

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

KIỀU THỊ DƯƠNG

**NGHIÊN CỨU YÊU CẦU ÁNH SÁNG CỦA DỄ ĂN QUẢ
(*Castanopsis boisii* Hickel & A . Camus) Ở GIAI ĐOẠN TÁI SINH
TẠI MỘT SỐ TỈNH ĐÔNG BẮC VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

Hà Nội, 2018

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

KIỀU THỊ DƯƠNG

**NGHIÊN CỨU YÊU CẦU ÁNH SÁNG CỦA DỄ ĂN QUẢ
(*Castanopsis boisii* Hickel & A . Camus) Ở GIAI ĐOẠN TÁI SINH
TẠI MỘT SỐ TỈNH ĐÔNG BẮC VIỆT NAM**

Ngành: Lâm sinh

Mã số: 9620205

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

GS.TS. VƯƠNG VĂN QUỲNH

Hà Nội, 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Những kết luận và kiến nghị được rút ra sau quá trình nghiên cứu không sao chép của bất kỳ tác giả nào.

Nghiên cứu sinh

Kiều Thị Dương

LỜI CẢM ƠN

Luận án: “Nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của *Đẻ ăn quả (Castanopsis boisii Hickelt & A. Camus)* ở giai đoạn tái sinh tại một số tỉnh Đông Bắc Việt Nam” được thực hiện từ năm 2013 đến năm 2018 với khu vực nghiên cứu trọng tâm là tỉnh Hải Dương và Bắc Giang. Trong quá trình thực hiện tác giả đã gặp không ít những khó khăn, nhưng với sự nỗ lực của bản thân và sự giúp đỡ tận tình của các Thầy, Cô giáo cùng các đồng nghiệp và gia đình đến nay luận án đã hoàn thành nội dung nghiên cứu và mục tiêu đặt ra.

Nhân dịp này tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với GS. TS. Vương Văn Quỳnh, người Thầy đã tận tâm giúp đỡ tôi từ khi hình thành ý tưởng, hoàn thiện đề cương đến việc thực hiện các nội dung và viết báo cáo luận án.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đối với các thầy, cô Bộ môn Lâm sinh, Khoa Lâm học, Bộ môn Quản lý Môi trường, Khoa Quản lý tài nguyên rừng và Môi trường, phòng Đào tạo Sau Đại học và các bạn bè đồng nghiệp Trường Đại học Lâm nghiệp đã giúp đỡ, tạo điều kiện để tôi có thể học tập và thực hiện luận án.

Tôi xin cảm ơn sự giúp đỡ của Ban quản lý rừng Phòng hộ tỉnh Hải Dương, Công ty Lâm nghiệp Lục Nam, Bắc Giang; Chi cục Lâm nghiệp tỉnh Bắc Giang đã giúp đỡ tôi trong quá trình thu thập số liệu để hoàn thành luận án này.

Xin cảm ơn gia đình, bạn bè, đồng nghiệp đã luôn động viên, ủng hộ về cả vật chất, tinh thần, luôn đồng hành và chia sẻ trong quá trình thực hiện luận án.

Mặc dù bản thân đã rất cố gắng nhưng luận án không tránh khỏi những thiếu sót. Kính mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của các nhà khoa học, các Thầy, Cô giáo, bạn bè đồng nghiệp để Luận án được hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

Hà Nội, ngày.....tháng..... năm

Tác giả

Kiều Thị Dương

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Nghĩa đầy đủ
BQL	Ban quản lý
CT	Công thức
CP	Che phủ (%)
C _{1.3}	Chu vi thân cây ở vị trí 1.3 m (cm)
D _{la}	Diệp lục a (mg/g)
D _{lb}	Diệp lục b (mg/g)
D _{l a+b}	Tổng diệp lục a và diệp lục b (mg/g)
DL a/b	Tỷ lệ diệp lục a chia cho diệp lục b
Do	Đường kính gốc của cây tái sinh (cm)
D _{1.3}	Đường kính thân cây ở vị trí 1.3 m (cm)
D _t	Đường kính tán (m)
dA + dB	Tổng bề dày tầng đất A và tầng đất B (cm)
ĐDSH	Đa dạng sinh học
ĐTC/TC	Độ tàn che
GPS	Hệ thống định vị toàn cầu
H _{vn}	Chiều cao vút ngọn (m)
H _{dc}	Chiều cao dưới cành (m)
H _{cb}	Chiều cao của cây bụi thảm tươi (m)
HĐND	Hội đồng nhân dân
KT- XH	Kinh tế xã hội
KĐ	Kinh độ
MD/MK	Tỷ lệ giữa mô dậu và mô khuyết
Mean	Giá trị trung bình
Median	Trung vị
Mode	Mode
N	Dung lượng mẫu điều tra, đo đếm
N-NH ₄ ⁺	Hàm lượng Nito dễ tiêu (mg/100g)

OTC	Ô tiêu chuẩn
ODB	Ô dạng bản
OM	Organic matter – vật chất hữu cơ (%)
P-PO ₄ ³⁻	Hàm lượng Photpho dễ tiêu (ppm)
pH	Độ chua thuỷ phân của đất
Ppm	Parts per million - phần triệu
QLBVR	Quản lý bảo vệ rừng
Std	Độ lệch chuẩn
SPSS	Phần mềm xử lý thống kê dùng trong các ngành khoa học xã hội – <i>Statistical Package for Social Sciences</i>
Skewness	Độ lệch
TB	Trung bình
TNR	Tài nguyên rừng
TK	Thảm khô
TT	Thứ tự
UBND	Ủy ban nhân dân
VĐ	Vĩ độ
V%	Hệ số biến động
1 Mole/m ² .ngày	= 11,574 Micromoles/m ² .giây (μMoles/m ² .giây)
1 μMol/m ² .giây	= 0,219 W/m ²
1 KLux	= 4,02 W/m ²
1 Kwh/m ² .ngày	= 41,6666 W/m ²

MỤC LỤC

	Trang
TRANG PHỤ BÌA	
LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	iii
MỤC LỤC	v
DANH MỤC BẢNG BIỂU	ix
DANH MỤC HÌNH ẢNH	xi
PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết.....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
2.1. Mục tiêu chung:.....	2
2.2. Mục tiêu cụ thể.....	2
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	2
3.1. Ý nghĩa khoa học	2
3.2. Ý nghĩa thực tiễn	2
4. Những đóng góp mới của luận án	2
5. Đối tượng và giới hạn nghiên cứu.....	3
5.1. Đối tượng nghiên cứu.....	3
5.2. Giới hạn nghiên cứu	3
6. Kết cấu của luận án	3
Chương 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	5
1.1. Trên thế giới	5
1.1.1. Một số nghiên cứu về họ Dẻ (<i>Fagaceae</i>) và chi Dẻ gai (<i>Castanopsis</i>) trên thế giới	5
1.1.2. Nghiên cứu về mối liên hệ giữa cấu trúc rừng và tái sinh rừng.....	6

1.1.3. Nghiên cứu về yêu cầu ánh sáng của thực vật và những thay đổi trong cấu tạo giải phẫu lá.....	11
1.2. Ở Việt Nam	16
1.2.1. Một số nghiên cứu về họ Dẻ (<i>Fagaceae</i>) và chi Dẻ gai (<i>Castanopsis</i>) ở Việt Nam.....	16
1.2.1.1. Phân loại thực vật	16
1.2.1.2. Đặc điểm hình thái	17
1.2.1.3. Công dụng và ý nghĩa kinh tế.....	18
1.2.1.4. Những nghiên cứu về cây Dẻ ăn quả.	19
1.2.2. Nghiên cứu về mối liên hệ giữa cấu trúc và tái sinh rừng ở Việt Nam	21
1.2.3. Nghiên cứu về yêu cầu ánh sáng của thực vật và những thay đổi trong cấu tạo giải phẫu lá.....	22
1.3. Một số đánh giá và thảo luận	26
Chương 2: NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	28
2.1. Nội dung nghiên cứu	28
2.1.1. Đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi có cây Dẻ ăn quả tái sinh	28
2.1.2. Đặc điểm cấu trúc và tái sinh rừng Dẻ ăn quả khu vực nghiên cứu	28
2.1.3. Yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.	28
2.1.4. Các giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu	28
2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	28
2.2.1. Quan điểm và cách tiếp cận	28
2.2.1.1. Quan điểm nghiên cứu	28
2.2.1.2. Cách tiếp cận.....	29
2.2.2. Phương pháp điều tra cụ thể.....	33
2.2.2.1. Phương pháp xác định tuyến điều tra	33
2.2.2.2. Phương pháp điều tra cây tái sinh	34
2.2.2.3. Phương pháp điều tra tầng cây cao	34
2.2.2.4. Phương pháp điều tra độ tàn che tầng cây cao	35

