tạo thành đoàn lạp bền vững từ đó hạn chế xói mòn, rửa trôi. Ngược lại, việc hình thành các đoàn lạp bền vững làm tăng khả năng chống lại sự phân hủy chất hữu cơ trong đất của hệ vi sinh vật, từ đó duy trì hàm lượng chất hữu cơ trong đất [Six J et al, 1998]. Sản lượng cây trồng có thể được nâng cao bằng việc tăng hàm lượng chất carbon trong đất đối với các loại đất có tỷ lệ sét thấp hơn 20% như đất cát, đất cát pha [Ghimire R et al, 2011]. Tuy nhiên rất khó để phát hiện được sự thay đổi về hàm lượng carbon trong khoảng thời ngắn do việc hình thành chất hữu cơ xảy ra chậm chạp [Malhi S et al, 2011].

Cung cấp đầy đủ, hợp lý các chất dinh dưỡng thiết yếu thông qua bón phân là giải pháp để duy trì lợi nhuận ròng tối đa trong sản xuất cây trồng [Bekeko Z, 2014]. Việc tăng chi phí phân bón hóa học đầu vào thường dẫn đến làm giảm chất lượng hạt giống, giảm giá trị sản phẩm hàng hóa và do đó làm giảm thu nhập [Tung L D, Fernandez P G, 2007]. Trong bối cảnh đó, phân hữu cơ đóng vai trò quan trọng để phát triển sản xuất bền vững. Bón phân hữu cơ, chất lượng dược liệu của nhiều loài cây dược liệu cao hơn so với bón phân khoáng [Arsham A, 2013].

Trong các loại phân bón hữu cơ, phân chuồng có hàm lượng các chất dinh dưỡng và hiệu quả tăng năng suất, chất lượng cây trồng cao nhất [Silvia P S L et al, 2006]. Tuy nhiên, do lượng các chất dinh dưỡng giải phóng chậm và

thấp hơn nhiều so với phân vô cơ, yêu cầu lượng bón cao nên tốn nhiều công lao động. Bên cạnh đó nguồn cung cấp phân chuồng hạn chế nên khả năng đáp ứng toàn bộ nhu cầu dinh dưỡng cho cây bằng phân chuồng là rất khó thực hiện khi sản xuất ở quy mô lớn [Palm C A et al, 1997]. Chỉ sử dụng phân chuồng thì không thể đáp ứng đầy đủ nhu cầu dinh dưỡng cho cây, đặc biệt là vào năm bón phân, vì vậy cần bón kết hợp phân hữu cơ với phân vô cơ để vừa đảm bảo yêu cầu cung cấp đủ dinh dưỡng cho cây, vừa đảm bảo yêu cầu cải thiện độ phì nhiêu đất [Patel J.R et al, 2009]. Thay thế một phần phân khoáng bằng các loại phân hữu cơ theo nguyên tắc đảm bảo hiệu quả sản xuất của nông dân cao nhất là giải pháp nhằm hạn chế sử dụng phân khoáng, khắc phục tình trạng khan hiếm nguồn phân chuồng để duy trì năng suất, nâng cao chất lượng sản phẩm, đồng thời cải thiện độ phì nhiêu đất cho sản xuất lâu bền [Balemi T, 2012].

Đối với trồng trọt cây dược liệu, ngoài việc nâng cao năng suất, sản lượng dược liệu, chất lượng dược liệu là yếu tố rất quan trọng [Nithiya T et al, 2015]. Chất lượng dược liệu được xác định bởi thành phần và hàm lượng của các chất chuyển hóa thứ cấp có tác dụng biệt dược. Bón phân hữu cơ có tác dụng làm tăng các thành phần hoạt chất sinh học và chất chống oxy hóa đã được phát hiện trong các thí nghiệm về bón phân cho cây khoai tây [Kaola M et al, 2013]. Phân hữu cơ là nguồn cung cấp các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, vi lượng, vitamin, các yếu tố thúc đẩy tăng trưởng như Indole 3- axit axetic (IAA), axit gibberellic (GA) và các vi sinh vật có ích [Sreenivasa M N et al, 2010], [Taheri N et al, 2011]. Phân hữu cơ làm tăng năng suất, chất lượng cây trồng theo những cách tương tự như đối với phân bón vô cơ [Maske S N et al, 2015]. Bón cân đối giữa đạm, lân, kali cùng với một lượng thấp phân chuồng là giải pháp để duy trì hàm lượng carbon của đất trong điều kiện hạn chế về nguồn phân hữu cơ [Srinivasarao C et al, 2012]. Bón phân hữu cơ kết hợp với phân vô cơ là giải pháp để giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực của việc bón liên tục, bón với số lượng lớn các loại phân vô cơ thông qua việc duy trì hàm lượng carbon trong đất, giảm thiểu tổn thất N, tăng

tính bền vững của hệ thống cây trồng, tăng khả năng trao đổi cation (CEC) của đất do làm tăng hàm lượng mùn trong đất, hạn chế suy giảm tỷ lệ C/N của đất so với việc bón phân vô cơ đơn thuần [Matthews R B, Pilbeam C, 2005].

#### *1.3.3.3. Vai trò của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt*

Phương pháp bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt (PPTNG) là một biện pháp kỹ thuật canh tác hiện đại, cung cấp cơ hội tốt nhất để đạt năng suất tối đa, tăng hiệu quả sử dụng phân bón, tăng hiệu quả sản xuất cây trồng, giảm thiểu nguy cơ gây ô nhiễm môi trường [Bar Yosef B, 1999]. Tính ưu việt của PPTNG là nước và dinh dưỡng được cung cấp đồng thời và trực tiếp trong phạm vi bộ rễ cây trồng hoạt động phù hợp với nhu cầu của cây ở từng giai đoạn sinh trưởng, phát triển [Nada R. S, 2010]. Hiệu quả sử dụng phân bón trong PPTNG có thể đạt tới mức 90%, lượng dinh dưỡng bị mất do rửa trôi theo chiều sâu ở mức dưới 10%, tiết kiệm 25 - 50% tổng lượng phân bón so với bón phân vào đất truyền thống (PPTT) [Solaimalai A et al, 2015]. Các ưu, nhược điểm chính của PPTNG được tóm tắt như sau [Kafkafi U, Tarchitzky J, 2011].

- Ưu điểm: (1) nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón, hạn chế rửa trôi dinh dưỡng theo cả bề mặt và chiều sâu, đặc biệt là đạm và kali, từ đó hạn chế tác nhân gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, nước mặt, (2) tiết kiệm nguồn nước tưới, tiết kiệm phân bón, năng lượng, lao động bón phân, (3) đảm bảo sự linh động cho các hoạt động canh tác trên đồng ruộng được thực hiện bình thường do không làm ướt toàn bộ mặt ruộng, (4) cho phép nâng cao hiệu quả bón các nguyên tố dinh dưỡng vi lượng do khả năng bón chính xác với nồng độ ppm, (5) cây trồng sinh trưởng khỏe mạnh, bộ lá cây trồng không bị ướt nên tránh được hiện tượng cháy lá do phân bón, hạn chế được sự phát sinh, phát triển và gây hại của các loại sâu, bệnh, (6) nâng cao hiệu quả quản lý cỏ dại do không làm ướt toàn bộ bề mặt đất, từ đó hạn chế được sự phát triển của cỏ dại, đặc biệt là đối với các loại cây trồng theo hàng rộng, (7) hạn chế được tình trạng mặt ruộng chặt, bí do các hoạt động đi lại bón phân, tưới nước trên đồng ruộng

được giảm đến mức tối thiểu, (8) Kết hợp với che phủ nilong có tác dụng hạn chế bốc hơi nước, hạn chế tích lũy muối trên mặt, hạn chế cỏ dại, điều hòa chế độ nhiệt đất, từ đó tạo môi trường thuận lợi cho cây trồng sinh trưởng, phát triển, đạt năng suất, chất lượng cao.

- Nhược điểm: (1) chi phí đầu tư ban đầu cao cho lắp đặt hệ thống tưới, (2) chỉ phù hợp với các loại cây trồng theo hàng rộng, (3) tắc điểm nhỏ giọt trong quá trình sử dụng, (4) hệ thống ống nhỏ giọt dễ bị hư hỏng do chuột, động vật và các hoạt động chăm sóc cây trên đồng ruộng gây nên, (5) yêu cầu người sử dụng phải có hiểu biết nhất định trong việc lập kế hoạch tưới nước, bón phân trong những điều kiện xác định, đồng thời phải vận hành chính xác và bảo trì tốt hệ thống tưới mới phát huy được hiệu quả PPTNG.

Về dinh dưỡng sử dụng trong PPTNG, tất cả các nguyên tố dinh dưỡng dễ tan đều có thể sử dụng được. Tuy nhiên, hiệu quả bón N và K là cao hơn nhiều so với các nguyên tố dinh dưỡng khác. P và hầu hết các nguyên tố vi lượng là không phù hợp do khả năng di động của chúng trong đất rất thấp. Bên cạnh đó, việc bón lân và các nguyên tố vi lượng cùng với Ca, Mg có thể gây nên tình trạng kết tủa, dẫn đến làm tắc điểm nhỏ giọt. Dạng phân bón hòa tan của các nguyên tố Ca, Mg, S là khá đắt tiền và không phải lúc nào cũng tương thích với hỗn hợp dinh dưỡng. Vì vậy P, Ca, Mg, S thường được bón theo PPTT [Rolston D E, Rauschkolb R S, 1981].

Phân bón có thể được bón theo PPTNG với tần suất khác nhau như bón hàng ngày, bón cách 1 ngày hoặc 1 tuần. Tần suất bón phân phụ thuộc vào kế hoạch tưới nước, loại đất, nhu cầu dinh dưỡng của cây, thiết kế hệ thống tưới cũng như sở thích của người sử dụng. Phạm vi vùng rễ của cây trồng càng nhỏ, mức độ thường xuyên bón phân càng cao. Trong điều kiện quản lý tốt, PPTNG với tần suất 5 - 7 ngày một lần được coi là hiệu quả nhất [Kafkafi U, Tarchitzky J, 2011].

Đã có rất nhiều dẫn chứng về hiệu quả PPTNG đối với nhiều loại cây trồng: Đối với đậu bắp, năng suất khi bón ở mức 60% theo PPTNG tương đương với bón 100% tổng lượng bón theo PPTT. Điều này cho thấy PPTNG tiết kiệm được 40% lượng phân bón. Với cùng một lượng bón, năng suất đậu bắp trong PPTNG tăng 26,59 - 35,21% so với PPTT [Patel N, Rajput T B S, 2001]. Đối với cà chua và cà tím, năng suất khi bón 50% lượng đạm theo PPTNG tương đương bón 100% theo PPTT. Đối với ớt, PPTNG ở mức 75%, 100% và 125% tổng lượng N và K, năng suất tăng 50,6%; 66,8% và 58,6% so với bón 100% N và K theo PPTT, tương ứng [Papadopoulos I, Ristimaki Leena M, 2010].

So với bón vãi phân bề mặt, PPTNG làm tăng năng suất súp lơ 115,37%, năng suất củ cải tăng 47,57%. Các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, chỉ số diện tích lá, khối lượng khô của quả, tổng khối lượng chất khô, số lượng quả, khối lượng trung bình quả, năng suất quả/cây và năng suất quả tổng số đều tăng lên đáng kể ở PPTNG. Tỷ suất lợi nhuận đạt 3,3 ở công thức PPTNG 100% lượng bón giới thiệu so với 2,78 ở công thức bón theo PPTT [Singh A K et al, 2012].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của bón đạm và kali theo PPTNG đến sinh trưởng, năng suất, chất lượng cà dài dê (*Solanum melongena L.*) cho thấy chiều cao cây, số cành trên cây, số lá, số quả trên cây, khối lượng quả, năng suất quả, tổng khối lượng chất khô (lá và quả) là tăng lên đáng kể cùng với việc tăng lượng bón đạm và kali ở các mức 75%; 100%; 125% và 150% lượng bón giới thiệu. Các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất đạt cao nhất ở công thức 150%; tỷ suất lợi nhuận bón phân đạt cao nhất ở công thức bón 125%, đạt 3,22 so với 3,04 ở công thức bón đạm và kali theo PPTT [Hadole SS et al, 2020].

#### **1.4. Tổng quan về cây cà gai leo**

##### ***1.4.1. Nguồn gốc, phân loại, đặc điểm thực vật học cây cà gai leo***

Cây cà gai leo *Solanum hainanense* Hance thuộc họ cà solanaceae. *Solanum* là chi lớn nhất với khoảng 1.200 loài, phân bố chủ yếu ở các vùng nhiệt đới và á nhiệt đới. Loài cà gai leo được J. de Loureiro định loại đầu tiên



vào năm 1790 với tên khoa học là *Solanum procumbens* Lour. và được mô tả trong tạp chí Flora Cochinchinensis. Đến năm 1868, Hance đặt tên cho các mẫu thu thập được ở Hải Nam, Trung Quốc là *Solanum hainanense*. Tuy nhiên, các công bố sau đó cho thấy tên *Solanum hainanense* là một tên đồng nghĩa (synonym) của loài *Solanum procumbens* [Zhang Zhi-yun et al, 1994]. Tương tự như vậy, trong tài liệu Cây thuốc và Động vật làm thuốc ở Việt Nam [Đỗ Huy Bích và cs, 2004] và Danh lục Cây thuốc Việt Nam [Viện Dược liệu, 2016], *Solanum procumbens* Lour. là tên đồng nghĩa của loài *Solanum hainanense* Hance và có các tên gọi khác là cà quánh, cà quạnh, cà quỳnh, cà bò, cà vạnh, cà gai dây, cà hải nam.

Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái và vi phẫu rễ, thân, lá cơ quan sinh sản hoa, quả, hạt [Phùng Thị Thu Hà và cs, 2017], nghiên cứu giải trình tự, phân tích chỉ thị DNA vùng *trnL-trnF* [Huỳnh Thị Thu Huệ và cs, 2021], nghiên cứu giám định loài [Hoàng Thị Sáu và cs, 2019] các mẫu cà gai leo thu thập tại các địa phương ở các địa phương trong nước đều xác nhận đúng loài *Solanum hainanense* Hance.

Cà gai leo là loại cây nhỏ leo, sống nhiều năm, dài khoảng 1 m hoặc hơn. Thân hoá gỗ ở gốc, nhẵn, phân cành nhiều. Cành non toả rộng, phủ lông hình sao và rất nhiều gai cong màu vàng. Lá mọc so le, hình bầu dục hay thuôn, gốc tròn hoặc hình nêm, đầu tù. Phiến lá có thùy nông không đều, mặt trên sẫm, mặt dưới nhạt phủ đầy lông tơ màu trắng, hai mặt đều có gai ở gân chính nhất là mặt trên. Cuống lá cũng có gai. Hoa màu tím, mọc thành xim 2 - 5 hoa ở kẽ lá, ít khi 7 - 9, đài có lông, xẻ thành 4 thùy tam giác nhọn, không gai, tràng có 4 thùy hình trái xoan nhọn, 4 nhị vàng, chỉ nhị phình ở gốc. Quả mọng, hình cầu nhẵn, có cuống dài, màu vàng sau đỏ, đường kính 5 – 7 mm, hạt hình thận màu vàng. Mùa hoa tháng 4 - 6; mùa quả tháng 7 - 9 hàng năm [Đỗ Huy Bích và cs, 2004].

#### **1.4.2. Nhu cầu sinh thái của cây cà gai leo**

Cà gai leo là cây ưa ẩm, ưa sáng và có thể hơi chịu bóng, thường mọc tập

trung lẫn trong các lùm bụi thưa ở bờ rào, bãi hoang. Cây mọc ở chỗ có nhiều ánh sáng, sinh trưởng phát triển tốt, ra hoa quả nhiều. Cà gai leo sống được trên nhiều loại đất, pH từ 4 đến 7, cây sinh trưởng mạnh trong mùa xuân hè, ra hoa quả hàng năm, nhân giống tự nhiên chủ yếu từ hạt. Ngoài ra, sau khi bị chặt, phần thân cành và gốc còn lại đều có khả năng tái sinh chồi và phát triển thành cây. Trên thế giới cà gai leo chỉ thấy ở vùng nhiệt đới Châu Á, từ đảo Hải Nam tỉnh Quảng Tây, Trung Quốc đến Việt Nam, Campuchia, Lào và Thái Lan. Ở Việt Nam, cà gai leo phân bố rải rác từ vùng đồng bằng ven biển đến trung du và vùng núi thấp. Tuy nhiên, vùng phân bố tương đối tập trung nằm ở các tỉnh phía Bắc từ Hải Phòng đến Thái Bình, Hải Dương, Bắc Ninh, Vĩnh Phúc, Ninh Bình, Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh [Đỗ Huy Bích và cs, 2004].

#### ***1.4.3. Thành phần hoá học và tác dụng dược lý của cà gai leo***

Kết quả nghiên cứu thành phần hóa học các mẫu cà gai leo thu thập tại Thanh Hóa, Hà Nội (Đông Anh, Đại Yên, Sóc Sơn), Thái Bình, Hà Tây, Hòa Bình bằng phương pháp chiết xuất và phân tích sắc ký cho thấy các bộ phận thân, lá, rễ và quả cà gai leo đều có chứa các nhóm chất alkaloid, glycoalkaloid, saponin, flavonoid, acid amin và sterol, trong đó nhóm glycoalkaloid có tỷ lệ cao nhất [Nguyễn Bích Thu và cs, 2000a].

Kết quả nghiên cứu tác dụng dược lý của cà gai leo cho thấy glycoalkaloid là thành phần chính có tác dụng chống viêm, giảm đau (thông qua tác dụng chống ô xy hóa) và ức chế xơ gan (thông qua tác dụng ức chế sinh tổng hợp collagen) [Nguyễn Bích Thu và cs, 2000b], [Nguyễn Bích Thu và cs, 2000c], [Nguyễn Minh Khai và cs, 2000], [Âu Văn Viên và cs, 2000].

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu thành phần hóa học, tác dụng dược lý và qui trình chiết xuất glycoalkaloid, dược liệu cà gai leo đã được sử dụng để bào chế thuốc HAINA I; HAINA II chống viêm và ức chế phát triển xơ gan, bào chế thuốc ngậm APD điều trị viêm quanh chân răng, chế phẩm Solamin B chữa bệnh thấp khớp [Nguyễn Bích Thu và cs, 2000b] và nhiều sản phẩm bảo vệ sức khỏe.

Theo Bộ Y tế, tại thời điểm năm 2017, cả nước có 26 đơn vị, doanh nghiệp đăng ký sản xuất các sản phẩm từ dược liệu cà gai leo như viên giải độc gan cà gai leo, trà túi lọc cà gai leo, cao cà gai leo, viên nang cà gai leo [Bộ Y tế, 2017].

#### ***1.4.4. Tình hình nghiên cứu về kỹ thuật sản xuất cây cà gai leo***

Nhu cầu nguyên liệu cà gai leo cho sản xuất thuốc và các sản phẩm bảo vệ sức khỏe có xu hướng tăng cao trong thời gian gần đây đã làm cho nguồn cà gai leo trong tự nhiên bị khai thác đến mức cạn kiệt. Từ đó, cây cà gai leo đã được đưa vào trồng trọt ở một số địa phương thuộc khu vực vùng núi phía Bắc, đồng bằng Sông Hồng và Bắc miền Trung.

Cho đến nay các nghiên cứu về kỹ thuật sản xuất cà gai leo trên thế giới còn rất hạn chế. Ở Việt Nam, nghiên cứu về cà gai leo chủ yếu được thực hiện tại Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ, Viện Dược liệu. Ngoài ra một số ít các nghiên cứu cũng được thực hiện ở các địa phương như Hà Nội, Phú Thọ, Nghệ An, Thừa Thiên Huế.

Kết quả nghiên cứu thời vụ giâm cành, trồng, khoảng cách trồng và lượng bón NPK tại Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ, phường Quảng Thành, thành phố Thanh Hóa [Hoàng Thị Sáu và cs, 2016] cho thấy:

+ Về thời vụ giâm cành và trồng, thích hợp nhất là giâm cành tháng 8, 9 và trồng tháng 10, 11. Ở thời vụ này, các chỉ tiêu về nhân giống và sinh trưởng, năng suất của cà gai leo trồng ngoài đồng ruộng là tốt nhất so với các thời vụ khác: thời gian từ giâm đến bật mầm 15,07 và 13,87 ngày, đến ra rễ 22,07 và 20,53 ngày, đến xuất vườn 5 và 8 ngày; tỷ lệ sống của cành giâm đạt 84,67 % và 85,33%; chiều cao cây giống đạt 18,93 và 19,20 cm; tỷ lệ cây sống khi trồng ngoài đồng ruộng đạt 100% và 95%; chiều cao cây khi thu hoạch đạt 120,7 cm và 144,9 cm; số cành cấp 1 đạt 8,2 và 9,1; năng suất dược liệu đạt 4,0 tấn và 4,62 tấn/ha/2 lứa thu hoạch trong năm.

+ Về khoảng cách trồng, các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất cá thể tăng dần, ngược lại năng suất dược liệu giảm dần khi tăng khoảng cách trồng, trong

đó khoảng cách trồng 50 x 40 cm là thích hợp nhất: chiều cao cây khi thu hoạch đạt 122,4 cm, số cành cấp 1 đạt 7,2, năng suất cá thể khô đạt 68,8 g/cây, năng suất dược liệu đạt 4,2 tấn/ha/2 lứa thu hoạch.

+ Về lượng bón NPK, các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất cá thể, năng suất dược liệu tăng dần khi tăng lượng bón NPK, trong đó lượng bón 200 N + 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 125 K<sub>2</sub>O được xác định là phù hợp nhất. Ở lượng bón này, chiều cao cây khi thu hoạch (trung bình 2 lứa thu hoạch) đạt 82,3 cm, số cành cấp 1 đạt 6,9; năng suất cá thể khô đạt 47,3 g/cây, năng suất dược liệu đạt 4,67 tấn/ha/2 lứa thu hoạch.

- Kết quả nghiên cứu kỹ thuật trồng và xây dựng mô hình trồng cà gai leo theo hướng GACP tại Thanh Hóa [Lê Hùng Tiến và cs, 2019] cho thấy:

+ Khoảng cách trồng có ảnh hưởng khác nhau đến các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất dược liệu cà gai leo ở các địa điểm trồng khác nhau. Trên đất ruộng tại huyện Yên Định, khoảng cách trồng thích hợp nhất là 50 x 40 cm: chiều cao cây khi thu hoạch đạt 135,4 cm, số cành cấp 1 đạt 9,6, đường kính gốc 0,83 cm, năng suất dược liệu đạt 2,62 tấn/ha (thu hoạch lứa 1) và 3,03 tấn/ha (thu hoạch lứa 2). Trên đất đồi tại huyện Ngọc Lặc, khoảng cách trồng thích hợp nhất là 50 x 30 cm: chiều cao cây khi thu hoạch đạt 119,5 cm, số cành cấp 1 đạt 7,5, đường kính gốc 0,62 cm, năng suất dược liệu đạt 2,43 tấn/ha (thu hoạch lứa 1) và 2,73 tấn/ha (thu hoạch lứa 2).

+ Về lượng bón đạm: trên nền bón 20 tấn phân chuồng + 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 125 K<sub>2</sub>O/ha/2 lứa thu hoạch, lượng bón N thích hợp nhất ở cả 2 địa điểm Yên Định và Ngọc Lặc là 200 N/ha/2 lứa thu hoạch. Trên đất ruộng tại huyện Yên Định, chiều cao cây đạt 138,5 cm, số cành cấp 1 đạt 10,1, đường kính gốc đạt 0,93 cm, năng suất glycoalcaloid (trung bình 2 lứa thu hoạch) đạt 17,7 kg/ha. Trên đất đồi tại huyện Ngọc Lặc chiều cao cây đạt 113,7 cm, số cành cấp 1 đạt 9,5, đường kính gốc đạt 0,85 cm, năng suất glycoalcaloid 19,4 kg/ha/lứa thu hoạch.

+ Về hiệu quả mô hình trồng cà gai leo: Trên đất ruộng tại huyện Yên Định, năng suất dược liệu đạt 4,42 tấn/ha/năm, tổng chi phí sản xuất 113,79 triệu đồng/ha/năm, tổng thu 198,9 triệu/ha/năm (giá bán dược liệu 45.000đ/kg), lợi nhuận thuần 85,11 triệu đồng/ha/năm, bằng 5,93 lần so với mô hình trồng lúa. Trên đất đồi tại huyện Ngọc Lặc, năng suất dược liệu 3,89 tấn/ha/năm, chi phí sản xuất 98,79 triệu đồng/ha/năm, tổng thu 175,05 triệu/ha/năm, lợi nhuận thuần 76,26 triệu đồng/ha/năm, bằng 5,48 lần so với mô hình trồng mía.

Kết quả nghiên cứu xây dựng quy trình nhân giống cà gai leo bằng phương pháp giâm cành trong nhà ươm cây giống tại Công ty Cổ phần Thảo dược EKADES Phú Xuân, Phú Vang, Thừa Thiên Huế cho thấy: các biện pháp kỹ thuật thích hợp cho giâm cành cà gai leo gồm: sử dụng cành giâm với 1 mắt/cành và tỷ lệ lá để lại 75%; xử lý cành giâm bằng dung dịch IAA nồng độ 2.000 ppm hoặc NAA nồng độ 1.500 ppm trong 2 - 3 giây; giá thể giâm cành 60% đất phù sa + 1% super lân + 29% phân chuồng + 10% trấu hun; thời vụ giâm vào đầu tháng 2, tỷ lệ che bóng 20%; phun phân bón lá Komix trong quá trình sinh trưởng của cành giâm [Hoàng Kim Toàn và cs, 2017].

Kết quả nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật nhân giống từ hạt cây cà gai leo trong nhà ươm cây giống tại Công ty Cổ phần Thảo dược BEKADES Phú Xuân, Phú Vang, Thừa Thiên Huế cho thấy: xử lý chất kích thích GA3 nồng độ 20 ppm và ngâm hạt 6 giờ có tác dụng tốt đến các chỉ tiêu sinh lý nảy mầm của hạt giống. Phun phân bón lá Bloom plus kết hợp sử dụng giá thể 60% đất phù sa + 1% super lân + 29% phân chuồng + 10% xơ dừa có tác dụng tốt đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây giống. Cây giống gieo hạt ở thời vụ 20/2 hoặc 10/3 đạt các chỉ tiêu xuất vườn cao nhất. Gieo hạt vào ngày 20/2 + độ che bóng 40% hoặc gieo hạt vào ngày 10/3 + độ che bóng 60%, đạt các chỉ tiêu xuất vườn tốt nhất [Hoàng Kim Toàn và cs, 2018].

Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ trồng, khoảng cách trồng và lượng phân bón cho cà gai leo trên 2 loại đất (đất đồi và đất bãi) tại Trung tâm Giống

và Bảo tồn Cây thuốc Phú Thọ - Công ty Cổ phần Khoa học Công nghệ Đông Á, xã Tế Lễ, huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ, cho thấy: mật độ và lượng phân bón có ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu của cà gai leo trên cả hai loại đất, trong đó mật độ 50.000 cây/ha và khoảng cách trồng 40 x 50 cm là tốt nhất. Liều lượng phân bón thích hợp trên đất bãi là 20 tấn phân chuồng + 180 kg N + 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 125 kg K<sub>2</sub>O, trên đất đồi 20 tấn PC + 220 kg N + 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 125 kg K<sub>2</sub>O. Với mật độ, khoảng cách trồng và lượng phân bón nêu trên, năng suất dược liệu trên đất bãi đạt 4,35 tấn/ha, trên đất đồi đạt 4,03 tấn/ha [Nguyễn Hữu Thiện và cs, 2019].

Kết quả nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật trồng cà gai leo tại Gia Lâm Hà Nội cho thấy: thời vụ trồng thích hợp nhất là vụ Xuân – Hè. Giá thể đất phù sa: mùn vỏ keo, tỷ lệ 1:1 là thích hợp nhất cho sinh trưởng của cây giống. Khoảng cách trồng thích hợp cho thu sinh khối dược liệu cà gai leo là 25 x 25 cm. Phương pháp nhân giống vô tính bằng giâm cành bánh tẻ là thích hợp nhất [Phùng Thị Thu Hà và cs, 2017].

Kết quả nghiên cứu mật độ trồng, khoảng cách trồng và lượng phân bón cho cây cà gai leo tại huyện Con Cuông, tỉnh Nghệ An cho thấy mật độ và phân bón có ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất và hàm lượng glycoacaloid của cà gai leo. Năng suất dược liệu tươi, hàm lượng glycoacaloid và hiệu quả kinh tế đạt cao nhất ở lượng bón 20 tấn phân chuồng + 200 kg N + 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 125 kg K<sub>2</sub>O/ha và mật độ trồng 11,11 vạn cây/ha (30 x 30 cm). Năng suất dược liệu tươi đạt 27,03 tấn/ha; hàm lượng glycoacaloid toàn phần tính theo solasodine đạt 0,21%, lợi nhuận thuần đạt 349,336 triệu đồng/ha [Trịnh Thị Thanh và cs, 2018].

#### ***1.4.5. Quy trình kỹ thuật sản xuất cà gai leo***

Năm 2017, Viện Dược liệu ban hành “Quy trình kỹ thuật nhân giống hữu tính, vô tính, kỹ thuật trồng trọt, thu hoạch, sơ chế và bảo quản dược liệu cà gai leo” cho phổ biến áp dụng tại khu vực Bắc Trung Bộ và các vùng có điều kiện

khí hậu tương tự, với mục tiêu năng suất từ 4,2 - 5,1 tấn dược liệu/ha/năm (*Phụ lục kèm theo*). Theo đó nội dung các biện pháp kỹ thuật được tóm tắt như sau:

Cây giống được nhân hữu tính bằng hạt và nhân giống vô tính bằng cành. Thời vụ gieo hạt tháng 10, 11, trồng 12, 1. Mật độ trồng 50.000 cây/ha. Lên luống rộng 1,0 - 1,2 m, rãnh rộng 30 cm, trồng hai hàng trên luống, khoảng cách hàng 40 cm, khoảng cách cây 50 cm. Lượng phân bón (tính cho 1 ha/2 lứa thu hoạch): 20 tấn phân chuồng + 200 kg N + 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 125 kg K<sub>2</sub>O, chia đều cho 2 lứa thu hoạch. Phân chuồng, lân bón lót 100% khi trồng/và sau khi thu hoạch lứa 1. Sau trồng 30 ngày/và 10 ngày sau thu hoạch lứa 1, bón thúc (lần 1) 30% N. Sau trồng 60 ngày/và 40 ngày sau thu hoạch lứa 1, bón thúc (lần 2) 40% N + 50% K<sub>2</sub>O. Sau trồng 90 ngày/và 70 ngày sau thu hoạch lứa 1, bón thúc (lần 3) 30% N + 50% K<sub>2</sub>O. Kết hợp tưới nước, làm cỏ mỗi đợt bón phân. Thu hoạch dược liệu (thân, cành, lá) khi có 1/3 bộ lá tính từ gốc lên chuyển màu vàng.

### **1.5. Nhận xét rút ra từ tổng quan**

1) Việc sử dụng các sản phẩm dược liệu làm thuốc chữa bệnh và chăm sóc sức khỏe ngày càng tăng đã nâng cao giá trị của cây dược liệu. Thu hái dược liệu trong tự nhiên là nguyên nhân dẫn đến nguy cơ tuyệt chủng của nhiều loại cây dược liệu có giá trị và môi trường sống của chúng. Trồng trọt là giải pháp khả thi để bảo tồn và phát triển cây dược liệu, đồng thời đảm bảo cung cấp ổn định, thường xuyên với lượng lớn các sản phẩm thảo dược, tối ưu hóa các yêu cầu của thị trường. Trồng trọt cây dược liệu cần được tiến hành đồng thời với nghiên cứu phát triển các quy trình chuẩn và chính sách đảm bảo tối ưu hóa các yêu cầu thương mại, phát triển bền vững cả về kinh tế, xã hội và môi trường. Các chương trình trồng trọt cây dược liệu cần phải đạt được mục tiêu thúc đẩy cây sinh trưởng, tăng năng suất dược liệu, tối ưu hóa chất lượng và số lượng các hợp chất chuyển hoá thứ cấp thông qua áp dụng quy trình kỹ thuật sản xuất chuẩn (SOP) về thực hành nông nghiệp tốt (GAP).

2) Những ảnh hưởng tiêu cực đối với sức khỏe con người do sử dụng thuốc và các sản phẩm thảo dược có chất lượng thấp là một thực tế khách quan. Để đảm bảo an toàn và chất lượng dược liệu thu hái trong tự nhiên và trong trồng trọt, cần phải tuân thủ một cách nghiêm ngặt theo các qui định và tiêu chuẩn Quốc gia về thực hành tốt trồng trọt và thu hái dược liệu theo GACP – WHO.

3) Cho đến nay đã có khá nhiều các công trình nghiên cứu về các nội dung: kỹ thuật nhân giống vô tính bằng giâm cành, thời vụ, mật độ trồng, vai trò của các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng thiết yếu (đạm, lân, kali); vai trò của quản lý dinh dưỡng tổng hợp (bón phối hợp phân khoáng với các loại phân hữu cơ, phân vi sinh, phân sinh); vai trò của việc bón phân khoáng kết hợp với tưới nước thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt. Các kết quả nghiên cứu nhìn chung có sự khác biệt lớn, tùy thuộc vào đối tượng cây trồng và điều kiện nghiên cứu cụ thể, song tất cả đều thống nhất nhận định, đánh giá về các nội dung cụ thể như sau:

- Xác định loại và nồng độ xử lý auxin (IAA, IBA, NAA) phù hợp với đối tượng cây trồng là cần thiết để thúc đẩy bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm, qua đó nâng cao tỷ lệ và các chỉ tiêu chất lượng cây giống xuất vườn trong nhân giống vô tính bằng giâm cành.

- Cây trồng khác nhau có nhu cầu khác nhau về điều kiện khí hậu, đất đai, lượng và tỷ lệ các yếu tố dinh dưỡng. Bố trí thời vụ, mật độ trồng hợp lý, xác định lượng bón phân khoáng phù hợp là biện pháp hữu hiệu để tiết kiệm chi phí đầu vào, nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu suất bón, hiệu quả sản xuất cây trồng.

- Cắt giảm lượng phân khoáng, bón phối hợp phân khoáng với các loại phân hữu cơ, phân vi sinh, phân sinh học theo nguyên tắc đảm bảo lợi nhuận sản xuất cao nhất là biện pháp nhằm duy trì năng suất, nâng cao số lượng, chất lượng các hợp chất thứ cấp, đồng thời cải thiện độ phì nhiêu đất để sản xuất liên tục các loài cây dược liệu.



- Bón phân khoáng kết hợp với tưới nước thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt là biện pháp kỹ thuật canh tác hiện đại để tăng năng suất, chất lượng cây trồng, nâng cao hiệu suất sử dụng phân bón, hiệu quả bón phân, song cần xác định lượng bón, lịch trình bón phân phù hợp qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển để phát huy tối đa tiềm năng năng suất, chất lượng cao của từng đối tượng cây trồng.

4) Cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance) là cây dược liệu có trong danh mục Dược điển Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu đã xác nhận đúng loài *Solanum hainanense* Hance hiện đang được trồng phổ ở các địa phương; khẳng định tác dụng chống viêm, ức chế phát triển xơ gan của hợp chất glycoalcaloid có trong các bộ phận thân, lá, rễ, quả cà gai leo; xác định thời vụ, mật độ trồng, lượng bón NPK và hiệu quả sản xuất cà gai leo ở một số địa phương trong nước. Nhìn chung, kết quả nghiên cứu có sự khác biệt lớn, một số nghiên cứu chưa nêu cụ thể hoặc thiếu chính xác về điều kiện thí nghiệm, phương pháp theo dõi và đánh giá các chỉ tiêu nghiên cứu nên khó khăn trong việc phổ biến vận dụng vào sản xuất.

Trong những năm gần đây, nhu cầu dược liệu cà gai leo cho sản xuất thuốc và các sản phẩm bảo vệ sức khỏe tăng cao trong khi nguồn tự nhiên bị khai thác đến mức cạn kiệt. Nghiên cứu kỹ thuật thâm canh phục vụ phát triển sản xuất cà gai leo đáp ứng nhu cầu thị trường dược liệu với số lượng lớn, đảm bảo chất lượng, an toàn và bền vững là có ý nghĩa khoa học, thực tiễn và cần thiết. Từ đó, chúng tôi thực hiện đề tài luận án “*Nghiên cứu kỹ thuật thâm canh cây cà gai leo (Solanum hainanense Hance) trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa*”.

## Chương 2

### VẬT LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Loài cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance) lưu giữ tại Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ đã được chấp nhận đăng ký bảo hộ giống cây trồng mới tại Thông báo số 805/TB-TT-VPBH ngày 10/7/2017 của Cục Trồng trọt Bộ NN& PTNT. Nguồn gốc: được thuần hóa, chọn lọc tại Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ, thời gian từ 2011 - 2017. Nhân giống bằng hạt hoặc giâm cành, trồng vụ Đông - Xuân. Đặc điểm: thân có gai quặm xuống dưới, lá có gai nhiều, hoa mọc thành chùm màu tím phớt (*Phụ lục kèm theo*).

- Đất thí nghiệm: Đất nâu đỏ phát triển trên đá macma bazơ và trung tính tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa.

- Chất kích thích sinh trưởng: indole acetic acid (IAA 99%), indole-3-butyric acid (IBA 99%) và naphthalene acetic acid (NAA 99%) mua tại công ty Hóa chất Thanh Hóa.

- Phân chuồng (phân trâu, bò) ủ hoai mục tại địa phương. Thành phần: chất khô 20,85%, N: 0,23%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0,18%, K<sub>2</sub>O: 0,95%.

- Đạm urê (46%N), super lân đơn (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), kali clorua (60% K<sub>2</sub>O).

- Phân bón vi sinh đa chức năng Thành Châu Azotobacterin của Công ty TNHH Công nghệ Xanh Thành Châu có trong danh mục phân bón được phép lưu hành tại Việt Nam theo Quyết định số 1218/QĐ-BVTV-PB, ngày 29/8/2018 của Cục Bảo vệ thực vật, Bộ NN&PTNT. Thành phần gồm vi khuẩn *Azotobacter vinelandii* 5,9 x 10<sup>8</sup> CFU/g, vi khuẩn *Bacillus Subtilis* 6,3 x 10<sup>8</sup> CFU/g, pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub> 7, độ ẩm 30% (*Phụ lục kèm theo*).

- Phân bón sinh học AGN Lite của Công ty cổ phần thương mại xuất nhập khẩu VBAY BIO có trong danh mục phân bón được phép lưu hành tại Việt Nam theo Quyết định số 797/QĐ-BVTV-PB, ngày 4/7/2018 của Cục Bảo

vệ thực vật, Bộ NN&PTNT. Thành phần gồm vi sinh vật cố định đạm  $1 \times 10^6$  CFU/mL, vi sinh vật phân giải lân  $1 \times 10^6$  CFU/mL, vi sinh vật phân giải cellulose  $1,5 \times 10^4$  CFU/mL, N tổng số 2,2%, acid humic 3% (*Phụ lục kèm theo*).

- Phân bón sinh học Humic acid powder dạng bột nhập khẩu từ Mỹ. Thành phần gồm acid Humic 60%, kali hữu hiệu ( $K_2O$ ) 12%, canxi (Ca) 1%; sắt (Fe) 5000 ppm, Bo (B) 1000 ppm, độ ẩm 25%,  $pH_{(H_2O)}$  9.

## 2.2. Nội dung nghiên cứu

1) Điều tra điều kiện khí hậu, đất đai, tình hình sản xuất cà gai leo khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hoá.

2) Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật thâm canh (nhân giống, trồng) cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, gồm: (1) ảnh hưởng của việc xử lý auxin (IAA, IBA và NAA) đến sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm; (2) ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng; (3) ảnh hưởng lượng bón đạm, lân, kali; (4) ảnh hưởng của lượng bón phối hợp phân khoáng với các loại phân vi sinh vật, phân sinh học (Azotobacterin, AGN Lite, Humic acid powder); (5) ảnh hưởng của lượng bón phân khoáng thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất nâu đỏ, vùng đồi tỉnh Thanh Hóa.

3) Xây dựng mô hình thực nghiệm ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.

## 2.3. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

- Thời gian nghiên cứu: từ 2017 - 2022.

- Địa điểm nghiên cứu: Điều tra tình hình sản xuất cà gai leo tại 3 huyện Cẩm Thủy, Ngọc Lặc, Thạch Thành. Bố trí thí nghiệm nhân giống vô tính bằng giâm cành tại Trung tâm nghiên cứu dược liệu Bắc Trung Bộ, phường Quảng Thành, thành phố Thanh Hóa, tỉnh Thanh Hóa. Bố trí các thí nghiệm đồng ruộng tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa.

## **2.4. Phương pháp nghiên cứu**

### **2.4.1. Phương pháp thu thập thông tin về điều kiện khí hậu, đất đai và điều tra tình hình sản xuất cà gai leo khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hoá.**

#### **2.4.1.1. Thu thập thông tin thứ cấp**

Thu thập các nguồn tài liệu, số liệu thống kê, báo cáo khoa học có liên quan đến điều kiện địa hình, khí hậu, đất đai, nguồn nước khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hóa trong mối quan hệ với phát triển sản xuất cà gai leo.

#### **2.4.1.2. Thu thập thông tin sơ cấp**

Điều tra nông hộ bằng mẫu phiếu in sẵn (*Phụ lục kèm theo*) tại 3 huyện có diện tích trồng cà gai leo, tổng số 50 hộ (Ngọc Lặc 25 hộ, Thạch Thành 15 hộ, Cẩm Thủy 10 hộ). Nội dung điều tra bao gồm: các thông tin chung về nông hộ, diện tích, năng suất, tình hình tiêu thụ cà gai leo từ 2015 - 2017, các biện pháp kỹ thuật canh tác (giống, thời vụ trồng, mật độ trồng, phân bón, tưới nước). Sử dụng phương pháp phân tổ thống kê theo tiêu chí để phân tích và mô tả các thông tin thu thập được qua phiếu điều tra.

### **2.4.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm**

#### **2.4.2.1. Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của auxin (IAA, IBA và NAA) đến sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm cà gai leo.**

- Bố trí thí nghiệm trên nền đất trong điều kiện vườn ươm giống tại Trung tâm nghiên cứu dược liệu Bắc Trung Bộ, thời gian từ tháng 10/2018 đến tháng 1/2019. Thí nghiệm 01 nhân tố theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (Randomized Complete Block - RCB), nhắc lại 3 lần. Diện tích ô thí nghiệm 10 m<sup>2</sup>, mỗi ô giâm 100 hom. Thí nghiệm gồm 13 công thức, nghiên cứu 4 nồng độ IAA (500; 1000; 1500 và 2000 ppm); 4 nồng độ IBA (500, 1000, 1500 và 2000 ppm); 4 nồng độ kết hợp NAA và IBA (250 + 250, 500 + 500, 750 + 750 và 1000 + 1000 ppm). Công thức đối chứng không xử lý auxin.

### Công thức thí nghiệm

Ký hiệu	Công thức xử lý	Nồng độ xử lý
CT1	Nước cất	-
CT2	IAA	500 ppm
CT3	IAA	1000 ppm
CT4	IAA	1500 ppm
CT5	IAA	2000 ppm
CT6	IBA	500 ppm
CT7	IBA	1000 ppm
CT8	IBA	1500 ppm
CT9	IBA	2000 ppm
CT10	NAA + IBA	250 ppm + 250 ppm
CT11	NAA + IBA	500 ppm + 500 ppm
CT12	NAA + IBA	750 ppm + 750 ppm
CT13	NAA + IBA	1000 ppm + 1000 ppm

Ghi chú: CT1, 2...13: công thức thí nghiệm; IAA: indole acetic acid, IBA: indole-3-butyric acid, NAA: naphthalene acetic acid.

### Sơ đồ thí nghiệm

NL1	CT9	CT12	CT10	CT8	CT7	CT2	CT11	CT3	CT5	CT4	CT1	CT6	CT13
NL2	CT11	CT3	CT4	CT12	CT1	CT7	CT9	CT13	CT8	CT10	CT5	CT6	CT2
NL3	CT13	CT5	CT11	CT12	CT1	CT7	CT4	CT2	CT9	CT6	CT10	CT8	CT3

Ghi chú: CT1, 2...13: công thức thí nghiệm. NL1, 2, 3: lần nhắc lại.

- Các biện pháp kỹ thuật áp dụng trong thí nghiệm:

Chuẩn bị hom giâm: Chọn cây mẹ 6 tháng tuổi, sinh trưởng phát triển tốt, không sâu bệnh. Chọn cành cấp 1, to mập, thẳng, đường kính từ 0,3 – 0,4 cm, không bị gãy hoặc dập nát. Hom giâm được cắt vào buổi sáng, cắt nghiêng 45° bằng kéo, chiều dài 15 – 20 cm và có từ 3 - 4 mắt mầm, hom cắt không bị dập nát, trầy sát vỏ cành. Hom cắt xong ngâm phần gốc theo chiều thẳng đứng vào từng dung dịch xử lý auxin (đối với các công thức nghiên cứu) và nước cất (đối với công thức đối chứng) trong thời gian 15 phút.

Giâm hom: Giâm hom trên nền đất đã lên luống và xử lý khử trùng trước đó. Rạch ngang mặt luống sâu 7 – 10 cm, đặt hom giâm nghiêng 45° so với mặt đất sau đó lấp kín đất. Tưới giữ ẩm ngay cho hom giâm bằng chính dung dịch đã dùng để xử lý hom của từng công thức thí nghiệm. Làm vòm che để duy trì độ ẩm không khí và hạn chế thoát hơi nước của hom giâm.

Chăm sóc vườn ươm: Giai đoạn từ khi cắm hom đến 20 ngày thường xuyên kiểm tra và tưới ẩm 1 - 2 lần/ngày, đảm bảo duy trì độ ẩm đất ở giới hạn 75 - 80% độ ẩm tối đa đồng ruộng, độ ẩm không khí ở giới hạn 85 - 90% độ ẩm bão hòa. Từ sau 20 ngày trở đi, tưới nước để duy trì độ ẩm đất ở giới hạn 60 - 70% độ ẩm tối đa đồng ruộng. Trong trường hợp mưa to, tháo nước nhanh để đảm bảo luống giâm không bị ẩm ướt. Tỉa chồi, mỗi hom giâm để lại 1 chồi. Thường xuyên kiểm tra phát hiện sâu bệnh hại và phòng trừ kịp thời, nhổ sạch cỏ dại trong luống giâm.

- Chỉ tiêu nghiên cứu: Theo dõi tỷ lệ bật chồi, chiều dài chồi, đường kính chồi, số đôi lá, số rễ, chiều dài rễ, khối lượng rễ của chồi giâm từng công thức ở thời điểm 70 ngày (xuất vườn) tính từ ngày giâm.

*2.4.2.2. Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.*

- Bố trí thí nghiệm đồng ruộng tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa, thời gian từ tháng 9/2018 đến tháng 10/2019 (2 lứa thu hoạch), nghiên

cứu 3 thời vụ trồng: 5/9 (TVT1), 5/10 (TVT2) và 5/11 (TVT3); 2 chiều rộng luống: 0,8 m (CRL1) và 1,0 m (CRL2); 3 khoảng cách trồng (hàng cách hàng x cây cách cây): 40 x 30 cm (KCT1), 40 x 40 cm (KCT2) và 40 x 50 cm (KCT3). Thí nghiệm 03 nhân tố theo kiểu ô lớn - ô vừa - ô nhỏ (split – split - plot), nhắc lại 3 lần, trong đó ô lớn là thời vụ trồng, ô vừa là chiều rộng luống, ô nhỏ là khoảng cách trồng. Diện tích ô thí nghiệm 12 m<sup>2</sup> (2,4 x 5,0 m) đối với chiều rộng luống 0,8 m và 15 m<sup>2</sup> (3,0 x 5,0 m) đối với chiều rộng luống 1,0 m. Mỗi ô 3 luống, mỗi luống trồng 2 hàng. Số cây trong ô thí nghiệm là 33 cây, 25 cây và 20 cây ở các khoảng cách trồng 40 x 30 cm, 40 x 40 cm và 40 x 50 cm, tương ứng.

#### Công thức thí nghiệm

Ký hiệu công thức	Thời vụ trồng	Chiều rộng luống (m)	Khoảng cách trồng (cm)	Tương ứng mật độ (cây/ha)
CT1	Ngày 5/9	0,8	40 x 30	83.333
CT2	Ngày 5/9	0,8	40 x 40	62.500
CT3	Ngày 5/9	0,8	40 x 50	50.000
CT4	Ngày 5/9	1,0	40 x 30	66.666
CT5	Ngày 5/9	1,0	40 x 40	50.000
CT6	Ngày 5/9	1,0	40 x 50	40.000
CT7	Ngày 5/10	0,8	40 x 30	83.333
CT8	Ngày 5/10	0,8	40 x 40	62.500
CT9	Ngày 5/10	0,8	40 x 50	50.000
CT10	Ngày 5/10	1,0	40 x 30	66.666
CT11	Ngày 5/10	1,0	40 x 40	50.000
CT12	Ngày 5/10	1,0	40 x 50	40.000
CT13	Ngày 5/11	0,8	40 x 30	83.333
CT14	Ngày 5/11	0,8	40 x 40	62.500
CT15	Ngày 5/11	0,8	40 x 50	50.000
CT16	Ngày 5/11	1,0	40 x 30	66.666
CT17	Ngày 5/11	1,0	40 x 40	50.000
CT18	Ngày 5/11	1,0	40 x 50	40.000

### Sơ đồ thí nghiệm

NL1	TVT2						TVT3						TVT1					
	CRL1			CRL2			CRL2			CRL1			CRL1			CRL2		
	KCT3	KCT1	KCT2	KCT1	KCT3	KCT2	KCT2	KCT1	KCT3	KCT2	KCT3	KCT1	KCT1	KCT3	KCT2	KCT2	KCT3	KCT1
NL2	TVT3						TVT2						TVT1					
	CRL2			CRL1			CRL2			CRL1			CRL1			CRL2		
	KCT3	KCT2	KCT1	KCT2	KCT1	KCT3	KCT1	KCT2	KCT3	KCT2	KCT1	KCT3	KCT2	KCT3	KCT1	KCT2	KCT3	KCT1
NL3	TVT2						TVT3						TVT1					
	CRL1			CRL2			CRL1			CRL2			CRL1			CRL2		
	KCT2	KCT1	KCT3	KCT2	KCT3	KCT1	KCT3	KCT1	KCT2	KCT1	KCT3	KCT2	KCT3	KCT2	KCT1	KCT2	KCT3	KCT1

Ghi chú: TVT1, 2, 3: thời vụ trồng. CRL1, 2: chiều rộng luống. KCT1, 2, 3: khoảng cách trồng. NL1, 2, 3: lần nhắc lại.

Thí nghiệm được thực hiện trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 100 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62,5 K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch. Ngoài yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng, các biện pháp kỹ thuật canh tác khác theo quy trình của Viện Dược liệu (*Quyết định số 476/QĐ-VDL ngày 6/6/2017 về việc ban hành “Quy trình kỹ thuật nhân giống hữu tính, vô tính, kỹ thuật trồng trọt, thu hoạch, sơ chế và bảo quản dược liệu cà gai leo (Solanum hainanense Hance)*

- Theo dõi và xác định các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển, yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid, các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất của từng công thức thí nghiệm.

2.4.2.3. *Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả bón phân cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa*

- Bố trí thí nghiệm đồng ruộng tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh



Thanh Hóa, thời gian từ tháng 10/2017 đến tháng 11/2018 (2 lúa thu hoạch). Thí nghiệm 01 nhân tố theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB), nhắc lại 3 lần, diện tích ô thí nghiệm 12 m<sup>2</sup> (rộng 2,4 m x dài 5,0 m), mỗi ô 3 luống, mỗi luống trồng 2 hàng, mỗi hàng trồng 10 cây (khoảng cách hàng 40 cm, khoảng cách cây 50 cm), tổng số 60 cây/ô. Thí nghiệm gồm 13 công thức, nghiên cứu 5 lượng bón đạm (kg N/ha/lúa thu hoạch): 0; 50; 75; 100 và 125 N, nền bón 10 tấn phân chuồng/ha/lúa thu hoạch, lân và kali ở mức cao (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/lúa thu hoạch và 80 kg K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch) để không vì thiếu lân và kali mà ảnh hưởng đến hiệu quả bón đạm; 5 lượng bón lân (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/lúa thu hoạch): 0; 40; 60; 80 và 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, nền bón 10 tấn phân chuồng/ha/lúa thu hoạch, đạm và kali ở mức cao (125 kg N/ha//lúa thu hoạch và 80 kg K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch) để không vì thiếu đạm và kali mà ảnh hưởng đến hiệu quả bón lân; 5 lượng bón kali (kg K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch): 0; 35; 50; 65 và 80 K<sub>2</sub>O, nền bón 10 tấn phân chuồng/ha/lúa thu hoạch, đạm và lân ở mức cao (125 kg N/ha//lúa thu hoạch và 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha//lúa thu hoạch) để không vì thiếu đạm và lân mà ảnh hưởng đến hiệu lực bón kali.

#### Công thức thí nghiệm

CT1	Nền 1 (10 tấn PC+ 100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 80 K <sub>2</sub> O)	Nghiên cứu hiệu lực bón
CT2	Nền 1 + 50 N	N trên nền bón 100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
CT3	Nền 1 + 75 N	+ 80 K <sub>2</sub> O (CT1 đến CT5)
CT4	Nền 1 + 100 N	
CT5	Nền 1 + 125 N	
CT6	Nền 2 (10 tấn PC + 125 N + 80 K <sub>2</sub> O)	Nghiên cứu hiệu lực bón
CT7	Nền 2 + 40 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> trên nền bón 125N
CT8	Nền 2 + 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+ 80 K <sub>2</sub> O (CT6 đến CT9
CT9	Nền 2 + 80 P <sub>2</sub> O	và CT5)
CT10	Nền 3 (10 tấn PC + 125 N + 100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Nghiên cứu hiệu lực bón
CT11	Nền 3 + 35 K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O trên nền bón 125N +
CT12	Nền 3 + 50 K <sub>2</sub> O	100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CT10 đến
CT13	Nền 3 + 65 K <sub>2</sub> O	CT13 và CT5)

### Sơ đồ thí nghiệm

NL1	CT12	CT1	CT7	CT8	CT3	CT2	CT4	CT5	CT9	CT10	CT11	CT13
NL2	CT5	CT9	CT13	CT8	CT7	CT1	CT12	CT4	CT3	CT10	CT6	CT11
NL3	CT5	CT3	CT9	CT4	CT7	CT2	CT12	CT11	CT8	CT6	CT13	CT1

Ghi chú: CT1, 2...13: công thức thí nghiệm. NL1, 2, 3: lần nhắc lại.

Kỹ thuật bón phân trong thí nghiệm: Bón lót 100% phân chuồng và lân trước khi trồng/và sau khi thu hoạch lúa 1. Bón thúc chia 3 lần:

Đối với cà gai leo trồng mới cho thu hoạch lúa 1: bón 30% tổng lượng N vào thời điểm 30 ngày sau trồng; 40 % tổng lượng N và 50% tổng lượng K<sub>2</sub>O vào thời điểm 60 ngày sau trồng; 30% tổng lượng N và 50% tổng lượng K<sub>2</sub>O còn lại vào thời điểm 90 ngày sau trồng.

Đối với cà gai leo lưu gốc cho thu hoạch lúa 2: bón 30% tổng lượng N vào thời điểm 10 ngày sau khi thu hoạch lúa 1; 40 % tổng lượng N và 50% tổng lượng K<sub>2</sub>O vào thời điểm 40 ngày sau khi thu hoạch lúa 1; 30% tổng lượng N và 50% tổng lượng K<sub>2</sub>O còn lại vào thời điểm 70 ngày sau khi thu hoạch lúa 1.

- Các biện pháp kỹ thuật canh tác khác theo quy trình của Viện Dược liệu.

- Theo dõi và xác định chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển, yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid, hiệu suất bón phân, lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế.

*2.4.2.4. Thí nghiệm 4: Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.*

- Bố trí thí nghiệm đồng ruộng tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa, thời gian từ tháng 10/2019 đến tháng 10/2020 (2 lúa thu hoạch). Thí nghiệm 01 nhân tố theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB), nhắc lại 3 lần. Diện tích ô thí nghiệm 12 m<sup>2</sup> (rộng 2,4 m x dài 5 m), 3 luống/ô, mỗi luống trồng 2

hàng, mỗi hàng trồng 10 cây (khoảng cách hàng 40 cm, khoảng cách cây 50 cm), tổng số 60 cây/ô. Thí nghiệm gồm 05 công thức, nghiên cứu 2 tỷ lệ bón phân khoáng (75% và 50% lượng bón NPK theo quy trình của Viện Dược liệu) phối hợp với phân vi sinh đa chức năng Thành Châu Azotobacterin (0,5 tấn/ha); phân sinh học AGN Lite (6 lít/ha) và humic acid powder (5 kg/ha). Lượng bón NPK theo quy trình của Viện Dược liệu (LBQT) gồm: 100 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62,5 K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch. Thí nghiệm được thực hiện trên nền bón 10 tấn phân chuồng/ha/lúa thu hoạch.

Công thức thí nghiệm

CT1. NPK 100% LBQT (đối chứng)

CT2. NPK 75% LBQT + Azotobacterin

CT3. NPK 75% LBQT + AGN Lite

CT4. NPK 50% LBQT + Azotobacterin + Humic acid powder

CT5. NPK 50% LBQT + AGN Lite + Humic acid powder

Lượng phân bón ở các công thức thí nghiệm

Công thức	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Azotobacterin (tấn/ha)	AGN Lite (lít/ha)	Humic acid powder (kg/ha)
CT1	100,0	75,0	62,5	-	-	-
CT2	75,0	56,3	46,9	0,5	-	-
CT3	75,0	56,3	46,9	-	6,0	-
CT4	50,0	37,5	31,3	0,5	-	5,0
CT5	50,0	37,5	31,3	-	6,0	5,0

Sơ đồ thí nghiệm

NL1	CT5	CT2	CT4	CT3	CT1
NL2	CT2	CT5	CT3	CT4	CT1
NL3	CT2	CT3	CT1	CT4	CT5

Ghi chú: CT1, 2...5: công thức thí nghiệm. NL1, 2, 3: lần nhắc lại.

Kỹ thuật bón phân trong thí nghiệm: Đạm, lân, kali bón theo quy trình của Viện Dược liệu. Azotobacterin, AGN Lite và Humic acid powder, mỗi loại bón 30% vào thời điểm 30 ngày sau trồng; 40% vào thời điểm 60 ngày sau trồng và 30% vào thời điểm 90 ngày, kết hợp với tưới nước ở mỗi lần bón phân.

- Các biện pháp kỹ thuật canh tác khác theo quy trình của Viện Dược liệu.

- Theo dõi và xác định các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển, các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid, các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất của từng công thức thí nghiệm.

*2.4.2.5. Thí nghiệm 5: Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.*

- Bố trí thí nghiệm đồng ruộng tại xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, Thanh Hóa, thời gian từ tháng 10/2019 đến tháng 10/2020 (2 lứa thu hoạch). Thí nghiệm 01 nhân tố theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB), nhắc lại 3 lần. Diện tích ô thí nghiệm 36 m<sup>2</sup> (2,4 x 15 m), 3 luống/ô, chiều rộng luống 0,8 m, trồng 2 hàng trên luống, khoảng cách hàng 40 cm, khoảng cách cây 50 cm, mỗi ô trồng 180 cây, tương ứng mật độ 50,00 nghìn cây/ha. Hệ thống tưới nhỏ giọt có van điều khiển đóng mở cho từng ô riêng biệt; dây tưới nhỏ giọt (loại stream line) 1 dây/luống chạy dọc giữa hai hàng cây trên luống, khoảng cách điểm nhỏ giọt 30 cm; lưu lượng nhỏ giọt 1,05 lít/giờ. Phân bón cho từng ô thí nghiệm được điều khiển tại trạm bơm tưới thông qua hệ thống bơm phân Vetory ¾ fit. Thí nghiệm 5 công thức, gồm 4 lượng bón NPK (75%; 100%, 125% và 150% LBQT) trong đó đạm và kali được bón thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt (PPTNG), và công thức đối chứng 100% NPK bón vào đất theo phương pháp truyền thống (PPTT). Thí nghiệm được thực hiện trên nền bón 10 tấn phân chuồng/ha/lứa thu hoạch.

### Công thức thí nghiệm

Ký hiệu	Công thức	Lượng bón (kg/ha/lúa thu hoạch)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
CT1	100% NPK (PPTT). ĐC	100,0	75,0	62,5
CT2	75% NPK (PPTNG)	75,0	56,3	46,9
CT3	100% NPK (PPTNG)	100,0	75,0	62,5
CT4	125% NPK (PPTNG)	125,0	93,8	78,1
CT5	150% NPK (PPTNG)	150,0	112,5	93,8

### Sơ đồ thí nghiệm

NL1	CT2	CT3	CT1	CT5	CT4
NL2	CT1	CT4	CT3	CT5	CT2
NL3	CT2	CT1	CT5	CT3	CT4

*Ghi chú: CT1, 2...5: công thức thí nghiệm. NL1, 2, 3: lần nhắc lại.*

Kỹ thuật bón phân trong thí nghiệm: Công thức đối chứng bón đạm, lân kali vào đất theo PPTT kết hợp với tưới nước thủ công theo quy trình của Viện Dược liệu. Các công thức nghiên cứu (CT2, CT3, CT4, CT5) bón lót vào đất 100% phân lân trước khi trồng/và sau khi thu hoạch lúa 1; bón thúc đạm và kali kết hợp với tưới nước thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt theo giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây, tần suất bón 5 ngày 1 lần. Trong đó giai đoạn từ trồng và sau khi thu hoạch lúa 1 đến 30 ngày bón 10% N; giai đoạn từ 30 ngày đến 90 ngày bón 30% N + 30% K<sub>2</sub>O; giai đoạn từ 90 đến 170 ngày bón 60% N và 70 % K<sub>2</sub>O. Số lần bón, lượng bón mỗi lần qua các giai đoạn sinh trưởng thực hiện theo lịch trình.

Lịch trình bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt

Giai đoạn sinh trưởng	Số ngày	Số lần bón phân	Công thức	Lượng bón mỗi lần (kg/ha/lần)		Tổng lượng bón (kg/ha)	
				N	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O
Trồng - 30 ngày	30	6	CT2	1,3	-	7,5	-
			CT3	1,7	-	10,0	-
			CT4	2,1	-	12,5	-
			CT5	2,5	-	15,0	-
30 – 90 ngày	60	12	CT2	1,9	1,2	22,5	14,1
			CT3	2,5	1,6	30,0	18,8
			CT4	3,1	2,0	37,5	23,4
			CT5	3,8	2,3	45,0	28,1
90 - 170 ngày	80	16	CT2	2,8	2,1	45,0	32,8
			CT3	3,8	2,7	60,0	43,8
			CT4	4,7	3,4	75,0	54,7
			CT5	5,6	4,1	90,0	65,7
Cộng cả vụ	170	34	CT2	5,9	3,2	75,0	46,9
			CT3	7,9	4,3	100,0	62,5
			CT4	9,9	5,4	125,0	78,1
			CT5	11,9	6,4	150,0	93,8

- Các biện pháp kỹ thuật canh tác khác theo quy trình của Viện Dược liệu.

- Theo dõi và xác định các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển, các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid, các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất của từng công thức thí nghiệm.

#### 2.4.3. Phương pháp xây dựng mô hình

Xây dựng mô hình thực nghiệm ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu theo phương pháp khảo nghiệm sản xuất, không nhắc lại tại xã Ngọc Sơn,

huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa, thời gian từ tháng 10/2020 đến tháng 11/2021 (02 lúa thu hoạch). Diện tích xây dựng mô hình 1,0 ha, trong đó mô hình thực nghiệm (0,5 ha) áp dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu, mô hình đối chứng (0,5 ha) áp dụng theo quy trình của Viện Dược liệu. Nội dung các biện pháp kỹ thuật áp dụng trong mô hình thực nghiệm gồm: Trồng bằng cây giống giâm cành có xử lý IBA 500 ppm, thời vụ trồng 5/10/2020, mật độ trồng 66.666 cây/ha, chiều rộng luống 1,0 m, khoảng cách trồng 40 x 30 cm, phân bón (ha/lúa thu hoạch) gồm: 10 tấn phân chuồng + 60 N + 58 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 47 K<sub>2</sub>O + 6 lít AGN Lite + 5 kg Humic acid powder (đạm, lân, kali theo mức bón tối thích về kinh tế đối với năng suất glycoalcaloid x 125% x 50%). Trong đó phân chuồng, lân bón lót 100% theo PPTT, đạm, kali, AGN Lite và Humic acid powder bón thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt theo lịch trình sau:

Lịch trình bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt (*ha/lúa thu hoạch*)

Giai đoạn	Số lần bón	Lượng bón trong giai đoạn				Lượng bón mỗi lần			
		Urê (kg)	KCl (kg)	AGN (lít)	Humic (kg)	Urê (kg)	KCl (kg)	AGN (ml)	Humic (g)
Trồng - 30 ngày	6	12	8,4	0,48	0,48	2,0	1,4	80	80
Từ 30- 90 ngày	12	54	30	2,52	2,04	4,5	2,5	210	170
Từ 90 - 170 ngày	16	64,4	39,9	3,00	2,48	4,0	2,5	188	155
Cộng		130,4	78,3	6,00	5,00	-	-	-	-

- Theo dõi và xác định các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển, các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid, các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất của mô hình.

#### **2.4.4. Phương pháp theo dõi và xác định các chỉ tiêu nghiên cứu**

##### **2.4.4.1. Các chỉ tiêu về bật chồi, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm**

Sau 70 ngày kể từ ngày giâm hom (thời điểm xuất vườn), mỗi ô thí nghiệm lấy mẫu theo phương pháp đường chéo 5 điểm, mỗi điểm 3 hom giâm để xác định các chỉ tiêu gồm: tỷ lệ bật chồi, chiều dài chồi, đường kính chồi, số đôi lá, số rễ, chiều dài rễ, khối lượng rễ của từng hom giâm. Tính giá trị trung bình của từng chỉ tiêu.

$$\text{- Tỷ lệ bật chồi (\%)} = \frac{\text{Số hom bật chồi}}{\text{Số hom giâm}} \times 100$$

- Chiều dài chồi (cm): Đo từ mặt đất đến đỉnh của chồi giâm.

- Đường kính chồi (cm): Đo đường kính chồi ở vị trí sát hom giâm.

- Số đôi lá: Đếm số đôi lá có trên chồi giâm.

- Khối lượng rễ (g): Cân khối lượng toàn bộ rễ của hom giâm.

- Chiều dài rễ (cm): Đo từ vị trí sát hom giâm đến đầu mút rễ.

- Số lượng rễ: Đếm số lượng rễ/hom giâm.

##### **2.4.4.2. Các chỉ tiêu về sinh trưởng, phát triển của cà gai leo**

- Tỷ lệ cây sống sau trồng: Trong thời gian 10 ngày kể từ ngày trồng, thường xuyên kiểm tra và xác định số cây chết ở từng ô thí nghiệm, tính số lượng cây chết trung bình và xác định tỷ lệ cây sống sau trồng:

$$\text{Tỷ lệ cây sống sau trồng (\%)} = \frac{\text{Số cây trồng trong ô} - \text{số cây chết trong ô}}{\text{Số cây trồng trong ô}} \times 100$$

- Thời gian sinh trưởng: Thường xuyên kiểm tra đồng ruộng, theo dõi tình hình phân cành, ra hoa, hình thành quả và tình trạng sinh trưởng của cây để xác định các chỉ tiêu sau:

+ Thời gian từ trồng đến phân cành (ngày): Số ngày từ trồng/thu hoạch lúa 1 đến khi có 5% số cây trong ô xuất hiện cành cấp 1 đầu tiên.

+ Thời gian từ trồng đến ra hoa (ngày): Số ngày từ trồng/thu hoạch lúa 1 đến khi có 5% số cây trong ô xuất hiện hoa đầu tiên.



+ Thời gian từ trồng đến hình thành quả (ngày): Số ngày từ trồng/thu hoạch lúa 1 đến khi có 5% số cây trong ô xuất hiện quả đầu tiên.

- Động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1: Trong mỗi ô thí nghiệm, đánh dấu 10 cây theo phương pháp đường chéo 5 điểm, mỗi điểm 2 cây để theo dõi chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 vào các thời điểm 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch. Tính giá trị trung bình của các chỉ tiêu ở từng công thức.

+ Chiều cao cây (cm): Đo từ gốc cách hom 5 cm đến đỉnh sinh trưởng.

+ Đường kính gốc (cm): Đo ở gốc, cách vị trí hom giâm 5 cm.

+ Số cành cấp 1: Đếm số cành cấp 1 trên cây.

*2.4.4.3. Các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid.*

Trong mỗi thí nghiệm, thu hoạch 10 cây đánh dấu để xác định năng suất cá thể tươi và lấy mẫu hỗn hợp phân tích hàm lượng chất khô, hàm lượng glycoalcaloid.

- Năng suất cá thể tươi (g/cây): Cân khối lượng tươi của 10 cây theo dõi, tính khối lượng trung bình.

- Hàm lượng chất khô (%): Phân tích tại phòng thí nghiệm Trung tâm nghiên cứu Dược liệu Bắc Trung Bộ theo TCVN 9738: 2013/BKHCN.

- Hàm lượng glycoalcaloid toàn phần tính theo solasodin (%): Phân tích tại phòng thí nghiệm Viện Dược liệu theo phương pháp quang phổ hấp thụ tử ngoại theo Dược điển Việt Nam [Bộ Y tế, 2018].

- Năng suất dược liệu (tấn/ha): Thu toàn bộ dược liệu trong ô thí nghiệm, mô hình thực nghiệm. Phơi khô, cân khối lượng, tính năng suất thực thu, quy ra tấn/ha.

- Năng suất glycoalcaloid (kg/ha) = Năng suất dược liệu (tấn/ha) x Hàm lượng glycoalcaloid (%) x 1000.

#### 2.4.4.4. Các chỉ tiêu về hiệu quả bón phân

- Hiệu suất phân bón 
$$= \frac{\text{Số lượng sản phẩm tăng thêm do bón phân}}{\text{Số lượng phân bón tăng thêm}}$$
  
(kg sản phẩm/kg phân bón)

- Tỷ suất lợi nhuận bón phân (Value Cost Ratio -VCR): Áp dụng cho đánh giá hiệu quả bón phân ở các công thức thí nghiệm [Roy.R.N et al, 2006].

$$VCR = \frac{\text{Giá trị sản phẩm tăng thêm do bón phân}}{\text{Chi phí mua phân bón tăng thêm}}$$

- Lượng bón tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế: Vận dụng định luật về hiệu suất phân bón giảm dần để thiết lập phương trình tương quan bậc 2 ( $y = ax^2 + bx + c$ ) giữa lượng phân bón với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid, từ đó xác định lượng bón tối đa về kỹ thuật, lượng bón tối thích về kinh tế theo công thức của Michel Lecompt, 1965 [dẫn theo Vũ Hữu Yên, 1998].

+ Lượng bón tối đa về kỹ thuật (kg/ha) =  $-b/2a$

+ Lượng bón tối thích về kinh tế (kg/ha) =  $(y - b)/2a$

Trong đó: a, b là các hệ số của phương trình tương quan; y' là khối lượng sản phẩm (dược liệu, glycoalcaloid) đủ để mua được 1 kg phân bón.

#### 2. 4.4.5. Các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất

- Tổng chi phí sản xuất (1.000 đồng/ha/lứa thu hoạch): bao gồm các khoản chi phí làm đất, giống, phân bón, công lao động, khấu hao hệ thống tưới.

- Tổng thu nhập (1.000 đồng/ha/lứa thu hoạch) = Năng suất glycoalcaloid (kg/ha) x đơn giá 1 kg glycoalcaloid.

- Lợi nhuận thuần (1.000 đồng/ha) = Tổng thu nhập – Tổng chi phí sản xuất.

- Tỷ suất chi phí đầu tư (Benefit Cost Ratio – BCR: Áp dụng cho đánh giá hiệu quả sản xuất ở các công thức thí nghiệm [Roy.R.N et al, 2006].

$$BCR = \frac{\text{Tổng thu nhập của 1 lứa thu hoạch}}{\text{Tổng chi phí của 1 lứa thu hoạch}}$$

- Tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên (Marginal Benefit Cost Ratio –MBCR): áp dụng cho đánh giá hiệu quả mô hình thực nghiệm [CIMMYT, 1988].

$$MBCR = \frac{\text{Tổng thu của mô hình thực nghiệm} - \text{Tổng thu của mô hình đối chứng}}{\text{Tổng chi của mô hình thực nghiệm} - \text{Tổng chi của mô hình đối chứng}}$$

Đánh giá MBCR theo thang phân cấp:

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

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

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

#### **2.4.5. Phương pháp lấy mẫu và phân tích đất, nước**

- Mẫu đất, mẫu nước tưới lấy tại địa điểm bố trí thí nghiệm, hộ gia đình bà Lê Thị Thơm, thôn Điền Sơn, xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa. Lấy mẫu đất theo TCVN 7538-2:2005/BKHCN; lấy mẫu nước tưới theo TCVN 6663-11:2011/BKHCN.

- Phân tích các chỉ tiêu chất lượng đất, chất lượng nước tại Viện Thổ nhưỡng Nông hoá: pH TCVN 8941:2011/BTNMT; OM% TCVN 8942:2011/BTNMT; N% TCVN 8557:2010/BTNMT; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% TCVN 5225:2009/BTNMT; K<sub>2</sub>O% TCVN 8662:2011/BTNMT; CEC TCVN 8660:2011/BTNMT; hàm lượng các nguyên tố kim loại nặng As, Cd, Pb, Cu, Zn tồn dư trong đất: QCVN 03:2008/BTNMT; các chỉ tiêu chất lượng nước BOD, COD, As, Cd, Pb, Cu, Zn: QCVN39:2011/BTNMT.

#### **2.4.6. Xử lý số liệu**

- Sử dụng phần mềm Excel để thiết lập phương trình và vẽ đồ thị tương quan giữa lượng phân bón với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid bằng hàm Regression; xác định giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (SE) bằng hàm data Analysis.

- Sử dụng phần mềm IRRISTAT 5.0 để thiết kế sơ đồ thí nghiệm, tính sai số thí nghiệm (CV%) và giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) ở mức xác suất 95%. Phân hạng giá trị trung bình bằng phần mềm Duncal's multiple range test (P<0,05) [Nguyễn Huy Hoàng và cs, 2017].

### Chương 3

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

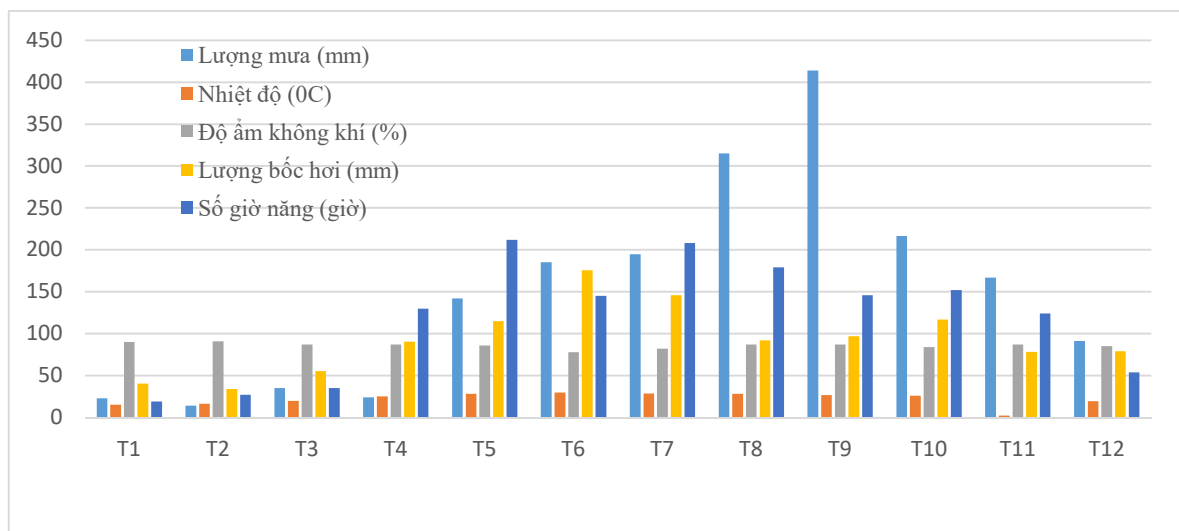
### 3.1. Điều kiện khí hậu, đất đai và tình hình sản xuất cà gai leo khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hóa

#### 3.1.1. Điều kiện khí hậu, đất đai

Vùng đồi tỉnh Thanh Hoá nằm ở khu vực phía Tây gồm 11 huyện miền núi: Thạch Thành, Cẩm Thủy, Ngọc Lặc, Lang Chánh, Như Xuân, Như Thanh, Thường Xuân, Bá Thước, Quan Hóa, Quan Sơn, Mường Lát. Tổng diện tích tự nhiên 706.412 ha, chiếm 71,84% diện tích toàn tỉnh. Trong đó đất sản xuất nông nghiệp 102.650 ha (12,9%), đất lâm nghiệp 609.202 ha (76,6%), đất khác 86.611 ha (10,8%), so với tổng diện tích tự nhiên của vùng. Khu vực núi cao có độ cao trung bình 600 - 700 m, độ dốc trên 25°. Khu vực trung du có độ cao trung bình từ 150 - 200 m, độ dốc từ 15° - 20°, chủ yếu là các đồi thấp, đỉnh bằng, sườn thoải.

##### 3.1.1.1. Khí hậu

Vùng đồi tỉnh Thanh Hoá thuộc khu vực khí hậu nhiệt đới, có mùa đông lạnh và chịu ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam khô, nóng. Diễn biến các yếu tố khí tượng qua các tháng trong năm, từ 2018 - 2021 được trình bày trong Hình 3.1.



Hình 3.1. Diễn biến các yếu tố khí hậu khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hoá 2018 - 2021

“Nguồn: Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn Thanh Hóa” (Phụ lục kèm theo)

Từ kết quả ở Hình 3.1, đặc điểm các yếu tố khí hậu vùng đồi tỉnh Thanh Hoá được tóm tắt như sau: Nhiệt độ không khí trung bình năm  $24,1^{\circ}\text{C}$ , trong đó sáu tháng có nhiệt độ cao (tháng 5 đến tháng 10) trung bình  $27,9^{\circ}\text{C}$ , sáu tháng có nhiệt độ thấp (tháng 11 - tháng 4) trung bình  $20,3^{\circ}\text{C}$ , ba tháng có nhiệt độ thấp nhất trong năm (tháng 12, tháng 1, tháng 2) trung bình  $17^{\circ}\text{C}$ . Tổng lượng mưa trong năm trung bình 1.822 mm, trong đó 80,6% tổng lượng mưa (1.457 mm) tập trung trong 6 tháng, từ tháng 5 đến tháng 10, ba tháng có lượng mưa cao nhất trong năm (tháng 8, 9, 10) trung bình 315,2 mm/tháng, chiếm 51,9% tổng lượng mưa cả năm. Từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, lượng mưa trung bình chỉ đạt 59 mm/tháng, trong đó tháng 1, tháng 2 có lượng mưa thấp nhất, trung bình chỉ đạt 15,8 mm/tháng. Độ ẩm không khí trung bình năm 85,9%, các tháng có độ ẩm không khí thấp là tháng 11, tháng 12, tháng 1, trung bình 82%. Lượng bức xạ vùng đồi tỉnh Thanh Hoá được đánh giá ở mức trung bình so với vùng khí hậu nhiệt đới. Tổng số giờ nắng trong năm 1.431 giờ, trung bình 3,9 giờ/ngày. Tổng lượng bốc hơi trong năm trung bình 1.120 mm. Các tháng có lượng bốc hơi cao (tháng 5, 6, 7 và 10) trung bình 138,3 mm/tháng.