2.2.2.5. Điều tra độ che phủ của cây bụi thảm tươi, thảm khô.....	36
2.2.2.6. Phương pháp điều tra các yếu tố địa hình.....	36
2.2.2.7. Điều tra các đặc điểm thổ nhưỡng.....	37
2.2.2.8. Phương pháp xác định bức xạ dưới tán rừng.	39
2.2.2.9. Phương pháp nghiên cứu hàm lượng diệp lục và đặc điểm giải phẫu của lá Dẻ.....	43
Hàm lượng diệp lục a, b.....	44
2.2.2.10. Phương pháp xác định quy luật phân bố của cây tái sinh.....	47
2.2.2.11. Phương pháp xử lý số liệu.....	47
Chương 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN.....	49
3.1. Đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi có Dẻ ăn quả tái sinh.....	49
3.1.1. Đặc điểm địa hình.....	49
3.1.2. Điều kiện khí hậu ở nơi có Dẻ tái sinh.....	51
3.1.3. Đặc điểm thổ nhưỡng.....	54
3.2. Đặc điểm cấu trúc và tái sinh rừng Dẻ ăn quả khu vực nghiên cứu.....	61
3.2.1. Đặc điểm cấu trúc và một số nhân tố điều tra lâm phần.....	61
3.2.2. Đặc điểm tái sinh rừng Dẻ ăn quả.....	68
3.2.2.1. Một số đặc điểm chung của tái sinh Dẻ ăn quả.....	68
3.2.2.2. Hình thái phân bố cây tái sinh trên mặt đất.....	72
3.2.2.3. Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao.....	78
3.2.2.4. Phân bố số cây Dẻ ăn quả tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi... ..	80
3.2.2.5. Phân bố Dẻ ăn quả tái sinh theo độ dốc.....	81
3.3. Yêu cầu ánh sáng của Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu.....	83
3.3.1. Mối liên hệ giữa độ tàn che và bức xạ dưới tán rừng.	83
3.3.2. Yêu cầu độ tàn che của cây tái sinh Dẻ.....	88
3.3.3. Yêu cầu về độ tàn che của cây tái sinh trong mối liên hệ với một số nhân tố lập địa.....	97

3.3.4. Ảnh hưởng của độ tàn che đến đặc điểm cấu tạo giải phẫu và hàm lượng diệp lục của Dẻ tái sinh	99
3.3.4.1. Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ	101
3.3.4.2. Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ	106
3.4. Các giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.	110
3.4.1. Điều chỉnh độ tàn che để thúc đẩy tái sinh Dẻ dưới tán rừng.....	110
3.4.2. Điều chỉnh độ tàn che trong quá trình chuyển hoá rừng khác thành rừng Dẻ	112
3.4.3. Điều chỉnh mật độ để tạo được phân bố cây Dẻ tái sinh đều trên mặt đất	114
KẾT LUẬN, TỒN TẠI, KHUYẾN NGHỊ.....	115
1. Kết luận	115
1.1. Đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi Dẻ ăn quả tái sinh.....	115
1.2. Đặc điểm cấu trúc và một số nhân tố điều tra lâm phần Dẻ ăn quả.....	115
1.3. Yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu ..	116
1.4. Các giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả	116
2. Tồn tại	117
3. Khuyến nghị	117
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	118
TÀI LIỆU THAM KHẢO	119
PHỤ LỤC	

DANH MỤC BẢNG BIỂU

TT	Tên bảng	Trang
1.1	Hàm lượng chất dinh dưỡng của hạt một số loài Dẻ ở Việt Nam	18
1.2	Đặc điểm giải phẫu của lá Mỡ ở các độ che sáng khác nhau	24
2.1	Dung lượng các mẫu đã điều tra của luận án	36
2.2	Dung lượng mẫu đất, mẫu lá, mẫu ảnh đã phân tích	43
3.1	Một số đặc điểm địa hình khu vực nghiên cứu	49
3.2	Phân bố số cây tái sinh theo độ cao	50
3.3	Chỉ tiêu khí hậu cơ bản tại khu vực nghiên cứu Dẻ ăn quả tái sinh	52
3.4	Một số đặc điểm thổ nhưỡng khu rừng Dẻ nghiên cứu	55
3.5	Phân bố số cây tái sinh theo độ che phủ và độ ẩm đất	59
3.6	Các loài tham gia vào công thức tổ thành của tầng cây cao	62
3.7	Mật độ cây cao tại khu vực nghiên cứu	63
3.8	Các chỉ tiêu điều tra lâm phần Dẻ ăn quả ở khu vực nghiên cứu	64
3.9	Che phủ cây bụi thảm tươi và che phủ thảm khô.	66
3.10	Một số đặc điểm điều tra Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu	69
3.11	Đặc điểm phân bố của Dẻ ăn quả tái sinh tại khu vực nghiên cứu	75
3.12	Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao	79
3.13	Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi	80
3.14	Đặc điểm phân bố số cây tái sinh theo cấp độ dốc	82
3.15	Đặc điểm bức xạ dưới tán rừng ở các độ tàn che khác nhau.	84
3.16	Phân bố số cây Dẻ ăn quả tái sinh theo độ tàn che	88
3.17	Phân bố chiều cao cây Dẻ ăn quả tái sinh theo độ tàn che	89
3.18	Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che và chiều cao của chúng	90
3.19	Đặc trưng phân bố của số cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che ở các cấp chiều cao	93
3.20	Đặc điểm phân bố số cây tái sinh theo độ tàn che ở các cấp chiều cao khác nhau	94
3.21	Độ tàn che thích hợp với Dẻ tái sinh ở những chiều cao khác nhau	96

3.22	Cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ thích hợp ở những chiều cao khác nhau	97
3.23	Phân bố số cây tái sinh có chiều cao $\leq 0,4$ m theo độ tàn che và bề dày tầng đất	98
3.24	Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu	101
3.25	Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ tái sinh theo chiều cao lấy mẫu	102
3.26	Hàm lượng diệp lục của cây Dẻ trưởng thành	106
3.27	Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu	107
3.28	Cấu tạo giải phẫu lá cây Dẻ trưởng thành - các cây được chiếu sáng hoàn toàn	109
3.29	Yêu cầu ánh sáng của Dẻ ăn quả tái sinh ở những chiều cao khác nhau	110
3.30	Độ tàn che áp dụng trong thực tiễn để xúc tiến tái sinh Dẻ	112

DANH MỤC HÌNH ẢNH

TT	Tên hình	Trang
1.1	Ảnh thân, lá, quả của loài Dẻ ăn quả	20
2.1	Sơ đồ các bước nghiên cứu của luận án	32
2.2	Điều tra 6 cây cao xung quanh gần nhất và ô dạng bản điều tra thảm tươi, thảm khô	35
2.3	Thiết bị điều tra nhanh độ chặt tầng đất mặt Push cone	37
2.4	Thiết bị điều tra nhanh độ pH và độ ẩm của tầng đất mặt (Soil pH meter)	38
2.5	Nikon Fisheye converter FC- E8	40
2.6	Ảnh chụp tán rừng Dẻ ăn quả từ Fisheye converter	40
2.7	Đăng ký ảnh qua phần mềm Gap light.	41
2.8	Khai báo thông tin độ dốc, hướng phơi, độ cao, tọa độ... trong phần dữ liệu đầu vào của mỗi ảnh	41
2.9	Giải đoán ảnh qua phần mềm Gap light.	42
2.10	Kết quả sau khi chạy phần mềm	42
2.11	Các dạng phân bố cây tái sinh	47
3.1	Phân bố độ cao tuyệt đối của các tuyến điều tra	50
3.2	Độ dốc ở các tuyến điều tra cây tái sinh Dẻ ăn quả	51
3.3	Biểu đồ Gauss Walter giữa nhiệt độ và lượng mưa trung bình tháng ở Lục Nam	53
3.4	Biểu đồ Gauss Walter giữa nhiệt độ và lượng mưa trung bình tháng ở Chí Linh	53
3.5	Bề dày tầng đất ở khu vực nghiên cứu	56
3.6	Liên hệ của độ xốp (X,%) với độ chặt (C,mm) xác định theo Push cone	57
3.7	Hàm lượng mùn trung bình ở các tuyến điều tra	58
3.8	Liên hệ của độ ẩm tầng đất mặt với độ che phủ của cây bụi thảm tươi	59
3.9	Biến đổi hàm lượng đạm dễ tiêu $-NH_4^+$ (mg/100g) trung bình ở các	60