Từ các số liệu phân tích ở trên cho thấy điều kiện khí hậu vùng đồi tỉnh Thanh Hoá có nhiều điểm thuận lợi, phù hợp với nhu cầu sinh thái của cà gai leo. Các tháng có nhiệt độ cao, lượng mưa lớn, cường độ chiếu sáng cao, số giờ chiếu sáng dài (tháng 5 - 10) là điều kiện thuận lợi để thúc đẩy cà gai leo sinh trưởng, phát triển sinh khối, tạo năng suất dược liệu. Các tháng có nền nhiệt độ trung bình đến thấp (9, 10, 11) là thời vụ trồng thích hợp cho cà gai leo.

#### 3.1.1.2. Đất đai

Đất đai vùng đồi phía Tây tỉnh Thanh Hóa được hình thành dưới tác động của các quá trình hình thành đất chính gồm: Quá trình tích lũy mùn, quá trình feralit, quá trình lắng đọng phù sa, quá trình glây và quá trình xói mòn rửa trôi. Đất đai được chia thành 11 đơn vị, thuộc 5 nhóm đất cụ thể như sau (Bảng 3.1).

**Bảng 3.1. Bảng phân loại đất vùng đồi tỉnh Thanh Hóa***Đơn vị tính: ha*

TT	Tên đất	Thạch Thành	Cẩm Thủy	Ngọc Lặc	Lang Chánh	Như Xuân	Như Thanh	Thường Xuân	Bá Thước	Quan Hóa	Quan Sơn	Mường Lát	Toàn vùng
I	Đất phù sa (P)	14,157	2,799	2,800	748	191	3,473	2,116	3,505	377	294		30,459
1	Đất phù sa trung tính ít chua (P)	10,027	1,709	162		47		2,116	382	292	143		14,878
2	Đất phù sa có tầng đốm gi (Pr)	371,50	500	2,639	748	144							4,030
3	Đất phù sa chua (Pc)	3758,23		590					3,123	85	150		3,949
II	Đất đen đá vôi (Rv)			359	62								421
4	Đất đen đá vôi (Rv)			359	62								421
III	Đất đỏ (F)		227	19,520	8,111	3,156	3,034	3,193					37,241
5	Đất nâu đỏ (Fd)		227	19,520	8,111	825	3,034	3,193					34,910
6	Đất nâu vàng (Fx)					2,331							2,331
IV	Đất xám (X)	35,352	24,088	13,308	45,040	57,901	42,416	95,182	50,880	89,001	86,859	79,175	619,201
7	Đất xám feralit (Xf)	9,754	23,208	8,284	37,593	57,319	42,416	79,688	48,570	88,567	75,382	61,896	532,677
8	Đất xám glây (Xg)			3,670	2,024	582							6,277
9	Đất xám kết von (Xfe)		880	1,354									2,233
10	Đất xám giàu mùn (Xu)				5,423			15,494	2,311	434	11,476	17,278	52,415
V	Đất xói mòn mạnh tro sỏi đá (E)		429	3,893	1,786			3,328	5,166	976	205		15,782
11	Đất xói mòn mạnh tro sỏi đá chua (EC)		429	3,893	1,786			3,328	5,166	976	205		15,782
	Cộng	49,509	27,543	39,880	55,747	61,248	48,923	103,818	59,551	90,353	87,357	79,175	703,103

*Ghi chú: I, II, III, IV, V: nhóm đất, 1, 2, 3... 11: đơn vị đất đai**“Nguồn: Sở Tài nguyên & Môi trường Thanh Hóa, 2012”*

Tổng hợp phân loại đất theo FAO – UNESCO của các địa phương vùng đồi phía Tây tỉnh Thanh Hóa, tỷ lệ 1 : 25.000 trình bày trong bảng 3.1 cho thấy:

- Nhóm đất xám (X), gồm 04 đơn vị đất là đất xám feralit (Xf), đất xám glây (Xg), đất xám kết von (Xfe), đất xám giàu mùn (Xu). Diện tích 619.201 ha (chiếm 88,07% diện tích toàn vùng), phân bố ở cả 11 huyện, trong đó 06 huyện có diện tích từ 50.000 đến trên 95.000 ha (Thường Xuân, Quan Hóa, Quan Sơn, Mường Lát, Như Xuân, Bá Thước); 04 huyện có diện tích từ 20.000 đến dưới 50.000 ha (Lang Chánh, Như Thanh, Thạch Thành, Cẩm Thủy), và huyện Ngọc Lặc 13.308 ha.

- Nhóm đất đỏ (F), gồm 02 đơn vị đất là đất nâu đỏ (Fd) và đất nâu vàng (Fx). Diện tích 37.241 ha (chiếm 5,3% diện tích toàn vùng). Trong đó đất nâu đỏ 34.910 ha, phân bố chủ yếu ở huyện Ngọc Lặc (19.520 ha, chiếm 48,9% tổng diện tích các loại đất của huyện) và rải rác ở các huyện Lang Chánh, Thường Xuân, Như Xuân, Như Thanh, Cẩm Thủy. Đất nâu vàng 2.331 ha, tập trung ở huyện Như Xuân.

- Nhóm đất phù sa, gồm 3 đơn vị đất là đất phù sa trung tính ít chua (P), đất phù sa có tầng đóm gi (Pr) và đất phù sa chua (Pc). Diện tích 30.459 ha, phân bố ở hầu khắp các huyện, trong đó tập trung chủ yếu ở huyện Thạch Thành (14.157 ha, chiếm 46,47% tổng diện tích các loại đất của huyện).

- Nhóm đất đen đá vôi (Rv), 01 đơn vị đất là đất đen đá vôi (Rv). Diện tích 421 ha, phân bố chủ yếu ở Ngọc Lặc (359 ha) và Lang Chánh (62 ha).

Nhóm đất xói mòn mạnh trơ sỏi đá (E), 01 đơn vị đất là đất xói mòn mạnh trơ sỏi đá chua (EC). Diện tích 15.782 ha, phân bố chủ yếu ở các huyện Bá Thước, Ngọc Lặc, Thường Xuân.

### *3.1.1.3. Đặc điểm loại đất nâu đỏ (Fd) tại huyện Ngọc Lặc*

Theo báo cáo thuyết minh bản đồ đơn vị đất đai huyện Ngọc Lặc tỷ lệ 1 : 25.000, đất nâu đỏ (Fd) được hình thành trên đá macma bazơ và trung tính, chịu

tác động mạnh mẽ của quá trình tích lũy tương đối sắt, nhôm (quá trình feralit), có hình thái phẫu diện điển hình của đất feralit với các tầng A, B, C. trong đó tầng A (tầng mặt) đất có màu nâu thẫm, các tầng dưới đất có màu nâu đỏ, tầng B (tầng tích tụ) thường rất dày, độ dày tầng đất  $\geq 1,5$  m. Đất có thành phần cơ giới trung bình đến nặng, tỷ lệ cấp hạt sét  $> 40\%$ , kết cấu dạng viên hoặc cục nhỏ bền trong nước, toai xốp, khi ướt rất dẻo và dính, ngấm nước nhanh, giữ nước tốt. Hàm lượng chất hữu cơ ở tầng đất mặt trung bình (OC% từ 1,05 - 2,89%) và giảm dần theo chiều sâu của phẫu diện. Đất giàu lân tổng số ( $P_2O_5\%$  từ 0,15 - 0,30%), lân dễ tiêu ở mức trung bình đến nghèo (từ 2,15 - 10 mg  $P_2O_5/100g$  đất). Đất nghèo kali, hàm lượng  $K_2O$  tổng số  $< 0,70\%$ ,  $K_2O$  trao đổi  $< 10$  mg/100g đất, khả năng trao đổi cation trung bình (CEC từ 10 - 20 lđl/100g sét). Độ no bazơ thấp ( $V\% < 30\%$ ). Đất có phản ứng chua ít (pH 5,0 - 6,5). Nhìn chung, đất nâu đỏ được đánh giá là loại đất có độ phì nhiêu cao, thích hợp cho trồng nhiều loại cây hàng năm, cây lâu năm có giá trị kinh tế cao [Sở Tài nguyên và Môi trường Thanh Hóa, 2012].

### **3.1.2. Tình hình sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa**

Kết quả điều tra 50 hộ có diện tích trồng cà gai leo từ 2015 - 2017 (tổng số 6,13 ha) ở các huyện: Ngọc Lặc (25 hộ, 2,90 ha), Thạch Thành (15 hộ, 1,95 ha), Cẩm Thủy (10 hộ, 1,28 ha) về qui mô diện tích, năng suất, tiêu thụ sản phẩm, các biện pháp kỹ thuật về nhân giống, thời vụ trồng, mật độ trồng, bón phân, tưới nước, những thuận lợi, khó khăn và nhu cầu phát triển sản xuất cà gai leo, cụ thể như sau:

#### **3.1.2.1. Qui mô diện tích, năng suất, tiêu thụ sản phẩm**

Kết quả điều tra nông hộ về qui mô diện tích, năng suất, tiêu thụ sản phẩm dược liệu cà gai leo được trình bày trong Bảng 3.2.



**Bảng 3.2. Kết quả điều tra diện tích, năng suất, thu nhập của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành Cẩm Thủy tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015 – 2017)**

TT	Chỉ tiêu điều tra	Tổng số			Ngọc Lặc			Thạch Thành			Cẩm Thủy		
		SH	DT	TB	SH	DT	TB	SH	DT	TB	SH	DT	TB
1,	Qui mô diện tích (ha/hộ)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>0,12</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>0,12</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>0,13</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>0,13</u>
	Cao: > 0,2	4	0,98	0,24	1	0,25	0,25	2	0,50	0,25	1	0,23	0,23
	TB: 0,1 – 0,2	33	4,33	0,13	18	2,28	0,13	9	1,20	0,13	6	0,85	0,14
	Thấp: < 0,1	13	0,83	0,06	6	0,38	0,06	4	0,25	0,06	3	0,20	0,07
2,	Năng suất (tấn/ha)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>2,36</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>2,38</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>2,29</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>2,44</u>
	Cao: >2,5	8	0,83	2,73	3	0,25	2,76	3	0,30	2,63	2	0,28	2,80
	TB: 2,0- 2,5	38	4,98	2,34	19	2,28	2,40	11	1,60	2,24	8	1,00	2,34
	Thấp: < 2,0	4	0,33	1,85	3	0,38	1,88	1	0,05	1,70	-	-	-
3,	Tiêu thụ sản phẩm	<u>50</u>	<u>6,13</u>		<u>25</u>	<u>2,90</u>		<u>15</u>	<u>1,95</u>		<u>10</u>	<u>1,28</u>	
	Trực tiếp theo hợp đồng	8	1,38	-	3	0,58	-	3	0,48	-	2	0,33	-
	Gián tiếp qua hộ khác	42	4,75	-	22	2,33	-	12	1,48	-	8	0,95	-
4,	Thu nhập (triệu đồng/ha/2 lứa thu hoạch trong năm)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>165,27</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>167,18</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>159,44</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>169,84</u>
	Cao: > 180	8	0,83	194,91	3	0,25	203,97	3	0,30	188,64	2	0,28	193,52
	Trung bình: 150 – 180	38	4,98	162,92	19	2,38	167,77	11	1,60	155,46	8	1,00	163,33
	Thấp: < 150	4	0,33	126,00	3	0,28	128,67	1	0,05	111,33	-	-	-

Ghi chú: SH: số hộ, DT: diện tích, TB: trung bình

“Tổng hợp từ số liệu điều tra nông hộ, 2015-2017”

Kết quả ở Bảng 3.2 cho thấy qui mô diện tích trồng cà gai leo trung bình 0,12 ha/hộ (chủ yếu được trồng trên diện tích đất vườn đồi), trong đó 33 hộ (70,6% diện tích điều tra) có qui mô 0,13 ha/hộ, 13 hộ (13,5% diện tích) có qui mô 0,06 ha/hộ; 4 hộ (16,0% diện tích) có qui mô (0,24 ha/hộ). Năng suất dược liệu trung bình đạt 2,36 tấn/ha/lúa thu hoạch (Ngọc Lặc 2,38 tấn/ha, Thạch Thành 2,29 tấn/ha, Cẩm Thủy 2,44 tấn/ha), trong đó 81,2% diện tích (38 hộ) đạt mức 2,0 - 2,5 tấn/ha (trung bình 2,34 tấn/ha), 13,5% diện tích (8 hộ) đạt mức trên 2,5 tấn/ha (trung bình 2,73 tấn/ha), 5,4% diện tích (4 hộ) đạt mức dưới 2,0 tấn/ha (trung bình 1,85 tấn/ha).

Về tiêu thụ sản phẩm, dược liệu cà gai leo được bán cho một số đơn vị, doanh nghiệp và các nhà thuốc đông y lớn trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa như: Công ty Hoàng Thảo Mộc, Thanh Hóa, Công ty cổ phần Dược liệu, Ngọc Lặc Thanh Hóa, Công ty TNHH Tuệ Linh, Hà Nội, Nhà thuốc Đông dược Sơn Lâm, Nhà thuốc Đông y gia truyền Bích Sơn, Nhà Thuốc Đông y Bốn - Na, Nhà thuốc Bá Quyền... Trong tổng số 50 hộ trồng cà gai leo, chỉ có 8 hộ bán sản phẩm theo hợp đồng trực tiếp với đơn vị thu mua, còn lại 42 hộ bán thông qua hợp đồng của các hộ khác hoặc bán không qua hợp đồng. Giá bán biến động giảm từ 40.000 đồng/kg năm 2015 xuống 35.000 đồng/kg năm 2016 và 30.000 đồng/kg năm 2017 (trung bình 34.974 đồng/kg). Thu nhập trung bình đạt 167,27 triệu đồng/ha, 2 lúa thu hoạch trong năm (Ngọc Lặc 167,18 triệu đồng/ha, Thạch Thành 159,44 triệu đồng/ha, Cẩm Thủy 169,84 triệu đồng/ha), trong đó 81,2% diện tích đạt mức 150 - 180 triệu đồng/ha/năm (trung bình 162,92 triệu đồng/ha), 13,5% diện tích đạt mức trên 180 triệu đồng/ha/năm (trung bình 194,91 triệu đồng/ha), 5,4% diện tích đạt mức dưới 150 triệu đồng/ha/năm (trung bình 125,0 triệu đồng/ha).

### *3.1.2.2. Kỹ thuật sản xuất cà gai leo*

Kết quả điều tra nông hộ về giống, thời vụ trồng, mật độ trồng, phân bón và tưới nước cho cà gai leo được trình bày trong Bảng 3.3 – 3.5.

**Bảng 3.3. Kết quả điều tra giống, thời vụ trồng, mật độ của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành  
Cẩm Thủy tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015 – 2017)**

TT	Chỉ tiêu điều tra	Tổng số			Ngọc Lặc			Thạch Thành			Cẩm Thủy		
		SH	DT	TB	SH	DT	TB	SH	DT	TB	SH	DT	TB
1,	Nguồn giống	<u>50</u>	<u>6,13</u>	-	<u>25</u>	<u>2,90</u>	-	<u>15</u>	<u>1,95</u>	-	<u>10</u>	<u>1,28</u>	-
	Tự gieo ươm	8	1,38	-	4	0,74	-	3	0,48	-	1	0,18	-
	Mua của hộ khác	42	4,75	-	21	2,17	-	12	1,48	-	9	1,10	-
2	Hình thức gieo ươm cây giống	<u>50</u>	<u>6,13</u>	-	<u>25</u>	<u>2,90</u>	-	<u>15</u>	<u>1,95</u>	-	<u>10</u>	<u>1,28</u>	-
	Gieo ươm trong khay nhựa	15	1,95	-	-	-	-	15	1,95	-	-	-	-
	Gieo ươm trong túi bầu	35	4,18	-	25	2,90	-	-	-	-	10	1,28	-
3	Thời vụ trồng	<u>50</u>	<u>6,13</u>	-	<u>25</u>	<u>2,90</u>	-	<u>15</u>	<u>1,95</u>	-	<u>10</u>	<u>1,28</u>	-
	Tháng 10	22	2,80	-	12	1,45	-	6	0,73	-	4	0,63	-
	Tháng 11	16	1,95	-	6	0,70	-	6	0,90	-	4	0,35	-
	Tháng 12	3	0,40	-	1	0,15	-	1	0,13	-	1	0,13	-
	Tháng 2	5	0,68	-	3	0,38	-	1	0,13	-	1	0,18	-
	Tháng 3	4	0,30	-	3	0,23	-	1	0,08	-	-	-	-
4	Mật độ trồng (1,000 cây/ha)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>64,46</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>64,86</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>63,65</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>64,77</u>
	Dày: > 60	17	2,48	77,73	9	1,18	78,40	5	0,78	76,37	3	0,53	78,23
	Trung bình: 50 – 60	26	3,03	57,40	12	1,40	57,96	8	0,95	57,57	6	0,68	56,02
	Thưa: < 50	7	0,63	46,06	4	0,33	45,66	2	0,23	45,54	1	0,08	49,38

Ghi chú: SH: số hộ, DT: diện tích, TB: trung bình

“Tổng hợp từ số liệu điều tra nông hộ, 2015 -2017”

**Bảng 3.4. Kết quả điều tra phân bón của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015 – 2017)**

TT	Chỉ tiêu điều tra	Tổng số			Ngọc Lặc			Thạch Thành			Cẩm Thủy		
		SH	DT	TB	SH	DT	TB	SH	DT	TB	SH	DT	TB
1,	Phân chuồng (tấn/ha/vụ)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>10,44</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>10,40</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>9,62</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>11,82</u>
	Cao: > 15	8	0,73	16,79	4	0,33	16,85	2	0,10	17,50	2	0,30	16,50
	Trung bình: 10 – 15	17	2,28	12,07	8	0,95	12,24	4	0,53	12,43	5	0,80	11,52
	Thấp: < 10	25	3,13	8,02	13	1,63	8,03	9	1,33	7,91	3	0,18	8,36
2,	Phân đạm (kg N/ha/vụ)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>120,12</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>122,33</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>116,73</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>120,29</u>
	Cao: > 125	26	3,38	128,42	14	1,75	129,07	7	0,93	127,16	5	0,65	128,46
	Trung bình: 100 – 125	24	2,75	110,27	11	1,15	112,07	8	1,03	107,32	5	0,63	111,80
	Thấp: < 100 N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,	Phân lân (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/vụ)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>66,31</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>68,83</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>64,85</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>62,84</u>
	Cao: > 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Trung bình: 75 – 100	22	2,60	82,03	11	1,13	85,78	7	0,90	78,92	4	0,58	79,57
	Thấp: < 75	28	3,53	54,72	14	1,78	58,08	8	1,05	52,79	6	0,70	49,11
4,	Phân kali (kg K <sub>2</sub> O/ha/vụ)	<u>50</u>	<u>6,13</u>	<u>59,70</u>	<u>25</u>	<u>2,90</u>	<u>59,46</u>	<u>15</u>	<u>1,95</u>	<u>58,79</u>	<u>10</u>	<u>1,28</u>	<u>61,63</u>
	Cao: > 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Trung bình: 65- 80	18	1,88	72,59	7	0,63	73,60	6	0,60	72,75	5	0,65	71,46
	Thấp: < 65	32	4,25	54,01	18	2,28	55,57	9	1,35	52,59	5	0,63	51,40

Ghi chú: SH: số hộ, DT: diện tích, TB: trung bình

“Tổng hợp từ số liệu điều tra nông hộ 2015 -2017”

**Bảng 3.5. Kết quả điều tra tưới nước của các hộ trồng cà gai leo ở huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy, tỉnh Thanh Hóa (trung bình 3 năm, 2015 – 2017)**

TT	Chỉ tiêu điều tra	Tổng cộng		Ngọc Lặc		Thạch Thành		Cẩm Thủy		Phương pháp tưới
		SH	DT	SH	DT	SH	DT	SH	DT	
1,	Giai đoạn trồng đến 10 ngày									
	Tưới 4 lần	50	6,13	25	2,90	15	1,95	10	1,28	Tưới thủ công bằng máy bơm công suất nhỏ
	Tưới 5 lần	13	2,18	6	0,88	4	0,85	3	0,45	
2,	Giai đoạn sinh trưởng mạnh									
	Tưới 3 lần	50	6,13	25	2,90	15	1,95	10	1,28	
	Tưới 4 lần	22	2,85	10	1,38	8	1,03	4	0,45	
	Tưới 5 lần	10	1,05	4	0,48	3	0,30	3	0,28	

*Ghi chú: SH: số hộ, DT: diện tích,*

*“ Tổng hợp từ số liệu điều tra nông hộ, 2015 -2017”*

Về kỹ thuật nhân giống, thời vụ trồng, mật độ trồng, kết quả ở Bảng 3.3 cho thấy nguồn giống cho trồng cà gai leo được gieo từ hạt theo hình thức gieo ươm trong khay hoặc trong túi bầu. Trong đó 8 hộ (22,5% diện tích) tự gieo giống, 42 hộ (77,5% diện tích) mua cây giống của các hộ khác để trồng. Thời vụ trồng cà gai leo kéo dài từ tháng 10 năm trước đến tháng 3 năm sau, trong đó 77,5% diện tích trồng trong tháng 10, tháng 11 và 22,5% diện tích trồng trong tháng 12, tháng 2, tháng 3. Mật độ trồng trung bình 66,46 nghìn cây/ha, trong đó 49,4% diện tích (26 hộ) trồng ở mật độ 50 - 60 nghìn cây/ha (trung bình 57,40 nghìn cây/ha), 40,5% diện tích (17 hộ) trồng ở mật độ trên 60 nghìn cây/ha (trung bình 77,73 nghìn cây/ha), và 10,3% diện tích (7 hộ) trồng ở mật độ dưới 50 nghìn cây/ha (trung bình 46,06 nghìn cây/ha).

Về phân bón cho cà gai leo, kết quả ở Bảng 3.4 cho thấy các loại phân sử dụng bón cho cà gai leo gồm phân trâu, bò ủ hoai mục, phân NPK của các cơ sở sản xuất phân bón khác nhau với tỷ lệ N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O khác nhau, lượng bón (qui đổi NPK ra N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) thay đổi theo từng hộ. Đối với phân chuồng, lượng bón trung bình 10,44 tấn/ha/lứa thu hoạch (Ngọc Lặc 10,40 tấn/ha, Thạch Thành 9,62 tấn/ha, Cẩm Thủy 11,82 tấn/ha), trong đó có 51,1% diện tích (25 hộ) bón ở mức dưới 10 tấn/ha (trung bình 8,02 tấn/ha), 37,2% (17 hộ) bón ở mức 10 - 15 tấn/ha (trung bình 12,07 tấn/ha), và 11,9% (8 hộ) bón ở mức trên 15 tấn/ha (trung bình 16,79 tấn/ha). Đối với đạm, lượng bón trung bình 120,12 N/ha/lứa thu hoạch (Ngọc Lặc 122,33 N/ha, Thạch Thành 116,73 N/ha, Cẩm Thủy 120,29 N/ha), trong đó có 55,1% diện tích (26 hộ) bón ở mức trên 125 N/ha (trung bình 128,42 N/ha), và 44,9% diện tích (24 hộ) bón ở mức 100 - 125 N/ha (trung bình 110,27 N/ha). Đối với lân lượng bón trung bình 66,31 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/lứa thu hoạch (Ngọc Lặc 68,83 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, Thạch Thành 64,85 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, Cẩm Thủy 62,84 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), trong đó có 42,4% diện tích (22 hộ) bón ở mức 75 - 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (trung bình 80,03 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) và 57,6% diện tích (28 hộ) bón ở mức

dưới 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (trung bình 54,72 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Đối với kali, lượng bón trung bình 59,70 K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch (Ngọc Lặc 59,46 K<sub>2</sub>O/ha, Thạch Thành 58,79 K<sub>2</sub>O/ha, Cẩm Thủy 61,63 K<sub>2</sub>O/ha), trong đó có 30,7% diện tích (18 hộ) bón ở mức 65 - 80 K<sub>2</sub>O/ha (trung bình 72,59 K<sub>2</sub>O/ha) và 69,3% diện tích (32 hộ) bón ở mức dưới 65 K<sub>2</sub>O/ha (trung bình 54,01 K<sub>2</sub>O/ha). Về phương pháp bón, phân chuồng bón lót khi trồng, phân NPK chia 3 lần bón thúc vào các thời điểm 25 - 35 ngày, 55 - 65 ngày và 85 - 95 ngày, sau trồng/sau thu hoạch lúa 1.

Về tưới nước cho cà gai leo, kết quả ở Bảng 3.5 cho thấy 100% các hộ đều thực hiện tưới nước 4 lần trong giai đoạn trồng đến 10 ngày (3 ngày tưới 1 lần) và 3 lần tưới nước trong giai đoạn cây sinh trưởng mạnh (30 - 90 ngày sau trồng) kết hợp với bón thúc phân NPK. Tỷ lệ diện tích được tưới 5 lần trong giai đoạn trồng đến 10 ngày (2 ngày tưới 1 lần) là 35,6% (13 hộ), tưới 4 lần và tưới 5 lần trong giai đoạn cây sinh trưởng mạnh (tưới bổ sung giữa hai lần bón thúc phân) là 46,5% (22 hộ) và 17,3% (10 hộ). Phương pháp tưới chủ yếu là tưới thủ công, dùng máy bơm công suất nhỏ hút nước từ giếng khơi, ao, hồ, khe suối ở khu vực xung quanh đưa đến ruộng trồng cà gai leo và tưới trực tiếp cho từng gốc cây (giai đoạn cây con), tưới ướt toàn bộ mặt luống trồng (giai đoạn cây sinh trưởng mạnh). Từ đó cho thấy mặc dù cà gai leo là cây có khả năng chịu hạn, song nhu cầu tưới nước để duy trì độ ẩm đất ở giới hạn thích hợp (70 - 75% độ ẩm tối đa đồng ruộng) trong suốt quá trình sinh trưởng, phát triển là rất cần thiết để đảm bảo thu được năng suất, chất lượng dược liệu cao.

### 3.1.2.3. Thuận lợi, khó khăn và nhu cầu phát triển sản xuất cà gai leo

Kết quả điều tra nông hộ về những thuận lợi, khó khăn và nhu cầu phát triển sản xuất cây cà gai leo được tổng hợp và tóm tắt như sau:

Thuận lợi: Cà gai leo được đánh giá là cây trồng có khả năng sinh trưởng, phát triển mạnh, cho năng suất cao trong điều kiện đất đồi; thời gian sinh trưởng ngắn; chi phí đầu tư ở mức trung bình, trồng 1 lần cho thu hoạch 2 lứa trong

năm; không có các yêu cầu quá khắt khe về kỹ thuật canh tác; thu nhập trên đơn vị diện tích trong năm cao hơn hẳn so với các cây trồng hiện có trên đất đồi (cây mía, cây sắn, cây ngô); nhu cầu thị trường dược liệu cà gai leo đã và đang tăng cao trong những năm gần đây.

Khó khăn: Sản xuất cà gai leo nhỏ lẻ, mang tính tự phát, trồng theo phong trào; thiếu sự gắn kết và ràng buộc chặt chẽ giữa nông dân với các đơn vị thu mua; tình trạng thừa, thiếu cục bộ về số lượng, không kiểm soát được chất lượng và biến động về giá cả thu mua dược liệu thường xảy ra. Bên cạnh đó, nông dân không chủ động được nguồn cây giống, không kiểm soát được nguồn gốc xuất xứ và chất lượng hạt giống, không được phổ biến, hướng dẫn cụ thể về các biện pháp kỹ thuật canh tác cà gai leo trên đất đồi, chi phí lao động cao cho việc tưới nước thủ công, khó khăn trong khâu thu hoạch và sơ chế sản phẩm (do thân, cành, lá đều có nhiều gai) là những yếu tố dẫn đến hạn chế mở rộng diện tích trồng cà gai leo.

Nhu cầu phát triển sản xuất cà gai leo: Kết quả điều tra cho thấy 100% các hộ được hỏi ý kiến đều có nhu cầu cao trong việc tiếp tục duy trì và mở rộng diện tích trồng cà gai leo, đồng thời đề nghị các đơn vị, doanh nghiệp thu mua dược liệu cần có sự hỗ trợ đầu tư về giống, hệ thống tưới, phân bón NPK chuyên dùng, hướng dẫn kỹ thuật canh tác và cam kết thu mua hết số lượng dược liệu với giá ổn định trong thời gian từ 1 năm (2 vụ) trở lên, thông qua hợp đồng liên kết sản xuất và tiêu thụ sản phẩm, có sự giám sát của chính quyền địa phương.

### ***3.1.3. Chất lượng đất, nguồn nước tưới tại địa điểm nghiên cứu***

Kết quả phân tích các chỉ tiêu nông hoá đất, hàm lượng kim loại nặng, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật của mẫu đất nâu đỏ và mẫu nước tưới (nước giếng khơi) tại địa điểm nghiên cứu xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.6.



**Bảng 3.6. Kết quả phân tích các chỉ tiêu nông hóa, hàm lượng kim loại nặng, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong đất và nước tưới tại địa điểm nghiên cứu, xã Ngọc Sơn, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa**

TT	Nông hóa đất		Kim loại nặng trong đất (ppm)			Dư lượng thuốc BVTV		Chất lượng nước tưới (mg/L)		
	Chỉ tiêu	Giá trị	Chỉ tiêu	Giá trị	Giá trị giới hạn	Chỉ tiêu	Giá trị	Chỉ tiêu	Giá trị	Giá trị giới hạn
1	pH	6,7	As	8,39	15	Dalapon	KPH	pH	7,29	5,5 – 9
2	OM (%)	1,87	Zn	76,01	200	Diazinon	KPH	DO	5,54	≥2
3	N (%)	0,104	Pb	57,26	70	Dimethoate	KPH	Cl	14,12	350
4	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,209	Cu	49,92	100	Methamidophos	KPH	Bo	0,215	3
5	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	53,71	Cd	0,212	1,5	Lindane	KPH	As	0,00077	0,05
6	K <sub>2</sub> O (%)	0,137				DDT	KPH	Hg	0,00012	0,001
7	K <sub>2</sub> Odt (mg/100g)	18,28				2,4-D	KPH	Zn	0,0049	2,0
8	CEC (lđl/100 g đất)	18,95				Fenobacarb	KPH	Cu	0,00147	0,5
9								Cd	0,00036	0,01
10								Pb	0,0009	0,05
11								Cr	0,00214	0,1
12								E,coli	0	200
								PN/100ml)		

*Giá trị giới hạn kim loại nặng theo QCVN 03: 2015/BTNMT; Giá trị giới hạn chất lượng nước tưới 7 theo QCVN 39:2011/BTNMT) KPH: Không phát hiện,*

Kết quả ở Bảng 3.6 cho thấy đất thí nghiệm có phản ứng ít chua (pH 6,75), hàm lượng chất hữu cơ nghèo (OM% < 2,0%), hàm lượng đạm tổng số, kali tổng số, kali trao đổi ở mức trung bình, hàm lượng lân tổng số, lân dễ tiêu giàu, khả năng trao đổi cation trung bình. Hàm lượng các nguyên tố kim loại nặng: asen (As), kẽm (Zn), chì (Pb), đồng (Cu), cadimi (Cd) đều ở mức thấp hơn nhiều so với giới hạn cho phép theo QCVN 39:2011/BTNMT. Không phát hiện có trong đất dư lượng các loại thuốc bảo vệ thực vật (Dalapon; Diazinon; Dimethoate; Methamidophos; Lindane; DDT; 2,4-D và Fenobacarb). Nguồn nước tưới có pH 7,29 (trung tính), oxy hòa tan 5,54 mg/L, cao hơn giá trị giới hạn ( $\geq 2$  mg/L), hàm lượng Cl, B và các nguyên tố kim loại nặng As, Hg, Zn, Cu, Cd đều ở mức thấp hơn rất nhiều so với giá trị giới hạn theo QCVN 39:2011/BTNMT về nước tưới trong nông nghiệp.

#### **3.1.4. Thảo luận**

Cà gai leo là cây có nguồn gốc nhiệt đới, ưa ẩm, ưa ánh sáng, có khả năng chịu hạn cao, thích nghi rộng với nhiều loại đất [Zhang Zhi - yun et al, 1994], [Đỗ Huy Bích và cs, 2004], [Viện Dược liệu, 2022]. Song, năng suất, chất lượng dược liệu cà gai leo có thể khác nhau khi trồng ở những địa điểm khác nhau do ảnh hưởng của điều kiện khí hậu, đất đai và hệ thống các biện pháp kỹ thuật canh tác. Lựa chọn địa điểm có khả năng đáp ứng tốt nhất các điều kiện về khí hậu, địa hình, đất đai, nguồn nước tưới theo nhu cầu sinh thái của cây, đồng thời đất và nguồn nước tưới không bị ô nhiễm bởi các nguyên tố kim loại nặng, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật là những yêu cầu cơ bản của vùng sản xuất dược liệu đáp ứng theo GACP- WHO [FAO, 2003], [Bộ Y tế, 2019].

Vùng đồi tỉnh Thanh Hóa được xác định là phù hợp tiêu chí vùng sản xuất dược liệu cà gai leo theo GACP - WHO. Các kết quả điều tra về điều kiện khí hậu, đất đai, năng suất và hiệu quả sản xuất cà gai leo là những dẫn liệu minh chứng cho nhận định này, đồng thời cho thấy sự cần thiết nghiên cứu kỹ thuật thâm canh và phát triển sản xuất dược liệu cà gai leo trên đất đồi theo hướng hình

thành vùng sản xuất tập trung, năng suất, chất lượng cao, gắn với tiêu thụ sản phẩm theo chuỗi giá trị, qua đó đáp ứng với các yêu cầu thương mại tối ưu của thị trường dược liệu [Raghu A V et al, 2018].

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy một số hạn chế của vùng đồi tỉnh Thanh Hóa trong mối quan hệ với phát triển cà gai leo như: ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc khô, lạnh và gió mùa Tây Nam khô, nóng, hàm lượng chất hữu cơ trong đất thấp, điều kiện tưới hạn chế, mức độ xói mòn cao. Những hạn chế về điều kiện khí hậu có thể được khắc phục bằng việc xác định thời vụ trồng, mật độ, khoảng cách trồng phù hợp, qua đó khai thác tốt nhất lợi thế của khí hậu nhiệt đới để tăng năng suất, chất lượng dược liệu [Darzi MT et al, 2005], [Sarmadnya GR, Kochaki A, 1990], [Viện Dược liệu, 2013]. Những hạn chế về điều kiện đất đai có thể được khắc phục bằng việc vận dụng nguyên lý “Quản lý dinh dưỡng tổng hợp” để bổ sung nguồn hữu cơ cho đất, giảm lượng bón phân khoáng [Anil K et al, 2008], qua đó cải thiện kết cấu đất [Haynes R, Naidu R, 1998], tăng cường khả năng ngấm nước, giữ nước của đất, hạn chế xói mòn đất [Six J et al, 1998], duy trì độ phì nhiêu đất, ổn định năng suất, nâng cao chất lượng dược liệu và sản xuất lâu bền [Arsham A, 2013], [Bekeko Z, 2014]. Ứng dụng công nghệ tưới tiết kiệm nước (tưới nước, bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt) là giải pháp kỹ thuật hiện đại để nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả sản xuất, khắc phục hạn chế về điều kiện tưới nước ở vùng đồi [Bar-Yosef. B, 1999], [Solaimalai A et al, 2005], [Kafkafi U, Tarchitzky J, 2011].

*Tóm lại:* Vùng đồi phía Tây tỉnh Thanh Hóa có khí hậu nhiệt đới gió mùa, tài nguyên đất phong phú, đa dạng, trong đó đất nâu đỏ được đánh giá là loại đất phù hợp với nhu cầu sinh thái của cây cà gai leo. Trong những năm gần đây, cà gai leo đã và đang được trồng trong vườn đồi của nhiều hộ gia đình ở các huyện Ngọc Lặc, Thạch Thành, Cẩm Thủy, năng suất dược liệu đạt 2,0 - 2,5 tấn/ha/lúa thu hoạch, thu nhập 150 - 180 triệu/ha/năm (2 lúa thu hoạch). Song do tình trạng sản xuất nhỏ lẻ, tự phát theo phong trào, đồng thời thiếu các thông tin về giống

và kỹ thuật canh tác, không được đảm bảo về số lượng và giá bán sản phẩm trong thời gian dài, nên không mở rộng diện tích, mặc dù người dân có nhu cầu phát triển sản xuất và thị trường có nhu cầu cao về dược liệu cà gai leo.

### **3.2. Một số biện pháp kỹ thuật thâm canh (nhân giống, trồng) cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa**

#### **3.2.1. Ảnh hưởng của auxin (IAA, IBA và NAA) đến sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm cà gai leo**

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của 4 nồng độ IAA (500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm và 2000 ppm), 4 nồng độ IBA (500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm và 2000 ppm) và 4 nồng độ kết hợp giữa IBA và NAA (250 ppm + 250 ppm, 500 ppm + 500 ppm, 750 ppm + 750 ppm, 1000 ppm + 1000 ppm) đến tỷ lệ bật chồi, số lượng rễ, chiều dài rễ, khối lượng rễ, chiều dài chồi, đường kính chồi và số đôi lá của chồi giâm sau 70 ngày (xuất vườn) tính từ ngày giâm, cụ thể như sau:

##### **3.2.1.1. Tỷ lệ bật chồi và sự phát triển rễ**

Tỷ lệ bật chồi và sự phát triển rễ của chồi giâm là những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá ảnh hưởng của hormone sinh trưởng trong nhân giống vô tính cây trồng bằng giâm cành. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của việc xử lý auxin (IAA, IBA và NAA) đến tỷ lệ bật chồi, số lượng rễ, chiều dài rễ, đường kính rễ, khối lượng rễ của chồi giâm cà gai leo trình bày trong Bảng 3.7 cho thấy:

Đối với tỷ lệ bật chồi, xử lý hom giâm bằng các loại auxin khác nhau ở các nồng độ khác nhau có ảnh hưởng đến tỷ lệ bật chồi của hom giâm. Trong đó công thức xử lý IBA 500 ppm có tỷ lệ bật chồi cao nhất (92,34%), tiếp đến là công thức xử lý IAA 500 ppm (85,34%). Trong 4 công thức xử lý phối hợp IBA + NAA, công thức xử lý IBA 250 ppm + NAA 250 ppm cho tỷ lệ bật chồi cao nhất (65,31%). Các công thức xử lý auxin ở nồng độ cao (IAA 2000 ppm; IBA 2000 ppm và IBA 1000 ppm + NAA 1000 ppm) cho tỷ lệ bật chồi thấp nhất.

Đối với sự hình thành và phát triển rễ, auxin có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy sự hình thành và phát triển rễ của hom giâm. Trong các công thức

xử lý IAA ở các nồng độ khác nhau, số lượng rễ, chiều dài rễ và khối lượng rễ đạt cao nhất ở công thức xử lý IAA 500 ppm ở độ tin cậy 95%.

**Bảng 3.7. Ảnh hưởng của indole acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA) và naphthalene acetic acid (NAA) đến tỷ lệ bật chồi, số lượng rễ, chiều dài rễ khối lượng rễ chồi giâm cà gai leo**

Công thức	Tỷ lệ bật chồi (%)	Số lượng rễ	Chiều dài rễ (cm)	Khối lượng rễ (g)
CT1 (ĐC)	41,75 ± 1,31 <sup>f</sup>	14,70 ± 2,10 <sup>f</sup>	4,74 ± 0,62 <sup>de</sup>	0,180 ± 0,030 <sup>f-i</sup>
CT2	85,34 ± 2,02 <sup>b</sup>	29,92 ± 3,59 <sup>b</sup>	6,51 ± 0,76 <sup>ab</sup>	0,518 ± 0,069 <sup>b</sup>
CT3	72,79 ± 1,86 <sup>c</sup>	26,33 ± 2,30 <sup>bc</sup>	5,36 ± 0,52 <sup>de</sup>	0,430 ± 0,035 <sup>cd</sup>
CT4	45,30 ± 1,38 <sup>f</sup>	16,55 ± 2,60 <sup>f</sup>	4,86 ± 0,48 <sup>de</sup>	0,227 ± 0,050 <sup>f</sup>
CT5	30,06 ± 1,18 <sup>g</sup>	15,44 ± 2,60 <sup>f</sup>	4,55 ± 0,64 <sup>de</sup>	0,175 ± 0,019 <sup>g-i</sup>
CT6	92,34 ± 2,10 <sup>a</sup>	32,25 ± 4,28 <sup>a</sup>	6,80 ± 0,85 <sup>a</sup>	0,547 ± 0,068 <sup>a</sup>
CT7	75,05 ± 1,80 <sup>c</sup>	26,44 ± 4,46 <sup>bc</sup>	5,23 ± 0,63 <sup>de</sup>	0,409 ± 0,049 <sup>d</sup>
CT8	55,77 ± 1,50 <sup>e</sup>	21,11 ± 3,30 <sup>d</sup>	4,94 ± 0,80 <sup>de</sup>	0,223 ± 0,050 <sup>fg</sup>
CT9	28,09 ± 1,15 <sup>g</sup>	15,63 ± 2,46 <sup>f</sup>	4,50 ± 0,65 <sup>e</sup>	0,136 ± 0,047 <sup>i</sup>
CT10	65,31 ± 1,57 <sup>d</sup>	28,07 ± 4,20 <sup>cb</sup>	6,39 ± 0,71 <sup>a-c</sup>	0,475 ± 0,058 <sup>bc</sup>
CT11	56,03 ± 1,51 <sup>e</sup>	22,55 ± 2,90 <sup>cd</sup>	5,55 ± 0,59 <sup>b-d</sup>	0,326 ± 0,073 <sup>e</sup>
CT12	32,06 ± 1,21 <sup>g</sup>	20,55 ± 3,20 <sup>ed</sup>	5,39 ± 0,56 <sup>c-e</sup>	0,193 ± 0,04 <sup>f-h</sup>
CT13	21,79 ± 1,07 <sup>h</sup>	16,59 ± 2,70 <sup>ef</sup>	4,59 ± 0,4d <sup>e</sup>	0,154 ± 0,045 <sup>hi</sup>

*Ghi chú: CT1: nước cất, CT2: IAA 500 ppm, CT3: IAA 1000 ppm, CT4: IAA 1500 ppm. CT5: IAA 2000 ppm; CT6: IBA 500 ppm, CT7: IBA 1000 ppm, CT8: IBA 1500 ppm. CT9: IBA 2000 ppm; CT10: IBA 250 ppm + NAA 250 ppm, CT11: IBA 500 ppm + NAA 500 ppm, CT12: IBA 750 ppm + NAA 750 ppm, CT13: IBA 1000 ppm + NAA 1000 ppm.*

*Các số liệu sau dấu ± là SE. Các chữ cái a, b, c, d... trong cùng một cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các công thức, được phân hạng bằng phần mềm Duncal's multiple range test (P<0,05).*

Đối với các công thức xử lý IBA, chiều dài rễ, khối lượng rễ đạt cao nhất ở công thức xử lý IBA 500ppm. Ngoài ra việc xử lý IBA 500 ppm cũng cho số

lượng rễ, chiều dài rễ, khối lượng rễ cao nhất so với các công thức xử lý khác ở độ tin cậy 95%: số lượng rễ đạt 32,25 rễ; chiều dài rễ 6,80 cm; khối lượng rễ đạt 0,547g. Trong các công thức xử lý phối hợp IBA và NAA, công thức xử lý IBA 250 ppm + NAA 250 ppm có ảnh hưởng lớn nhất đến các chỉ tiêu chất lượng rễ: số lượng rễ đạt 28,07 rễ, chiều dài rễ 6,39 cm, khối lượng rễ 0,475 g. Công thức xử lý IBA 1000 ppm + NAA 1000 ppm có ảnh hưởng thấp nhất ở độ tin cậy 95%. Từ đó cho thấy xử lý các loại IBA và NAA ở nồng độ cao sẽ làm giảm số lượng rễ, chiều dài rễ và khối lượng rễ trong giâm cành. Chênh lệch về số lượng rễ, chiều dài rễ và khối lượng rễ ở các công thức xử lý IAA 500 ppm, IBA 500 ppm và IBA 250 ppm + NAA 250 ppm là có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

#### 3.2.2.2. Sinh trưởng của chồi giâm

Chiều dài chồi, đường kính chồi và số đôi lá của chồi giâm là các chỉ tiêu để đánh giá sự phát triển của chồi giâm, qua đó đánh giá ảnh hưởng của auxin trong nhân giống vô tính cây trồng bằng giâm cành. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của việc xử lý auxin (IAA, IBA và NAA) đến chiều dài chồi, đường kính chồi và số đôi lá của chồi giâm ở thời điểm 70 ngày sau giâm (xuất vườn) trình bày trong Bảng 3.8 cho thấy công thức xử lý IBA 500 ppm có chiều dài chồi cao nhất (11,7 cm), tiếp đến là công thức xử lý IAA 500 ppm và IBA 250 ppm + NAA 250 ppm, đạt 9,8 cm và 9,9 cm. Đường kính chồi đạt cao nhất (0,43 cm) ở công thức xử lý IAA 500 ppm và 0,42 cm ở công thức xử lý IBA 500 ppm. Trong số các công thức xử lý phối hợp IBA và NAA, đường kính chồi đạt cao nhất (0,40 cm) ở công thức xử lý IBA 250 ppm + NAA 250 ppm. Số đôi lá đạt cao nhất (7,5 đôi) ở công thức xử lý IBA 500 ppm và công thức xử lý IBA 250 ppm + NAA 250 ppm (7,5 đôi), tiếp đến là công thức xử lý IAA 500 ppm. Khi tăng nồng độ xử lý auxin, các chỉ tiêu về chiều dài chồi, số đôi lá và đường kính chồi đều giảm. Công thức xử lý bằng nước cất các chỉ tiêu về chiều dài chồi, đường kính chồi và số đôi lá thấp hơn các công thức xử lý auxin ở độ tin cậy 95%.

**Bảng 3.8. Ảnh hưởng của auxin (IAA, IBA, NAA) đến chiều dài chồi, đường kính chồi, số đôi lá của chồi giâm cà gai leo**

Công thức	Chiều dài chồi (cm)	Đường kính chồi (cm)	Số đôi lá
CT1	4,9 ± 1,12 <sup>e</sup>	0,32 ± 0,03 <sup>e</sup>	5,2 ± 0,4 <sup>f</sup>
CT2	9,8 ± 2,05 <sup>b</sup>	0,43 ± 0,02 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,5 <sup>ab</sup>
CT3	8,5 ± 1,92 <sup>b-d</sup>	0,40 ± 0,01 <sup>a-d</sup>	6,8 ± 0,3 <sup>b-d</sup>
CT4	7,9 ± 1,47 <sup>b-d</sup>	0,38 ± 0,03 <sup>b-d</sup>	6,2 ± 0,4 <sup>de</sup>
CT5	6,4 ± 1,25 <sup>c-e</sup>	0,35 ± 0,02 <sup>de</sup>	6,5 ± 0,3 <sup>cd</sup>
CT6	11,7 ± 2,13 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,02 <sup>a-b</sup>	7,5 ± 0,4 <sup>a</sup>
CT7	8,5 ± 1,81 <sup>b-d</sup>	0,41 ± 0,02 <sup>a-c</sup>	6,8 ± 0,5 <sup>b-d</sup>
CT8	6,5 ± 1,46 <sup>c-e</sup>	0,39 ± 0,03 <sup>a-d</sup>	6,9 ± 0,4 <sup>a-c</sup>
CT9	6,0 ± 1,57 <sup>de</sup>	0,38 ± 0,02 <sup>b-d</sup>	5,8 ± 0,3 <sup>ef</sup>
CT10	9,9 ± 2,08 <sup>b</sup>	0,40 ± 0,03 <sup>a-c</sup>	7,5 ± 0,4 <sup>a</sup>
CT11	9,1 ± 1,75 <sup>a-c</sup>	0,38 ± 0,03 <sup>b-d</sup>	6,5 ± 0,5 <sup>b-d</sup>
CT12	7,8 ± 1,81 <sup>b-d</sup>	0,36 ± 0,02 <sup>c-e</sup>	6,8 ± 0,3 <sup>a-d</sup>
CT13	6,5 ± 1,19 <sup>c-e</sup>	0,35 ± 0,02 <sup>de</sup>	6,5 ± 0,5 <sup>b-d</sup>

### 3.2.1.3. Thảo luận

Nhân giống vô tính cây trồng là quá trình nhằm cung cấp cây giống có chất lượng nguồn gen cao nhất trong khi phương pháp nhân giống hữu tính bằng hạt không phải lúc nào cũng duy trì được chất lượng nguồn gen [Kesari V, 2009]. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng nhân giống vô tính bằng giâm cành là phương pháp phổ biến để sản xuất cây giống với quy mô lớn đối với các loài cây trồng đang bị đe dọa do quá trình ra hoa, đậu quả không bình thường, khả năng nảy chồi, khả năng hình thành hạt hoặc tái sinh kém [Waheed A et al, 2015], [Hartmann HT et al, 1975]. Auxin có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy cành giâm hình thành rễ. Trong nghiên cứu này, xử lý auxin (IAA,

IBA và NAA) với các nồng độ khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến sự ra rễ và bật chồi của hom giâm cà gai leo.

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy sự ra rễ của hom giâm cà gai leo được thúc đẩy bằng việc xử lý auxin. Ảnh hưởng của hormone sinh trưởng đến sự hình thành và phát triển rễ của nhiều loài cây trồng khác nhau đã được một số tác giả đề cập như: nghiên cứu ảnh hưởng của IBA và NAA trong giâm cành cây ổi (*Psidium guajava* L.) [Shahzad U et al, 2019], nghiên cứu ảnh hưởng của IAA, IBA, NAA và GA3 đến sự ra rễ và đặc điểm hình thái trong giâm cành cây tía tô đất (*Melissa officinalis*.) [Sevik H, Guney K, 2013], nghiên cứu ảnh hưởng của việc xử lý phối hợp IBA và NAA so với xử lý auxin riêng biệt trong giâm cành táo Mã Lai (*Syzygium malaccense* L.) [Yusnita Y et al, 2017], nghiên cứu ảnh hưởng của IBA và NAA trong nhân giống giâm cành loài trúc đào (*Voacanga africana*.) [Kesari et al, 2009], nghiên cứu ảnh hưởng của IBA trong giâm cành cây dâu tằm (*Morus alba* L.) [Husen et al, 2017], nghiên cứu ảnh hưởng của IBA, IAA và NAA trong giâm cành cây ban (*Hypericum gaitii*) [Kamila PK et al, 2020], nghiên cứu ảnh hưởng của IAA và NAA trong giâm cành dây gắm (*G. africanum*) [Doungous et al, 2019], nghiên cứu ảnh hưởng của IAA, IBA trong giâm cành cây dương xỉ lai [Yan Y.H et al, 2014]. Nhìn chung các nghiên cứu đều cho rằng nhóm hormone auxin có ảnh hưởng đến quá trình ra rễ của cành giâm. Các kết quả nghiên cứu trong thí nghiệm cũng phù hợp với các kết quả nghiên cứu đã nêu.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy ngoài ảnh hưởng đến sự ra rễ của hom giâm, auxin còn có ảnh hưởng tích cực đến tỷ lệ bật chồi, chiều dài chồi, đường kính chồi và số đôi lá trong giâm cành cà gai leo. Các nghiên cứu trước đây cho rằng hàm lượng carbohydrate tích lũy trong hom giâm đã thúc đẩy sự bật chồi [Shahzad U et al, 2019], [Wahab F et al, 2001]. Xử lý auxin có ảnh hưởng đến giâm cành theo một số cách thức như tăng số lượng rễ, chiều dài rễ, kích hoạt hom giâm sản sinh các thành phần hóa học thúc đẩy sự hình thành rễ [Shahzad



U et al, 2019]. Sự phát triển rễ của hom giâm yêu cầu tăng cường hoạt động quang hợp và các hoạt động xảy ra trong lá [Wahab F et al, 2001]. Vì vậy xử lý auxin có ảnh hưởng tích cực đến sự bật chồi và phát triển lá của chồi giâm cà gai leo do auxin đã hỗ trợ cho việc hình thành bộ rễ khỏe mạnh để hấp thu dinh dưỡng. Các kết quả nghiên cứu trong thí nghiệm phù hợp với vai trò của auxin trong việc thúc đẩy hom giâm bật chồi và phát triển chồi theo như kết quả của một số nghiên cứu khác [Shahzad U et al, 2019], [Kontoh IH, 2016], [Kesari V et al, 2009], [Wahab F et al, 2001]. Đặc biệt việc xử lý hom giâm cà gai leo với IBA nồng độ 500 ppm có tác dụng thúc đẩy hom giâm ra rễ, bật chồi mạnh hơn so với các công thức xử lý auxin khác. Các nghiên cứu trước đây đã chứng minh IBA là auxin tốt nhất cho việc phổ biến sử dụng vì IBA là không độc đối với cây trồng nên giới hạn về nồng độ sử dụng rộng hơn so với NAA hoặc IAA [Ludwig-Muller J, 2000], [Kesari V et al, 2009]. Nồng độ IBA thích hợp tạo ra điều kiện thuận lợi cho việc di chuyển và sử dụng các hợp chất carbohydrates, nitơ, nước và hấp thu dinh dưỡng của hom giâm [Ludwig-Muller J, 2000]. Xử lý IBA với nồng độ thích hợp có tác dụng thúc đẩy hom giâm ra rễ, bật chồi đã được ghi nhận trong giâm cành nhiều loài cây trồng như cây ổi [Shahzad U et al, 2019], cây bìm bịp [Kesari V et al, 2009], cây dâu tằm [Husen A et al, 2017], cây cà chua lai ‘Sahil’ [Waheed A et al, 2015]; cây thông [Henrique A et al, 2006].

Mặc dù xử lý auxin có tác dụng thúc đẩy hom giâm ra rễ, bật chồi, song cũng cần lưu ý rằng nồng độ auxin cao không có tác dụng thúc đẩy hom giâm ra rễ, bật chồi. Kết quả nghiên cứu cho thấy các công thức xử lý auxin ở nồng độ cao không có tác dụng thúc đẩy hom giâm cà gai leo ra rễ, bật chồi. Từ đó đưa ra nhận định: ở một giới hạn nồng độ nhất định auxin trở nên độc đối với cây trồng. Các kết quả tương tự đã được ghi nhận đối với cây dương xỉ [Yan SP et al, 2017], cây đào [Tworkoski T et al, 2007]. Các kết quả nghiên cứu nêu trên cũng hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Doungous et al (2019), khi

cho rằng xử lý auxin ở nồng độ cao không những không có tác dụng thúc đẩy bật chồi, mà thậm chí ngược lại là ức chế sự ra rễ, bật chồi của hom giâm [Doungous O et al, 2019].

*Tóm lại:* Việc thiếu cây giống có chất lượng cao là một trong những yếu tố hạn chế sự phát triển của loài cà gai leo, từ đó hạn chế nguồn cung cấp dược liệu cà gai leo cho sản xuất các sản phẩm thảo dược chữa trị bệnh và chăm sóc sức khỏe con người. Với những ưu điểm của phương pháp nhân giống vô tính, việc xử lý auxin để thúc đẩy ra rễ, bật chồi trong nhân giống cà gai leo bằng kỹ thuật giâm cành đã được áp dụng trong nghiên cứu với ba loại auxin (IAA, IBA và NAA) ở các nồng độ khác nhau. Trong đó xử lý cành giâm bằng IBA nồng độ 500 ppm cho kết quả tốt nhất về tỷ lệ bật chồi, số rễ, chiều dài rễ, chiều dài chồi và số đôi lá. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng sự bật chồi, ra rễ của hom giâm là bị ức chế khi xử lý các loại auxin ở nồng độ cao. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để phổ biến vận dụng trong nhân giống cà gai leo với số lượng lớn, đáp ứng nhu cầu cung cấp cây giống chất lượng cao cho sản xuất.

### ***3.2.2. Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa***

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của 3 thời vụ trồng: ngày 5/9, ngày 5/10, ngày 5/11; hai chiều rộng luống: 0,8 m và 1,0 m; ba khoảng cách trồng: 40 x 30 cm, 40 x 40 cm; 40 x 50 cm đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, cụ thể như sau:

#### ***3.2.2.1. Sinh trưởng, phát triển***

- Tỷ lệ cây sống sau trồng và thời gian sinh trưởng:

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến tỷ lệ cây sống sau trồng và thời gian sinh trưởng của cà gai leo được trình bày trong Bảng 3.9.

**Bảng 3.9. Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến tỷ lệ cây sống sau trồng và thời gian sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 – 2019**

Công thức			Tỷ lệ sống (%)	Thời gian từ trồng đến...(ngày)			
				Phân cành	Ra Hoa	Hình thành quả	Thu hoạch
TVT1	CRL1	KCT1	81,00	14	101	108	159
TVT1	CRL1	KCT2	74,67	14	101	108	159
TVT1	CRL1	KCT3	68,33	14	102	109	162
TVT1	CRL2	KCT1	81,00	14	103	110	164
TVT1	CRL2	KCT2	74,67	14	103	110	164
TVT1	CRL2	KCT3	68,33	14	105	112	168
TVT2	CRL1	KCT1	98,00	15	102	109	165
TVT2	CRL1	KCT2	97,33	15	102	109	165
TVT2	CRL1	KCT3	96,67	15	103	110	168
TVT2	CRL2	KCT1	98,00	15	104	111	169
TVT2	CRL2	KCT2	97,33	15	104	111	169
TVT2	CRL2	KCT3	96,67	15	106	113	173
TVT3	CRL1	KCT1	99,00	16	103	110	172
TVT3	CRL1	KCT2	98,67	16	103	110	172
TVT3	CRL1	KCT3	98,33	16	104	111	175
TVT3	CRL2	KCT1	99,00	16	105	112	176
TVT3	CRL2	KCT2	98,67	16	105	112	176
TVT3	CRL2	KCT3	98,33	16	108	115	181

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Ghi chú: TVT1: trồng ngày 5/9, TVT2: trồng ngày 5/10, TVT3: trồng ngày 5/11; CRL1: chiều rộng luống 0,8 m, CRL2: chiều rộng luống 1,0 m; KCT1: khoảng cách trồng 40 x 30 cm, KCT2: khoảng cách trồng 40 x 40 cm, KCT3: khoảng cách trồng 40 x 50 cm.

Kết quả trong Bảng 3.9 cho thấy đối với tỷ lệ cây sống sau trồng, thời vụ trồng có ảnh hưởng theo hướng tăng tỷ lệ cây sống từ TVT1 đến TVT2 và TVT3. Tỷ lệ cây sống sau trồng trung bình của các công thức trồng với các chiều rộng luống và khoảng cách trồng khác nhau ở TVT1 chỉ đạt 74,67%, trong khi đó ở TVT2 và TVT3 tỷ lệ này là 97,3% và 98,7%. Đối với thời gian sinh trưởng, thời vụ trồng có ảnh hưởng theo hướng kéo dài thời gian sinh trưởng từ TVT1 đến TVT2 và TVT3. Tổng thời gian sinh trưởng từ trồng đến thu hoạch trung bình của cả ba thời vụ trồng ở các chiều rộng luống và khoảng cách trồng khác nhau là 168,7 ngày. Trong đó thời gian từ trồng đến phân cành 15 ngày, từ phân cành đến ra hoa 88,55 ngày, từ ra hoa đến hình thành quả 7,0 ngày, từ hình thành quả đến thu hoạch 58,1 ngày.

- Chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1:

Kết quả theo dõi động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc và số cành cấp 1 của cà gai leo qua các thời kỳ theo dõi 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch trình bày trong các Bảng 3.10 cho thấy trong giai đoạn từ trồng đến 30 ngày và 60 ngày, các chỉ tiêu sinh trưởng về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 ít bị chi phối bởi các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng. Sự khác biệt về các chỉ tiêu sinh trưởng chỉ thể hiện rõ khi so sánh ở thời điểm 90 ngày và khi thu hoạch. Tốc độ tăng trưởng chiều cao cây trung bình của các công thức ở các thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng khác nhau đạt 45,33 cm, 23,44 cm và 21,97 cm; tốc độ tăng trưởng đường kính gốc đạt 0,13 cm, 0,24 cm và 0,15 cm; tốc độ tăng trưởng số cành cấp 1 đạt 2,8, 1,37 và 1,06 cành/cây, ở các thời kỳ 30 – 60 ngày, 60 – 90 ngày và 90 ngày - thu hoạch, tương ứng.

**Bảng 3.10. Ảnh hưởng của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 – 2019**

Công thức			Chiều cao cây (cm)				Đường kính gốc (cm)				Số cành cấp 1			
			30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch
TVT1	CRL1	KCT1	31,52	78,90	110,57	139,22	0,38	0,52	0,69	0,84	3,02	5,91	6,96	7,31
TVT1	CRL1	KCT2	31,21	78,03	104,58	126,22	0,39	0,53	0,77	0,88	3,02	5,83	7,21	8,01
TVT1	CRL1	KCT3	31,45	78,43	99,58	119,02	0,39	0,54	0,79	0,90	3,00	5,87	7,45	8,54
TVT1	CRL2	KCT1	31,16	78,50	106,18	132,58	0,38	0,52	0,72	0,91	3,02	5,90	7,18	7,85
TVT1	CRL2	KCT2	31,26	80,19	100,67	120,75	0,38	0,54	0,81	0,95	3,01	5,89	7,67	9,05
TVT1	CRL2	KCT3	31,41	79,89	94,49	113,24	0,39	0,53	0,83	0,98	2,99	5,84	8,14	10,23
TVT2	CRL1	KCT1	29,47	74,52	106,06	132,79	0,36	0,49	0,65	0,80	3,00	5,78	6,60	6,97
TVT2	CRL1	KCT2	29,33	74,46	100,40	120,44	0,36	0,49	0,72	0,84	3,00	5,87	6,93	7,64
TVT2	CRL1	KCT3	29,48	75,65	95,68	113,62	0,37	0,50	0,74	0,86	2,98	5,77	7,09	8,15
TVT2	CRL2	KCT1	29,19	74,49	102,39	126,39	0,36	0,49	0,68	0,87	3,00	5,78	6,82	7,48
TVT2	CRL2	KCT2	30,04	76,00	97,16	115,26	0,38	0,51	0,76	0,91	2,96	5,92	7,39	8,66
TVT2	CRL2	KCT3	29,92	77,59	91,30	108,02	0,37	0,52	0,78	0,94	2,98	5,80	7,78	9,76
TVT3	CRL1	KCT1	26,78	68,44	98,61	127,98	0,31	0,43	0,62	0,77	2,86	5,53	6,33	6,78
TVT3	CRL1	KCT2	26,74	69,26	94,43	116,13	0,32	0,44	0,68	0,81	2,85	5,60	6,64	7,43
TVT3	CRL1	KCT3	26,65	68,35	90,11	109,59	0,32	0,43	0,69	0,83	2,86	5,53	6,81	7,94
TVT3	CRL2	KCT1	26,54	69,31	94,50	121,75	0,31	0,43	0,65	0,84	2,84	5,50	6,52	7,28
TVT3	CRL2	KCT2	26,50	69,46	90,75	111,16	0,33	0,45	0,72	0,88	2,83	5,51	7,01	8,43
TVT3	CRL2	KCT3	26,43	69,46	85,42	104,12	0,33	0,45	0,74	0,90	2,83	5,53	7,46	9,50

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả phân tích ANOVA về ảnh hưởng riêng biệt và ảnh hưởng tương tác của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 khi thu hoạch cụ thể như sau:

+ Ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố

Ảnh hưởng riêng biệt của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến các chỉ tiêu sinh trưởng trình bày trong Bảng 3.11.

**Bảng 3.11. Ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 khi thu hoạch của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 -2019**

Yếu tố	Mức yếu tố	Chiều cao cây (cm)	Đường kính gốc (cm)	Số cành cấp 1
Thời vụ trồng	TVT1	125,17	0,91	8,50
	TVT2	119,42	0,87	8,11
	TVT3	115,12	0,84	7,89
Chiều rộng luống	CRL1	122,78	0,84	7,64
	CRL2	117,03	0,91	8,69
Khoảng cách trồng	KCT1	130,12	0,84	7,28
	KCT2	118,33	0,88	8,20
	KCT3	111,27	0,90	9,02
<i>LSD<sub>0,05</sub> (TVT)</i>		6,42	0,04	0,41
<i>LSD<sub>0,05</sub> (CRL)</i>		5,25	0,03	0,33
<i>LSD<sub>0,05</sub> (KCT)</i>		6,42	0,04	0,41
<i>CV (%)</i>		7,8	5,8	7,3

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả trong Bảng 3.11 cho thấy:

Thời vụ trồng có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh trưởng về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 khi thu hoạch theo hướng tăng dần từ TVT1 đến TVT2 và TVT3. Tuy nhiên sự khác biệt chỉ thể hiện rõ khi so sánh giữa

TVT1 và TVT3, giữa hai thời vụ trồng kế tiếp nhau mức chênh lệch của các chỉ tiêu sinh trưởng thấp và chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Các giá trị trung bình về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 khi thu hoạch ở TVT1 lần lượt là 125,17 cm; 0,91 cm và 8,5 cành/cây; tăng 8,73% (10,05 cm) về chiều cao cây; 8,33% (0,07 cm) về đường kính gốc và 7,73% (0,61 cành/cây) về số cành cấp 1 so với TVT1 là đáng tin cậy.

Chiều rộng luống có ảnh hưởng khác nhau đến các chỉ tiêu sinh trưởng. Khi tăng chiều rộng luống từ CRL1 lên CRL2, chiều cao cây giảm 4,91% (5,75 cm), đường kính gốc tăng 7,7% (0,07 cm), số cành cấp 1 tăng 13,7% (1,05 cành/cây). Mức chênh lệch của các chỉ tiêu là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Khoảng cách trồng có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh trưởng theo hướng giảm chiều cao cây, tăng đường kính gốc, tăng số cành cấp 1 khi tăng khoảng cách trồng từ KCT1 lên KCT2 và KCT3. Tuy nhiên, sự khác biệt chỉ thể hiện rõ khi so sánh giữa KCT1 với KCT3, chênh lệch về các chỉ tiêu giữa hai khoảng cách trồng kế tiếp nhau là thấp và không có ý nghĩa ở xác suất 95%. So với KCT2 và KCT3, chiều cao cây ở KCT1 giảm 9,1% (11,79 cm) và 14,5% (18,85 cm); đường kính gốc tăng 4,8% (0,04 cm) và 7,1% (0,06 cm); số cành cấp 1 tăng 12,6% (0,92 cành/cây) và 23,9% (1,74 cành/cây). Chênh lệch về các chỉ tiêu giữa KCT1 với KCT2 là thấp và không có ý nghĩa. Chênh lệch về các chỉ tiêu giữa KCT1 và KCT3 là đáng tin cậy, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố

Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố: thời vụ trồng và chiều rộng luống (TVT x CRL), thời vụ trồng và khoảng cách trồng (TVT x KCT), chiều rộng luống và khoảng cách trồng (CRL x KCT) đến chiều cao cây cà gai leo được trình bày trong Bảng 3.12

**Bảng 3.12. Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018-2019**

Tương tác giữa các yếu tố	Yếu tố		Chiều cao cây (cm)	Đường kính gốc (cm)	Số cành cấp 1
Thời vụ trồng và chiều rộng luống	TVT1	CRL1	128,15	0,87	7,95
	TVT1	CRL2	122,19	0,95	9,04
	TVT2	CRL1	122,28	0,83	7,59
	TVT2	CRL2	116,56	0,91	8,63
	TVT3	CRL1	117,90	0,80	7,38
	TVT3	CRL2	112,34	0,87	8,40
Thời vụ trồng và khoảng cách trồng	TVT1	KCT1	135,90	0,88	7,58
	TVT1	KCT2	123,49	0,92	8,53
	TVT1	KCT3	116,13	0,94	9,39
	TVT2	KCT1	129,59	0,84	7,23
	TVT2	KCT2	117,85	0,88	8,15
	TVT2	KCT3	110,82	0,90	8,96
	TVT3	KCT1	124,87	0,81	7,03
	TVT3	KCT2	113,65	0,85	7,93
Chiều rộng luống và khoảng cách trồng	CRL1	KCT1	133,33	0,80	7,02
	CRL1	KCT2	120,93	0,84	7,69
	CRL1	KCT3	114,08	0,86	8,21
	CRL2	KCT1	126,91	0,87	7,54
	CRL2	KCT2	115,72	0,91	8,71
	CRL2	KCT3	108,46	0,94	9,83
<i>LSD<sub>0,05</sub> (TVT x CRL)</i>			9,08	0,05	0,57
<i>LSD<sub>0,05</sub>(TVT x KCT)</i>			11,13	0,06	0,71
<i>LSD<sub>0,05</sub>(CRL x KCT)</i>			9,08	0,05	0,58
<i>CV%</i>			7,8	5,8	7,3

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.12 cho thấy:



Tương tác giữa TVT x CRL có ảnh hưởng khác nhau đến các chỉ tiêu sinh trưởng: Chiều cao cây giảm dần ở các cặp yếu tố từ TVT1 đến TVT2, TVT3 với CRL1 đến CRL2. Ngược lại, đường kính gốc, số cành cấp 1 giảm dần ở các cặp yếu tố từ TVT1 đến TVT2 và TVT3 với CRL2 đến CRL1. Trong đó chiều cao cây đạt cao nhất ở TVT1 x CRL1 (đạt 128,15 cm) và thấp nhất ở TVT3 x CRL2 (đạt 112,34 cm). Đường kính gốc, số cành cấp 1 trên cây đạt cao nhất ở TVT1 x CRL2 (đường kính gốc đạt 0,87 cm; số cành cấp 1 đạt 8,4 cành/cây) và thấp nhất ở TVT3 x CRL1 (đường kính gốc đạt 0,8 cm; số cành cấp 1 đạt 7,38 cành/cây). Mức chênh lệch các chỉ tiêu giữa cặp yếu tố có giá trị cao nhất và cặp yếu tố có giá trị thấp nhất về các chỉ tiêu sinh trưởng là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Tương tác giữa TVT x KCT có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh trưởng theo hướng tương tự như ảnh hưởng của TVT x CRL. Chiều cao cây giảm dần theo thứ tự từ cặp yếu tố giữa TVT1 đến TVT2 và TVT3 với KCT1 đến KCT2 và KCT3. Đường kính gốc, số cành cấp 1 trên cây giảm dần từ cặp yếu tố giữa TVT1 đến TVT2 và TVT3 với KCT3 đến KCT2 và KCT1. Trong đó chiều cao cây đạt cao nhất ở TVT1 x KCT1 (135,9 cm) và thấp nhất ở TVT3 x KCT3 (106,86 cm). Đường kính gốc, số cành cấp 1 trên cây đạt cao nhất ở TVT1 x KCT3 (đường kính gốc đạt 0,94 cm; số cành cấp 1 đạt 9,39 cành/cây) và thấp nhất là TVT3 x KCT1 (đường kính gốc chỉ đạt 0,81 cm; số cành cấp 1 đạt 7,03 cành/cây). Mức chênh lệch các chỉ tiêu sinh trưởng giữa cặp yếu tố có giá trị cao nhất và cặp yếu tố có giá trị thấp nhất là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Tương tác giữa CRL x KCT có ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu sinh trưởng theo các hướng khác nhau: Chiều cao cây đạt cao nhất ở CRL1 x KCT1 (133,33 cm), tiếp đến là CRL2 x KCT1 (126,91 cm). Các cặp yếu tố còn lại đều có chiều cao cây thấp hơn. Trong đó các cặp yếu tố giữa CRL1, CRL2 với KCT3 có chiều cao thấp nhất, trung bình chỉ đạt 111,27 cm, bằng 83,5%, thấp hơn 22,0 cm so với cặp yếu tố có chiều cao cây cao nhất. Mức chênh lệch là đáng tin cậy ở xác suất 95%. Đường kính gốc đạt cao nhất ở CRL2 x KCT3

(0,94 cm), tiếp đến là CRL2 x KCT2 (0,91 cm). Các cặp yếu tố còn lại đều có đường kính gốc thấp hơn. Trong đó CRL1 x KCT1 có đường kính gốc thấp nhất (0,80 cm), bằng 85,1%, nhỏ hơn 0,14 cm so với cặp yếu tố có đường kính gốc cao nhất. Mức chênh lệch là đáng tin cậy ở xác suất 95%. Số cành cấp 1 đạt cao nhất ở CRL2 x KCT3 (9,84 cm). Các cặp yếu tố còn lại đều có số cành cấp 1 thấp hơn ở mức độ tin cậy. Trong đó CRL1 x KCT1 có số cành cấp 1 thấp nhất (7,02 cành/cây), bằng 74,4%, ít hơn 2,81 cành/cây. Mức chênh lệch vượt xa giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Ảnh hưởng tương tác của tổ hợp 3 yếu tố

Kết quả ở Bảng 3.13 cho thấy tương tác của các tổ hợp 3 yếu tố giữa thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng (TVT x CRL x KCT) có ảnh hưởng khác nhau đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1:

Đối với chiều cao cây, các tổ hợp có chiều cao cây cao nhất là tương tác giữa TVT1, TVT2 với CRL1, CRL2 và KCT1, trung bình đạt 134,86 cm. Các tổ hợp có chiều cao cây thấp nhất là các tương tác giữa TVT2, TVT3 với CRL1, CRL2 và KCT3, trung bình đạt 107,24 cm, thấp hơn 27,26 cm so với các tổ hợp cao nhất. Mức chênh lệch là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Đối với đường kính gốc, các tổ hợp có đường kính gốc cao nhất là tương tác giữa TVT1, TVT2 với CRL2 và KCT3, trung bình đạt 0,96 cm. Các tổ hợp có đường kính gốc thấp nhất là tương tác giữa TVT2, TVT3 với CRL1 và KCT1, trung bình đạt 0,79 cm, nhỏ hơn 0,16 cm so với các tổ hợp cao nhất. Mức chênh lệch là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Đối với số cành cấp 1, các tổ hợp có số cành cấp 1 cao nhất là tương tác giữa TVT1, TVT2 với CRL2 và KCT3, trung bình đạt 9,83 cành/cây. Các tổ hợp có đường kính gốc thấp nhất là tương tác giữa TVT2, TVT3 với CRL1 và KCT1, trung bình đạt 6,87 cành/cây, thấp hơn 2,96 cành/cây so với các tổ hợp cao nhất. Mức chênh lệch là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

**Bảng 3.13. Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 - 2019**

Yếu tố			Chiều cao cây (cm)	Đường kính gốc (cm)	Số cành cấp 1
TVT1	CRL1	KCT1	139,22	0,84	7,31
TVT1	CRL1	KCT2	126,22	0,88	8,01
TVT1	CRL1	KCT3	119,02	0,90	8,54
TVT1	CRL2	KCT1	132,58	0,91	7,85
TVT1	CRL2	KCT2	120,75	0,95	9,05
TVT1	CRL2	KCT3	113,24	0,98	10,23
TVT2	CRL1	KCT1	132,79	0,80	6,97
TVT2	CRL1	KCT2	120,44	0,84	7,64
TVT2	CRL1	KCT3	113,62	0,86	8,15
TVT2	CRL2	KCT1	126,39	0,87	7,48
TVT2	CRL2	KCT2	115,26	0,91	8,66
TVT2	CRL2	KCT3	108,02	0,94	9,76
TVT3	CRL1	KCT1	127,98	0,77	6,78
TVT3	CRL1	KCT2	116,13	0,81	7,43
TVT3	CRL1	KCT3	109,59	0,83	7,94
TVT3	CRL2	KCT1	121,75	0,84	7,28
TVT3	CRL2	KCT2	111,16	0,88	8,43
TVT3	CRL2	KCT3	104,12	0,90	9,50
<i>LSD<sub>0,05</sub></i>			<i>15,74</i>	<i>0,09</i>	<i>1,0</i>
<i>CV%</i>			<i>7,8</i>	<i>5,8</i>	<i>7,3</i>

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

### 3.2.2.2. Năng suất, chất lượng dược liệu

Ảnh hưởng riêng biệt và ảnh hưởng tương tác của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa cụ thể như sau:

- Ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố

Ảnh hưởng riêng biệt của thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.14

**Bảng 3.14. Ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 - 2019**

Yếu tố	Mức yếu tố	Mật độ cây thu hoạch (1000 cây/ha)	Năng suất cá thể tươi (g/cây)	Hàm lượng chất khô (%)	Hàm lượng glycoalcaloid (%)	Năng suất dược liệu (tấn/ha)	Năng suất glycoalcaloid (kg/ha)
Thời vụ trồng	TVT1	44,50	167,20	36,01	0,89	2,45	21,77
	TVT2	57,25	162,98	35,56	0,88	3,06	26,89
	TVT3	58,00	159,56	35,18	0,86	3,00	25,84
Chiều rộng luống	CRL1	59,17	151,27	35,51	0,85	2,92	24,81
	CRL2	47,34	175,22	35,66	0,90	2,75	24,86
Khoảng cách trồng	KCT1	69,50	143,39	35,41	0,85	3,31	28,34
	KCT2	50,75	161,81	35,58	0,88	2,75	24,14
	KCT3	39,50	184,54	35,76	0,90	2,45	22,03
<i>LSD</i> <sub>0,05 (TVT)</sub>		2,12	6,76	1,59	0,04	0,17	1,13
<i>LSD</i> <sub>0,05 (CRL)</sub>		1,73	5,51	1,30	0,03	0,14	1,09
<i>LSD</i> <sub>0,05 (KCT)</sub>		2,12	6,75	1,59	0,04	0,18	1,33
CV%		7,4	6,0	6,5	6,6	9,2	7,8

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.14 cho thấy:

+ Đối với mật độ cây khi thu hoạch:

Thời vụ trồng có ảnh hưởng đến mật độ cây thu hoạch theo hướng thấp ở TVT1, cao ở TVT2 và TVT3. Trong đó TVT3 có mật độ cây thu hoạch đạt cao nhất (58 nghìn cây/ha). Chênh lệch về mật độ cây thu hoạch giữa TVT3 với TVT1 là 13,5 nghìn cây/ha; giữa TVT2 với TVT1 là 12,75 nghìn cây/ha. Giữa TVT2 và TVT3 không có sự khác biệt về mật độ cây thu hoạch. Mức chênh lệch về mật độ cây thu hoạch giữa TVT3 với TVT1; TVT2 với TVT1 là đáng tin cậy, vượt xa giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Chiều rộng luống có ảnh hưởng rõ rệt đến mật độ cây thu hoạch. Ở CRL1, mật độ cây thu hoạch đạt 59,17 nghìn cây. Tăng chiều rộng luống từ CRL1 lên CRL2, mật độ cây thu hoạch giảm 20% (11,83 nghìn cây/ha), vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất.