	tuyến điều tra	
3.10	Hàm lượng lân dễ tiêu - PO_4^{3-} (ppm) trung bình ở các tuyến điều tra	61
3.11	Rừng Dẻ phân cành thấp ở Lục Nam, Bắc Giang	65
3.12	Độ tàn che của rừng Dẻ ở Chí Linh, Hải Dương	66
3.13	Tầng cây bụi thảm tươi tại Chí Linh, Hải Dương	67
3.14	Độ che phủ của thảm khô dưới rừng Dẻ tại Lục Nam, Bắc Giang	68
3.15	Dẻ tái sinh tại Lục Nam, Bắc Giang	69
3.16	Dẻ tái sinh chồi tại Lục Nam, Bắc Giang	70
3.17	Liên hệ giữa chiều cao với đường kính gốc cây tái sinh Dẻ	71
3.18	Dẻ tái sinh từ hạt ở Lục Nam, Bắc Giang	72
3.19	Dạng phân bố cụm của cây tái sinh tại tuyến 1 Lục Nam	73
3.20	Dạng phân bố ngẫu nhiên của Dẻ ăn quả tái sinh tại tuyến 6 Chí Linh	74
3.21	Phân bố số cây Dẻ tái sinh (N) theo khoảng cách đến cây mẹ gần nhất (L)	77
3.22	Phân bố chiều cao cây tái sinh Dẻ (H) theo khoảng cách đến cây mẹ gần nhất (L)	78
3.23	Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao	79
3.24	Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi	81
3.25	Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ dốc	82
3.26	Dẻ ăn quả tái sinh dưới tán rừng tại khu vực nghiên cứu	83
3.27	Biến đổi của cường độ bức xạ dưới tán rừng theo độ tàn che	85
3.28	Biến đổi của tỷ lệ % bức xạ dưới tán rừng theo độ tàn che	85
3.29	So sánh cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ với yêu cầu ánh sáng của cây lá rộng thường xanh	86
3.30	Mối liên hệ giữa độ tàn che với ánh sáng dưới tán rừng	87
3.31	Phân bố số cây tái sinh điều tra được theo độ tàn che	88
3.32	Biến đổi chiều cao trung bình cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che	89
3.33	Phân bố số cây Dẻ tái sinh có chiều cao dưới 0.4 m theo độ tàn che	91

3.34	Phân bố cây Dẻ tái sinh có chiều cao 0.4-0.8 m theo độ tàn che	91
3.35	Phân bố cây Dẻ tái sinh có chiều cao 0.8-1.2 m theo độ tàn che	92
3.36	Phân bố cây Dẻ tái sinh có chiều cao trên 1,2 m theo độ tàn che	92
3.37	Biến đổi của độ tàn che có phân bố cực đại của cây tái sinh theo chiều cao	94
3.38	Biến đổi của các ngưỡng độ tàn che thích hợp với cây Dẻ tái sinh	95
3.39	Phân bố số cây Dẻ tái sinh ở chiều cao $\leq 0.4m$ theo độ tàn che và bề dày tầng đất	99
3.40	Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ ăn quả tái sinh tại Lục Nam	100
3.41	Hình ảnh giải phẫu lá Dẻ ăn quả tái sinh tại Chí Linh	101
3.42	Biến đổi hàm lượng diệp lục theo chiều cao lấy mẫu	102
3.43	Mối liên hệ giữa diệp lục a của lá Dẻ tái sinh và độ tàn che	103
3.44	Mối liên hệ giữa diệp lục b của lá Dẻ tái sinh và độ tàn che	104
3.45	Mối liên hệ giữa Diệp lục a/b của lá Dẻ tái sinh và độ tàn che	104
3.46	Mối liên hệ giữa bề dày mô dậu và độ tàn che	108
3.47	Mối liên hệ giữa bề dày mô khuyết và độ tàn che	108
3.48	Chuẩn bị đất cho tái sinh Dẻ sau 2 chu kỳ trồng Keo và Bạch đàn của người dân tại Lục Nam và Chí Linh	113

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Trái dài từ trung tâm phía Bắc đến khu vực Bắc Trung Bộ, rừng Dẻ ăn quả tồn tại tự nhiên với hàng ngàn hecta tập trung chủ yếu ở các tỉnh: Bắc Giang, Hải Dương, Quảng Ninh, Ninh Bình, Hà Tĩnh, Quảng Bình. Dẻ ăn quả (*Castanopsis boissii* Hickel & A. Camus) là cây bản địa cho hiệu quả kinh tế và sinh thái cao. Theo số liệu thống kê hiện trạng rừng và đất lâm nghiệp tính đến 2017, tỉnh Bắc Giang có khoảng 1.300 ha rừng Dẻ tự nhiên thuần loài (UBND tỉnh Bắc Giang, 2017) [41]; ở Hải Dương có khoảng 1.200 ha (Chi cục Kiểm lâm Hải Dương, 2017 [12]). Mỗi năm một hecta rừng Dẻ cho khoảng 1.500 đến 3.500 kg hạt. Với giá bán trung bình năm 2017 là 20.000đ/kg thu nhập từ rừng Dẻ đạt 30 - 70 triệu đồng/ha/năm.

Mặc dù cho thu nhập cao nhưng việc phục hồi rừng Dẻ ăn quả cần kỹ thuật phức tạp và thời gian dài nên trong nhiều năm qua diện tích rừng Dẻ vẫn không tăng lên. Trên cơ sở phân tích giá trị kinh tế, môi trường, chính quyền và người dân ở nhiều địa phương rất mong muốn phục hồi rừng Dẻ ăn quả. Tại Bắc Giang, nội dung bảo tồn và phát triển rừng Dẻ ăn quả được ưu tiên hàng đầu trong nhiều văn bản pháp quy như: Nghị quyết số 101 – HĐND (20/12/2017) của hội đồng nhân dân huyện Lục Nam năm 2018; Nghị quyết số 68 - NQ/HU (24/3/2016) của ban chấp hành Đảng bộ huyện Lục Nam về phát triển kinh tế rừng giai đoạn 2016- 2020; Quyết định 29/2017 – QĐ/UBND (24/8/2017) của uỷ ban nhân dân tỉnh Bắc Giang về quy định mức hỗ trợ, khoán QLBRV, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh rừng tự nhiên trên địa bàn tỉnh Bắc Giang. Nghị quyết của ban thường vụ tỉnh uỷ số 249 – NQ/TU (01/11/2017) và kế hoạch thực hiện Nghị quyết 249, chương trình hành động thực hiện kế hoạch số 30- KH/TU (27/2/2017)...

Đáp ứng yêu cầu của thực tiễn, luận án này được thực hiện nhằm giải quyết những hạn chế về kiến thức sinh thái của Dẻ ăn quả nhất là ở giai đoạn tái sinh. Kết quả của luận án phản ánh đặc điểm về yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh làm cơ sở cho các giải pháp phục hồi rừng Dẻ hiệu quả ở Chí Linh (Hải Dương) và Lục Nam (Bắc Giang). Đây là hai địa phương có diện tích và năng suất rừng Dẻ còn lại

lớn nhất hiện nay. Tính cấp bách của luận án liên quan đến bảo vệ và phát triển bền vững các hệ sinh thái rừng nói chung và rừng Dẻ ăn quả nói riêng tại khu vực.

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.1. Mục tiêu chung: Góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học để phục hồi và phát triển rừng Dẻ ăn quả tại Bắc Giang và Hải Dương.

2.2. Mục tiêu cụ thể

Xác định được yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ ăn quả ở các giai đoạn tái sinh tại khu vực nghiên cứu.

Đề xuất được giải pháp kỹ thuật dựa trên kết quả nghiên cứu về yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh để phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

3.1. Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu có ý nghĩa lượng hoá được yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh trong từng giai đoạn sinh trưởng. Yêu cầu ánh sáng được thể hiện thông qua yêu cầu về độ tàn che và yêu cầu về cường độ ánh sáng dưới tán rừng cho từng cấp chiều cao của cây tái sinh. Ý nghĩa khoa học của luận án là hoàn thiện nhận thức về yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh Dẻ ăn quả. Đây là kiến thức cơ bản và là cơ sở khoa học quan trọng để xây dựng những biện pháp kỹ thuật phục hồi và phát triển rừng Dẻ ở địa phương.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Luận án đã đề xuất được những giải pháp kỹ thuật nhằm đáp ứng yêu cầu ánh sáng để xúc tiến tái sinh tự nhiên Dẻ ăn quả, góp phần phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại địa phương.

4. Những đóng góp mới của luận án

- Về lý luận: Luận án xác định được quy luật thay đổi yêu cầu ánh sáng theo chiều cao của cây tái sinh Dẻ ăn quả - một đặc điểm sinh thái quan trọng của cây tái sinh. Ngoài ra luận án đã cung cấp bộ dữ liệu phong phú về đặc điểm hoàn cảnh và đặc điểm tái sinh rừng Dẻ ăn quả ở địa phương.

- Về thực tiễn: Luận án đã đề xuất được một số giải pháp kỹ thuật phục hồi rừng Dẻ ăn quả liên quan đến giải quyết yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh ở khu vực nghiên cứu.

5. Đối tượng và giới hạn nghiên cứu

5.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là cây Dẻ ăn quả ở giai đoạn tái sinh phân bố tại hai tỉnh Bắc Giang và Hải Dương. Cây tái sinh được hiểu là cây có đường kính ngang ngực nhỏ hơn hoặc bằng 6cm, chiều cao vút ngọn nằm dưới tầng tán chính của rừng.

Dẻ ăn quả, tên khoa học: *Castanopsis boissii* Hickel & A. Camus, 1921 (The Plant list, 2018 [84])

Trong thực tế loài này còn có một số tên gọi khác: Dẻ ăn hạt, Dẻ gai yên thế, Dẻ gai bắc giang. Trong luận án này sẽ thống nhất sử dụng tên gọi là Dẻ ăn quả.

5.2. Giới hạn nghiên cứu

Giới hạn về địa điểm nghiên cứu

Luận án được thực hiện ở hai địa điểm chính gồm: Huyện Lục Nam, tỉnh Bắc Giang và huyện Chí Linh, tỉnh Hải Dương – đây là hai địa điểm có rừng Dẻ ăn quả phân bố tự nhiên và còn diện tích lớn nhất hiện nay. Trong luận án này sẽ thống nhất gọi là Chí Linh và Lục Nam khi đề cập đến địa điểm nghiên cứu.

Giới hạn về thời gian nghiên cứu

Quá trình thu thập số liệu phục vụ nghiên cứu chủ yếu từ năm 2014 đến năm 2017.

Giới hạn về nội dung nghiên cứu

Luận án tập trung vào nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh thông qua yêu cầu về độ tàn che. Đây là yếu tố liên quan chặt với cường độ và chất lượng ánh sáng dưới tán rừng, ổn định, dễ điều tra, có thể thực hiện được trên quy mô rộng, không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết tại thời điểm nghiên cứu. Bên cạnh đó cường độ bức xạ dưới tán rừng và các đặc điểm cấu tạo vi mô của lá như đặc điểm giải phẫu, hàm lượng diệp lục cũng được nghiên cứu. Đây sẽ là những thông tin bổ trợ, làm rõ hơn yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh loài Dẻ ăn quả.

6. Kết cấu của luận án

Phần chính của luận án dài: 120 trang bao gồm các chương như sau:

- Phần mở đầu
- Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu
- Chương 2: Nội dung và phương pháp nghiên cứu
- Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận
- Kết luận, tồn tại, kiến nghị

Phần phụ lục thể hiện các kết quả tính toán trung gian.

Ngoài ra luận án còn có đầy đủ các phần như lời cam đoan, mục lục, danh lục, bảng biểu, hình ảnh, danh lục các từ viết tắt, danh lục các công trình khoa học có liên quan đến luận án đã công bố. Luận án tham khảo 85 tài liệu trong đó có 47 tài liệu tiếng Việt, 38 tài liệu tiếng Anh và các trang mạng có liên quan đến chủ đề nghiên cứu.

Chương 1

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Trên thế giới

1.1.1. Một số nghiên cứu về họ Dẻ (*Fagaceae*) và chi Dẻ gai (*Castanopsis*) trên thế giới

Theo hệ thống phân loại của Takhtajan, 1996 [71] họ Dẻ được chia thành 7 chi: *Castanea*, *Castanopsis*, *Fagus*, *Lithocarpus*, *Chrysolepis*, *Trigonobalanus* và *Quercus*. Trong đó những loài Dẻ có hạt ăn được chủ yếu thuộc chi *Castanea* và *Castanopsis*.

Chi Dẻ gai - *Castanopsis* bao gồm 120 loài và được phân bố từ Đông Bắc Ấn Độ dọc theo khu vực phía Tây của Trung Quốc, Hàn Quốc và Nhật Bản, qua các nước Đông Dương, Thái Lan và bắt gặp ở khắp nơi tại Malaysia trừ phía Đông của đảo Java và Lesser Sunda. Một vài loài đơn lẻ bắt gặp ở Tây Nam của Bắc Mỹ. Các mẫu hóa thạch cho thấy có thể chi này có nguồn gốc từ châu Âu, Bắc Mỹ, Úc và phía Đông của nước Nga. (R.H.M.J. Lemmens, I. Soerianegara and và W.C.Wong,1995) [66].

Chi *Castanopsis* bao gồm các loài cây gỗ từ trung bình đến lớn, phân bố ở các khu vực từ thấp, thường xuyên ẩm ướt đến các vùng núi cao, thông thường ở độ cao dưới 2500m, phân bố phổ biến ở độ cao từ 1000m – 1500m, một số loài chỉ xuất hiện ở độ cao dưới 500m, trong khi đó một số loài xuất hiện hỗn giao với các loài cây khác ở độ cao từ 1000m – 1500m. Chi Dẻ gai thích hợp với nhiều loại đất khác nhau trừ đất núi đá vôi.

Theo Lecomte M. H (1929, 1931) [60] khi nghiên cứu về thực vật Đông Dương cho thấy đa số các loài trong họ Dẻ thường phân bố ở những vùng cao, khí hậu mát hoặc lạnh quanh năm, ở những vùng cực thấp có rất ít loài phân bố.

Theo Xaydala Khamleck (2004) [80] họ Dẻ có phân bố khá rộng, khoảng 900 loài phát hiện ở các vùng ôn đới của Bắc bán cầu, nhiệt đới và á nhiệt đới, tập trung nhiều nhất ở châu Á. Thứ tự lần lượt là: Việt Nam 216 loài (chiếm 25,9%), Thái Lan 106 loài (12,7%), Campuchia 105 loài, tiếp đến là Lào, Trung Quốc, Myanmar là những nước có số loài trong họ Dẻ cao.

Hầu hết các loài Dẻ có vùng phân bố hẹp, trong 15 loài có giá trị thương mại thuộc họ Dẻ ở Việt Nam đều không gặp ở Malaysia. (R.H.M.J. Lemmens, I. Soerianegara và W.C.Wong, 1995) [66].

Đối với loài Dẻ ăn quả - *Castanopsis boisii* có phân bố trong kiểu rừng lá rộng thường xanh ở độ cao từ 1500m trở xuống. Trên thế giới phân bố tự nhiên ở Quảng Đông, Tây Nam Quảng Tây, Hải Nam, Đông Nam của Tây Nam Trung Quốc và ở Đông Bắc Việt Nam. (Flora of China -<http://flora.huh.harvard.edu/china/PDF/PDF04/castanopsis>) [81].

Hạt của một số loài có thể ăn sống, nấu chín hoặc rang để ăn, làm sô cô la và bánh ngọt. Vỏ có thể khai thác tananh, thân và cành được sử dụng để gây trồng nấm, tận dụng hoa để nuôi ong (R.H.M.J. Lemmens và các cộng sự, 1995) [66].

Dẻ ăn quả là một trong những loài thuộc chi *Castanopsis* cho hạt làm thực phẩm ăn được với những nhiều giá trị dinh dưỡng (Lecomte, 1931) [60]. Hạt Dẻ có giá trị dinh dưỡng cao, hàm lượng tinh bột đạt 40 - 60% tùy theo từng loại, đường 10-22%, Protein 5-11%, chất béo 2-7,4% đặc biệt hạt Dẻ chứa nhiều vitamin A, B₁, B₂, C và khoáng chất.

1.1.2. Nghiên cứu về mối liên hệ giữa cấu trúc rừng và tái sinh rừng

Cấu trúc và quá trình tái sinh rừng có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Ou Zy và các cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc rừng đến tái sinh tự nhiên của loài Nghiến ở Tây Nam, Quảng Đông Trung Quốc cho thấy: Cấu trúc thẳng đứng của rừng ảnh hưởng không đáng kể đến mật độ của các cây Nghiến con tái sinh dưới tán nhưng lại có ảnh hưởng rõ rệt đến đường kính và chiều cao của chúng. Nhóm nghiên cứu cũng chỉ ra rằng trong các chỉ tiêu cấu trúc rừng thì yếu tố có ảnh hưởng rõ rệt nhất đến chiều cao của cây tái sinh đó là chỉ số tán lá. (Ou ZY và các cộng sự, 2017) [68].

Chỉ số tán lá có liên quan mật thiết với độ tàn che. Độ tàn che của rừng ảnh hưởng đến cường độ ánh sáng dưới tán, từ đó có ảnh hưởng to lớn đến tái sinh rừng. Trước tiên ánh sáng có ảnh hưởng đến khả năng sống sót và sự sinh tồn lâu dài của cây tái sinh. Một cây để tồn tại dưới tán rừng không chỉ phụ thuộc tốc độ sinh trưởng mà còn phụ thuộc vào khả năng tồn tại lâu dài dưới điều kiện thiếu ánh sáng.

Một cây có thể đường kính thân chỉ đạt 1cm sau khi tồn tại dưới tán rừng đã khép tán 20 năm thậm chí là hơn 20 năm. Tính trung bình tuổi của các cây con dưới tán rừng ở Panamanian ở Costa Rica là 16,6 tuổi. Tuổi của các cây con dưới tán rừng này thậm chí có thể đạt 80 năm (Hubbell 1998). Như vậy có thể thấy thời gian sống sót lâu dài dưới tán rừng còn quan trọng hơn sự sinh trưởng ban đầu để quyết định cây đó có tồn tại dưới tán rừng hay không. Những nghiên cứu để chỉ ra với cường độ bức xạ dưới tán rừng tối thiểu là bao nhiêu để cây có thể sống sót được trở nên vô cùng quan trọng (R.A. Montgomery, R.L. Chazdon, 2002) [67].