Khoảng cách trồng có ảnh hưởng lớn đến mật độ cây thu hoạch. Chênh lệch về mật độ cây thu hoạch giữa các KCT1, KCT2 và KCT3 là có ý nghĩa, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Mật độ cây thu hoạch đạt cao nhất ở KCT1, đạt 69,5 nghìn cây/ha, cao hơn 36,9% (18,75 nghìn cây/ha) so với KCT2 và 75,9% (30 nghìn cây/ha) so với KCT3. Chênh lệch về mật độ cây thu hoạch giữa KCT2 và KCT3 là 11,25 nghìn cây.

+ Đối với năng suất cá thể:

Thời vụ trồng có ảnh hưởng đến năng suất cá thể theo hướng giảm dần từ TVT1 đến TVT2 và TVT3, song mức chênh lệch giữa hai thời vụ trồng kế tiếp nhau thấp và không đáng tin cậy. Sự khác biệt thể hiện rõ khi so sánh giữa TVT1 và TVT3. Năng suất cá thể trung bình ở TVT1 đạt 169,2 g/cây, tăng 6,0% (9,64 g/cây) so với TVT3 là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Chiều rộng luống có ảnh hưởng lớn đến năng suất cá thể. Khi tăng chiều rộng luống từ 0,8 m lên 1,0 m, năng suất cá thể tăng 15,8% (23,95 g/cây) là có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Khoảng cách trồng có ảnh hưởng theo hướng tăng năng suất cá thể khi tăng từ KCT1 lên KCT2 và KCT3. Chênh lệch về năng suất cá thể giữa các khoảng cách trồng kế tiếp nhau là đáng tin cậy. So với KCT1, năng suất cá thể ở KCT3 tăng 112,9% (18,42 g/cây), ở KCT2 tăng 28,7% (41,15 g/cây). Chênh lệch về năng suất cá thể giữa KCT3 và KCT2 là 22,7 g/cây. Mức chênh lệch về năng suất cá thể nêu trên đều vượt xa giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Đối với hàm lượng chất khô:

Hàm lượng chất khô ít bị chi phối bởi ảnh hưởng riêng biệt của các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng. Hàm lượng chất khô trung bình của các công thức ở các thời vụ trồng, chiều rộng luống và khoảng cách trồng khác nhau đạt 35,58%.

+ Đối với hàm lượng glycoalcaloid:

Thời vụ trồng có ảnh hưởng theo hướng giảm dần hàm lượng glycoalcaloid từ TVT1 đến TVT2 và TVT3, song mức chênh lệch thấp. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của cả 3 thời vụ trồng là 0,88%, trong đó cao nhất là TVT1 (0,89%) và thấp nhất là TVT3 (0,86%). Mức chênh lệch về hàm lượng glycoalcaloid giữa các thời vụ trồng là không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Chiều rộng luống có ảnh hưởng rõ rệt đến hàm lượng glycoalcaloid ở mức độ đáng tin cậy. Chiều rộng luống rộng, hàm lượng glycoalcaloid tăng và ngược lại. So với CRL1, hàm lượng glycoalcaloid ở CRL2 đạt 0,95%, tăng 0,06%, vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Khoảng cách trồng có ảnh hưởng theo hướng tăng hàm lượng glycoalcaloid khi tăng khoảng cách trồng, song mức tăng thấp. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của 3 khoảng cách trồng đạt 0,88%. Trong đó cao nhất là KCT3, đạt 0,9% và thấp nhất là KCT1, chỉ đạt 0,86%, giảm 0,4%, chưa vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Đối với năng suất dược liệu:

Năng suất dược liệu được cấu thành bởi 3 yếu tố gồm mật độ cây thu hoạch, năng suất cá thể và hàm lượng chất khô. Thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng có ảnh hưởng trực tiếp đến các yếu tố cấu thành năng suất hoặc gián tiếp thông qua các chỉ tiêu sinh trưởng theo các chiều hướng khác nhau, từ đó ảnh hưởng khác nhau đến năng suất dược liệu.

Thời vụ trồng khác nhau, năng suất dược liệu khác nhau, trong đó đạt cao nhất ở TVT2 (3,06 tấn/ha/lúa thu hoạch), tiếp đến là TVT3 (3,0 tấn/ha/lúa thu hoạch) và thấp nhất là TVT1 (2,45 tấn/lúa thu hoạch). So với TVT1, năng suất dược liệu ở TVT2 và TVT3 tăng 24,9% (0,61 tấn/ha) và 22,0% (0,54 tấn/ha) là đáng tin cậy, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Chênh lệch về năng suất dược liệu giữa TVT2 và TVT3 là không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Chiều rộng luống có ảnh hưởng theo hướng giảm năng suất dược liệu khi tăng từ CRL1 lên CRL2, tuy nhiên mức giảm thấp và chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Ở CRL1, năng suất dược liệu đạt 2,92 tấn/ha. Tăng khoảng cách lên 1,0 m, năng suất dược liệu giảm xuống còn 2,75 tấn/ha, giảm 5,82%, tương ứng 0,17 tấn/ha, không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Khoảng cách trồng khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến năng suất dược liệu, trong đó đạt cao nhất ở KCT1 (3,31 tấn/ha/lúa thu hoạch), tiếp đến là KCT2 (2,74 tấn/ha/lúa thu hoạch) và thấp nhất là KCT3 (2,44 tấn/ha/lúa thu hoạch). Chênh lệch về năng suất dược liệu ở KCT1 và KCT2 so với KCT3 là đáng tin cậy. Chênh lệch năng suất dược liệu ở KCT2 so với KCT1 là không có ý nghĩa. So với KCT3, năng suất dược liệu ở KCT2 và KCT1 tăng 35,7% và 12,3%, tương ứng 0,87 tấn/ha và 0,3 tấn/ha là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

+ Đối với năng suất glycoalcaloid:

Năng suất glycoalcaloid được cấu thành bởi 2 yếu tố là năng suất dược liệu và hàm lượng glycoalcaloid. Thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng có ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp theo các chiều hướng khác nhau đến năng suất dược liệu và hàm lượng glycoalcaloid, từ đó ảnh hưởng khác nhau đến năng suất glycoalcaloid.

Thời vụ trồng có ảnh hưởng theo hướng giảm năng suất glycoalcaloid ở TVT2 đến TVT3 và giảm mạnh ở TVT1. Năng suất glycoalcaloid đạt cao nhất ở TVT2 (26,78 kg/ha/lúa thu hoạch), tiếp đến là TVT3 (25,84 kg/ha/lúa thu hoạch), tăng 23,01% và 18,7% so với TVT1. Chênh lệch về năng suất glycoalcaloid trung bình của TVT2 và TVT3 so với TVT1 là 4,54 kg/ha, chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Chênh lệch giữa năng suất glycoalcaloid TVT2 và TVT3 thấp (0,94 kg/ha), chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Chiều rộng luống không ảnh hưởng đến năng suất glycoalcaloid. Năng suất glycoalcaloid ở CRL1 và CRL2 đều đạt mức trung bình 24,77 kg/ha/lúa thu hoạch.

Khoảng cách trồng có ảnh lớn đến năng suất glycoalcaloid trong đó đạt cao nhất ở KCT1, tiếp đến là KCT2 và thấp nhất là KCT3. Chênh lệch về năng suất glycoalcaloid giữa các khoảng cách trồng khác nhau là đáng tin cậy. Ở KCT1, năng suất glycoalcaloid đạt 28,23 kg/ha/lúa thu hoạch, tăng 14,7% (4,16 kg/ha) và 21,8% (6,17 kg/ha) so với KCT2 và KCT3, tương ứng. Chênh lệch về năng suất glycoalcaloid giữa KCT1 và KCT3 là 6,17 kg/ha, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%

- Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố

Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố: TVT x CRL, TVT x KCT, CRL x KCT đến các yếu tố cấu thành năng suất, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.15.



**Bảng 3.15. Ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố thời vụ trồng x chiều rộng luống, thời vụ trồng x khoảng cách trồng, chiều rộng luống x khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 -2019**

Tương tác giữa các yếu tố	Mức yếu tố	Mật độ cây TH (1.000 cây/ha)	Năng suất cá thể (g/cây)	Hàm lượng chất khô (%)	Hàm lượng glycoalcaloid (%)	Năng suất dược liệu (tấn/ha)	Năng suất glycoalcaloid (kg/ha)	
Thời vụ trồng và chiều rộng luống	TVT1	CRL1	49,45	155,00	35,96	0,86	2,51	21,60
	TVT1	CRL2	39,56	179,40	36,07	0,92	2,38	21,95
	TVT2	CRL1	63,61	151,01	35,48	0,85	3,15	26,83
	TVT2	CRL2	50,89	174,95	35,65	0,90	2,97	26,96
	TVT3	CRL1	64,45	147,80	35,09	0,84	3,09	26,01
	TVT3	CRL2	51,56	171,32	35,27	0,88	2,91	25,68
Thời vụ trồng và khoảng cách trồng	TVT1	KCT1	60,75	146,96	35,82	0,87	3,01	26,16
	TVT1	KCT2	42,00	165,58	36,01	0,89	2,36	20,97
	TVT1	KCT3	30,75	189,05	36,22	0,92	1,98	18,19
	TVT2	KCT1	73,50	143,18	35,46	0,85	3,51	30,17
	TVT2	KCT2	54,75	161,53	35,56	0,88	2,97	26,25
	TVT2	KCT3	43,50	184,23	35,68	0,90	2,70	24,26
	TVT3	KCT1	74,25	140,03	34,96	0,84	3,44	28,70
Chiều rộng luống và khoảng cách trồng	TVT3	KCT2	55,50	158,31	35,19	0,87	2,92	25,19
	TVT3	KCT3	44,25	180,35	35,39	0,89	2,66	23,63
	CRL1	KCT1	77,22	124,45	35,34	0,82	3,24	26,58
	CRL1	KCT2	56,39	151,25	35,50	0,86	2,87	24,65
	CRL1	KCT3	43,89	178,11	35,68	0,88	2,63	23,22
	CRL2	KCT1	61,78	162,33	35,47	0,88	3,38	30,11
cách trồng	CRL2	KCT2	45,11	172,37	35,67	0,90	2,62	23,64
	CRL2	KCT3	35,11	190,97	35,84	0,92	2,26	20,83
<i>LSD<sub>0,05</sub>(TVT x CRL)</i>			3,00	9,56	2,25	0,06	0,25	1,88
<i>LSD<sub>0,05</sub> (TVT x KCT)</i>			3,68	11,70	2,76	0,07	3,10	2,30
<i>LSD<sub>0,05</sub>(CRL x KCT)</i>			3,00	9,55	2,25	0,06	0,25	1,88
<i>CV%</i>			5,8	6,0	6,5	6,6	9,2	7,8

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.15 cho thấy:

+ Đối với mật độ cây thu hoạch:

Tương tác giữa TVT x CRL có ảnh hưởng lớn đến mật độ cây thu hoạch. Trong đó có 2 cặp yếu tố có mật độ cây thu hoạch cao nhất là giữa TVT3, TVT2 với CRL1 (trung bình đạt 64,03 nghìn cây/ha). Cặp yếu tố có mật độ cây thu hoạch thấp nhất là TVT1 x CRL2 (39,56 nghìn cây/ha), chỉ bằng 61,38%, thấp hơn 24,89 nghìn cây/ha so với cặp yếu tố có mật độ cao nhất, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Tương tác giữa TVT x KCT có ảnh hưởng rõ rệt đến mật độ cây thu hoạch. Chênh lệch về mật độ cây thu hoạch của tất cả các cặp yếu tố giữa các thời vụ trồng và khoảng cách trồng khác nhau đều đáng tin cậy ở xác suất 95%. Trong đó cặp yếu tố giữa TVT2, TVT3 với KCT1 có mật độ cây thu hoạch cao nhất, trung bình đạt 64,02 nghìn cây/ha, tăng 31,9% (15,48 nghìn cây/ha) so với trung bình của các cặp yếu tố có mật độ cây thu hoạch thấp nhất là giữa TVT1, TVT2 với CRL2.

Tương tác giữa CRL x KCT có ảnh hưởng đến mật độ cây thu hoạch tương tự như ảnh hưởng của TVT x KCT. Chênh lệch về mật độ cây thu hoạch của tất cả các cặp yếu tố giữa các chiều rộng luống và khoảng cách trồng khác nhau đều đáng tin cậy ở xác suất 95%. Trong đó cao nhất là cặp yếu tố giữa CRL1 x KCT1 (77,22 nghìn cây/ha), tiếp đến là cặp yếu tố CRL2 x KCT1 (61,78 nghìn cây/ha) và thấp nhất là cặp yếu tố CRL2 x KCT3, chỉ đạt 34,11 nghìn cây/ha, bằng 45,5% (thấp hơn 42,11 nghìn cây/ha) so với cặp yếu tố giữa CRL1 x KCT1.

+ Đối với năng suất cá thể:

Tương tác giữa TVT x CRL có ảnh hưởng đến năng suất cá thể theo hướng giảm dần theo thứ tự từ TVT1 đến TVT2 và TVT3 với chiều rộng luống từ CRL2 đến CRL1. Năng suất cá thể trung bình của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL2 là 175,22 g/cây, trong đó cao nhất là cặp yếu tố

TVT1 x CRL2 (179,4 g/cây). Năng suất cá thể trung bình của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL1 là 151,27 g/cây, trong đó thấp nhất là cặp yếu tố TVT3 x CRL1 (147,8 g/cây). Chênh lệch về năng suất cá thể của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2, TVT3 với CRL2 là thấp và không đáng tin cậy. So với các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL1, năng suất cá thể trung bình của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL2 tăng 15,8% (23,95 g/cây), vượt xa giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Tương tác giữa TVT x KCT có ảnh hưởng đến năng suất cá thể giảm dần theo thứ tự từ các cặp yếu tố giữa TVT1 đến TVT2 và TVT3 với khoảng cách trồng từ KCT3 đến KCT2 và KCT1. Năng suất cá thể trung bình đạt cao nhất ở các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với KCT3, tiếp đến là các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với KCT2, và thấp nhất là các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với KCT1. Năng suất cá thể không có sự khác biệt đáng kể giữa các thời vụ trồng khác nhau trong cùng một khoảng cách trồng, nhưng sai khác có ý nghĩa giữa các chiều rộng luống trong cùng một thời vụ trồng. Năng suất cá thể trung bình của các cặp nhân tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với KCT3 đạt 184,54 g/cây, tăng 14,0% (22,74 g/cây) và 28,7% (41,15 g/cây) so với năng suất cá thể trung bình của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với KCT2 và KCT1, tương ứng. Năng suất cá thể trung bình của các thời vụ trồng với KCT2 đạt 161,81 g/cây, tăng 12,8% (18,42 g/cây) so với năng suất cá thể trung bình của các thời vụ trồng ở KCT1. Mức chênh lệch là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Tương tác giữa CRL x KCT có ảnh hưởng đến năng suất cá thể theo hướng giảm dần khi giảm khoảng cách trồng và chiều rộng luống. Chênh lệch về năng suất cá thể giữa các cặp yếu tố khác nhau là đáng tin cậy. Trong đó năng suất cá thể đạt cao nhất ở các cặp yếu tố CRL2 x KCT3 (190,97 g/cây) và CRL1x KCT3 (178,11 g/cây), tăng 53,5% (66,52 g/cây) và 43,1% (53,66 g/cây)

so với cặp yếu tố CRL1 x KCT1. Mức chênh lệch là vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Đối với hàm lượng chất khô:

Tương tự như đối với ảnh hưởng riêng biệt các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng, ảnh hưởng tương tác giữa TVT x CRL, TVT x KCT và CRL x KCT không ảnh hưởng đến chỉ tiêu hàm lượng chất khô.

+ Đối với hàm lượng glycoalcaloid:

Tương tác giữa TVT x CRL có ảnh hưởng đến hàm lượng glycoalcaloid theo hướng giảm dần theo thứ tự từ các cặp tương tác giữa TVT1 đến TVT2 và TVT3 với chiều rộng luống từ CRL2 đến CRL1. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL2 đạt 0,9%, trong đó cao nhất là cặp yếu tố TVT1 x CRL2 đạt 0,92%. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL1 là 0,85%, trong đó thấp nhất là cặp yếu tố TVT3 x CRL1 đạt 0,84%. Chênh lệch về hàm lượng glycoalcaloid trung bình của các thời vụ trồng với CRL2 so với hàm lượng glycoalcaloid trung bình của các thời vụ trồng với CRL1 là 0,06%, không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Tương tác giữa TVT x KCT có ảnh hưởng theo hướng giảm dần hàm lượng glycoalcaloid ở các cặp yếu tố theo thứ tự từ TVT1 đến TVT2 và TVT3 với khoảng cách trồng từ KCT3 đến KCT2 và KCT1. Trong đó các cặp yếu tố giữa TVT1, TVT2 với KCT3 có hàm lượng glycoalcaloid cao nhất, trung bình đạt 0,91%, và thấp nhất là các cặp yếu tố giữa TVT2, TVT3 với KCT1. Chênh lệch giữa các cặp yếu tố có hàm lượng glycoalcaloid cao và thấp nhất là 0,07%, vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%. Các cặp yếu tố còn lại có hàm lượng glycoalcaloid dao động từ 0,85 – 0,89% và không có sự khác biệt đáng kể giữa các cặp yếu tố.

Tương tác giữa CRL x KCT có ảnh hưởng đến hàm lượng glycoalcaloid theo hướng giảm dần theo thứ tự từ các cặp yếu tố giữa CRL2 đến CRL1 với

khoảng cách trồng từ KCT3 đến KCT2 và KCT1. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của tất cả các cặp yếu tố là 0,88%. Trong đó cao nhất là cặp yếu tố CRL2 x KCT3 (0,92%) và thấp nhất là CRL1 x KCT1 (0,82%). Mức chênh lệch giữa cặp yếu tố có hàm lượng glycoalcaloid cao nhất và thấp nhất là 0,1%, vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%. Các cặp tương tác còn lại có hàm lượng glycoalcaloid dao động từ 0,86 - 0,90% và không có sự khác biệt đáng kể giữa các cặp yếu tố.

+ Đối với năng suất dược liệu:

Tương tác giữa TVT x CRL có ảnh hưởng đến năng suất dược liệu theo hướng giảm dần từ các cặp yếu tố giữa TVT2 đến TVT3 với CRL1 đến các cặp yếu tố giữa TVT2, TVT3 với CRL2, và cuối cùng là các cặp yếu tố giữa TVT1 với CRL1 và CRL2. Năng suất dược liệu đạt cao nhất ở các cặp yếu tố giữa TVT2, TVT3 với CRL1 (trung bình 3,12 tấn/ha/lúa thu hoạch) và thấp nhất ở các cặp yếu tố giữa TVT1 với CRL2 và CRL1 (trung bình 2,45 tấn/ha/lúa thu hoạch). Các cặp yếu tố giữa TVT2, TVT3 với CRL2 có năng suất dược liệu trung bình 2,94 tấn/ha. Chênh lệch giữa các cặp yếu tố có năng suất cao nhất với thấp nhất là 0,64 tấn/ha; giữa trung bình và thấp nhất là 0,43 tấn/ha, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Tương tác giữa TVT x KCT có ảnh hưởng đến năng suất dược liệu theo thứ tự năng suất giảm dần ở các cặp yếu tố theo thứ tự từ TVT2, TVT3 với KCT1 đến KCT2 và KCT3 và cuối cùng thấp nhất là các cặp yếu tố giữa TVT1 với KCT2, KCT3. Năng suất dược liệu đạt cao nhất ở cặp yếu tố TVT2 x KCT1 (3,5 tấn/ha/lúa thu hoạch), tiếp đến là cặp yếu tố giữa TVT3 x KCT1 (3,43 tấn/ha/lúa thu hoạch). Năng suất dược liệu thấp nhất là cặp yếu tố TVT1 x KCT3 (1,98 tấn/ha/lúa thu hoạch), giảm 76,7%, tương ứng 1,52 tấn/ha so với cặp yếu tố có năng suất dược liệu cao nhất là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Tương tác giữa CRL x KCT có ảnh hưởng rõ rệt đến năng suất dược liệu, trong đó cặp yếu tố CRL2 x KCT1 đạt năng suất cao nhất (3,38 tấn/ha/lúa thu

hoạch), và thấp nhất là cặp yếu tố CRL2 x KCT3 (2,26 tấn/lúa thu hoạch). Các cặp yếu tố CRL1 x KCT2, CRL1 x KCT3 và CRL2 x KCT2 có năng suất được liệu trung bình 2,91 tấn/ha/lúa thu hoạch. Chênh lệch về năng suất được liệu giữa các cặp yếu tố có năng suất cao với thấp, cao với trung bình và trung bình với thấp lần lượt là 1,12 tấn/ha; 0,44 tấn/ha và 0,65 tấn/ha là đáng tin cậy, vượt xa giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Đối với năng suất glycoalcaloid:

Tương tác giữa TVT x CRL có ảnh hưởng đến năng suất glycoalcaloid theo hướng giảm dần từ các cặp yếu tố giữa TVT2 đến TVT3 và TVT1 với chiều rộng luống từ CRL2 đến CRL1. Trong đó các cặp yếu tố giữa TVT2 với CRL2 và CRL1 có năng suất glycoalcaloid cao nhất, trung bình đạt 26,89 kg/ha/lúa thu hoạch. Thấp nhất là các cặp yếu tố giữa TVT1 với CRL2 và CRL1, trung bình đạt 21,77 kg/ha/lúa thu hoạch, thấp hơn 5,0 kg/ha là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Tương tác giữa TVT x KCT có ảnh hưởng đến năng suất glycoalcaloid theo hướng giảm dần theo thứ tự từ các cặp yếu tố giữa TVT2, TVT3 với KCT1, KCT2 và KCT3, và thấp nhất là các cặp yếu tố giữa TVT1 với các khoảng cách trồng KCT2, KCT3. Năng suất glycoalcaloid đạt cao nhất (30,17 kg/ha/lúa thu hoạch) ở cặp yếu tố TVT2 x KCT1, tiếp đến là cặp yếu tố TVT3 x KCT1 (28,7 kg/ha/lúa thu hoạch), thấp nhất là cặp yếu tố TVT1 x KCT3 (18,17 kg/ha/lúa thu hoạch), giảm 39,1%, tương ứng 11,98 kg/ha so với cặp yếu tố có năng suất glycoalcaloid cao nhất là đáng tin cậy ở xác suất 95%.

Tương tác giữa CRL x KCT có ảnh hưởng rõ rệt đến năng suất glycoalcaloid, trong đó năng suất glycoalcaloid đạt cao nhất ở cặp yếu tố CRL2 x KCT1 (30,11 kg/ha/lúa thu hoạch) và thấp nhất ở cặp yếu tố CRL2 x KCT3 (20,83 kg/ha/lúa thu hoạch). Các cặp yếu tố CRL1 x KCT2, CRL2 x KCT2 và CRL1 x KCT3 có năng suất glycoalcaloid trung bình 23,81 kg/ha/lúa thu hoạch. Chênh lệch về năng suất glycoalcaloid giữa các cặp yếu tố có năng suất

cao với thấp, cao với trung bình và trung bình với thấp lần lượt là 9,28 kg/ha; 6,30 kg/ha và 2,98 kg/ha là đáng tin cậy, vượt xa giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%.

- Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp 3 yếu tố

Kết quả phân tích ANOVA về ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa TVT x CRL x KCT đến các yếu tố cấu thành năng suất, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa trình bày trong Bảng 3.16 cho thấy:

+ Đối với mật độ cây khi thu hoạch:

Hai tổ hợp có mật độ cây khi thu hoạch cao nhất là TVT3 x CRL1 x KCT1 và TVT2 x CRL1 x KCT1, trung bình đạt 82,08 nghìn cây/ha, thấp nhất là hai tổ hợp giữa TVT1 x CRL1 x KCT3 và TVT1 x CRL2 x KCT3, trung bình chỉ đạt 30,75 nghìn cây/ha, bằng 37,46% (thấp hơn 51,33 nghìn cây/ha) so với các tổ hợp có mật độ cây cao nhất. 14 tổ hợp còn lại có mật độ cây thu hoạch dao động từ 67,50 nghìn cây/ha xuống 37,34 nghìn cây/ha (trung bình 52,35 nghìn cây/ha). Chênh lệch về mật độ cây thu hoạch giữa các tổ hợp khác nhau đều vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Đối với năng suất cá thể:

Trong số 18 tổ hợp, có 3 tổ hợp thuộc nhóm có năng suất cá thể cao là tổ hợp giữa TVT1, TVT2, TVT3 với CRL2 và KCT3; 9 tổ hợp thuộc nhóm có năng suất cá thể trung bình; 3 tổ hợp thuộc nhóm có năng suất cá thể thấp là các tổ hợp giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL1 và KCT1. Chênh lệch về năng suất cá thể giữa các nhóm có năng suất cá thể cao, trung bình và thấp là đáng tin cậy. Năng suất cá thể đạt cao nhất ở tổ hợp TVT1 x CRL2 x KCT3, đạt 195,71 g/cây, cao hơn 74,18g/cây so với nhóm các tổ hợp có năng suất cá thể thấp nhất. Mức chênh lệch là vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

**Bảng 3.16. Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 - 2019**

Yếu tố			Mật độ cây TH (1.000 cây/ha)	Năng suất cá thể (g/cây)	Hàm lượng chất khô (%)	Hàm lượng glycoa lcaloid (%)	Năng suất dược liệu (tân/ha)	Năng suất glycoa lcaloid (kg/ha)
TVT1	CRL1	KCT1	67,50	127,57	35,76	0,83	2,94	24,41
TVT1	CRL1	KCT2	46,67	155,03	35,95	0,86	2,47	21,25
TVT1	CRL1	KCT3	34,17	182,39	36,16	0,90	2,13	19,17
TVT1	CRL2	KCT1	54,00	166,35	35,87	0,91	3,07	27,94
TVT1	CRL2	KCT2	37,34	176,14	36,06	0,92	2,25	20,70
TVT1	CRL2	KCT3	27,33	195,71	36,27	0,94	1,83	17,20
TVT2	CRL1	KCT1	81,67	124,26	35,39	0,82	3,43	28,13
TVT2	CRL1	KCT2	60,83	150,99	35,47	0,86	3,11	26,73
TVT2	CRL1	KCT3	48,33	177,78	35,57	0,88	2,91	25,61
TVT2	CRL2	KCT1	65,34	162,10	35,52	0,88	3,58	31,22
TVT2	CRL2	KCT2	48,67	172,07	35,64	0,90	2,83	25,75
TVT2	CRL2	KCT3	38,67	190,67	35,78	0,92	2,49	22,91
TVT3	CRL1	KCT1	82,50	121,53	34,88	0,81	3,36	27,22
TVT3	CRL1	KCT2	61,67	147,72	35,08	0,85	3,05	25,93
TVT3	CRL1	KCT3	49,17	174,15	35,30	0,87	2,86	24,88
TVT3	CRL2	KCT1	66,00	158,53	35,03	0,86	3,51	30,19
TVT3	CRL2	KCT2	49,34	168,90	35,30	0,88	2,78	24,46
TVT3	CRL2	KCT3	39,33	186,54	35,48	0,91	2,46	22,39
<i>LSD<sub>0,05</sub></i>			<i>5,20</i>	<i>16,55</i>	<i>3,91</i>	<i>0,098</i>	<i>0,44</i>	<i>3,25</i>
<i>CV%</i>			<i>5,8</i>	<i>6,0</i>	<i>6,5</i>	<i>6,6</i>	<i>9,2</i>	<i>7,8</i>

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)



+ Đối với hàm lượng chất khô:

Hàm lượng chất khô ít bị chi phối bởi các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng. Hàm lượng chất khô trung bình của 18 tổ hợp giữa 3 thời vụ trồng, 2 chiều rộng luống và 3 khoảng cách trồng là 35,58%. Trong đó các tổ hợp TVT1 x CRL2 x KCT3 đạt giá trị cao nhất, trung bình đạt 36,27%, thấp nhất là các tổ hợp TVT3 x CRL1 x KCT1, trung bình 34,88%. Hàm lượng chất khô có xu hướng giảm dần từ TVT1 (36,01%) đến TVT2 (35,56%) và TVT3 (35,18%). Đối với chiều rộng luống và khoảng cách trồng, hàm lượng chất khô có xu hướng tăng lên khi tăng chiều rộng luống từ CRL1 (35,51%) lên CRL2 (35,66%) và khoảng cách trồng từ KCT1 (35,41%) lên KCT2 (35,58%) và KCT3 (35,76%). Tuy nhiên chênh lệch giữa tổ hợp có hàm lượng chất khô cao nhất và tổ hợp có hàm lượng chất khô thấp nhất là chỉ ở mức 1,39%, chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất ở xác suất 95% .

+ Đối với hàm lượng glycoalcaloid:

Tương tác giữa TVT x CRL x KCT khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến hàm lượng glycoalcaloid. Trong đó hàm lượng glycoalcaloid đạt cao nhất ở các tổ hợp: TVT1 x CRL2 x KCT3, TVT1 x CRL2 x KCT2 và TVT2 x CRL2 x KCT3, trung bình đạt 0,93%, thấp nhất là các tổ hợp giữa TVT1, TVT2 và TVT3 với CRL1 và KCT1, trung bình 0,82%. Các cặp yếu tố còn lại có hàm lượng glycoalcaloid dao động từ 0,85 - 0,91% (trung bình 0,88). Chênh lệch giữa các cặp yếu tố có hàm lượng glycoalcaloid cao nhất và thấp nhất (trung bình là 0,11%) là đáng tin cậy. Chênh lệch giữa các cặp yếu tố có hàm lượng glycoalcaloid cao nhất với thấp nhất và trung bình với thấp nhất là không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

+ Đối với năng suất dược liệu:

Năng suất dược liệu có xu hướng tăng cao ở các tổ hợp giữa TVT2, TVT3 với CRL2 và KCT1, tiếp đến là các tổ hợp giữa TVT2, TVT3 với CRL1 và KCT1, thấp nhất là các tổ hợp giữa TVT1 với CRL2 và KCT3. Năng suất dược liệu của 18 tổ hợp giữa thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng được

chia thành 3 nhóm: cao, trung bình và thấp. Nhóm năng suất cao (trung bình 3,35 tấn/ha/lúa thu hoạch) gồm các tổ hợp giữa TVT2, TVT3 với CRL2 và KCT2 và các tổ hợp giữa TVT2, TVT3 với CRL2 và KCT1. Nhóm năng suất thấp (trung bình 2,07 tấn/ha/lúa thu hoạch) gồm các tổ hợp TVT1 x CRL2 x KCT1, TVT1 x CRL1 x KCT2, TVT1 x CRL2 x KCT3, trong đó thấp nhất (1,83 tấn/ha) ở tổ hợp giữa TVT1 x CRL2 x KCT3. Nhóm năng suất trung bình gồm các tổ hợp còn lại có năng suất trung bình 2,90 tấn/ha/lúa thu hoạch. Chênh lệch về năng suất dược liệu giữa các nhóm năng suất cao với trung bình; cao với thấp và trung bình với thấp lần lượt là 0,64 tấn/ha; 1,48 tấn/ha và 0,83 tấn/ha là đáng tin cậy. So với tổ hợp có năng suất cao nhất, năng suất dược liệu ở tổ hợp có năng suất thấp nhất giảm 51,1%, tương ứng 1,75 tấn/ha, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%

+ Đối với năng suất glycoalcaloid:

Các tổ hợp giữa TVT x CRL x KCT khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến năng suất glycoalcaloid, trong đó năng suất glycoalcaloid đạt cao nhất ở tổ hợp TVT2 x CRL2 x KCT1 (31,53 kg/ha/lúa thu hoạch) và thấp nhất ở tổ hợp TVT1 x CRL2 x KCT3 (17,18 kg/ha/lúa thu hoạch). Các tổ hợp còn lại có năng suất glycoalcaloid dao động từ 19,16 - 30,16 kg/ha/lúa thu hoạch, trung bình 24,83 kg/ha/lúa thu hoạch. So với tổ hợp có năng suất glycoalcaloid cao nhất, năng suất glycoalcaloid giảm trung bình 21,25% (6,7 kg/ha) ở các tổ hợp thuộc nhóm có năng suất glycoalcaloid trung bình và 45,5% (14,35 kg/ha) ở tổ hợp có năng suất glycoalcaloid thấp nhất. Mức chênh lệch về năng suất glycoalcaloid nêu trên là đáng tin cậy, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%.

### 3.2.2.3. Hiệu quả sản xuất

Hiệu quả sản xuất cà gai leo được xác định thông qua chỉ tiêu về tỷ suất chi phí đầu tư (BCR) tính theo năng suất glycoalcaloid. Kết quả xác định hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa ở các tổ hợp giữa thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng khác nhau được trình bày trong Bảng 3.17.

**Bảng 3.17. Ảnh hưởng tương tác của các tổ hợp ba yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2018 -2019**

Yếu tố			Năng suất glycoal-caloid (kg/ha)	Tổng thu nhập (triệu đồng/ha)	Tổng chi phí (triệu đồng/ha)	Lợi nhuận (triệu đồng/ha)	BCR
TVT1	CRL1	KCT1	24,41	73,24	45,62	27,62	1,61
TVT1	CRL1	KCT2	21,25	63,76	43,02	20,75	1,48
TVT1	CRL1	KCT3	19,16	57,47	41,45	16,02	1,39
TVT1	CRL2	KCT1	27,92	83,77	43,54	40,23	1,92
TVT1	CRL2	KCT2	20,67	62,00	41,45	20,54	1,50
TVT1	CRL2	KCT3	17,18	51,53	40,20	11,32	1,28
TVT2	CRL1	KCT1	28,16	84,48	45,62	38,86	1,85
TVT2	CRL1	KCT2	26,73	80,20	43,02	37,19	1,86
TVT2	CRL1	KCT3	25,57	76,71	41,45	35,26	1,85
TVT2	CRL2	KCT1	31,53	94,58	43,54	51,04	2,17
TVT2	CRL2	KCT2	25,43	76,29	41,45	34,84	1,84
TVT2	CRL2	KCT3	22,95	68,85	40,20	28,64	1,71
TVT3	CRL1	KCT1	27,23	81,68	45,62	36,06	1,79
TVT3	CRL1	KCT2	25,95	77,86	43,02	34,84	1,81
TVT3	CRL1	KCT3	24,92	74,75	41,45	33,30	1,80
TVT3	CRL2	KCT1	30,16	90,47	43,54	46,93	2,08
TVT3	CRL2	KCT2	24,42	73,27	41,45	31,81	1,77
TVT3	CRL2	KCT3	22,37	67,12	40,20	26,92	1,67

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.17 cho thấy các tổ hợp tương tác giữa thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến hiệu quả sản xuất cà gai leo và được chia thành 3 nhóm theo tỷ suất chi phí đầu tư (BCR) như sau:

- Nhóm có tỷ suất chi phí đầu tư cao ( $BCR > 2,0$ ) gồm 02 tổ hợp là: TVT2 x CRL2 x KCT1 và TVT3 x CRL2 x KCT2. Năng suất glycoalcaloid trung bình 30,85 kg/ha/lúa thu hoạch, tổng thu nhập 92,523 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tổng chi phí sản xuất 43,536 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (chiếm 47,1% tổng thu nhập), lợi nhuận 48,987 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (bằng 52,9% tổng thu nhập).  $BCR = 2,17$ .

- Nhóm có tỷ suất chi phí đầu tư thấp ( $BCR < 1,5$ ) gồm 03 tổ hợp: TVT1 x CRL2 x KCT3, TVT1x CRL1 x KCT3 và TVT1 x CRL1 x KCT2. Năng suất glycoalcaloid trung bình 19,2 kg/ha/lúa thu hoạch, tổng thu nhập 57,585 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tổng chi phí sản xuất 41,557 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (chiếm 52,1% tổng thu nhập), lợi nhuận 48,987 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (bằng 52,9% tổng thu nhập), lợi nhuận 16,028 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (bằng 27,8% tổng thu nhập).  $BCR = 1,38$ .

- Nhóm có tỷ suất chi phí đầu tư trung bình ( $BCR$  từ 1,5 - <2,0) gồm 15 tổ hợp giữa các tương tác còn lại. Năng suất glycoalcaloid trung bình 25,13 kg/ha/lúa thu hoạch, tổng thu nhập 75,4 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tổng chi phí sản xuất 42,662 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (chiếm 56,53% tổng thu nhập), lợi nhuận 32,777 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, (bằng 53,5% tổng thu nhập).  $BCR = 1,77$ .

So với nhóm có BCR cao, tổng thu nhập ở nhóm có BCR trung bình và thấp giảm 18,52% và 37,76% (17,123 triệu đồng và 34,938 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch), lợi nhuận giảm 33,1% và 67,28%. Trong nhóm có BCR cao, tổ hợp TVT2 x CRL2 x KCT1 có các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất cao nhất: năng suất glycoalcaloid và tổng thu nhập tăng 4,5%, lợi nhuận cao hơn 8,8%, tỷ suất chi phí đầu tư đạt cao nhất  $BCR = 2,17$ .

#### 3.2.2.4. Thảo luận

Trong các yêu cầu về điều kiện môi trường sống của cây trồng, các yếu tố khí tượng, đặc biệt là nhiệt độ và ánh sáng có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình quang hợp, hô hấp, vận chuyển và tích lũy chất khô của cây. Các yếu tố khí tượng có sự khác nhau ở từng vùng sinh thái, đồng thời thay đổi theo giờ, ngày, tháng, mùa vụ và có tính qui luật trong năm, từ đó ảnh hưởng khác nhau đến sinh trưởng, năng suất, chất lượng cây trồng.

Các kết quả nghiên cứu về thời vụ trồng và mật độ trồng đối với một số loài cây dược liệu như: cây thảo đinh lăng [Seghatoleslami MJ, Ahmadi Bonakdar K, 2009], cây hoa cúc La mã [Ebadi M et al, 2009], cây kinh giới [Farzad Gerami et al, 2018] cây bạc hà [Heidari F et al, 2008], cây rau đắng đất [Trần Trung Nghĩa và cs, 2021a], cây rau đắng biển [Trần Trung Nghĩa và cs, 2021b], cây bồ công anh [Đào Văn Núi và cs, 2021], cây lạc tiên [Nguyễn Văn Kiên và cs, 2019] đều khẳng định ảnh hưởng của thời vụ trồng, mật độ trồng đến sinh trưởng, năng suất, chất lượng dược liệu, qua đó xác định thời vụ trồng, mật độ trồng thích hợp.

Đối với cây cà gai leo, kết quả nghiên cứu ở một số địa phương trong nước đều có chung nhận định là thời vụ trồng khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến thời gian sinh trưởng, các chỉ tiêu sinh trưởng về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 và năng suất dược liệu. Đối với mật độ trồng, năng suất cá thể giảm, năng suất dược liệu tăng khi tăng mật độ trồng bằng cách giảm khoảng cách trồng. Tuy nhiên kết quả xác định thời vụ trồng, mật độ trồng thích hợp có khác biệt rất lớn ở các địa điểm nghiên cứu: tại Gia Lâm Hà Nội, thời vụ trồng thích hợp là vụ Xuân - Hè, khoảng cách trồng 25 x 25 cm (160.000 cây/ha) [Phùng Thị Thu Hà và cs, 2017], trong khi ở Thanh Hóa, thời vụ trồng thích hợp là tháng 10, tháng 11, khoảng cách trồng 40 x 50 cm (50.000 cây/ha) [Hoàng Thị Sáu và cs, 2016]. Tại huyện Con Cuông, tỉnh Nghệ An, khoảng cách trồng thích hợp là 30 x 30 cm (111.111 cây/ha) [Trịnh Thị Thanh và cs, 2018], trong khi ở Phú Thọ là 40 x 50 cm (50.000 cây/ha) [Nguyễn Hữu Thiện và cs, 2019].