Ngay từ rất sớm V.A. Alecxep (1975) cho rằng ánh sáng dưới tán rừng là một trong những yếu tố chủ yếu để xác định tình trạng cây tái sinh, bao gồm xác định mật độ, phân bố cây tái sinh và sinh trưởng của cây tái sinh. Thông thường khi tuổi cây tái sinh tăng lên thì yêu cầu ánh sáng của nó cũng tăng theo. Một số loài cây ưa sáng, cây tái sinh có thể chết ở điều kiện ánh sáng 10%-12% (ở tuổi dưới 2) và 25%-30% ở tuổi lớn hơn 5 - 10 tuổi (Hoàng Kim Ngũ và Phùng Ngọc Lan, 2005) [25].

Nhiều nhà khoa học khi nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của một số loài cây gỗ bằng việc xác định độ tàn che tối ưu. Yurkevich (1960) đã chứng minh độ tàn che tối ưu cho sự phát triển bình thường của đa số các loài cây gỗ là 0,6 - 0,7 (Nguyễn Thanh Tiến, 2004) [39]. Như vậy, thông qua nghiên cứu một cách gián tiếp độ tàn che, các tác giả đã chỉ ra yêu cầu ánh sáng cho sự phát triển bình thường của đa số loài cây gỗ.

Min Zhang cùng các cộng sự đã nghiên cứu sự thích nghi của cây con hai loài Thông (*Pinus koraiensis* Sieb.& Zucc và Dẻ (*Quercus mongolica* Fisch...) trong 5 mức chiếu sáng khác nhau 100%, 20%, 10%, 5% và 1% dưới điều kiện rừng thứ sinh ôn đới trong hai năm liên tục tại rừng thực nghiệm ở Qingyuan, tỉnh Liaoning, Đông Bắc Trung Quốc. Sự thích nghi thể hiện thông qua tỷ lệ sống sót và tỷ lệ sinh trưởng tương đối (relative growth rate). Kết quả cho thấy ở cả hai loài, tỷ lệ sống sót và tỷ lệ sinh trưởng cao nhất ở mức ánh sáng 100%. Cả hai loài đều không thể sống sót ở mức ánh sáng 1%. Đây là mức ánh sáng có thể tìm thấy ở dưới tán rừng lá rộng đã khép tán vào mùa sinh trưởng. Kết quả nghiên cứu đã khẳng

định ánh sáng là yếu tố sinh tồn của hai loài cây nghiên cứu. Năm đầu tiên, tỷ lệ sinh trưởng của rễ cây Thông không thay đổi đáng kể khi mức độ chiếu sáng thay đổi ở 5 mức khác nhau, điều này tương tự đối với sinh trưởng ở thân ở cả hai loài. Trong khi đó, vào năm thứ 2 tỷ lệ sinh trưởng và số chồi giảm khi cường độ ánh sáng giảm. Tỷ lệ sống sót và sinh trưởng của hai loài không khác biệt đáng kể khi mức ánh sáng giảm từ 20% xuống 5%. Kết quả nghiên cứu này đã chỉ ra rằng cả hai loài cây có khả năng chịu đựng được điều kiện ánh sáng 5% ít nhất là trong 2 năm. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu này, các nhà khoa học đã đưa ra những gợi ý sau đây: 1. Bức xạ mặt trời đầy đủ là điều kiện môi trường tốt nhất để cây con có thể sống sót và sinh trưởng đối với loài Thông và loài Dẻ này. 2. Ánh sáng yếu gây ra sự thiếu hụt về carbohydrate, đây có thể là yếu tố then chốt dẫn đến cây con bị chết dưới tán rừng. Cũng theo nghiên cứu này chỉ ra, hầu hết các nghiên cứu (Kim, 1989; Zhou và các cộng sự, 2004; Sun và các cộng sự, 2009) đều thử nghiệm kiểm tra sự sống sót và sinh trưởng của cây tái sinh dưới điều kiện chiếu sáng lớn hơn 1% (Min Zhang và các cộng sự, 2013) [64].

Nhiều nghiên cứu đã khẳng định vai trò của ánh sáng cho sự tồn tại của cây con dưới tán rừng. Ngay từ rất sớm, Oliver và Larson (1990) đã khẳng định các khoảng trống trong rừng là điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của lớp cây tái sinh và sự mở rộng tán của những cây xung quanh. Tuy nhiên, trong không ít trường hợp sự mở rộng tán của những cây xung quanh vào khoảng trống thường diễn ra chậm chạp hơn nhiều so với sự phát triển của cây tái sinh, nhất là các loài cây tiên phong ưa sáng trong quá trình lấp kín khoảng trống đó. Ngoài ra, sự cạnh tranh giữa các loài cây tái sinh và lớp cây bụi thảm tươi dưới tán rừng có thể rất quyết liệt và đây chính là một trong những nguyên nhân cơ bản làm tăng tỷ lệ chết của cây tái sinh (Bi và cộng sự, 2007 [49]).

Mặc dù tiểu hoàn cảnh rừng chịu ảnh hưởng nhiều bởi các lỗ trống trong rừng. Sự tăng cường độ ánh sáng đến mặt đất là một trong những điều kiện quan trọng nhất ảnh hưởng tới sự nảy mầm của hạt giống và sự sinh trưởng của cây tái sinh. Tuy nhiên, cần thấy rằng trong cả 2 trường hợp: quá nhiều ánh sáng cũng như sự che bóng quá mức đều không có lợi cho sinh trưởng của cây non (Girma và

cộng sự, 2010 [70]). Vì vậy, điều chỉnh độ tàn che của rừng là một trong những tác nghiệp lâm sinh quan trọng nhất đảm bảo tái sinh diễn ra theo đúng yêu cầu đã được xác định trước.

Ánh sáng dưới tán rừng thay đổi rất lớn theo không gian phụ thuộc vào cấu trúc rừng (cả theo chiều ngang, theo chiều thẳng đứng) và thay đổi theo thời gian, thay đổi đến từng giây, từng ngày, từng tháng và từng năm (Chazdon & Fetcher 1984). Vì vậy, những thông tin về ánh sáng dưới tán rừng là rất cần thiết trong những nghiên cứu về rừng nói chung và đặc biệt quan trọng trong nghiên cứu rừng nhiệt đới. Đánh giá điều kiện ánh sáng dưới tán rừng trong một thời gian dài là một công việc khó khăn. Việc đo đếm ánh sáng trực tiếp tốn nhiều công sức, tiền của và thường chỉ làm được điều này trong một thời gian ngắn, ở một vài địa điểm nhất định. Vì vậy, thực tế một số phương pháp gián tiếp đo ánh sáng dưới tán rừng thường hay được sử dụng (Chazdon & Field 1987, Rich và các cộng sự, 1993). Trung bình ánh sáng dưới tán rừng nhiệt đới khép tán rất thấp thường nhỏ hơn 1% tổng ánh sáng trên tán (Chazdon & Fetcher 1984, Smith và các cộng sự, 1992). Vì ánh sáng dưới tán rừng rất thấp nên các phương pháp đo đếm để đánh giá ánh sáng phải rất chính xác như vậy mới phân biệt được sự khác nhau giữa các vị trí nghiên cứu (Engelbrecht B.M.J., Herz H.M., 2001) [54]. Ánh sáng dưới tán rừng có thể được xác định một cách trực tiếp bằng việc sử dụng 3 bộ cảm biến lượng tử cách mặt đất 80cm tự động. Kết quả nghiên cứu 16 điểm thí nghiệm trong thời gian dài tại khu rừng ẩm nhiệt đới ở Barro Colorado Island, Panama, lưu số liệu cứ 1 giờ 1 lần cho thấy cường độ bức xạ dưới tán rừng trung bình ở các khu vực nghiên cứu là: 1.105.747 – 13.506.912 Lux trong ngày và chiếm từ 0,67 đến 8,14% tổng bức xạ trên tán. Ngoài ra, còn có các phương pháp gián tiếp xác định bức xạ như: Sử dụng ảnh Fisheye, phương pháp phân tích tán cây bằng LAI- 2000 (chỉ số diện tích lá), phương pháp sử dụng ảnh góc rộng 38mm, ảnh góc rộng 24mm và phương pháp sử dụng Spherical Densiometer. Theo đó tác giả phân tích mối quan hệ giữa dãy số liệu từ đo trực tiếp với số liệu từ 4 phương pháp đo gián tiếp thì phương pháp đo cường độ bức xạ bằng ảnh fisheye có mối quan hệ chặt chẽ nhất và cho kết quả chính xác nhất (Engelbrecht B.M.J., Herz H.M., 2001) [54].

Ngoài các phương pháp kể trên, Lile Hu và các cộng sự nghiên cứu đã chỉ ra rằng có thể sử dụng phương trình quan hệ giữa cường độ bức xạ mặt trời dưới tán với thời gian chiếu sáng để tính cường độ bức xạ mặt trời ở các lỗ trống khác nhau trong rừng. Để khẳng định điều này tác giả đã so sánh số liệu được nội suy từ phương trình tương quan với kết quả đo được trực tiếp từ sử dụng ảnh Fisheye. Kết quả cho thấy không có khác biệt về mật thống kê giữa hai dãy kết quả và tồn tại mối quan hệ đồng biến giữa lượng bức xạ mặt trời với tỷ lệ (căn bậc hai của diện tích lỗ trống (m^2)/bề dày của tán lá (m)). Ở hầu hết các lỗ trống ở trong rừng khu vực nghiên cứu ở núi Taibai, Trung Quốc, bức xạ mặt trời đạt lớn nhất vào tháng 5, trong khi đó thời gian chiếu sáng lại dài nhất vào tháng 6 (Lile Hu và các cộng sự, 2010) [62].

Cũng dẫn theo tác giả này, thời gian chiếu sáng có quan hệ chặt chẽ với cường độ bức xạ mặt trời (Takenaka, 1988, Canham và các cộng sự, 1990, Ertekin và Evrendilek, 2007). Từ đây thời gian chiếu sáng được sử dụng rộng rãi để nội suy cường độ bức xạ tại những lỗ trống trong rừng (Sen, 2001) (dẫn theo Lile Hu và các cộng sự, 2010) [62].

Các kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ ảnh hưởng của cấu trúc rừng với các đặc điểm ánh sáng dưới tán rừng cũng như tái sinh dưới tán rừng. Tuy nhiên phương pháp nghiên cứu tái sinh nào là phù hợp: trên các ô dạng bản, trên các ô định vị hay bố trí trong vườn ươm. Để lựa chọn phương pháp điều tra cho luận án này, một số dẫn cứ về phương pháp điều tra tái sinh như sau:

Hessenmoller D., Elsenhans A.S., Schulze E.D, 2013, [58] chỉ ra rằng nghiên cứu tái sinh rừng theo tuyến là một cách tiếp cận mới. Cách tiếp cận này dựa trên lý thuyết xác suất tỷ lệ thuận với kích thước “Probability proportional to size”. Các phương pháp điều tra theo cách tiếp cận này có ưu thế làm giảm 50% thời gian nghiên cứu so với cách điều tra trên các ô tiêu chuẩn mà vẫn đảm bảo đầy đủ các thông tin về cây tái sinh. Trong khi đó Hadi Fadaei, Mahdi Kolahi cho rằng phương pháp điều tra “Ô- Tuyến”- kết hợp giữa điều tra theo tuyến và điều tra trên các ô tiêu chuẩn/ô dạng bản là một phương pháp điều tra mới, thể hiện nhiều ưu việt được áp dụng với những khu rừng phân tán. Đây cũng là phương pháp được đề xuất khi

nghiên cứu các khu rừng bán khô hạn vùng Chenaran ở Iran (Hadi Fadaei, Mahdi Kolahi, 2008) [56].

1.1.3. Nghiên cứu về yêu cầu ánh sáng của thực vật và những thay đổi trong cấu tạo giải phẫu lá

Sự sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: Ánh sáng, đặc điểm của đất, độ ẩm, nhiệt độ, ... Trong đó ánh sáng là yếu tố quan trọng quyết định đến khả năng quang hợp và đặc điểm hình thái, cấu tạo giải phẫu của lá. Vì vậy, nghiên cứu, đánh giá yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh có ý nghĩa quan trọng trong quản lý và phát triển rừng.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã khẳng định mối quan hệ giữa ánh sáng với hàm lượng diệp lục a, b của lá cây từ đó tác động trực tiếp đến quá trình quang hợp. (Bertamini và các cộng sự, 2006 [48]; Favaretto và các cộng sự, 2011 [55]; Han và các cộng sự, 2013 [57]; Dusan Rozenbergar, Jurij Diaci, 2013 [52]). Viviane F. Favaretto và các cộng sự năm 2009 [78] so sánh các loài phát triển trong điều kiện được chiếu sáng đầy đủ và điều kiện bị che bóng một phần, kết quả cho thấy có sự khác biệt rõ rệt về cấu tạo giải phẫu: những loài sống trong điều kiện bị che bóng rất nhạy cảm với bức xạ mặt trời và có hàm lượng diệp lục a, b và tổng diệp lục cao hơn trong điều kiện được chiếu sáng đầy đủ. Nghiên cứu đã đưa ra kết luận, những loài phát triển trong điều kiện chiếu sáng đầy đủ sẽ trở thành những cây tiên phong và có khả năng chống chịu với những rủi ro tốt hơn cây không được chiếu sáng đầy đủ...

Tuy nhiên trong điều kiện ánh sáng yếu, hàm lượng diệp lục b tăng lên nhanh hơn so với sự tăng của hàm lượng diệp lục a. Điều này dẫn đến tỷ lệ diệp lục a/b sẽ có nguy cơ giảm (Bertamini và các cộng sự, 2006 [53]; Favaretto và các cộng sự, 2011 [55]; Qingsong Shao, Hongzhen Wang, Haipeng Guo và các cộng sự, 2014 [69]); Ngược lại, trong điều kiện ánh sáng mạnh, diệp lục không chỉ được tổng hợp dễ dàng mà còn dễ dàng bị phá hủy. Tuy nhiên, ánh sáng yếu làm giảm sự ôxy hóa xảy ra trong các sắc tố diệp lục (Liu và các cộng sự, 2013 [61], Sarieva và các cộng sự, 2007 [76]). Bên cạnh đó, có những quan điểm khác cho rằng hàm lượng diệp lục của một loài phụ thuộc vào đặc điểm sinh lý của loài nhiều hơn là điều kiện che bóng hay chiếu sáng (Minotta and Pinzauti 1996 dẫn theo (Liu và các cộng sự, 2013 [61])).

Dẫn theo Kroot Aasamaa Pedro Jose Aphalo, 2017 [75] đặc điểm lỗ khí khổng ở lá của các loài cây gỗ chịu bóng có mật độ nhỏ hơn (Givnish, 1988, 2003; Brodribb và Jordan, 2011) hoặc giống nhau (Nardini và các cộng sự, 2012; Zhou và các cộng sự, 2012), chỉ số khí khổng cũng nhỏ hơn, nhưng kích thước của các lỗ khí khổng lại lớn hơn. Độ dẫn của khí khổng thấp hơn (có liên quan đến mức độ thoát hơi nước- stomatal conductance), trong khi đó chưa có dữ liệu nào chứng minh về mối quan hệ giữa tính chịu bóng của cây với độ nhạy của lỗ khí khổng. Khí khổng đặc biệt nhạy cảm với ánh sáng xanh (Sharkey and Ogawa, 1987; Dumont và các cộng sự, 2013), nhưng độ mở của lỗ khí khổng cũng tăng lên đáng kể với ánh sáng màu đỏ (Olsen và các cộng sự, 2002; Bocalandro và các cộng sự, 2012).

Ánh sáng không những ảnh hưởng đến cấu trúc của lá mà còn ảnh hưởng đến hình thái và sự sinh trưởng của cây nói chung. Mark H. Brand, 1997 đã làm thí nghiệm với 5 cây trong điều kiện về ánh sáng khác nhau: 40% che bóng, 60% che bóng và trong điều kiện đầy đủ ánh sáng trong thời gian 2 năm, kết quả trong 1 năm đầu không nhận thấy sự thay đổi rõ rệt nào về đặc điểm sinh trưởng của cây cũng như không xuất hiện sự phản ứng nào của các loài cây trước các điều kiện ánh sáng khác nhau. Nhưng đối với lá, bóng râm đã làm tăng sắc tố của lá cây làm cho lá cây trở lên đậm hơn không còn màu nhạt như trước đó, màu lá thay đổi từ vàng – xanh sang màu xanh đậm. Đồng thời hàm lượng diệp lục trong lá tăng lên khi loài cây đó được trồng trong điều kiện có nhiều bóng râm hơn. Ở năm thứ 2, sự phản ứng của màu sắc lá cây và nồng độ diệp lục cũng tương tự như ở năm thứ nhất, nhưng kích thước cây, số lượng cành, diện tích lá, lượng lá khô và sinh khối khô của cây giảm xuống với những cây được trồng trong điều kiện bóng râm. Như vậy, trong điều kiện không có đủ ánh sáng cây duy trì được sự sinh trưởng và thích ứng trong năm đầu tiên của vòng đời với sự tăng sắc tố của lá cây, sau năm đầu tiên nếu không có đủ ánh sáng thì bóng râm là yếu tố làm ngăn cản sự sinh trưởng của cây (Mark H. Brand, 1997).