Kết quả nghiên cứu đối với cây cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa phù hợp với các kết quả nghiên cứu các loài cây dược liệu và cây cà gai leo ở các địa phương trong nước về đánh giá chung ảnh hưởng của thời vụ trồng, mật độ trồng đến sinh trưởng, năng suất dược liệu. Điểm khác trong nghiên cứu này so với các nghiên cứu trước đó là thời vụ trồng và mật độ trồng tối ưu được xác định không chỉ dựa vào kết quả đánh giá ảnh hưởng riêng biệt của từng yếu tố, mà còn đánh giá ảnh hưởng tương tác của các cặp yếu tố và các tổ hợp 3 yếu tố giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid và hiệu quả chi phí đầu tư (BCR) tính theo năng suất glycoalcaloid .

Trong nghiên cứu đối với cây cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, thời vụ trồng tháng 10, mật độ trồng 66.666 cây/ha, trồng trên luống, mỗi luống 2 hàng, chiều rộng luống 1,0 m, khoảng cách trồng (hàng cách hàng x cây cách cây) 40 x 30 cm đạt hiệu quả kinh tế cao hơn so với các thời vụ trồng tháng 9, tháng 11, chiều rộng luống 0,8 m, khoảng cách trồng 40 x 50 cm và 40 x 40 cm. Trong điều kiện khí hậu vùng đồi Thanh Hóa, thời vụ trồng sớm (tháng 9), nhiệt độ không khí cao cây sinh trưởng nhanh, song tỷ lệ cây sống sau trồng thấp do trong thời kỳ cây con, cà gai leo rất mẫn cảm với cường độ chiếu sáng mạnh, dễ bị chết ngay cả trong trường hợp độ ẩm đất được duy trì ở giới hạn thích hợp (70 - 75% độ ẩm tối đa đồng ruộng), dẫn đến mật độ cây thu hoạch thấp, năng suất dược liệu giảm nhanh. Trồng muộn (tháng 11), cường độ chiếu sáng thấp, tỷ lệ sống cao, song cây sinh trưởng chậm do nhiệt độ thấp, năng suất dược liệu giảm. Trồng tháng 10 tránh được cường độ chiếu sáng mạnh, hạn chế được tỷ lệ cây chết sau trồng, đồng thời nhiệt độ không khí còn ở mức tương đối cao, cây sinh trưởng nhanh, năng suất dược liệu cao. Đối với hàm lượng glycoalcaloid, thời vụ trồng tháng 9 có hàm lượng glycoalcaloid cao nhất, tiếp đến là tháng 10 và thấp nhất là tháng 11, song do mức tăng về hàm lượng glycoalcaloid thấp hơn

nhiều so với mức giảm về năng suất dược liệu, nên năng suất glycoalcaloid ở thời vụ trồng tháng 9 thấp hơn so với thời vụ trồng tháng 10.

Cũng trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của chiều rộng luống và khoảng cách trồng đến các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất, hàm lượng glycoalcaloid là được xác định, trong đó chiều rộng luống 1,0 m, khoảng cách trồng 40 x 30 cm là phù hợp nhất. Trong điều kiện vùng đồi tỉnh Thanh Hóa, lên luống trồng cà gai leo là cần thiết để đảm bảo thoát nước nhanh, hạn chế xói mòn trong mùa mưa, tăng lượng dự trữ nước trong đất cho mùa khô từ các cơn mưa cuối mùa (tháng 9, 10). Trong các nghiên cứu trước đây, mật độ trồng cà gai leo được xác định bằng số cây trên một đơn vị diện tích thông qua thay đổi khoảng cách trồng. Trong nghiên cứu trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, khoảng cách hàng được cố định ở 40 cm, mật độ trồng được xác định bằng số luống và số cây trên luống thông qua thay đổi chiều rộng luống (0,8 m và 1,0 m) và thay đổi khoảng cách trồng (40 x 30 cm, 40 x 40 cm, 40 x 50 cm), qua đó đảm bảo được yêu cầu về mật độ cây, đồng thời phát huy được ưu thế hàng biên [Sato K, Takahashi K, 1983] để thúc đẩy cây sinh trưởng, tăng năng suất, chất lượng dược liệu. Trong nghiên cứu này, hiệu ứng hàng biên được chứng minh qua các chỉ tiêu về sinh trưởng, năng suất cá thể, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid ở các công thức có chiều rộng luống 1,0 m cao hơn so với công thức có chiều rộng luống 0,8 m, với cùng khoảng cách trồng như nhau.

*Tóm lại:* Trong điều kiện vùng đồi tỉnh Thanh Hóa, với lượng phân bón cho 1 ha/lúa thu hoạch gồm 10 tấn phân chuồng + 100 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62,5 K<sub>2</sub>O, các biện pháp kỹ thuật trồng, chăm sóc, bón phân, tưới nước, phòng trừ sâu bệnh và thu hoạch thực hiện theo qui trình của Viện Dược liệu, các yếu tố thời vụ trồng, chiều rộng luống, khoảng cách trồng và tương tác giữa chúng có ảnh hưởng rõ rệt theo các chiều hướng khác nhau đến tỷ lệ cây sống sau trồng, thời gian sinh trưởng, các chỉ tiêu sinh trưởng, yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid và hiệu quả sản

xuất cà gai leo. Trong đó năng suất dược liệu đạt cao nhất ở TVT2 x CRL2 x KCT1 (3,58 tấn/ha/lúa thu hoạch) và thấp nhất ở TVT1 x CRL2 x KCT3 (1,83 tấn/ha/lúa thu hoạch). Hàm lượng glycoalcaloid đạt cao nhất ở TVT1 x CRL2 x KCT3 (0,94%) và thấp nhất ở TVT3 x CRL1 x KCT1 (0,81%). Năng suất glycoalcaloid và tỷ suất chi phí đầu tư cao nhất ở TVT2 x CRL2 x KCT1. Ở thời vụ, chiều rộng luống và khoảng cách trồng này, tỷ lệ cây sống sau trồng đạt 98%, thời gian từ trồng đến thu hoạch 189 ngày, chiều cao cây khi thu hoạch 126,39 cm, đường kính gốc 0,87 cm, số cành cấp 1 đạt 7,48 cành/cây, mật độ cây khi thu hoạch 65.337 cây/ha, năng suất cá thể tươi 162,1 g/cây, hàm lượng chất khô 35,52%, hàm lượng glycoalcaloid 0,88%, năng suất dược liệu 3,58 tấn/ha/lúa thu hoạch, năng suất glycoalcaloid 31,53 kg/ha/lúa thu hoạch, tổng chi phí sản xuất 43,54 triệu đồng/ha, tổng thu nhập 94,58 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, lợi nhuận 51,04 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, BCR= 2,17.

Năng suất glycoalcaloid và tỷ suất chi phí đầu tư đạt thấp nhất ở TVT1 x CRL2 x KCT3. So với TVT2 x CRL2 x KCT1, hàm lượng glycoalcaloid TVT1 x CRL2 x KCT3 tăng 0,06% song do năng suất dược liệu giảm mạnh, giảm 48,9% (1,75 tấn/ha/lúa thu hoạch) dẫn đến năng suất glycoalcaloid giảm 45,6% (14,4 kg/ha/lúa thu hoạch), tổng thu nhập giảm 45,5% (43,05 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch), lợi nhuận giảm 77,8% (39,72 triệu đồng), tỷ suất chi phí đầu tư ở mức thấp (BCR = 1,18).

### ***3.2.3. Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả bón phân cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa***

Kết quả thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của 5 lượng bón đạm (0; 50; 75; 100 và 125 N/ha/lúa thu hoạch) trên nền bón phân 10 tấn phân chuồng + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O (nền 1); 5 lượng bón lân (0; 40; 60; 80 và 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/lúa thu hoạch) trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125 N + 80 K<sub>2</sub>O (nền 2); 5 lượng bón kali (0; 35; 50; 65 và 80 K<sub>2</sub>O/ha/lúa thu hoạch) trên nền bón 10 tấn phân



chuồng + 125 N + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (nền 3) đến sinh trưởng, năng suất, hàm lượng glycoalcaloid và xác định lượng bón đạm, lân, kali phù hợp cho cà gai leo trên đất đồi tại huyện Ngọc Lặc tỉnh Thanh Hóa cụ thể như sau:

### 3.2.3.1. Sinh trưởng, phát triển

- Thời gian sinh trưởng:

Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng từ trồng đến phân cành, ra hoa, hình thành quả và thu hoạch của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.18.

**Bảng 3.18. Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018**

Công thức	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			
	Phân cành	Ra hoa	Hình thành quả	Thu hoạch
Nền 1 + 0N	25	136	148	171
Nền 1 + 50 N	19	144	151	176
Nền 1 + 75 N	16	146	153	178
Nền 1 + 100 N	14	146	154	180
Nền 1 + 125 N	12	148	156	183
Nền 2 + 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	22	158	170	191
Nền 2 + 40 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17	153	160	188
Nền 2 + 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	152	158	187
Nền 2 + 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13	150	157	186
Nền 3 + 0 K <sub>2</sub> O	18	153	161	188
Nền 3 + 35 K <sub>2</sub> O	15	151	160	186
Nền 3 + 50 K <sub>2</sub> O	14	150	159	185
Nền 3 + 65 K <sub>2</sub> O	13	149	158	184

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.18 cho thấy đạm làm rút ngắn thời gian từ trồng đến phân cành, làm chậm quá trình ra hoa, hình thành quả và kéo dài thời gian từ

trồng đến thu hoạch của cà gai leo. Lân và kali đều có xu hướng chung là rút ngắn thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển, từ trồng đến phân cành, ra hoa, hình thành quả và thu hoạch, trong đó ảnh hưởng của lân là rõ hơn so với kali. Đối với đạm, thời gian từ trồng đến thu hoạch dao động từ 176 ngày ở lượng bón 50 N đến 183 ngày ở lượng bón 125 N, trung bình 179,3 ngày, dài hơn 8,3 ngày so với công thức không bón đạm (CT1). Đối với lân và kali, thời gian từ trồng đến thu hoạch dao động từ 188 ngày và 186 ngày ở lượng bón 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 K<sub>2</sub>O đến 183 ngày ở lượng bón 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 80 K<sub>2</sub>O, trung bình 186,0 ngày và 184,5 ngày, dài hơn 5,0 ngày và 3,5 ngày so với công thức không bón lân (CT6) và công thức không bón kali (CT10), tương ứng.

- Chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1:

Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 ở các thời điểm 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa được bày trong Bảng 3.19 cho thấy lượng bón đạm, lân, kali có ảnh hưởng rõ rệt đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 của cà gai leo:

Đối với đạm, trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O, chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các thời kỳ theo dõi 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch đều tăng dần ở các lượng bón từ 50 – 125 N: chiều cao cây khi thu hoạch tăng 56,0% (44,63 cm); đường kính gốc tăng trung bình 47,3% (0,27 cm); số cành cấp 1 tăng 46,4% (3,06 cành/cây) so với công thức không bón đạm (CT1). Trong đó lượng bón 50 N và 75 N có mức tăng cao nhất, chênh lệch về chiều cao cây, đường kính gốc và số cành cấp 1 khi thu hoạch giữa hai mức bón 50 N và 75 N là lần lượt là 15,16 cm, 0,11 cm và 1,21 cành, vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95%.

**Bảng 3.19. Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, số cành cấp 1, đường kính gốc qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018**

Công thức	Chiều cao cây (cm)				Đường kính gốc (cm)				Số cành cấp 1			
	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch
Nền 1 + 0N	21,43	55,17	69,81	81,56	0,26	0,35	0,51	0,56	2,40	4,69	6,40	6,37
Nền 1 + 50 N	27,25	70,14	88,76	108,50	0,32	0,42	0,61	0,71	3,00	5,86	7,99	8,26
Nền 1 + 75 N	30,62	78,81	99,72	123,66	0,36	0,48	0,69	0,82	3,25	6,34	8,67	9,47
Nền 1 + 100 N	32,53	83,74	105,95	131,38	0,38	0,51	0,74	0,87	3,42	6,74	9,14	10,13
Nền 1 + 125 N	33,49	86,22	109,10	135,28	0,39	0,52	0,76	0,90	3,50	6,80	9,30	10,23
Nền 2 + 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25,54	68,61	86,58	105,36	0,29	0,41	0,60	0,69	2,61	5,01	6,96	7,22
Nền 2 + 40 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28,85	77,51	98,01	122,59	0,33	0,47	0,68	0,81	3,10	5,88	8,22	8,87
Nền 2 + 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,49	82,15	104,39	130,15	0,35	0,50	0,73	0,86	3,34	6,37	8,87	9,73
Nền 2 + 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31,78	84,90	108,13	134,33	0,37	0,51	0,75	0,89	3,46	6,61	9,09	10,29
Nền 3 + 0 K <sub>2</sub> O	28,33	73,34	91,96	111,24	0,33	0,44	0,64	0,73	2,84	5,42	7,63	8,35
Nền 3 + 35 K <sub>2</sub> O	31,21	80,57	101,64	126,41	0,36	0,49	0,71	0,84	3,25	6,29	8,69	9,45
Nền 3 + 50 K <sub>2</sub> O	32,63	84,23	106,26	132,16	0,38	0,51	0,74	0,88	3,40	6,63	9,11	10,07
Nền 3 + 65 K <sub>2</sub> O	33,25	86,07	108,41	134,26	0,39	0,52	0,76	0,89	3,46	6,72	9,19	10,19
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>				13,66				0,05				1,14
<i>CV</i> %				6,8				8,1				7,4

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Đối với lân, trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125 N + 80 K<sub>2</sub>O, chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 tăng dần ở các lượng bón từ 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và dừng lại ở mức bón 80 - 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tuy nhiên sự khác biệt chỉ thể hiện rõ khi so sánh với công thức không bón lân (CT6), còn giữa các lượng bón lân khác nhau mức chênh lệch thấp và chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95%.

Đối với kali, trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125 N + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mức tăng về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 chỉ có ý nghĩa khi so sánh các công thức có bón kali với công thức không bón kali. Chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 khi thu hoạch trung bình của các công thức bón từ 35 - 80 K<sub>2</sub>O tăng so với công thức không bón kali (CT10) lần lượt là 16,5% (18,0 cm), 20,2% (0,15 cm) và 35,5% (2,56 cành/cây). Trong đó chênh lệch giữa công thức bón 35 K<sub>2</sub>O so với công thức không bón kali (CT10) là 16,9 cm về chiều cao cây, 0,11 cm về đường kính gốc và 1,65 cành về số cành cấp 1, vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95%.

### 3.2.3.2. Năng suất, chất lượng dược liệu

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các lượng bón đạm, lân, kali đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid trình bày trong Bảng 3.20. cho thấy lượng bón đạm, lân, kali có ảnh hưởng khác nhau đến năng suất cá thể tươi, hàm lượng chất khô, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalclloid, dẫn đến khác nhau về năng suất glycoalcaloid.

Đối với đạm, trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O năng suất cá thể tăng dần ở các lượng bón từ 50 - 100 N; hàm lượng chất khô tăng ở lượng bón 50 - 75 N sau đó giảm dần ở lượng bón 100 - 125 N; năng suất dược liệu tăng ở các lượng bón 50 - 100 N; hàm lượng glycoalcaloid tăng ở các lượng bón 50 - 75N, dừng lại ở lượng bón 100 N và giảm nhanh ở lượng bón 125 N, từ đó dẫn đến năng suất glycoalcaloid tăng ở các lượng bón 50 - 100 N và dừng lại ở lượng bón 125 N.

**Bảng 3.20. Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến năng suất, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất lycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018**

Công thức	Năng suất cá thể tươi (g/cây)	Hàm lượng chất khô (%)	Năng suất dược liệu (tấn/ha)	Hàm lượng glycoalcaloid (%)	Năng suất glycoalcaloid (kg/ha)
Nền 1 + 0N	126,88	35,54	1,81	0,84	15,31
Nền 1 + 50 N	163,13	36,65	2,46	0,93	22,89
Nền 1 + 75 N	176,62	36,71	2,86	0,96	27,36
Nền 1 + 100 N	179,09	36,73	2,95	0,96	28,26
Nền 1 + 125 N	178,45	36,32	2,81	0,94	26,40
Nền 2 + 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	149,52	34,16	2,28	0,71	16,16
Nền 2 + 40 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	174,51	35,37	2,70	0,82	22,10
Nền 2 + 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	177,34	35,84	2,78	0,94	26,21
Nền 2 + 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	178,36	36,18	2,81	0,94	26,44
Nền 3 + 0 K <sub>2</sub> O	156,47	34,63	2,32	0,64	14,76
Nền 3 + 35 K <sub>2</sub> O	173,49	35,97	2,71	0,82	22,06
Nền 3 + 50 K <sub>2</sub> O	177,23	36,28	2,78	0,94	26,10
Nền 3 + 65 K <sub>2</sub> O	178,53	36,32	2,80	0,94	26,30
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>			0,36	0,06	3,29
<i>CV</i> %			8,2	4,4	8,4

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

So với công thức không bón đạm (CT1) năng suất dược liệu trung bình của các lượng bón 50 N, 75 N và 100 N đạt 2,70 tấn/ha, tăng 49,4% (0,89 tấn/ha); hàm lượng glycoalcaloid trung bình của các lượng bón 50 N và 75 N là 0,94%, tăng 0,1%; năng suất glycoalcaloid trung bình của các mức bón 50 N, 75 N và 100 N đạt 26,18 kg/ha, tăng 71,5% (10,91kg/ha). Mức tăng về năng suất dược liệu, hàm

lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid khi so sánh với công thức không bón đạm (CT1) và so sánh giữa các mức bón N nêu trên là đáng tin cậy.

Đối với lân và kali, ảnh hưởng của lân trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125N + 80 K<sub>2</sub>O và kali trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125N + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> đều có xu hướng chung là tăng năng suất cá thể, hàm lượng chất khô, năng suất dược liệu ở lượng bón 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 K<sub>2</sub>O và dừng lại từ lượng bón 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 50 K<sub>2</sub>O; hàm lượng glycoalcaloid tăng ở lượng bón 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 - 50 K<sub>2</sub>O và dừng lại từ lượng bón 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 65 K<sub>2</sub>O. Từ đó dẫn đến làm tăng năng suất glycoalcaloid ở lượng bón 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 - 50 K<sub>2</sub>O. So với công thức không bón lân (CT6) và công thức không bón kali (CT10) năng suất dược liệu tăng 18,3% (0,42 tấn/ha) ở lượng bón 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 16,8% (0,39 tấn/ha) ở lượng bón 35 K<sub>2</sub>O; hàm lượng glycoalcaloid tăng 0,11% và 0,12% ở lượng bón 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; tăng 0,18% và 0,12% ở lượng bón 35 K<sub>2</sub>O và 50 K<sub>2</sub>O, dẫn đến năng suất glycoalcaloid tăng 36,6% (5,92 kg/ha) và 18,6% (4,11 kg/ha) ở lượng bón 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; tăng 49,1% (7,28 kg/ha) và 18,1% (4,0 kg/ha) ở lượng bón 35 K<sub>2</sub>O và 50 K<sub>2</sub>O. Mức chênh lệch về năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid nêu trên đều vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95%.

Từ các kết quả phân tích trên cho thấy đạm là yếu tố làm tăng năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid khi bón ở lượng thấp (50 - 75 N), ngược lại năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid giảm ở các lượng bón cao (100 - 125 N). Lân và kali có xu hướng làm tăng năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid ở tất cả các công thức bón từ thấp đến cao, song mức tăng thấp và chỉ có ý nghĩa khi so sánh với công thức không bón, còn giữa các mức bón kế tiếp nhau, sự khác biệt chỉ thể hiện rõ ở lượng bón 40 - 60 P<sub>2</sub>O và 35 - 50 K<sub>2</sub>O đối với chỉ tiêu hàm lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid. Từ

mức bón 80 - 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 65 - 80 K<sub>2</sub>O mức chênh lệch chưa vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95%

### 3.2.3.3. Hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón phân

Hiệu suất bón phân và tỷ suất lợi nhuận bón phân (VCR) là hai chỉ tiêu dùng để đánh giá hiệu quả bón phân cho cây trồng. Kết quả xác định hiệu suất bón phân và VCR ở các lượng bón đạm, lân, kali khác nhau được trình bày trong Bảng 3.21.

Kết quả ở Bảng 3.21 cho thấy:

- Đối với đạm: Trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O, hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón N tăng dần ở lượng bón 50 - 75 N, sau đó giảm dần ở lượng bón 100 - 125 N. Mức bón đạt hiệu suất và VCR cao nhất là 75 N, đạt 14,0 kg dược liệu và 0,16 kg glycoalcaloid; VCR đạt 11,36 và 13,1 đối với năng suất dược liệu và năng suất glycoalcaloid, tương ứng.

- Đối với lân và kali: Hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón phân đối với lân trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125N + 80 K<sub>2</sub>O và đối với kali trên nền bón 10 tấn phân chuồng + 125N + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> đều tuân theo xu hướng chung là giảm dần khi tăng dần lượng bón đối với chỉ tiêu năng suất dược liệu; tăng dần từ lượng bón 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 - 50 K<sub>2</sub>O, sau đó giảm dần ở lượng bón 80 - 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 65 - 80 K<sub>2</sub>O đối với chỉ tiêu năng suất glycoalcaloid. Mức bón đạt hiệu suất phân bón cao nhất đối với năng suất dược liệu là 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (đạt 10,0 kg) và 35 K<sub>2</sub>O (đạt 11,14 kg); đối với năng suất glycoalcaloid là 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (đạt 0,15 kg) và 50 K<sub>2</sub>O (đạt 0,21 kg). Tỷ suất lợi nhuận bón phân đạt 11,89 và 23,11 ở lượng bón 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; đạt 9,20 và 22,56 ở lượng bón 50 K<sub>2</sub>O, đối với năng suất dược liệu và năng suất glycoalcaloid, tương ứng.

Từ kết quả phân tích trên cho thấy hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón phân đạt cao nhất ở lượng bón 100 N, 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, và 35 K<sub>2</sub>O đối với năng suất dược liệu; và 100N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 50 K<sub>2</sub>O đối với năng suất glycoalcaloid.

**Bảng 3.21. Hiệu suất và tỷ suất lợi nhuận bón đạm, lân, kali cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018**

Yếu tố phân bón	Lượng bón	Chi phí phân bón tăng thêm (triệu đồng)	Chênh lệch năng suất so với không bón		Giá trị sản phẩm tăng thêm do bón phân (triệu đồng)		Hiệu suất phân bón		Tỷ suất lợi nhuận bón phân (VCR)	
			Đối với được liệu (tấn/ha)	Đối với glycoalcaloid (kg/ha)	Đối với được liệu	Đối với glycoalcaloid	Kg được liệu/kg phân bón	Kg glycoalcaloid/kg phân bón	Đối với được liệu	Đối với glycoalcaloid
N	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	1,85	0,65	7,62	19,50	22,86	13,00	0,15	10,55	12,37
	75	2,77	1,05	12,10	31,50	36,30	14,00	0,16	11,36	13,10
	100	3,70	1,14	13,03	34,20	39,09	11,40	0,13	9,25	10,58
	125	5,54	1,00	11,15	30,00	33,45	6,67	0,07	5,41	6,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	0,88	0,40	6,00	12,00	18,00	10,00	0,15	13,71	20,57
	60	1,31	0,52	10,11	15,60	30,33	8,67	0,17	11,89	23,11
	80	1,75	0,53	10,30	15,90	30,90	6,63	0,13	9,09	17,66
	100	2,19	0,53	10,30	15,90	30,90	5,30	0,10	7,27	14,13
K <sub>2</sub> O	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35	1,05	0,39	7,28	11,70	21,84	11,14	0,21	11,14	20,80
	50	1,50	0,46	11,28	13,80	33,84	9,20	0,23	9,20	22,56
	65	1,95	0,48	11,47	14,40	34,41	7,38	0,18	7,38	17,65
	80	2,40	0,49	11,56	14,70	34,68	6,13	0,14	6,13	14,45

*(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)**Giá được liệu 30.000đ/kg; giá glycoalcaloid 3.000.000 đ/kg. Giá Urê 17.000đ/kg; supe lân 3.500đ/kg; kali clorua 18.000 đ/kg.*



### 3.2.3.4. Lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế

- Tương quan giữa các lượng bón đạm, lân, kali với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid:

Vận dụng định luật về hiệu suất phân bón giảm dần để thiết lập phương trình tương quan bậc hai giữa các lượng bón đạm, lân, kali với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid, từ đó xác định lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế cho cà gai leo trên đất đồi huyện Ngọc Lặc theo phương pháp của Miche lecompt, 1965. Kết quả cụ thể như sau (Hình 3.2 - 3.7)

Tương quan giữa lượng bón N và năng suất dược liệu:

$$y = - 0,0962x^2 + 20,641x + 1782,8. R^2 = 0,9709$$

Tương quan giữa lượng bón P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> với năng suất dược liệu:

$$y = - 0,0802x^2 + 13,178x + 2284,4. R^2 = 0,9967$$

Tương quan giữa lượng bón K<sub>2</sub>O với năng suất dược liệu:

$$y = - 0,1062x^2 + 14,481x + 2322,6. R^2 = 0,9975$$

Tương quan giữa lượng bón N và năng suất glycoalcaloid:

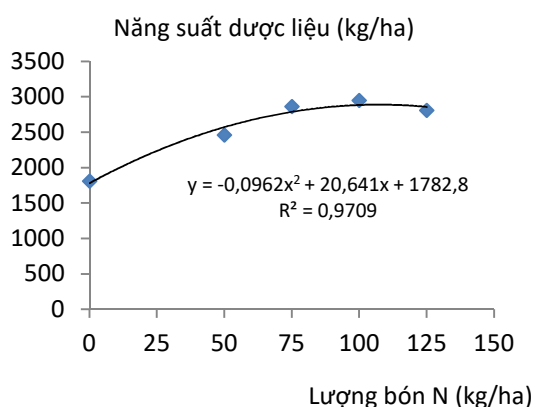
$$y = - 0,0012x^2 + 0,2434x + 14,949. R^2 = 0,9708$$

Tương quan giữa lượng bón P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> với năng suất glycoalcaloid:

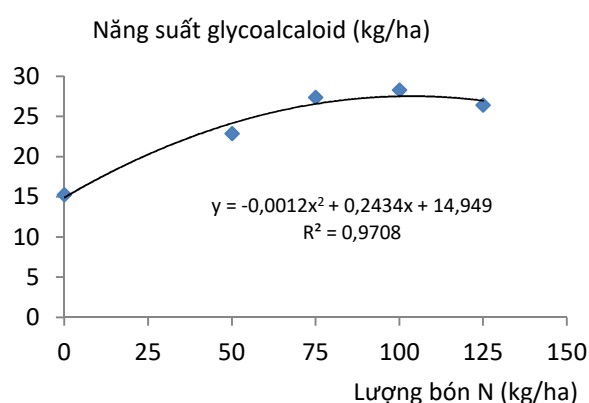
$$y = - 0,0012x^2 + 0,228x + 15,912. R^2 = 0,975$$

Tương quan giữa lượng bón K<sub>2</sub>O với năng suất glycoalcaloid:

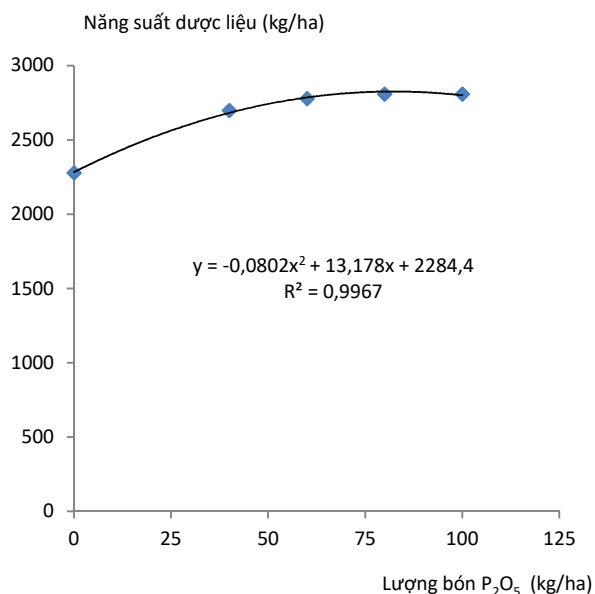
$$y = - 0,002x^2 + 0,3074x + 14,707. R^2 = 0,9803$$



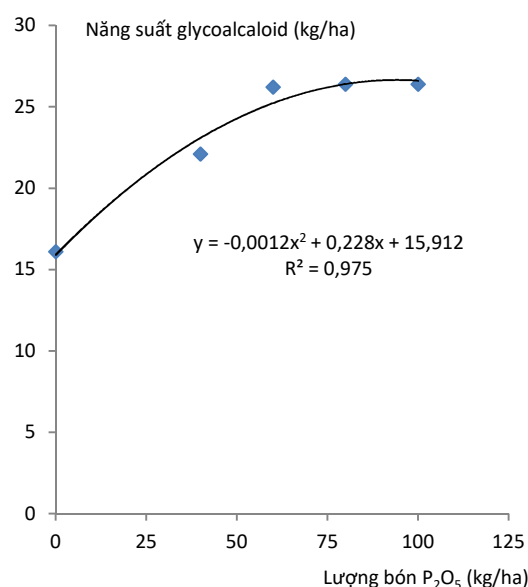
**Hình 3.2.** Tương quan giữa lượng bón N và năng suất dược liệu cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018



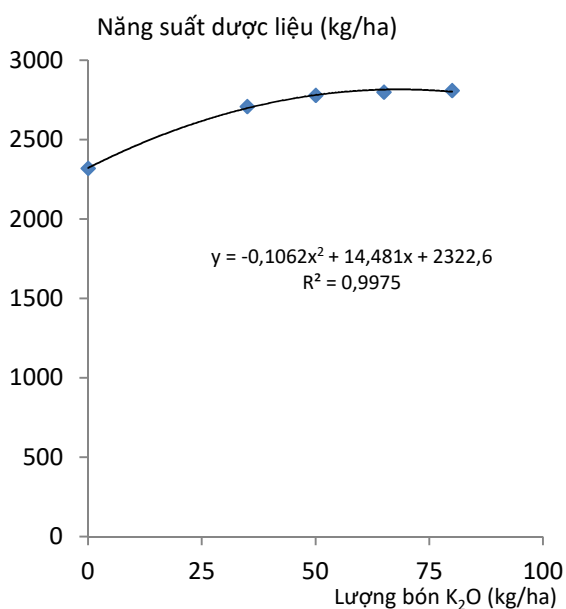
**Hình 3.3.** Tương quan giữa lượng bón N và năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017- 2018



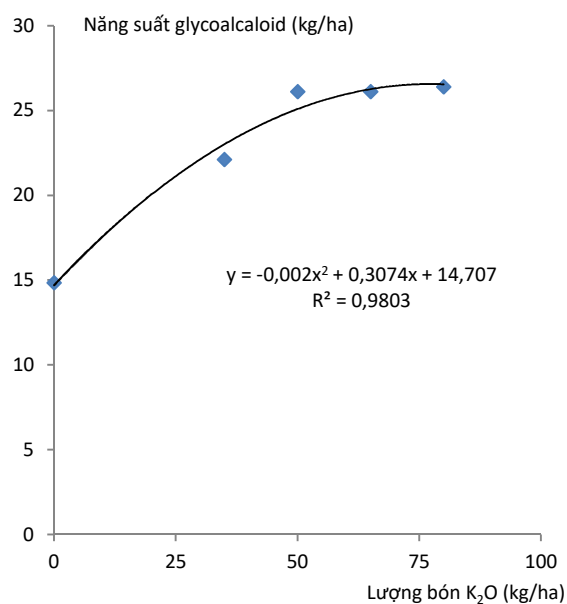
**Hình 3.4. Tương quan giữa lượng bón  $P_2O_5$  và năng suất dược liệu cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018**



**Hình 3.5. Tương quan giữa lượng bón  $P_2O_5$  và năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018**



**Hình 3.6. Tương quan giữa lượng bón  $K_2O$  và năng suất dược liệu cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018**



**Hình 3.7. Tương quan giữa lượng bón  $K_2O$  và năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 – 2018**

- Lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế

Với giá phân bón urê (46%N) 17.000 đ/kg, supelân đơn (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 5.000 đồng/kg, kali clorua (60% K<sub>2</sub>O) 18.000 đ/kg, giá bán 1 kg dược liệu cà gai leo 30.000 đ/kg; giá bán 1 kg glycoalcaloid 3.000.000 đồng/kg, lượng bón N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế đối với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid được xác định và trình bày trong Bảng 3.22.

**Bảng 3.22. Lượng bón đạm, lân, kali tối đa về kỹ thuật và tối thích về kinh tế đối với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2017 - 2018**

Yếu tố phân bón	Lượng bón tối đa về kỹ thuật (kg/ha)		Lượng bón tối thích về kinh tế (kg/ha)	
	Đối với năng suất dược liệu	Đối với năng suất glycoalcaloid	Đối với năng suất dược liệu	Đối với năng suất glycoalcaloid
N	107,3	100,8	101,4	96,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	82,2	77,6	95,0	92,0
K <sub>2</sub> O	68,2	63,5	76,9	74,4

Kết quả ở Bảng 3.22 cho thấy so với lượng bón tối đa về kỹ thuật, lượng bón tối thích về kinh tế đối với năng suất dược liệu và năng suất glycoalcaloid thấp hơn trung bình 5,0% đối với đạm (5,2 kg N/ha); cao hơn 17,1% đối với lân (13,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) và 15,0% đối với kali (9,8 kg K<sub>2</sub>O/ha). Ở lượng bón tối thích về kinh tế, lượng bón N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O đối với năng suất glycoalcaloid thấp hơn trung bình 3,81%.

Mục tiêu bón phân cho cà gai leo không chỉ nhằm đạt năng suất dược liệu cao mà là năng suất glycoalcaloid với mức bón tối thích về kinh tế. Vì vậy lượng bón 96,3 N; 92,0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 74,4 K<sub>2</sub>O cho 1 ha/lúa thu hoạch được xác định là lượng bón phù hợp cho cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa. So với lượng bón theo qui trình khuyến cáo của Viện Dược liệu (100 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62,5

K<sub>2</sub>O/ha lúa thu hoạch), lượng bón lân tăng 22,7% (17 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); lượng bón kali tăng 19,2% (12 K<sub>2</sub>O). Lân và kali không làm tăng năng suất dược liệu ở các mức bón cao (80 -100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) và (65 - 80 K<sub>2</sub>O), song có ảnh hưởng tích cực đến hàm lượng glycoalcaloid, dẫn đến tăng năng suất glycoalcaloid.

#### 3.2.3.5. Thảo luận

Lượng bón N, P, K có ảnh hưởng khác nhau sinh trưởng, năng suất, chất lượng dược liệu của cà gai leo. Tăng lượng bón N từ 50 – 75 -100 -125 N, thời gian sinh trưởng kéo dài; chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 tăng liên tục ở các lượng bón kế tiếp nhau và đạt giá trị cao nhất ở 1 50 N và 75 N; năng suất cá thể, năng suất dược liệu tăng ở các lượng bón 50 – 100 N; hàm lượng chất khô, hàm lượng glycoalcaloid tăng ở các lượng bón 50 - 75N, dừng lại ở lượng bón 100 N, và giảm nhanh ở lượng bón 125N. Tăng lượng bón P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> từ 40 - 60 - 80 -100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và K<sub>2</sub>O từ 35 - 50 - 65 – 80 K<sub>2</sub>O, thời gian sinh trưởng được rút ngắn; chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 đều tăng, song mức tăng thấp và chỉ có ý nghĩa khi so sánh với không bón; năng suất cá thể, hàm lượng chất khô, năng suất dược liệu tăng ở lượng bón 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 K<sub>2</sub>O, dừng lại từ lượng bón 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 50 K<sub>2</sub>O; hàm lượng glycoalcaloid tăng ở lượng bón 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 – 50 K<sub>2</sub>O, dừng lại từ lượng bón 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 65 K<sub>2</sub>O. Các kết quả nghiên cứu này phản ánh đúng vai trò sinh lý của các yếu tố dinh dưỡng thiết yếu N, P, K đối với cây trồng nông nghiệp [Hoàng Minh Tấn và cs, 2006], [Roy R. N et al, 2006], cây dược liệu [Felix Nchu et al, 2017], phù hợp với kết quả nghiên cứu về các lượng bón dinh dưỡng khác nhau đến sinh trưởng, năng suất một số cây dược liệu [Tarun Sharma, 2020], và một số kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của lượng bón N, lượng bón NPK đến sinh trưởng của cây cà gai leo tại Thanh Hóa [Hoàng Thị Sáu và cs, 2016], [Lê Hùng Tiến và cs, 2020 ], tại Nghệ An [Trịnh Thị Thanh và cs, 2018], tại Phú Thọ [Nguyễn Hữu Thiện và cs, 2019].

Trên nền bón 10 tấn phân chuồng và 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O đối với đạm; 125N + 80 K<sub>2</sub>O đối với lân; 125N + 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> đối với kali, hiệu suất bón phân tính theo năng suất glycoalcaloid tăng dần ở lượng bón 50 - 75 N; 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 - 50 K<sub>2</sub>O, sau đó giảm dần ở các lượng bón 100 - 125 N; 80 - 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 65 - 80 K<sub>2</sub>O. Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với qui luật về hiệu suất phân bón giảm dần [Roy R. N et al, 2006] khi cho rằng, ở các lượng bón thấp, năng suất cây trồng tăng dần theo mức tăng của lượng bón, đến một mức nào đó thì dừng lại, nếu tiếp tục tăng lượng bón, năng suất không tăng mà ngược lại giảm dần. Lượng bón tối đa về kỹ thuật được xác định ở mức 107,3 N, 82,2 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 68,2 K<sub>2</sub>O đối với năng suất dược liệu; 100,8 N, 77,6 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 63,5 K<sub>2</sub>O đối với năng suất glycoalcaloid. Lượng bón tối thích về kinh tế ở mức 101,4 N, 95,0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 76,9 K<sub>2</sub>O đối với năng suất dược liệu; 96,3 N, 92,0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 74,4 K<sub>2</sub>O đối với năng suất glycoalcaloid. Lượng bón khuyến cáo là lượng bón tối thích về kinh tế đối với năng suất glycoalcaloid. Kết quả xác định lượng bón trong nghiên cứu này cơ bản phù hợp với kết quả nghiên cứu về lượng bón N cho cà gai leo tại Thanh Hóa [Hoàng Thị Sáu và cs, 2016], [Lê Hùng Tiến và cs, 2020 ] và lượng bón N, P, K tại Nghệ An [Trịnh Thị Thanh và cs, 2018], tại Phú Thọ [Nguyễn Hữu Thiện và cs, 2019].

Điểm khác biệt trong nghiên cứu trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa là lượng bón N, P, K được xác định thông qua thiết lập tương quan bậc hai giữa các lượng bón của từng yếu tố dinh dưỡng với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid theo phương pháp của Lecompt (1965) [Vũ Hữu Yêm, 1998]. Trong các nghiên cứu trước đó [Trịnh Thị Thanh và cs, 2018], [Nguyễn Hữu Thiện và cs, 2019], lượng bón được xác định thông qua các tổ hợp NPK với lượng bón khác nhau của từng yếu tố dinh dưỡng. Ngoài ra, việc lựa chọn lượng bón khuyến cáo theo mức bón tối thích về kinh tế đối với năng suất glycoalcaloid là hoàn toàn phù hợp với yêu cầu “Định luật ưu tiên chất lượng sản phẩm trong bón phân”[dẫn theo Vũ Hữu Yêm] và mục tiêu bón phân cho

cây dược liệu [Felix Nchu et all, 2017], khi cho rằng chương trình bón phân cho cây dược liệu cần phải đạt được hai mục tiêu chính là sinh trưởng dinh dưỡng cao và sản xuất các hợp chất thứ cấp với số lượng và chất lượng cao.