Ánh sáng ngoài ảnh hưởng đến hình thái, cấu tạo giải phẫu của lá còn ảnh hưởng đến sinh khối và tỷ lệ chồi/rễ. Nghiên cứu của Shafiqur Rehman Khani và các cộng sự năm 2000 [77] khi thí nghiệm trồng các chậu cây trong các chế độ

chiếu sáng khác nhau với mức che bóng là 0% (đầy đủ ánh sáng), 35%, 55% và 75% trong khoảng thời gian gần 30 tuần. Kết quả cho thấy chiều cao của cây tăng mạnh nhất tại công thức bị che bóng dưới 75% và tăng ít nhất ở điều kiện chiếu sáng đầy đủ nhưng tổng sinh khối lại thấp một cách đáng kể và tỉ lệ chồi/rễ lại cao hơn hẳn trong điều kiện 75% và chiếu sáng hoàn toàn, trong khi nồng độ diệp lục lại tăng cao hơn. Từ đó thấy rằng, đặc điểm về hình thái và hiệu suất quang hợp sẽ khác nhau rõ rệt giữa các loài và có sự tương xứng với khả năng chịu đựng của mỗi loài trong điều kiện thiếu ánh sáng.

Mức độ ảnh hưởng của ánh sáng tới cây cũng tùy thuộc vào môi trường sống của chúng. Tác động này khác nhau khá nhiều khi so sánh các loài cây ở vùng nhiệt đới và ôn đới. Các loài thực vật ở rừng nhiệt đới rất đặc biệt bởi vì chúng phải thích ứng trong môi trường có cường độ ánh sáng thay đổi rất nhiều. Vì thế mà vai trò của ánh sáng đối với đời sống của thực vật cũng phức tạp hơn nhiều so với các loài sống trong điều kiện chiếu sáng suốt cả ngày. Những phân tích về sinh trưởng của cây con, cây tái sinh dưới những điều kiện chiếu sáng khác nhau chỉ ra rằng cây có khả năng điều chỉnh để phù hợp với điều kiện chiếu sáng và đây cũng là những cơ sở để lựa chọn chế độ chiếu sáng phù hợp cho từng loài cây, ở từng giai đoạn tuổi khác nhau (Poorter 2001; Popma và Bongers 1988). Những lá bên dưới điều kiện bị che bóng thường có hàm lượng diệp lục cao hơn, sinh khối lá trên một đơn vị diện tích thấp hơn để duy trì điểm bù ánh sáng thấp (Lambers, Chapin and Pons 1998).

Chanhsamone Phonguodume và các cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến khả năng sinh trưởng và hàm lượng diệp lục a,b của 5 loài cây nhiệt đới phân bố ở Lào cho thấy: Khi bố trí thí nghiệm với 5 loài cây: Dầu rái, Trắc, Sao đen, Gõ đỏ và cây Vên vên với 3 công thức thí nghiệm là chế độ chiếu sáng 30 - 50%, 50 - 70% và 100% cho thấy: không những các loài cây trên có sự khác nhau về khả năng sống sót, sinh trưởng và phân bố sinh khối giữa các bộ phận thân, lá, cành, rễ ở các chế độ chiếu sáng khác nhau. Mà hàm lượng diệp lục a, b và diệp lục tổng số cũng khác nhau rõ rệt. Cụ thể như sau: Loài Dầu rái ở chế độ chiếu sáng 100% có tổng hàm lượng diệp lục cao nhất so với các loài khác. Hầu hết các loài thể hiện sinh trưởng tốt ở chế độ chiếu sáng 50% -70% như Dầu rái, Sao đen,

Gỗ đỏ, Vên vên, duy nhất cây Trắc sinh trưởng tốt ở chế độ chiếu sáng 30 – 50%. Điều này bước đầu khẳng định chế độ chiếu sáng 50% - 70% phản ánh nhu cầu tối ưu của các loài thực vật nói trên sinh tồn và sinh trưởng tốt ngoài thực địa (Chanhsamone Phonguodume và các cộng sự, 2012) [50].

Cho và các cộng sự năm 2008 nghiên cứu và chỉ ra rằng hàm lượng diệp lục của 5 loài cây gỗ cứng ở trung tâm nhiệt đới của Hàn Quốc cao nhất ở điều kiện chiếu sáng 7- 12% và thấp nhất ở chế độ 100% chiếu sáng. Tuy nhiên do tính phức tạp của hệ sinh thái rừng nhiệt đới, vì vậy, tùy từng vị trí lá khác nhau mà hàm lượng diệp lục cũng khác nhau. Ví dụ khi thí nghiệm với cây Keo lá tràm 3 tuổi ở Philippines cho thấy hàm lượng diệp lục cao nhất (11,5 g/mL) thu được ở vị trí lá thấp nhất. Trong khi với cây Giáng hương hàm lượng diệp lục cao nhất thu được lại ở những lá giữa và có giá trị là 18,3 g/ml (Akecop (2010), dẫn theo Chanhsamone Phonguodume và các cộng sự, 2012) [55].

Ngoài ảnh hưởng đến các đặc điểm giải phẫu của lá thì ánh sáng còn ảnh hưởng đến hàm lượng nito trong lá. Riichi Oguchi và các cộng sự, 2003 nghiên cứu và thấy rằng để thích ứng với sự thay đổi ánh sáng thường thực vật ở những vùng có ánh sáng mạnh hơn sẽ có khả năng quang hợp cao hơn, bề dày lá cao hơn và đặc biệt hàm lượng Nito trong lá lớn hơn so với các cây trong điều kiện bị che bóng (Björkman, 1981; Murchie & Horton, 1997). Khả năng quang hợp của cây cũng được tăng cường thông qua lớp nhu mô dày và tăng hàm lượng Nito trên một đơn vị diện tích lá (Bjorkman, 1981, Poorter và các cộng sự1995, Poorter và các cộng sự1999).

Các loài cây sống trong điều kiện được chiếu sáng có khả năng quang hợp cao là do lá được cấu tạo dày và có hàm lượng nito cao trong các enzym quang hợp. (Terashima, Miyazawa & Hanba, 2001). Do đó có sự tương quan mạnh mẽ giữa khả năng quang hợp và độ dày lá (McClendon 1962; Jurik 1986), giữa khả năng quang hợp và diện tích bề mặt tế bào diệp lục (Nobel, Zaragoza & Smith 1975) và giữa độ dẫn CO₂ và diện tích bề mặt lục lạp so với các gian bào (Von Caemmerer & Evans năm 1991; Evans và các cộng sự 1994.). Tuy nhiên khả năng quang hợp không phải luôn luôn đồng biến với bề dày của lá. Bề dày của lá được xác định là do ánh sáng

chiếu rọi vào lá đang phát triển và nó thay đổi không đáng kể khi lá đã trưởng thành (Milthorpe & Newton, 1963; Wilson, 1966; Verbelen & De Greef, 1979; Sims & Pearcy, 1992).

Câu hỏi đặt ra là chất lượng ánh sáng và cường độ ánh sáng có ảnh hưởng đến quang hợp như thế nào. Nghiên cứu của Tinoco-Ojanguren and R. W. Pearcy đã đưa ra bằng chứng chứng minh chất lượng ánh sáng không đóng vai trò chủ đạo điều chỉnh hoạt động quang hợp hoặc điều chỉnh của thực vật để thích nghi với điều kiện bị che bóng mà yếu tố đóng vai trò quan trọng là cường độ bức xạ mặt trời chiếu đến là bao nhiêu (Tinoco-Ojanguren and R. W. Pearcy, 1995) [72].

Những nghiên cứu từ rất sớm của Thomas T. Lei và các cộng sự, năm 1996 [73] đã xác định mối liên hệ giữa hàm lượng diệp lục của 16 loài cây gỗ ở Nhật Bản với khả năng phản xạ ánh sáng của tán lá, hiệu quả hấp thu bức xạ của tán lá và thành phần quang phổ của bức xạ. Kết quả cho thấy diện tích tán lá tăng và tỷ lệ diệp lục a/b giảm ở tất cả các loài trong điều kiện bị che bóng so với nơi được mở tán. Tuy nhiên, không có sự khác nhau nhiều về phổ hấp thu bức xạ của lá, mà tỷ lệ bức xạ phản xạ tăng lên ở các tán lá trong điều kiện bị che bóng bị quyết định bởi những đặc tính cấu trúc bên trong của lá. Từ các kết quả nghiên cứu, tác giả đã kết luận rằng khả năng hấp thu phổ bức xạ không phải lúc nào cũng được suy ra từ những thay đổi diện tích tán lá và hàm lượng diệp lục trong lá của cây.