*Tóm lại:* Lượng bón đạm, lân, kali có ảnh hưởng khác nhau đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hoá. Đạm có tác dụng tăng năng suất dược liệu, tăng hàm lượng glycoalcaloid ở các lượng bón 50 - 100 N và giảm ở lượng bón 125N. Lân và kali đều có xu hướng làm tăng hàm lượng glycoalcaloid khi tăng lượng bón và đạt mức tăng cao nhất ở lượng bón 40 - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và 35 - 50 K<sub>2</sub>O. Lượng bón tối đa về kỹ thuật được xác định ở mức 107,3 N; 82,2 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 68,2 K<sub>2</sub>O cho 1 ha/lúa thu hoạch đôi với năng suất dược liệu và 100,8 N; 77,6 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 63,5 K<sub>2</sub>O cho 1 ha/lúa thu hoạch đôi với năng suất glycoalcaloid. Lượng bón tối thích về kinh tế được xác định ở mức 101,4 N; 95 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 76,9 K<sub>2</sub>O cho 1 ha/lúa thu hoạch đôi với năng suất dược liệu và 96,3 N; 92,0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 74,4 K<sub>2</sub>O cho 1 ha/lúa thu hoạch đôi với năng suất glycoalcaloid. Lượng bón khuyến cáo là lượng bón tối thích về kinh tế đối với năng suất glycoalcaloid.

### ***3.2.4. Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa***

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa như sau:

#### ***3.2.4.1. Sinh trưởng, phát triển***

- Thời gian sinh trưởng:

Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng phát triển của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.23

**Bảng 3.23. Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến thời gian sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020**

Ký hiệu	Công thức	Thời gian từ trồng/thu hoạch lúa 1 đến ngày... (ngày)			
		Phân cành	Ra Hoa	HT quả	Thu hoạch
CT1	100% NPK (LBQT) (đối chứng)	13	148	156	183
CT2	75% NPK (LBQT) + Azotobacterin	15	150	158	186
CT3	75% NPK (LBQT) + AGN Lite	15	150	158	186
CT4	50% NPK (LBQT) + Azotobacterin + Humic acid powder	17	152	160	190
CT5	50% NPK (LBQT) + AGN Lite + Humic acid powder	17	152	160	190

(Số liệu trung bình 2 lúa thu hoạch)

Ghi chú: LBQT: Lượng bón đạm, lân, kali theo qui trình của Viện Dược liệu, gồm: 100 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62,5 K<sub>2</sub>O (kg/ha/lúa thu hoạch). Lượng bón Azotobacterin 0,5 tấn/ha/lúa thu hoạch, AGN Lite 6 lít/ha/lúa thu hoạch, Humic acid powder 5 kg/ha/ lúa thu hoạch.

Kết quả ở Bảng 3.23 cho thấy bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học có ảnh hưởng theo hướng kéo dài thời gian sinh trưởng khi tăng tỷ lệ cắt giảm lượng bón NPK theo qui trình của Viện Dược liệu và bón bổ sung bằng phân vi sinh, phân sinh học. Trong đó thời gian sinh trưởng dài nhất ở 2 công thức bón: 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder (190 ngày), tiếp đến là công thức bón 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite (186 ngày) và ngắn nhất là công thức 100% NPK (183 ngày). Thời gian sinh trưởng dài hơn 3 ngày ở công thức 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite; dài hơn 7 ngày ở các công thức 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50%

NPK + AGN Lite + Humic acid powder, so với công thức bón 100% NPK. Thời gian sinh trưởng ở các công thức bón phối hợp 50% NPK + Humic acid powder với Azotobacterin/và AGN Lite dài hơn 4 ngày so với các công thức bón phối hợp 75% NPK với Azotobacterin/và AGN Lite.

- Chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1:

Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 tại thời điểm 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa trình bày trong Bảng 3.24 cho thấy bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học có ảnh hưởng theo hướng làm giảm các chỉ tiêu sinh trưởng về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 ở tất cả các kỳ theo dõi 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch khi cắt giảm lượng bón NPK từ 100% xuống 75% và 50% và bổ sung bằng các loại phân vi sinh vật, phân sinh học, song mức giảm thấp và không có ý nghĩa thống kê ở xác suất 95%. Ngoài ra, giữa các công thức bón phối hợp 75% NPK và 50% NPK với các loại phân vi sinh, phân sinh học không có sự khác biệt lớn về các chỉ tiêu sinh trưởng. So với công thức bón 100% NPK, chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 chỉ giảm trung bình 2,1% ở các công thức bón 75% NPK + Azotobacterin, 75% NPK + AGN Lite, và 8,6% ở các công thức bón 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder, 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder (chiều cao giảm 11,73 cm, đường kính gốc giảm 0,08 cm, số cành cấp 1 giảm 0,84 cành/cây, chưa vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%).



**Bảng 3.24. Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020**

Ký hiệu	Công thức	Chiều cao cây (cm)				Đường kính gốc (cm)				Số cành cấp 1			
		30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch
CT1	100% NPK (LBQT) (đối chứng)	32,42	84,64	107,16	132,91	0,37	0,49	0,72	0,84	3,44	6,67	9,11	10,17
CT2	75% NPK (LBQT) + Azotobacterin	31,82	83,08	105,19	130,46	0,36	0,48	0,70	0,82	3,39	6,58	8,99	10,03
CT3	75% NPK (LBQT) + AGN Lite	31,22	81,52	103,21	128,01	0,35	0,47	0,69	0,80	3,34	6,47	8,84	9,87
CT4	50% NPK (LBQT) + Azotobacterin + Humic acid powder	29,43	76,83	97,28	120,65	0,33	0,44	0,65	0,75	3,14	6,10	8,33	9,30
CT5	50% NPK (LBQT) + AGN Lite + Humic acid powder	29,69	77,52	98,14	121,72	0,33	0,45	0,66	0,77	3,17	6,14	8,40	9,37
	<i>LSD<sub>0,05</sub></i>				16,02				0,11				1,28
	<i>CV%</i>				6,7				7,5				7,0

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

### 3.2.4.2. Năng suất, chất lượng dược liệu

Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid của cà gai leo trên đồi tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.25.

**Bảng 3.25. Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid, năng suất glycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020**

Ký hiệu	Công thức	Năng suất cá thể tươi (g/cây)	Hàm lượng chất khô (%)	Năng suất dược liệu (tân/ha)	Hàm lượng glycoalcaloid (%)	Năng suất glycoalcaloid (kg/ha)
CT1	100% NPK (LBQT) – ĐC	165,18	36,41	2,97	0,86	25,54
CT2	75% NPK (LBQT)+Azotobacterin	158,32	37,17	2,83	0,92	25,91
CT3	75% NPK (LBQT) + AGN Lite	157,59	37,35	2,80	0,95	26,60
CT4	50% NPK (LBQT) + Azotobacterin + Humic acid powder	146,70	37,76	2,68	0,98	26,26
CT5	50% NPK (LBQT) + AGN Lite + Humic acid powder	149,34	37,85	2,74	0,99	27,13
	<i>LSD<sub>0,5</sub></i>	22,64	5,11	0,38	0,10	2,98
	<i>CV%</i>	7,7	7,3	7,2	5,7	6,0

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.25 cho thấy:

- Đối với năng suất cá thể:

Tương tự như đối với các chỉ tiêu sinh trưởng, bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học có ảnh hưởng theo hướng làm giảm năng suất cá thể khi cắt giảm lượng bón NPK từ 100% xuống 75% và 50%,

đồng thời bổ sung bằng các loại phân vi sinh vật, phân sinh học, song mức giảm thấp và sai khác không có ý nghĩa ở xác suất 95%. Ngoài ra, không có sự khác biệt có ý nghĩa về năng suất cá thể giữa các công thức bón phối hợp 75% NPK và 50% NPK với các loại phân vi sinh, phân sinh học. So với công thức bón 100% NPK, năng suất cá thể trung bình của công thức 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite là 157,96 g/cây, giảm 4,4% (7,22 g/cây); của công thức 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder là 148,02 g/cây, giảm 10,4% (17,16 g/cây). Chênh lệch về năng suất cá thể trung bình của công thức bón 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite với trung bình của công thức 100% NPK + AGN Lite và 100% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder là 9,94g/cây. Các mức chênh lệch về năng suất cá thể nêu trên đều chưa vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa nhỏ nhất ở xác suất 95%.

- Đối với hàm lượng chất khô:

Bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học có ảnh hưởng theo hướng làm tăng hàm lượng chất khô khi tăng tỷ lệ cắt giảm lượng bón NPK từ 25% lên 50% và bổ sung bằng các loại phân vi sinh vật, phân sinh học, tuy nhiên mức tăng thấp và sai khác không có ý nghĩa ở xác suất 95%. Ngoài ra, không có sự khác biệt đáng kể về hàm lượng chất khô giữa các công thức bón phối hợp 75% NPK và 50% NPK với các loại phân vi sinh, phân sinh học. So với công thức bón 100% NPK, hàm lượng chất khô trung bình của công thức 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite là 37,26%, của công thức 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder là 37,81%, tăng trung bình 1,1%. Chênh lệch về hàm lượng chất khô trung bình của công thức bón 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite với trung bình của công thức 50% NPK + AGN Lite và 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder là 0,54 %. Các mức chênh

lệch về hàm lượng chất khô nêu trên đều chưa vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa nhỏ nhất ở xác suất 95%.

- Đối với hàm lượng glycoalcaloid:

Bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học có ảnh hưởng rõ rệt theo hướng làm tăng hàm lượng glycoalcaloid khi tăng tỷ lệ cắt giảm lượng bón NPK từ 25% lên 50% và bổ sung bằng các loại phân vi sinh, phân sinh học. Bón phối hợp 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder cũng làm tăng hàm lượng glycoalcaloid so với bón phối hợp 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite ở mức độ đáng tin cậy. Ngoài ra không có sự khác biệt đáng kể về hàm lượng glycoalcaloid giữa công thức bón 75% NPK + Azotobacterin với 75% NPK + AGN Lite, và giữa công thức bón 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder với công thức bón 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder.

So với trung bình của công thức bón phối hợp 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite, hàm lượng glycoalcaloid trung bình của công thức bón phối hợp 75% NPK với Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite đạt 0,91%, tăng 0,08%; của các công thức bón 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder đạt 1,0%, tăng 0,17%. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của công thức bón phối hợp 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder tăng 0,09%. Tuy nhiên, chênh lệch về hàm lượng glycoalcaloid chỉ có ý nghĩa ở xác suất 95% khi so sánh giữa các công thức bón 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder với công thức bón 100% NPK.

- Đối với năng suất dược liệu:

Bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học có ảnh hưởng tích cực đến hàm lượng chất khô, song do năng suất cá thể giảm nên dẫn đến

giảm năng suất dược liệu. Ngoài ra không có sự khác biệt đáng kể về năng suất dược liệu khi so sánh giữa các công thức bón 75% NPK + Azotobacterin với 75% NPK + AGN Lite, giữa công thức bón 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder với công thức 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder, giữa các công thức bón 75% NPK + Azotobacterin với 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 75% NPK + AGN Lite với 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder.

So với công thức đối chứng bón 100% NPK, năng suất dược liệu trung bình của công thức bón 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite là 2,82 tấn/ha/lúa thu hoạch, giảm 4,9% (0,15 tấn/ha/lúa thu hoạch); của các công thức bón 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder là 2,64 tấn/ha/lúa thu hoạch), giảm 10,5% (0,31 tấn/ha/lúa thu hoạch). Năng suất dược liệu trung bình của công thức bón phối hợp 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder giảm 5,9% (0,17 tấn/ha) so với trung bình của công thức bón phối 75% NPK + Azotobacterin và 75% NPK + AGN Lite. Các mức chênh lệch về hàm lượng glycoalkaloid nêu trên đều chưa vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa nhỏ nhất ở xác suất 95%.

- Đối với năng suất glycoalkaloid:

Năng suất dược liệu ở các công thức bón phối hợp Azotobacterin, AGN Lite với 75% NPK và phối hợp Azotobacterin + Humic acid powder, AGN Lite + Humic acid powder với 50% NPK đều giảm so với bón 100% NPK, song do hàm lượng glycoalkaloid tăng nên năng suất glycoalkaloid không giảm, ngược lại có xu hướng tăng cao hơn ở các công thức bón phối hợp 50% NPK + Azotobacterin/AGN Lite + Humic acid powder.

Bón phối hợp Azotobacterin, AGN Lite với 75% NPK, và phối hợp Azotobacterin + Humic acid powder, AGN Lite + Humic acid powder với 50%

NPK đều làm giảm năng suất dược liệu, song do hàm lượng glycoalcaloid tăng, dẫn đến năng suất glycoalcaloid không giảm mà ngược lại có xu hướng tăng so với bón 100% NPK. Năng suất glycoalcaloid trung bình của các công thức bón bón phối hợp Azotobacterin, AGN Lite với 75% NPK đạt 26,25 kg/ha/lúa thu hoạch, của các công thức bón phối hợp Azotobacterin + Humic acid powder, AGN Lite + Humic acid powder với 50% NPK đạt 26,1 tấn/ha/lúa thu hoạch. So với công thức bón 100% NPK, mức chênh lệch về hàm lượng glycoalcaloid (trung bình 0,75 kg/ha) là không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

### 3.2.4.3. Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa

Kết quả xác định các chỉ tiêu về hiệu quả sản xuất ở các công thức bón phân khác nhau được trình bày trong Bảng 3.26

**Bảng 3.26. Ảnh hưởng của bón phối hợp phân khoáng, phân vi sinh vật, phân sinh học đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020**

*Đơn vị tính: triệu đồng/ha/lúa thu hoạch*

Ký hiệu	Công thức	Tổng thu nhập	Tổng chi Phí	Lợi nhuận	BCR
1	NPK 100% LBQT (đối chứng)	76,63	41,37	35,26	1,85
2	NPK 75% LBQT + Azotobacterin	78,11	43,57	34,54	1,79
3	NPK 75% LBQT + AGN Lite	79,80	43,47	36,33	1,84
4	NPK 50% LBQT + Azotobacterin + Humic acid powder	78,79	42,52	36,27	1,85
5	NPK 50% LBQT + AGN Lite + Humic acid powder	81,38	42,42	38,96	1,92

Kết quả ở Bảng 3.26 cho thấy các công thức bón phối hợp Azotobacterin, AGN Lite với 75% NPK và phối hợp Azotobacterin + Humic acid powder, AGN Lite + Humic acid powder với 50% NPK có ảnh hưởng khác nhau đến tỷ

suất chi phí đầu tư. Trong đó công thức bón 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder đạt tỷ suất chi phí đầu tư cao nhất (BCR = 1,92), tiếp đến là công thức 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder và công thức 100% NPK (BCR = 1,85). Thấp nhất là công thức bón phối hợp Azotobacterin với 75% NPK (BCR trung bình = 1,79). So với công thức đối chứng bón 100% NPK, chi phí phân bón ở công thức bón 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder tăng 2,54%, tổng thu nhập tăng 6,2%, lợi nhuận đạt 38,96 triệu đồng, tăng 10,49%, chỉ số BCR đạt ở mức trung bình, có thể áp dụng được. (*Bảng tính chi tiết phân phụ lục*)

#### 3.2.4.4. Thảo luận

Ảnh hưởng tích cực của việc bón phối hợp phân hóa học với các loại phân hữu cơ, phân vi sinh vật, phân sinh học đến sinh trưởng, năng suất, chất lượng và hiệu quả sản xuất cây dược liệu có sự khác nhau, phụ thuộc vào tỷ lệ cắt giảm lượng bón NPK, bản chất và số lượng các loại phân hữu cơ, phân vi sinh, phân sinh học sử dụng. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng phân hữu cơ (phân chuồng, phân trùn quế) có tác dụng cung cấp dinh dưỡng dễ tiêu và kích thích bộ rễ tăng cường hấp thu các yếu tố dinh dưỡng khoáng [Demir Z, Kiran S, 2020], từ đó gián tiếp nâng cao hiệu suất quang hợp của cây thông qua sự phát triển của hệ thống rễ. Phân vi sinh vật cung cấp dinh dưỡng dễ tiêu cho cây trồng thông qua hoạt động của các chủng vi sinh vật cố định đạm từ khí trời, phân giải các hợp chất có chứa lân, kali khó tan trong đất thành dạng dễ tiêu cây trồng sử dụng được, đồng thời sản sinh các hormone sinh trưởng như gibberellins, cytokinines và auxins, từ đó thúc đẩy cây trồng sinh trưởng [Shevanand A, 2008]. Bón các loại phân vi sinh vật kết hợp với cắt giảm lượng bón phân hóa học là giải pháp nhằm hạn chế ô nhiễm môi trường, [Adesemoye A. O et al, 2009]. Axit humic là một hợp chất hữu cơ cao phân tử được hình thành trong quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong đất. Axit humic liên kết với các nguyên tố vi lượng để hình thành hợp chất chelates, từ đó giải phóng từ

từ và liên tục các nguyên tố vi lượng cung cấp cho cây trồng. Axit humic chứa nhiều nhóm cacbonyl, phenolic, cacbonyl và hydroxyl kết hợp với các mạch cacbon béo hoặc thơm có tác dụng tăng cường khả năng chống chịu các điều kiện stress của cây trồng, thúc đẩy sinh trưởng, tăng năng suất, chất lượng thông qua thúc đẩy quá trình tổng hợp protein, tăng cường khả năng hút nước và dinh dưỡng của cây, tăng hiệu suất sử dụng phân khoáng, đồng thời cải thiện độ phì nhiêu đất [Panda S. R, 2015], [Li Y, 2019], [Pang L et al, 2021].

Kết quả nghiên cứu đối với cây cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa cho thấy bón 100% NPK + phân chuồng, thời gian sinh trưởng ngắn hơn, chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 cao hơn, dẫn đến năng suất cá thể, năng suất dược liệu cà gai leo cao hơn so với các công thức bón NPK 75% và 100% + phân chuồng, phối hợp với Azotobacterin, AGN Lite và Azotobacterin + Humic acid powder, AGN Lite + Humic acid powder. Ngược lại hàm lượng chất khô, hàm lượng glycoalkaloid khi bón phối hợp NPK 75% + Phân chuồng + Azotobacterine hoặc AGN Lite và phối hợp NPK 50% + Phân chuồng + Azotobacterine + Humic acid powder hoặc AGN Lite + Humic acid powder tăng rõ rệt so với bón NPK 100% + phân chuồng. Kết quả này phù hợp với nhận định của một số tác giả trong các công trình nghiên cứu trước đó về ảnh hưởng của quản lý dinh dưỡng tổng hợp đến sinh trưởng, năng suất, chất lượng cây đậu bắp (*Abelmoschus esculentus* (L). Moench) [Patel J.R et al, 2009], [Mahesh Babarao Ghuge et al, 2015], [Vikash Kumar et al, 2017], và cây tía tô chanh (*Coleus forskohlii briq*) [Muruganandam C, 2021], khi cho rằng, các chỉ tiêu sinh trưởng, yếu tố cấu thành năng suất và năng suất tăng khi bón NPK 100% LBQT là do tính dễ tiêu của các yếu tố dinh dưỡng trong phân khoáng, đặc biệt là đạm và kali; các chỉ tiêu chất lượng tăng là do các loại phân hữu cơ, phân vi sinh, phân sinh học có khả năng cung cấp đầy đủ các các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, trung lượng, vi lượng, chất kích thích sinh trưởng, đồng thời tạo môi trường thuận lợi cho cây hấp thu tốt hơn các yếu tố dinh dưỡng từ nguồn phân khoáng.



*Tóm lại:* Các chỉ tiêu sinh trưởng, các yếu tố cấu thành năng suất (trừ chỉ tiêu về hàm lượng chất khô) và năng suất dược liệu ở các công thức bón phối hợp các loại phân vi sinh, phân sinh học với 75% và 50% NPK đều giảm so với bón 100% NPK, song mức giảm thấp và không có ý nghĩa ở xác suất 95%. Ngược lại, hàm lượng glycoalcaloid tăng ở mức độ đáng tin cậy khi cắt giảm 25% và 50% lượng bón NPK theo qui trình của Viện Dược liệu và bổ sung các loại phân vi sinh, phân sinh học, từ đó dẫn đến năng suất glycoalcaloi và hiệu quả sản xuất không giảm mà có xu hướng tăng cao hơn so với bón 100% NPK. Trong đó cao nhất là công thức bón 50% NPK + AGN Lite (6 lít/ha) + Humic acid powder (5 kg/ha): năng suất dược liệu đạt 2,74 tấn/ha/lúa thu hoạch, hàm lượng glycoalcaloid 0,99% (tăng 15,12%), năng suất glycoalcaloid đạt 27,13 kg/ha/lúa thu hoạch, tổng thu nhập đạt 81,38 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (tăng 6,2%), lợi nhuận đạt 38,96 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (tăng 10,5%), so với bón 100% NPK. Tỷ suất chi phí đầu tư đạt mức trung bình (BCR = 1,92).

Trong các công thức bón phối hợp các loại phân vi sinh, phân sinh học với 75% và 50% NPK, ngoài sự khác biệt về hàm lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid khi so sánh giữa công thức 50% NPK + AGN Lite + Humic acid powder với các công thức 75% NPK + Azotobacterin/AGN Lite và 50% NPK + Azotobacterin + Humic acid powder, chênh lệch về các chỉ tiêu sinh trưởng, yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu và năng suất glycoalcaloid không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

### ***3.2.5. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.***

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của lượng bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến sinh trưởng, phát triển, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa cụ thể như sau:

#### ***3.2.5.1. Sinh trưởng, phát triển***

- Thời gian sinh trưởng:

Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến thời gian sinh trưởng của cà gai leo được trình bày trong Bảng 3.27.

**Bảng 3.27. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến thời gian sinh trưởng của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020**

Ký hiệu	Công thức	Thời gian từ trồng/thu hoạch lúa 1 đến...(ngày)			
		Phân cành	Ra hoa	Hình thành quả	Thu hoạch
CT1	100% NPK (PPTT) - ĐC	17	147	155	184
CT2	75% NPK (PPTNG)	15	148	156	187
CT3	100% NPK (PPTNG)	14	149	158	190
CT4	125% NPK (PPTNG)	14	149	158	190
CT5	150% NPK (PPTNG)	13	150	160	193

(Số liệu trung bình 2 lúa thu hoạch)

Ghi chú: PPTT: phương pháp bón phân vào đất truyền thống; PPTNG: phương pháp bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt; ĐC: đối chứng

Kết quả ở Bảng 3.27 cho thấy bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt có ảnh hưởng theo hướng rút ngắn thời gian từ trồng đến phân cành, kéo dài thời gian từ trồng đến ra hoa, hình thành quả và đến thu hoạch. Thời gian sinh trưởng tăng dần từ lượng bón 75% NPK đến 125% NPK, trung bình 190 ngày. Trong đó thời gian từ trồng đến phân cành 14,25 ngày, phân cành đến ra hoa 134,75 ngày, ra hoa đến hình thành quả 9 ngày, hình thành quả đến thu hoạch 32 ngày. Công thức bón phân qua hệ thống tưới nhỏ giọt 150% NPK có thời gian sinh trưởng dài nhất (193 ngày) và thời gian từ trồng đến phân cành ngắn nhất (13 ngày), dài hơn 9 ngày, và ngắn hơn 4 ngày so với công thức đối chứng bón phân truyền thống vào đất 100% NPK.

- Chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1:

Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 tại thời điểm 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa được trình bày trong Bảng 3.28.

**Bảng 3.28. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến động thái tăng trưởng chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 qua các kỳ theo dõi của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 - 2020**

Ký hiệu	Công thức	Chiều cao cây (cm)				Đường kính gốc (cm)				Số cành cấp 1			
		30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch	30 ngày	60 ngày	90 ngày	Thu hoạch
CT1	100% NPK (PPTT)-ĐC	32,42	84,64	107,16	132,91	0,37	0,49	0,72	0,82	3,17	6,67	8,67	10,33
CT2	75% NPK (PPTNG)	33,81	87,54	110,63	138,40	0,38	0,52	0,74	0,88	3,33	7,00	9,17	11,17
CT3	100% NPK (PPTNG)	38,21	99,76	127,29	158,46	0,40	0,56	0,80	0,96	3,67	7,83	10,33	12,67
CT4	125% NPK (PPTNG)	39,94	104,27	132,54	171,58	0,40	0,57	0,82	0,98	4,00	8,83	11,50	13,67
CT5	150% NPK (PPTNG)	40,33	108,05	136,67	173,92	0,41	0,57	0,82	0,98	4,17	9,00	11,67	13,83
	<i>LSD<sub>0,05</sub></i>				22,24				0,12				1,41
	<i>CV%</i>				7,6				7,0				6,1

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả ở Bảng 3.28 cho thấy bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt có ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu sinh trưởng theo hướng tăng chiều cao cây, tăng đường kính gốc và tăng số cành cấp 1 so với công thức đối chứng bón vào đất 100% NPK ở tất cả các kỳ theo dõi 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và khi thu hoạch. Tuy nhiên, mức chênh lệch về các chỉ tiêu chỉ thể hiện rõ từ kỳ theo dõi 60 ngày đến thu hoạch ở các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới từ 100% NPK đến 150% NPK. Công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt 150% NPK có các chỉ tiêu sinh trưởng cao nhất: chiều cao cây khi thu hoạch đạt 173,92 cm, tăng 30,9% (41,01 cm); đường kính gốc đạt 0,98 cm, tăng 19,51% (0,16 cm); số cành cấp 1 đạt 13,83 cành/cây, tăng 33,9% (3,5 cành/cây) so với công thức bón phân vào đất 100% NPK. Mức chênh lệch về các chỉ tiêu sinh trưởng là đáng tin cậy, vượt xa giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt 75% NPK có các chỉ tiêu sinh trưởng tương đương công thức bón vào đất 100% NPK.

Trong các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, các chỉ tiêu sinh trưởng tăng dần từ lượng bón 75% NPK đến 150% NPK. Mức chênh lệch về các chỉ tiêu sinh trưởng thể hiện rõ khi so sánh giữa các lượng bón 100% NPK, 125% NPK và 150% NPK với lượng bón 75% NPK, và giữa lượng bón 125% NPK với lượng bón 100% NPK từ thời kỳ theo dõi 90 ngày đến thu hoạch. Chênh lệch giữa lượng bón 100% NPK với 75% NPK và giữa lượng bón 125% NPK với 100% NPK lần lượt là 20,06 cm và 18,05 cm về chiều cao cây; 0,08 cm và 0,06 cm về đường kính gốc; 1,50 cành và 1,16 cành về số cành cấp 1, tương ứng. Mức chênh lệch về các chỉ tiêu sinh trưởng nêu trên là đáng tin cậy ở xác suất 95%. Ngoài ra, giữa công thức bón 125% NPK và 150% NPK không có sự khác biệt đáng kể về các chỉ tiêu sinh trưởng.

*3.2.5.2. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalkaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa*

**Bảng 3.29. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid của cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020**

Ký hiệu	Công thức	Năng suất cá thể tưới (g/cây)	Hàm lượng chất khô (%)	Năng suất dược liệu (tấn/ha)	Hàm lượng glycoalcaloid (%)	Năng suất glycoalcaloid (kg/ha)
CT1	100% NPK (PPTT) - ĐC	171,23	36,52	2,89	0,90	26,01
CT2	75% NPK (PPTNG)	178,15	34,62	2,94	0,89	25,58
CT3	100% NPK (PPTNG)	209,57	35,21	3,46	0,96	33,22
CT4	125% NPK (PPTNG)	231,43	35,42	3,81	0,99	37,72
CT5	150% NPK (PPTNG)	231,97	35,45	3,83	0,99	37,92
	<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	26,6	5,5	0,38	0,08	5,1
	<i>CV</i> %	6,9	8,3	6,1	4,6	8,5

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và năng suất glycoalcaloid trình bày trong Bảng 3.29 cho thấy:

- Đối với năng suất cá thể:

Bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt làm tăng các chỉ tiêu sinh trưởng về chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 trên cây, dẫn đến làm tăng năng suất cá thể. So với công thức bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống, năng suất cá thể trung bình ở các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đạt 212,78g/cây, tăng 24,27% (41,55 g/cây), trong đó cao nhất là công thức bón 150% NPK, đạt 231,97 g/cây, tăng 35,7%

(60,74g/cây) và thấp nhất là công thức bón 75% NPK, đạt 178,15 g/cây, tương đương với công thức bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống.

Trong các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, năng suất cá thể tăng dần từ lượng bón 75% NPK đến 125% NPK và dừng lại ở ở lượng bón 150% NPK. Chênh lệch về năng suất cá thể giữa các lượng bón 100% NPK, 125% NPK và 150% NPK so với lượng bón 75% NPK, và giữa lượng bón 125% NPK với lượng bón 100% NPK là đáng tin cậy. Chênh lệch về năng suất cá thể giữa lượng bón 100% NPK với 75% NPK là 31,42 g/cây; giữa lượng bón 125% NPK với 100% NPK là 21,86 g/cây, vượt giới hạn sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở xác suất 95%. Giữa công thức bón 125% NPK và 150% NPK không có sự khác biệt đáng kể về năng suất cá thể,

- Đối với hàm lượng chất khô:

Bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt có ảnh hưởng theo hướng làm giảm tỷ lệ chất khô ở tất cả các công thức bón từ 75% NPK đến 150% NPK, tuy nhiên mức giảm thấp và không có ý nghĩa ở xác suất 95%. Hàm lượng chất khô trung bình của các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt là 35,18%, giảm 1,35% so với công thức bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống.

Trong các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, hàm lượng chất khô tăng dần từ mức bón 75% NPK và đạt cao nhất ở mức bón 150% NPK. Chênh lệch giữa các công thức có hàm lượng chất khô thấp nhất (75% NPK) và cao nhất (150% NPK) ở mức là 0,83%, chưa vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa ở xác suất 95%.

- Đối với hàm lượng glycoalcaloid:

Khác với hàm lượng chất khô, bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt có ảnh hưởng theo hướng làm tăng hàm lượng glycoalcaloid khi tăng lượng bón NPK so với phương pháp bón phân truyền thống ở mức độ đáng tin cậy. Hàm lượng glycoalcaloid trung bình của các công thức bón phân thông qua hệ

thống tưới nhỏ giọt ở mức 100% NPK, 125% NPK và 150% NPK đạt 0,98%, tăng 0,08% so với công thức bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống, vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa nhỏ nhất ở xác suất 95%. Công thức bón 75% NPK thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt có hàm lượng glycoalcaloid thấp nhất (0,87%) và thấp hơn so với công thức bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống, song mức chênh lệch thấp và không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

Trong các công thức bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, hàm lượng glycoalcaloid trung bình ở các mức bón 100% NPK, 125% NPK và 150% NPK tăng ở mức độ đáng tin cậy so với công thức bón 75% NPK (tăng 0,11%). Chênh lệch về hàm lượng glycoalcaloid giữa lượng bón 100% NPK với 125% NPK và 125% NPK với 150% NPK thấp và không có ý nghĩa ở xác suất 95%.

- Đối với năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid:

Bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt có ảnh hưởng tích cực đến các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất cá thể và hàm lượng glycoalcaloid, đồng thời giảm hàm lượng chất khô. Song do mức tăng về các chỉ tiêu sinh trưởng năng suất cá thể và hàm lượng glycoalcaloid cao hơn nhiều so với mức giảm về hàm lượng chất khô nên năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid tăng cao so với bón phân theo phương pháp truyền thống ở mức độ đáng tin cậy. Năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid trung bình ở các công thức 75% NPK đến 150% NPK bón thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đạt 3,51 tấn dược liệu/ha/lúa thu hoạch; 33,78 kg glycoalcaloid/ha/lúa thu hoạch, tăng 21,45% (0,62 tấn/ha) về năng suất dược liệu, tăng 29,99% (7,79 kg/ha) về năng suất glycoalcaloid so với bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống. Trong đó cao nhất là công thức 150% NPK đạt 3,83 tấn dược liệu/ha/lúa thu hoạch; 37,88 kg glycoalcaloid/ha/lúa thu hoạch, tăng 32,53% (0,94 tấn/ha) về năng suất dược liệu, tăng 45,74% (11,89 tấn/ha) về năng suất glycoalcaloid; và thấp nhất là công thức 75% NPK, năng suất dược liệu đạt 2,94 tấn/ha/lúa thu hoạch, năng

suất glycoalcaloid đạt 26,17 kg/ha/lúa thu hoạch, tương đương với công thức 100% NPK bón theo phương pháp truyền thống.

Với cùng một lượng bón 100% NPK, bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt năng suất được liệu đạt 3,46 tấn/ha/lúa thu hoạch, năng suất glycoalcaloid đạt 33,34 kg/ha/lúa thu hoạch, tăng 19,72% (0,57 kg/ha) về năng suất được liệu; và tăng 27,7% (7,35 kg/ha) về năng suất glycoalcaloid, so với phương pháp truyền thống, vượt giới hạn sai khác có ý nghĩa nhỏ nhất ở xác suất 95%.

### 3.2.5.3. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa

Hiệu quả bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt được xác định thông qua chỉ tiêu tỷ suất chi phí đầu tư (BCR) đối với năng suất glycoalcaloid. Kết quả xác định các chỉ tiêu về chi phí sản xuất, thu nhập, lợi nhuận và tỷ suất chi phí đầu tư ở các công thức bón phân khác nhau trình bày trong Bảng 3.30.

**Bảng 3.30. Ảnh hưởng của bón phân thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt đến hiệu quả sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2019 -2020**

*Đơn vị tính: Triệu đồng*

Ký hiệu	Công thức	Tổng thu nhập	Tổng chi phí	Lợi nhuận	BCR
CT1	100% NPK (PPTT) - ĐC	78,03	41,37	36,66	1,89
CT2	75% NPK (PPTNG)	76,74	44,42	32,32	1,73
CT3	100% NPK (PPTNG)	99,66	46,66	53,00	2,14
CT4	125% NPK (PPTNG)	113,16	48,61	64,55	2,33
CT5	150% NPK (PPTNG)	113,76	50,44	63,32	2,26

*(Số liệu trung bình 2 lúa thu hoạch)*

Kết quả ở Bảng 3.30 cho thấy so với công thức đối chứng bón 100% NPK theo phương pháp truyền thống, chi phí sản xuất ở công thức bón 125%



NPK thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt tăng 17,5%, tương ứng 7,24 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, trong đó: chi phí phân vô cơ tăng 1,80 triệu đồng/ha, chi phí khấu hao hệ thống tưới 11,5 triệu đồng/ha, chi phí công lao động bón phân tưới nước giảm 6,65 triệu đồng/ha (44,3 công), tổng thu nhập đạt 113,16 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tăng 45,0% (35,13 triệu đồng/ha), lợi nhuận thuần đạt 64,55 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tăng 76,1% (27,89 triệu đồng/ha). (*Bảng tính chi tiết phân phụ lục*)

#### 3.2.5. 4. Thảo luận

So với bón phân vào đất theo PPTT, bón phân theo PPTNG có ảnh hưởng tích cực đến sinh trưởng, phát triển, năng suất, chất lượng và hiệu quả sản xuất cây trồng. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, việc cung cấp đồng thời cả nước và dinh dưỡng dễ tiêu trực tiếp đến phạm vi bộ rễ cây trồng hoạt động trong suốt quá trình sinh trưởng là điều kiện thuận lợi để cây trồng hấp thu dinh dưỡng, tăng tổng lượng dinh dưỡng tích lũy trong cây [Nada R. S, 2010], nâng cao hiệu suất sử dụng phân bón [Solaimalai A et al, 2015], từ đó thúc đẩy cây trồng sinh trưởng, tăng năng suất, chất lượng [Patel N, Rajput T B S, 2001], [Papadopoulos I, Ristimaki Leena M, 2010], [Hadole SS et al, 2020], [Singh A K et al, 2012], [Dineshkumar et al, 2012], [Pawar DD, Dingre SK, 2013], [Ramniwas et al, 2012], [Jeyakumar et al, 2010], [Sadarunnisa et al, 2010].

Trong nghiên cứu đối với cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất dược liệu, năng suất glycoalcaloid tăng liên tục khi tăng lượng bón NPK theo PPTNG từ 75% - 100%, từ 100% - 125% và từ 125-150% LBQT. Điều này cho thấy lượng bón NPK 150% LBQT chưa phải là mức bón tối đa về kỹ thuật. Song do hàm lượng hàm lượng glycoalcaloid đạt cao nhất ở 125% LBQT và dừng lại ở lượng bón 150% LBQT, nên mức tăng về năng suất glycoalcaloid thấp, chưa bù đủ chi phí mua phân bón tăng thêm, dẫn đến tỷ suất chi phí đầu tư (BCR) đạt cao nhất ở lượng bón NPK 125% LBQT. Các kết quả tương tự khi tăng lượng bón NPK thông qua hệ thống tưới

nhỏ giọt đối với sinh trưởng, năng suất cây trồng đã được ghi nhận trong nghiên cứu của một số tác giả trước đó đối với cây cà tím [Badr MA,2015], [Hadole SS et al, 2020], cà chua [Xiukang W, 2016].

*Tóm lại:* Trong điều kiện đất đồi tỉnh Thanh Hóa, nền bón 10 tấn phân chuồng/ha/lúa thu hoạch, bón phân cho cà gai leo thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt ở các mức 75%, 100%, 125% và 150% NPK theo qui trình của Viện Dược liệu ( $100\text{ N} + 75\text{ P}_2\text{O}_5 + 62,5\text{ K}_2\text{O}$ ), trong đó đạm và kali bón thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, lân bón vào đất theo phương pháp truyền thống, có tác dụng thúc đẩy sinh trưởng, tăng năng suất dược liệu, tăng hàm lượng glycoalcaloid một cách rõ rệt, trong đó công thức bón 125% NPK đạt hiệu quả sản xuất cao nhất. So với công thức bón NPK 100% theo PPTT, chi phí sản xuất đầu vào tăng 21,9% (9,07 triệu đồng/ha), năng suất dược liệu đạt tăng 31,83% (0,92 tấn/ha/lúa thu hoạch), hàm lượng glycoalcaloid tăng 0,09%, năng suất glycoalcaloid tăng 45,0% (11,71kg/ha), tổng thu nhập tăng 45,8% (35,72 triệu đồng/ha), lợi nhuận tăng 72,% (26,66 triệu đồng/ha), tỷ suất chi phí đầu tư đạt cao nhất ( $\text{BCR} = 2,26$ , so với 1,89 ở công thức bón NPK 100% theo phương pháp truyền thống).

### **3.3. Kết quả xây dựng mô hình ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa.**

Kết quả theo dõi các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của mô hình trình bày trong Bảng 3.31 cho thấy mô hình ứng dụng tổng hợp kết quả nghiên cứu có các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả kinh tế cao hơn hẳn so với mô hình đối chứng. Các chỉ tiêu chiều cao cây, đường kính gốc, số cành cấp 1 tăng trung bình 8,3%. Năng suất dược liệu đạt 3,92 tấn/ha/lúa thu hoạch, tăng 35,8% (1,04 tấn/ha). Hàm lượng glycoalcaloid đạt 0,97% tăng 0,06%. Năng suất glycoalcaloid 38,02 kg/ha/lúa thu hoạch, tăng 44,9% (11,79 kg/ha).

**Bảng 3.31. Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật mô hình thực nghiệm ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, năm 2020 – 2021**

TT	Chỉ tiêu theo dõi	Mô hình đối chứng	Mô hình thực nghiệm
<b>1</b>	<b>Sinh trưởng</b>		
	Tỷ lệ cây sống sau trồng (%)	93,33	96,00
	Thời gian từ trồng đến thu hoạch (ngày)	181,00	189,00
	Chiều cao cây khi thu hoạch (cm)	135,52	152,14
	Đường kính gốc khi thu hoạch (cm)	0,93	0,96
	Số cành cấp 1 trên cây khi thu hoạch	10,37	11,35
	Mật độ cây thu hoạch (1000 cây/ha)	48,00	62,22
<b>2</b>	<b>Năng suất, chất lượng dược liệu</b>		
	Năng suất cá thể tươi (g/cây)	171,48	183,75
	Hàm lượng chất khô (%)	36,55	36,14
	Năng suất dược liệu (tấn/ha/lứa thu hoạch)	2,88	3,92
	Hàm lượng glycoalcaloid (%)	0,91	0,97
	Năng suất glycoalcaloid (kg/ha//lứa thu hoạch)	26,23	38,02
<b>3</b>	<b>Chi phí sản xuất (1000 đ /ha/lứa thu hoạch)</b>	<b>41.303</b>	<b>51.804</b>
	Giống	62.500	8.330
	Làm đất	2.000	2.000
	Phân bón	10.700	13.546
	Công lao động	22.410	16.440
	Khấu hao hệ thống tưới nhỏ giọt	-	11.500
<b>4</b>	<b>Hiệu quả kinh tế (1000 đ /ha/lứa thu hoạch)</b>		
	Tổng thu nhập	78.680	114.072
	Lợi nhuận	37.388	62.268
	Tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên (MBCR)		3,37

(Số liệu trung bình 2 lứa thu hoạch)

So với mô hình đối chứng, chi phí sản xuất trong mô hình ứng dụng tổng hợp các kết quả nghiên cứu tăng 25,4% (10,52 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch), trong đó chi phí khấu hao hệ thống tưới 11,5 triệu đồng/ha, giống tăng 2,08 triệu đồng/ha (do tăng mật độ trồng), phân bón tăng 2,84 triệu đồng/ha, công lao động giảm 5,92 triệu đồng/ha (giảm 40 công/ha do giảm công tưới nước và bón phân thủ công), song do năng suất dược liệu và hàm lượng glycoalcaloid tăng cao dẫn đến tổng thu nhập đạt cao (114,07 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch), tăng 44,9% (35,38 triệu đồng/ha), lợi nhuận đạt 62,26 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tăng 66,5% (24,88 triệu đồng/ha), tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên đạt mức cao ( $MBCR = 3,37$ ), rất thuận lợi để phổ biến áp dụng trong sản xuất

*(Bảng tính chi tiết phần phụ lục)*

## KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 1. Kết luận

1.1. Vùng đồi phía Tây tỉnh Thanh Hóa có khí hậu nhiệt đới gió mùa, tài nguyên đất phong phú, trong đó đất nâu đỏ (34.910 ha) có độ phì nhiêu cao, phân bố tập trung, thích hợp cho phát triển các vùng sản xuất dược liệu theo GACP-WHO. Trong những năm qua, cà gai leo đã được trồng trong vườn đồi của nông dân đạt năng suất và hiệu quả sản xuất cao. Song do sản xuất nhỏ lẻ, tự phát theo phong trào, thiếu thông tin về các biện pháp kỹ thuật thâm canh, thiếu sự gắn kết giữa nông dân với các đơn vị thu mua dược liệu, dẫn đến hạn chế phát triển sản xuất.

1.2. Kết quả nghiên cứu kỹ thuật thâm canh (nhân giống, trồng) cà gai leo trên đất nâu đỏ vùng đồi tỉnh Thanh Hóa:

1.2.1. Xử lý auxin (IAA, IBA, NAA) làm tăng tỷ lệ bật chồi, ra rễ và thúc đẩy sinh trưởng của chồi giâm cà gai leo, trong đó thích hợp nhất IBA 500 ppm. Các chỉ tiêu về tỷ lệ bật chồi, chiều dài rễ, khối lượng rễ, chiều dài chồi, đường kính chồi, số đôi lá của chồi giâm khi xuất vườn (70 ngày, từ ngày giâm hom) đều cao hơn so với công thức không xử lý và xử lý riêng biệt hoặc kết hợp IAA, IBA, NAA ở các nồng độ khác. Nồng độ xử lý auxin cao hạn chế sự bật mầm, ra rễ và sinh trưởng của chồi giâm.

1.2.2. Tương tác giữa thời vụ trồng với chiều rộng luống và khoảng cách trồng có ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất, trong đó thích hợp nhất là thời vụ trồng 5/10, chiều rộng luống 1,0 m, khoảng cách trồng 40 x 30 cm: năng suất dược liệu đạt 3,58 tấn/ha/lứa thu hoạch, hàm lượng glycoalcaloid 0,88%, lợi nhuận thuần 51,042 triệu đồng/ha/lứa thu hoạch, tỷ suất chi phí đầu tư đạt mức cao (BCR = 2,17).

1.2.3. Đạm có tác dụng thúc đẩy sinh trưởng, tăng năng suất dược liệu, tăng hàm lượng glycoalcaloid ở các lượng bón thấp. Lân và kali có xu hướng làm tăng hàm lượng glycoalcaloid khi tăng lượng bón. Trên nền bón 10 tấn phân chuồng, lượng bón tối thích về kinh tế (kg/ha/lứa thu hoạch) đối với năng suất glycoalcaloid là 96,3 N + 92,0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 74,4 K<sub>2</sub>O.

1.2.4. Cắt giảm lượng bón phân khoáng, phối hợp với phân vi sinh vật, phân sinh học không làm tăng năng suất dược liệu, song có tác dụng tăng hàm glycoalcaloid, tăng hiệu quả sản xuất, trong đó thích hợp nhất là công thức bón (ha/lúa thu hoạch) 50 N/ + 37,5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 31,3 K<sub>2</sub>O + 10 tấn phân chuồng + 6 lit AGN Lite + 5 kg Humic acid powder: Năng suất dược liệu đạt 2,74 tấn/ha/lúa thu hoạch, hàm lượng glycoalcaloid 0,99%, lợi nhuận thuần 38,96 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tỷ suất chi phí đầu tư đạt mức trung bình (BCR = 1,92).

1.2.5. Bón phân khoáng thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt làm tăng đáng kể năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất, trong đó thích hợp nhất là công thức bón (ha/lúa thu hoạch) 125 N + 93,8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 78,1 K<sub>2</sub>O + 10 tấn phân chuồng. Năng suất dược liệu đạt 3,81 tấn/ha/lúa thu hoạch, hàm lượng glycoalcaloid 0,99%, lợi nhuận thuần 64,55 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch, tỷ suất chi phí đầu tư đạt mức cao (BCR = 2,26).

1.3. Mô hình thực nghiệm ứng dụng tổng hợp kết quả nghiên cứu có các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất dược liệu, hàm lượng glycoalcaloid và hiệu quả sản xuất cao hơn hẳn so với mô hình đối chứng: Năng suất dược liệu đạt 3,92 tấn/ha/lúa thu hoạch (tăng 36,1%), hàm lượng glycoalcaloid 0,97% (tăng 0,06%), năng suất glycoalcaloid 38,02 kg/ha/lúa thu hoạch, tổng thu nhập 114,07 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (tăng 44,9%), lợi nhuận thuần 62,26 triệu đồng/ha/lúa thu hoạch (tăng 66,5%), tỷ suất chi phí lợi nhuận cận biên đạt mức cao (MBCR = 3,37), mức chấp nhận cho phát triển.

## **2. Đề nghị**

Kết quả nghiên cứu của đề tài luận án được xác định trên cơ sở các thí nghiệm đồng ruộng, được kiểm chứng qua mô hình ứng dụng tổng hợp kết quả nghiên cứu, có so sánh với mô hình đối chứng, đảm bảo tính khả thi và mức độ tin cậy cao. Đề nghị cho bổ sung quy trình kỹ thuật và phổ biến vận dụng trong sản xuất cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, các địa phương trong cả nước có điều kiện tương tự (*Dự thảo kỹ thuật thâm canh cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa, kèm theo*).

**DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ  
CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. L. H. Tien, L. D. Chac, L. T. L. Oanh, P. T. Ly, H. T. Sau, N. Hung, V. Q. Thanh, R. V. Doudkin, B. B. Thinh (2020), “Effect of auxins (IAA, IBA and NAA) on clonal propagation of *Solanum procumbens* stem cuttings”, *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21 (55-56):113-120; 2020 ISSN: 0972-2025.
2. Lê Hùng Tiến, Trần Công Hạnh, Nguyễn Bá Hoạt (2022), “Ảnh hưởng của lượng bón đạm, lân, kali đến sinh trưởng, phát triển, năng suất, hàm lượng glycoalcaloid của cây cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance) trồng trên đất đồi tại huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hóa”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, số 13/2022, tr 46 - 54.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Đỗ Huy Bích và cộng sự (2004), *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam, Tập 1*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
2. Bộ Y tế (2018), *Dược điển Việt Nam, Tập 2, xuất bản lần thứ 5*, NXB Y học, Hà Nội.
3. Bộ Y tế (2009), *Thông tư số 14/2009/TT-BYT, ngày 3/8/2009, Hướng dẫn triển khai áp dụng các nguyên tắc, tiêu chuẩn “Thực hành tốt trồng trọt và thu hái cây thuốc” theo khuyến cáo của Tổ chức Y tế Thế giới.*
4. Bộ Y tế (2017), "Công tác phát triển dược liệu Việt Nam trong giai đoạn hiện nay", *Hội nghị trực tuyến của Chính phủ về công tác phát triển dược liệu Việt Nam*, Lào Cai, ngày 12/4/2017, Bộ Y tế, 1-50.
5. Bộ Y tế (2019), *Thông tư số 19/2019/TT-BYT, ngày 30/7/2019, Quy định thực hành tốt nuôi trồng, thu hái dược liệu và các nguyên tắc, tiêu chuẩn khai thác dược liệu tự nhiên.*
6. Võ Văn Chi (2018), *Từ điển cây thuốc Việt Nam, Tập 1*, NXB Y học, Hà Nội.
7. Cục thống kê tỉnh Thanh Hóa (2021), *Niên giám thống kê tỉnh Thanh Hóa 2020*, NXB Thống kê.
8. Phùng Thị Thu Hà, Phạm Thị Huyền Trang, Nguyễn Hữu Cường (2017), “Đặc điểm thực vật học và một số biện pháp kỹ thuật trồng cà gai leo tại Gia Lâm Hà Nội”, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 15(2), 146-154.
9. Nguyễn Huy Hoàng và cộng sự (2017), *Phương pháp thí nghiệm và thống kê sinh học*, NXB Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội.
10. Huỳnh Thị Thu Huệ, Nguyễn Thị Thanh Hoa, Lê Thị Thu Hiền và cộng sự (2021), “Phân tích vùng gen *trnl-trnf* trên cây cà gai leo



- (*Solanum procumbens* Lour.) của Việt Nam”, *Tạp chí Công nghệ Sinh học*, 19(2), 309-319.
11. Nguyễn Minh Khai, Nguyễn Bích Thu, Phạm Kim Mãn và cộng sự (2000), "Nghiên cứu tác dụng ức chế quá trình xơ của cà gai leo trên mô hình gây xơ gan thực nghiệm", *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 1987 - 2000*, Viện Dược liệu.
  12. Nguyễn Văn Kiên, Lê Hùng Tiến, Lê Chí Hoàn và cộng sự (2019), “Nghiên cứu ảnh hưởng một số biện pháp kỹ thuật canh tác đến sinh trưởng, phát triển, năng suất cây lạc tiên (*Passiflora Foetida* L.) tại Thanh Hóa”, *Tạp chí khoa học và công nghệ Trường Đại học Hùng Vương*, 16(3), 26-35.
  13. Đỗ Tất Lợi (2015), *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*, NXB Y học, Hà Nội.
  14. Trần Trung Nghĩa, Phạm Thị Lý, Nguyễn Xuân Sơn (2021a), “Nghiên cứu xây dựng quy trình trồng rau đắng đất (*Glinus Oppositifolius*) tại Thanh Hóa”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 2016-2020*, Viện Dược liệu, 190-196.
  15. Trần Trung Nghĩa, Nguyễn Văn Tài, Nguyễn Xuân Sơn (2021b), “Nghiên cứu xây dựng quy trình trồng rau đắng biển (*Bacopa monnieri* (L.) Wettst.) tại Thanh Hóa”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 2016-2020*, Viện Dược liệu, 201-206.
  16. Đào Văn Núi, Đặng Thị Hà (2021), “Nghiên cứu biện pháp kỹ thuật để xây dựng quy trình trồng bồ công anh (*Lactuca indica* L.) tại Hà Nội”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 2016-2020*, Viện Dược liệu, 196-201.
  17. Quốc hội khóa XIII (2011 -2016), *Luật Dược, luật số 105/2016/QH13, ngày 06/4/2016*.

18. Hoàng Thị Sáu (2019), “Tuyển chọn mẫu giống cây cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance.) có năng suất, chất lượng dược liệu cao tại Thanh Hóa”, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Hồng Đức*, (44), 99-110.
19. Hoàng Thị Sáu, Phạm Thị Lý (2016), “Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật trồng cà gai leo đạt năng suất, chất lượng dược liệu cao tại Thanh Hóa tạo nguyên liệu sản xuất thuốc”, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Hồng Đức*, (30), 79-88.
20. Sở Tài nguyên & Môi trường Thanh Hóa (2012), “*Báo cáo thuyết minh bản đồ đất, tỷ lệ 1:25000 của 11 huyện miền núi, tỉnh Thanh Hóa*”
21. Hoàng Minh Tấn, Vũ Quang Sáng, Nguyễn Kim Thanh (2006), *Giáo trình Sinh lý thực vật*, NXB Đại học Sư phạm.
22. Lê Đức Thanh, Ngô Thị Minh Huyền, Trần Hữu Khánh Tân và cộng sự (2021), “Nghiên cứu nhân giống vô tính thiên niên kiện (*Hamalomena pierreana* Engl.) tại Phú Quốc, Kiên Giang”, *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, 2(7), 59-65.
23. Trịnh Thị Thanh, Trương Xuân Sinh, Nguyễn Tài Toàn và cộng sự (2018), “Ảnh hưởng của mật độ trồng và công thức phân bón đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cây cà gai leo tại huyện Con Cuông”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ Nông Nghiệp*, 2(3), 961-977.
24. Nguyễn Hữu Thiện, Nguyễn Thị Hạnh, Đinh Thị Thu Trang (2019), “Nghiên cứu mật độ và liều lượng phân bón thích hợp cho cây cà gai leo tại tỉnh Phú Thọ”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 1(98), 52-55.
25. Nguyễn Thị Thụ, Nguyễn Quỳnh Nga, Trần Đình Lâm (2021), “Thu thập và nhân giống cây dạ cầm (*Hedyotis capitellata* Wall.) bằng phương pháp giâm hom”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 2016 - 2020*, Viện Dược liệu, 139-143.

26. Nguyễn Bích Thu, Nguyễn Minh Khai, Đoàn Thị Nhu và cộng sự (2000b), “Nghiên cứu tác dụng của cà gai leo trên collagenase”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 1987-2000*, Viện Dược liệu, 89-90.
27. Nguyễn Bích Thu, Nguyễn Minh Khai, Đỗ Thị Phương và cộng sự (2000c), “Nghiên cứu hoạt tính chống oxy hóa của cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance), solanaceace”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 1987-2000*, Viện Dược liệu, 91-92.
28. Nguyễn Bích Thu, Phạm Kim Mãn, Âu Văn Yên và cộng sự (2000a), Nghiên cứu thành phần hóa học cây cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance), solanaceace, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 1987-2000*, Viện Dược liệu, 81-82.
29. Lê Hùng Tiến, Hoàng Thị Sáu, Phạm Thị Lý và cộng sự (2020), “Hoàn thiện quy trình kỹ thuật trồng và xây dựng mô hình trồng cà gai leo (*Solanum hainanense* Hance,) theo hướng GACP tại Thanh Hóa”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức*, (50), 108-111.
30. Hoàng Kim Toàn, Nguyễn Ngọc Thảo, Trần Đăng Hòa và cộng sự (2017), “Quy trình nhân giống cà gai leo (*Solanum hainanense*) bằng phương pháp giâm cành”. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*, 1(2), 371-380.
31. Hoàng Kim Toàn, Lê Văn Tình, Trần Thị Thu Giang và cộng sự (2018), “Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật nhân giống cây cà gai leo (*Solanum procumbens*), *Tạp chí Khoa học Đại Học Huế*, (127), 159-170.
32. Âu Văn Viên, Nguyễn Thị Dung, Đoàn Thị Nhu và cộng sự (2000), “Nghiên cứu tác dụng chống viêm mãn và tác dụng giảm đau của nhóm glycoalcaloid chiết từ thân và lá cà gai leo (*Solanum procumbens* Lour.) solanaceace”, *Công trình nghiên cứu khoa học Viện Dược liệu 1987-2000*, Viện Dược liệu, 86–88.

33. Viện Dược liệu (2016), *Danh lục cây thuốc Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
34. Viện Dược liệu (2022), “*Quy trình kỹ thuật nhân giống, trồng và sơ chế một số cây dược liệu theo GACP-WHO*”
35. Viện Dược liệu (2013), *Kỹ thuật trồng cây thuốc*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
36. Vũ Hữu Yêm (1998), *Giáo trình phân bón và cách bón phân*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.

### **Tiếng Anh**

37. Adesemoye A.O, Torbert H.A, Kloepper J.W (2009), “Plant growth–promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers”, *Microbiology Eco*, 1(58), 921-929.
38. Ahn K (2017), “The worldwide trend of using botanical drugs and strategies for developing global drugs”, *BMB Reports*, 50(3), 111-116.
39. Alan Toogood (1999), *Plant Propagation*. Published by DK Publishing.
40. Anil K, Choudhary RS, Bana Vijay Pooniya (2008), “Integrated crop management practices for enhancing productivity, resource-use efficiency, soil health and livelihood security”, *ICAR–Indian Agricultural Research Institute New Delhi*, Sponsored by Department of Agriculture, Cooperation & Farmers’ Welfare Ministry of Agriculture & Farmers’ Welfare Govt. of India, New Delhi.
41. Anurag Singh, Prasad VM, Srivastva R et al (2020), “Effect of integrated nutrient management on growth, yield and quality of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) cv. Kashi Pragati”, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(2): 1978-1984
42. Arsham A (2013), “Effect of Mineral and Organic Fertilizers on the Growth and Calyx Yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)”, *Int J of Manures and Fertilizers*, 2(12), 434- 436.

43. Atanasov, Atanas G, Waltenberger et al (2015), "Discovery and resupply of pharmacologically active plantderived natural products: A review", *Biotechnology Advances*, 33(8).
44. Awuchi, Chinaza Godswill (2019), "Medicinal plants: The medicinal, food, and nutritional biochemistry and use" *International Journal of Advanced Academic Research Sciences, Technology and Engineering*, 5(11), 220-241.
45. Badr MA, Shedeed SI, Hussein SDA (2015), "Fruit Yield, Nutrient Availability and Fertilizer Recovery of Eggplants under Fertigation of Acid Forming Fertilizer Compounds", *Current Science International*, 04(03):393-401.
46. Balemi T (2012), "Effect of Integrated Use of Cattle Manure and Inorganic Fertilizers on Tuber Yield of Potato in Ethiopia" *J of Soil Sci and Plant Nutrition*, 12(2), 253-261.
47. Bar-Yosef B (1999), "Advances in fertigation", *Elsevier publisher*, (65), 1-77.
48. Bastida, Jaume, Lavilla and et al (2006), "Chemical and Biological Aspects of Narcissus Alkaloids", *In Cordell, G. A. (ed.) The Alkaloids: Chemistry and Biology*, (06), 87–179.
49. Bekeko Z (2014), "Effect of enriched farmyard manure and inorganic fertilizers on grain yield and harvest index of hybrid maize (BH-140) at Chiro, Eastern Ethiopia", *Afr. J. of Agricultural Res*, 9 (7), 663-669.
50. Boroomand, Mohammad Sadat Hosseini Grouh (2012), "Macroelements nutrition (NPK) of medicinal plants: A review", *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(12), 2249-2255.
51. CIMMYT (1988), "From Agronomic data to farmer recommendations: An economics training manual", *Completely revised edition. Mexico, D.F.*

52. Cunningham, A.B. (1991), "Management of medicinal plant resources", *In Seyani, J.H. & A.C. Chikuni, eds., Proceedings of the 13th Plenary Meeting of AETFAT Zomba, Malawi*, (1), 173–189.
53. Darzi MT, Haj Seyed Hadi MH, Yasa N (2005), "Effects of sowing date and plant density on yield and quality of *Foeniculum vulgare* Mill.", *J Agronomy*, (2), 27-36.
54. DaSilva, Cecilia (2013), "The high polyphenol content of grapevine cultivar tannat berries is conferred primarily by genes that are not shared with the reference genome", *The Plant Cell*, 25(12), 4777–4788.
55. Demir Z, Kiran S (2020), "Effect of vermicompost on macro and micro nutrients of lettuce (*Lactuca sativa* var. Crispa) under salt stress
56. Doungous O, Minyaka E, Medza-Mve SD et al ( 2019), "Improving propagation methods of *Gnetum africanum* and *G. buchholzianum* from cuttings for rapid multiplication, domestication and conservation", *Agroforestry Systems*, 93(4),1557-1565.
57. Ebadi M, Azizi M, Omidbaigi R et al (2009), "Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent and composition of Chamomile (*Matricaria recutita* L.) cv. Presov", *Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, (26), 269-308.
58. Ekor, Martins (2013), "The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety", *Frontiers in Pharmacology*, 4(3), 202.
59. Elumalai A, Eswariah M (2012), "Herbalism-A Review", *International Journal of Phytotherapy*, 2(2), 96-105.
60. FAO (2003), "WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants", *World Health Organization Geneva*, 2003.

61. Farzad Gerami, Parviz Rezvani Moghaddam, Reza Ghorbani et al (2018), "Influence of planting date and plant density on morphological characteristics, seed yield and essential oil percentage of oregano (*Origanum vulgare* L.)", *Journal of Applied Horticulture*, 20(3), 171-176.
62. Felix Nchu, Yonela Matanzima and Charles P. Laubscher (2017), Prospects of N Fertilization in Medicinal Plants Cultivation, *Nitrogen in Agriculture – Updates*, Published by Intech, World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher, chapter 11
63. Geoff Bryant (2006), "Plant Propagation A to Z: Growing Plants for Free", Publish by Firefly Books.
64. Ghimire R, Adhikari KR, Chen ZS (2011), "Soil Organic Carbon Sequestration as Affected by Tillage, Crop Residue, and Nitrogen Application in Rice-Wheat Rotation System", *Paddy Water Environ*, (10), 95-102.
65. Hadole SS, Gopal Patidar, Sarap PA et al (2020), "Effect of fertigation on growth, quality and yield of Brinjal". *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 526-530
66. Hartmann HT, Kester DE Plant propagation (1975), "Principles and practices", *Prentice - Hall*.
67. Haynes R, Naidu R (1998), "Influence of Lime, Fertilizer and Manure Applications on Soil Organic Matter Content and Soil Physical Conditions", *A review. Nutr. Cycle. Agroecosys*, (51), 123-137.
68. Heidari F, ZehtabSalmasi S, Javanshir A et al (2008), "The effects of plant densities on yield and essential oil of Peppermint (*Mentha apiperita* L.)", *J Sci Tech Agri Nat Res*, (45), 501-519.
69. Henrique A, Campinhos EN, Ono EO, Pinho SZD (2006), "Effect of plant growth regulators in the rooting of Pinus cuttings", *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(2), 189-196.

70. Hudson Hartman, Dale Kester, Fred Davis et al (2011), *Plant Propagation: Principles and Practices*, Published by Prentice Hall.
71. Husen A, Iqbal M, Siddiqui SN, and et al (2017), “Effect of indole-3-butyric acid on clonal propagation of mulberry (*Morus alba* L.) stem cuttings: Rooting and associated biochemical changes”, *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci*, 87(1), 161-166.
72. Ibrahim MH, Jaafar HZ, Karimi E et al (2013), “Impact of organic and inorganic fertilizers application on the phytochemical and antioxidant activity of kacip fatimah (*Labisia pumila* Benth)”, *Molecules*, (18), 10973-10988.
73. Jeyakumar P, Amutha A, Balamohan TN et al (2010), “Fertigation Improves Fruit Yield and Quality of Papaya”, *Acta Horti*, 851:56.
74. Kafkafi U, Tarchitzky J (2011), “Fertigation a tool for efficient fertilizer and water management”, *International Fertilizer Industry Association (IFA) International Potash Institute (IPI) Paris, France*.
75. Kamila PK, Das PK, Mohapatra PK, Panda PC (2020), “Effect of auxins on rooting of stem cuttings in *Hypericum gaitii*”, *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 26(4),423-434.
76. Kaola M, Hema H, Some K et al (2013), “Effects of organic and inorganic fertilizers on total antioxidant, polyphenolic and carotenoid contents of organic fleshed sweet potato tubers”, *Journal of Natural Sciences Research*, 3(6), 23-30.
77. Kesari V, Krishnamachari A, Rangan L (2009), “Effect of auxins on adventitious rooting from stem cuttings of candidate plus tree *Pongamia pinnata* (L.), a potential biodiesel plant”, *Trees*, 23(3), 597-604.
78. Kontoh IH (2016), “Effect of growth regulators and soil media on the propagation of *Voacanga africana* stem cuttings”, *Agroforestry Systems*, 90(3), 479-488.



79. Li Y (2019), "Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: A three-year experiment". *Sci. Rep.* 9(1), 1–9.
80. Loundou P.M (2008), "*Medicinal plant trade and opportunities for sustainable management in the cape peninsula, South Africa*", MSc thesis, University of Stellenbosch, South Africa, 1-103.
81. Ludwig-Muller J (2000), "Indole-3-butyric acid in plant growth and development". *Plant Growth Regulation*, 32(2-3), 219-230.
82. Mahipal, Shekhawat, Ma Manokari (2016), "Impact of Auxins on vegetative propagation through stem cuttings of *Couroupita guianensis* Aubl", *A Conservation Approach. Scientifica*, (10), 132-136.
83. Malhi S, Nyborg M, Goddard T et al (2011), "Long-term tillage, straw management and N fertilization effects on quantity and quality of organic C and N in a black chernozem soil", *Nutr. Cycle. Agroecosy.* (90), 227-241.
84. Maske S.N, Munde G.R, Maske N.M (2015), "Effect of manures and fertilizer on brinjal (*Solanum melongena* L.) cv. Krishna", *Bioinfolet*, (1), 678- 679.
85. Matthews R.B, Pilbeam C (2005), "Modeling the long-term productivity and soil Fertility of maize/millet cropping systems in the mid-hills of Nepal", *Agric. Ecosyst. Environ*, 1(11), 119-139.
86. Muller Schwarze, Dietland (2006), *Chemical Ecology of Vertebrates*. Cambridge University Press. 287. ISBN 978-0-521-36377-8.
87. Muruganandam C, Ezhilnilavu R, Sivasankar S (2021), "Effect of integrated nutrient management on growth parameters medicinal *Coleus (coleus forskohlii* Briq.), *Plant Archives Vol. 21, Supplement 1*, pp. 2525-2528 e-ISSN: 2581-6063 (online), ISSN: 0972-5210.

88. Nadeem M, Palni L.M.S, Purohit A.N et al (2000), “Propagation and conservation of podophyllum hexandrum royle”, *An important medicinal herb, Biol, Conserv*, 92(1):121-129.
89. Nanda RS (2010), “Fertigation to enhance farm productivity”, *Indian J Fertilisers*, 6(2):13-16, 19-22.
90. Nithiya T, Alphonse J, Ligoriya M (2015), “Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, phenolic compounds and antioxidant activity of *Solanum nigrum*. L.”, *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(5), 808-822.
91. Palm C.A, Myers R.J.K, Nandwa S.M (1997), “Combined use of organic and inorganic nutrient sources for soil fertility maintenance and replenishment in buresh R.J, Sanchez, P.A, and Calhoun, F. (Eds.) replenishing soil fertility in Africa”, *Soil Science Society of America, Madison, Wis*, 193-217.
92. Panda S. R, Mukherjee M, De S, (2015) “Preparation, characterization and humic acid removal capacity of chitosan coated iron-oxidepolyacrylonitrile mixed matrix membrane”, *J. Water Process Eng.* 6, 93–104.
93. Pang L, Song F, Song X et al (2021),“ Effects of different types of humic acid isolated from coal on soil NH<sub>3</sub> volatilization and CO<sub>2</sub> emissions”, *Environ Res*, 194:110711.
94. Papadopoulos I, Ristimaki Leena M (2010), “Nitrogen and phosphorus fertigation of tomato and eggplant”, *International Horticultural Congress, Culture Techniques with Special Emphasis on Environmental Implications - Nutrient Management*, Accessed.
95. Patel J.R, Patel J.B, Upadhyay P.N (2009), “The Effect of various agronomic practices on the yield of chicory (*Cichorium intybus*)”, *Ournal of Agricultural Science*, (135), 271-278.

96. Patel N, Rajput T.B.S (2001), "Effect of fertigation on growth and yield of onion", *Micro Irrigation, CBIP Publication*, (282), 451.
97. Pawar DD, Dingre SK (2013), "Influence of fertigation scheduling through drip on growth and yield of banana in western Maharashtra, Indian", *J Hort*, 70(2):200-205.
98. Pillai G.S, Sadheeshna Kumari S, Mahesh Kumar M.K et al (2017), "Medicinal plant cultivation through participation of women groups and individual farmers to enhance the resource base of raw materials", *In Medicinal Plants-Benefit Sharing, Development, Conservation. Pradeepkumar, S. Amruth, M. Raghu, A. V. Mohammed Kunhi K.V. Raveendran V.P. (eds.) KSCSTE-KFRI*, 40-46.
99. Raghu A.V, Amruth M, Muhammed Kunhi K.V et al (2018), "Prospects in conservation of medicinal plants", *ISBN*, 81-85041-99-7, 7-85.
100. Rajeswara Rao B.R, Syamasundar K.V, Rajput D.K et al. (2012), "Biodiversity", *Journal of Pharmacognosy*, 3(2) 59-62.
101. Ramniwas Kaushik, Sarola RA, Sunil Pareek DK et al (2012), "Effect of irrigation and fertigation scheduling growth and yield of guava (*Psidium guajava* L.) under meadow orcharding", *African J Agri. Res*, 7(47):6350-6356.
102. Rolston D.E, Rauschkolb R.S (1981), "Applying nutrients and other chemicals to trickle irrigated crops", *California Division of Agricultural Sciences Bulletin*.
103. Roy R.N, Finck A, Blair G.J et al (2006), "Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management", *FAO fertilizer and plant nutrition bulletin* (16).
104. Royal Botanic Gardens (2016), "State of the World's plants report - 2016". *Royal Botanic Gardens, Kew*.

105. Sadaf Shahab, Nuzhat Ahmed, Nasreen Khan (2009), "Indole acetic acid production and enhanced plant growth promotion", *African Journal of Agricultural Research*, 4(11), 1312 – 1316.
106. Sadarunnisa S, Madhumathi C, Hari Babu K et al (2010), "Effect of fertigation on growth and yield of *papaya* Cv. Red Lady", *Acta. Horti*, 851:61.
107. Sarmadnya G.R, Kochaki A (1990), *Crop Physiology*, Jahad Daneshghahi of Mashhad Publications, Iran.
108. Sato K, Takahashi K (1983), "An Analysis of the Border Effect in the Rice Paddy Fields". |*Japanese Journal of Crop Science* 52: 168-176.
109. Saumya M.T, Surendra T, Hrideek T.K (2014), "Vegetative propagation for different physiological ages of *Embelia ribes* cuttings in different seasons". *Res. J. Agric. For. Sc*, 2(2):8-12.
110. Schippmann Uwe, Leaman, Danna J (2002), "Impact of cultivation and gathering of medicinal plants". *Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome. Food and Agriculture Organization.*
111. Seghatoleslami M.J, Ahmadi Bonakdar K (2009), "The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of Fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.)", *Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, (26), 265-274.
112. Sevik H, Guney K (2013), "Effects of IAA, IBA, NAA and GA3 on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings", *The Scientific World Journal*, 1-5.
113. Shahzad U, Kareem A, Altaf K et al (2019), "Effects of auxin and media additives on the clonal propagation of guava cuttings (*Psidium guajava* L.) Var. Chinese Gola", *J. Agri. Sci. Food Res*, 10(3), 1-5.

114. Shevanand A (2008), "Influence of bio-fertilizers on the availability of nutrients NPK in soil in relation to growth and Yield of *Stevia rebaudiana* grown in south India. International", *Journal of Applied Research in Natural Products*, 1(1), 20-24.
115. Silvia P.S.L, Silva J, Olivera F.H.T (2006), "Residual effects of cattle manure application on green ear yield and corn grain Yield", *Horticultura Brasileira*, (24), 166-169.
116. Singh A.K, Chakraborty D, Mishra P et al (2012), "Nitrogen and potassium dynamics in fertigation systems". In *17th WCSS, Thailand*, 1421 August, (1045), 1-10.
117. Singh, Amritpal (2016), "*Regulatory and pharmacological nasis of ayurvedic formulations*", Amritpal singh Saroya.
118. Six J, Elliott E, Paustian K et al (1998), "Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils", *Soil Sci. Soc. Am*, (62), 1367-1377.
119. Smith Hall C, Larsen H.O, Pouliot M (2012), "People, plants and health: a conceptual framework for assessing changes in medicinal plant consumption", *J EthnobiolEthnomed*.
120. Solaimalai A, Baskar M, Sadasakthfand A et al (2005), "Fertigation in high value crops", *Krishi Vigyan Kendra, Tamil Nadu Agricultural University, Vridhachalam - 606 001*. India.
121. Sreenivasa M.N, Nagaraj M.N, Bhat M.N et al (2010), "A Source for beneficial bacteria", *Karnataka J. Agric. Sci*, (17), 72-77.
122. Srinivasarao C, Venkateswarlu B, Lal R et al (2012), "Long-term effects of crop residues and fertility management on carbon sequestration and agronomic productivity of groundnut finger millet rotation on an alfisol in Southern India", *Int. J. Agric. Sustain*, (10), 230- 244.

123. Taheri N, Heidari S.A.H, Yousefi K et al (2011), "Effect of organic manure with phosphorus and zinc on a yield of seed potato", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, (5),775-780.
124. Tarun Sharma<sup>1</sup>, Amandeep Kaur, Supreet Saajan, Rohit Thakur (2020), "Effect of nitrogen on growth and yield of medicinal plants: A review paper", *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, ISSN 2515-8260 Volume 07, Issue 07, 2020
125. Tilburt Jon C, Kaptchuk, Ted J, (2008), "Herbal medicine research and global health: an ethical analysis", *Bulletin of the World Health Organization*, 86(8), 577–656.
126. Tung L.D and Fernandez P.G (2007), "Yield and seed quality of modern and traditional soybean (*Glycine max*) under organic, biodynamic and chemical production practices in the Mekong Delta of Vietnam", *Omonrice*, (15), 75-85.
127. Tworkoski T, Takeda F (2007), "Rooting response of shoot cuttings from three peach growth habits", *Scientia Horticulturae*, 115(1), 98-100.
128. Ughade SR, Mahadkar UV (2015), "Effect of different planting density, irrigation and fertigation levels on growth and yield of brinjal (*Solanum melongena* L.)", *The Bioscan*, 10(3):1205-1211.
129. United States Department of Agriculture (2017), "*Active plant ingredients used for medicinal purposes*", United States Department of Agriculture.
130. Vikash Kumar, Jumi Saikia, Nath DJ (2017), "Effect of integrated nutrient management on growth, yield, and quality of okra (*Abelmoschus esculentus* (L). Moench) cv. Arka Anamika", *International Journal of Chemical Studies*, 5(5): 2001-2003
131. Wahab F, Nabi G, Ali N et al (2001), "Rooting response of semi-hardwood cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) to various

- concentrations of different auxins”, *Journal of Biological Sciences*, 1(4), 184-187.
132. Waheed A, Hamid F.S, Ahmad H et al (2015), “Effect of indole butyric acid (IBA) on early root formation (tomato ‘Sahil’ hybrid) cuttings”, *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(1), 272-279.
  133. WHO, IUCN and WWF (1993), *Guidelines on the conservation of medicinal plants*, Gland & Geneva, Switzerland.
  134. Wiart, Christopher (2014), “Lead compounds from medicinal plants for the treatment of neurodegenerative diseases”, *ScienceDirect*, 189–284.
  135. Wiersum K.F, Dold (2006), “Cultivation of medicinal plants a tool for biodiversity conservation and poverty alleviation in the Amathole region”, *South Africa .Medicinal and Aromatic Plants (3)*, 43-57.
  136. Xiukang W, Yingying X (2016), “Evaluation of the effect of irrigation and fertilization by drip fertigation on tomato yield and water use efficiency in greenhouse”, *International Journal of Agronomy*, Article ID 3961903:1-10.
  137. Yan S.P, Yang R.H, Wang F et al (2017), "Effect of auxins and associated metabolic changes on cuttings of hybrid aspen", *Forests*, 8(4), 117.
  138. Yan Y. H, Li J. L, Zhang X. Q et al (2014), "Effect of naphthalene acetic acid on adventitious root development and associated physiological changes in stem cutting of (*Hemarthria compressa*)", *PLoS One*, 9(3), 90700.
  139. Yogish kumar K.B, Rajamani K, Mohan Kumar K et al (2018), "Influence of type of cuttings and growth regulators on rooting in Indian Borage (*Coleus aromaticus L.*)”, *National conference on “Conservation, Cultivation and Utilization of medicinal and Aromatic*

- plants*, College of Horticulture, Mudigere Karnataka, 2018, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2018; SP3: 182-185.
140. Yunde Zhao (2010), “Auxin biosynthesis and its role in plant development”, *Annual Review of Plant Biology*, (61), 49-64.
  141. Yusnita Y, Jamaludin J, Agustiansyah A (et al (2017), “A combination of IBA and NAA resulted in better rooting and shoot sprouting than single auxin on malay apple (*Syzygium malaccense* L. Merr. & Perry) stem cuttings”, *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 40(1):80-90.
  142. Zhang Zhi-yun, Lu An-ming; William G et al (1994), “Solanaceae - Flora of China”, *Flora of China Editorial Committee, Science Press & Missouri Botanical Garden Press, Beijing & St. Louis*, (17), 300-332.
  143. Adesemoye A.O, Torbert H.A, Kloepper J.W (2009), “Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers”, *Microbiology Eco*, 1(58), 921-929.

#### **Internet**

144. Cục Quản lý Y, Dược cổ truyền (2020), Danh sách các dược liệu đã được đánh giá đạt cấp Giấy chứng nhận GACP, <<http://ydct.moh.gov.vn/quan-ly-hanh>>, xem ngày 15/3/2022.



## PHỤ LỤC

1. Dự thảo kỹ thuật thâm canh cây cà gai leo trên đất đồi tỉnh Thanh Hóa
2. Kết quả xử lý thống kê số liệu thí nghiệm
3. Số liệu khí tượng khu vực vùng đồi tỉnh Thanh Hóa, 2018 - 2021
4. Bảng tính hiệu quả sản xuất (thí nghiệm bón phối hợp phân khoáng, thí nghiệm bón phân khoáng thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt; mô hình ứng dụng kết quả nghiên cứu).
5. Mẫu phiếu điều tra tình hình sản xuất cà gai leo vùng đồi tỉnh Thanh Hóa
6. Các tài liệu liên quan kèm theo (Quyết định của Viện Dược liệu về việc ban hành qui trình kỹ thuật trồng trọt cây cà gai leo; Thông báo của Cục Trồng trọt, Bộ Nông nghiệp và PTNT về việc chấp nhận đơn đăng ký bảo hộ giống cây trồng mới.
7. Quyết định của Bộ Nông nghiệp và PTNT về việc công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam (phân vi sinh vật Azotobacterin; phân sinh học AGN Lite).
8. Một số hình ảnh thí nghiệm