Theo các kết quả nghiên cứu về sinh lý thực vật thì điều kiện ánh sáng có ảnh hưởng đến cấu tạo giải phẫu của lá rất nhiều như tỷ lệ môậu, mô khuyết, hàm lượng diệp lục a, b, số lượng lỗ khí trên biểu bì, ... Thông thường trên tế bào biểu bì có nhiều hay ít lỗ khí để làm tăng hoặc giảm thoát hơi nước của thực vật trong những điều kiện chiếu sáng khác nhau. Vì vậy, khi nghiên cứu ảnh hưởng của bức xạ mặt trời đến thực vật người ta xác định số lượng lỗ khí trên tế bào biểu bì, xác định tổng số lỗ khí ở mặt trên và mặt dưới của lá. Thông thường vị trí lỗ khí khổng của cây ưa sáng thường phân bố nhiều ở mặt dưới. Ngoài ra các đặc điểm của lỗ khí khổng như: Lỗ khí khổng có nằm sâu trong thịt lá hay không, có lông bảo vệ để giữ độ ẩm không cần được xác định. Trên tế bào biểu bì có tế bào mô tơ (tế bào vận động) hay không, hình dạng của tế bào vận động này là hình gì hình rẻ quạt hay

hình khác. Vì tế bào vận động hình rẽ quạt, kích thước lớn, chứa nhiều nước có vai trò làm giảm áp suất thẩm thấu nhanh, làm lá xoắn mép khi cường độ bức xạ mạnh, gây khô hạn hiện tượng này thường gặp ở các cây thân thảo. Dưới lớp biểu bì có lớp hạ bì mô hay không, đó là biểu bì có một hay nhiều lớp. Với các loài cây, càng tiếp xúc nhiều với ánh sáng lớp hạ bì càng dày. Trong mô mềm của thịt lá tỷ lệ mô dậu là bao nhiêu, độ dày mô dậu và mô khuyết là bao nhiêu. Sự phát triển của mô dậu như thế nào. Hệ thống diệp lục a và b có đặc điểm, số lượng là bao nhiêu, đặc điểm phân bố rải rác, hay tập trung. Lá có các tuyến đặc biệt gì không: Ví dụ ở một số loài cây ngập mặn có tuyến tiết muối, có tầng hạ bì không. ...

Trong điều kiện bị che bóng hoặc chiếu sáng ở các cường độ khác nhau, thì cấu tạo giải phẫu, hàm lượng diệp lục, hình thái lá và cây khác nhau. Như vậy, người ta có thể dựa vào sự thay đổi của các chỉ tiêu này để xác định yêu cầu ánh sáng của một loài nào đó.

Những nghiên cứu tổng quan đã chỉ ra ánh sáng có ảnh hưởng đến tỷ lệ mô dậu, mô khuyết của lá, ảnh hưởng đến hàm lượng diệp lục a, b, carotenoid, diệp lục phụ, bề dày tầng cutin. ... Kích thước, hình dạng và số lượng các lục lạp trong lá cây được xác định phần lớn là do ánh sáng, tuy nhiên, chưa có nghiên cứu chính xác nào chỉ ra sự thay đổi là bao nhiêu của các đặc điểm nêu trên khi ánh sáng thay đổi. Như vậy có thể coi sự thay đổi các đặc điểm cấu trúc, giải phẫu của lá của cây và khả năng quang hợp của cây là những biểu hiện về yêu cầu ánh sáng khác nhau của thực vật ở từng giai đoạn tuổi khác nhau.

1.2. Ở Việt Nam

1.2.1. Một số nghiên cứu về họ Dẻ (Fagaceae) và chi Dẻ gai (Castanopsis) ở Việt Nam

1.2.1.1. Phân loại thực vật

Các nhà khoa học điển hình nghiên cứu về phân loại, định danh các loài trong họ Dẻ ở Việt Nam như: Lê Trần Chấn (1999), Nguyễn Tiến Bản (1997, 2003) [2], Phạm Hoàng Hộ (2000), Võ Văn Chi (2003, 2004) [9, 10], Lê Mộng Chân, Lê Thị Huyền (2000). Hiện nay có nhiều nghiên cứu và các quan điểm khác nhau về số chi, số họ và số loài trong họ Dẻ. Tuy nhiên một điểm chung nhất của các nghiên cứu đều chỉ ra rằng họ Dẻ là một trong 10 họ có số loài lớn nhất ở Việt Nam, được

chia thành từ 5-7 chi với 227 loài đã được xác định tên gọi và định loại (Nguyễn Toàn Thắng, 2016) [30]. Theo thời gian, các loài mới trong họ Dẻ vẫn được tiếp tục phát hiện, như năm 2014, các tác giả Vương Duy Hưng và Nian –HeXia đã phát hiện 2 loài Dẻ mới, bổ sung vào danh lục các loài Dẻ ở Việt Nam (Vương Duy Hưng và Nian HeXia, 2014) [79], [53].

Ngoài những nghiên cứu về phân loại các chi trong họ Dẻ, những nghiên cứu về giải phẫu gỗ Dẻ, phân vùng, nguồn gốc của các loài trong họ Dẻ. Nguyễn Bá (1965) khi nghiên cứu về giải phẫu gỗ họ Dẻ của Việt Nam nhận xét chi *Lithocarpus* có dấu hiệu gần gũi với chi *Quercus* và chi *Trigonobalamus* hơn là chi *Castanopsis*. Tương tự như vậy Nguyễn Đình Hưng (1990) nghiên cứu cấu tạo gỗ họ Dẻ chỉ ra rằng chi *Quercus* có nhiều đặc điểm gần gũi với chi *Lithocarpus* đến mức khó phân biệt giữa chúng về cấu tạo mô, mạch và sợi mềm. Lương Ngọc Toàn, 1965 nghiên cứu và chỉ ra rằng chi *Lithocarpus* có cùng nguồn gốc với chi *Castanopsis* nhưng sau đó lại tiến hoá theo hướng khác.

Chi Dẻ cau – Chi Sồi (*Lithocarpus*) cũng là một trong những Chi được quan tâm nghiên cứu ở Việt Nam, Đỗ Thuỳ Linh, Nguyễn Trung Thành và các cộng sự, 2013 đã nghiên cứu cơ sở phân loại chi Dẻ cau. Kết quả cho thấy ở Việt Nam, chi Dẻ cau gồm 115 loài xếp trong 10 phân chi, trong đó có 44 loài là đặc hữu, 14 loài được ghi trong sách đỏ Việt Nam, 2007.

1.2.1.2. Đặc điểm hình thái

Các loài thuộc họ Dẻ thông thường là loài cây gỗ lớn hoặc gỗ nhỏ, có vết rạn hoặc nứt dọc thân. Lá đơn mọc cách, mép nguyên hoặc có răng cưa, có lá kèm sớm rụng. Hoa tự bông đuôi sóc, hoa nhỏ, đơn tính cùng gốc, bao hoa gồm 4 -7 thùy, hoa đực mọc từng cụm 3 hoa, hoa cái mọc lẻ hoặc cụm 3 hoa trên cuống chung, đôi khi bao hoa nằm ở trong một bao chung, bầu dưới 3 - 6 ô, mỗi ô 2 noãn. Đầu thường hoá gỗ, đở hoặc bao lấy quả. Đầu phía ngoài thường có nhiều lá bắc dạng vảy hoặc gai nhọn, đầu mang từ 1-3 quả kiên. Quả một hạt, hạt không có nội nhũ (Lê Mộng Chân, Lê Thị Huyền, 2000) [8].

Có rất nhiều loài trong họ Dẻ ở Việt Nam cho giá trị kinh tế như giá trị về lương thực, thực phẩm như Dẻ ăn quả, Dẻ trùng khánh, Dẻ anh, Dẻ kha thụ nguyên... Một số loài khác cung cấp gỗ như Dẻ xanh, Dẻ gai ấn độ, Sồi phẳng

(Trần Hợp, 2002). Ngoài ra có nhiều nhà khoa học và các cơ quan đã nghiên cứu về đặc điểm hình thái của các loài trong họ Dẻ như: Nguyễn Tiến Bân (1997) [2], Võ Văn Chi (2003, 2004) [13,14], Lê Trần Chân (1999), Phạm Hoàng Hộ (2000) [20], Viện Điều tra Quy hoạch rừng (1982) [46] và mới đây nhất Nguyễn Toàn Thắng, 2016 nghiên cứu loài Dẻ anh để phát triển theo hướng lấy hạt ở Tây Nguyên, Bùi Trọng Thủy, 2017 đã nghiên cứu kỹ thuật gây trồng Dẻ xanh ở Vĩnh Phúc và Hoà Bình. Đây là những cơ sở quan trọng cho việc nhận biết các loài cây trong họ Dẻ ngoài thực địa và là cơ sở cho các biện pháp gây trồng, phục hồi rừng Dẻ ở Việt Nam nói chung.

1.2.1.3. Công dụng và ý nghĩa kinh tế

Các loài trong họ Dẻ thường là loài cây đa tác dụng. Nhiều loài cho hạt ăn được, có giá trị dinh dưỡng cao, một số loài có giá trị sử dụng gỗ.... Hầu hết các loài Dẻ cho gỗ cứng, nặng, ít bị mối mọt, gỗ có thể làm đồ gia dụng, đóng tàu xe, làm cầu, trụ mỏ, làm nhà. Theo Trung tâm dữ liệu thực vật Việt Nam chi *Castanopsis* có khoảng 110 loài ở châu Á và Bắc Mỹ, thường quả có vỏ rất dày, hóa gỗ được bao hoàn toàn bởi đầu và thường dính với đầu. Hàm lượng các chất dinh dưỡng, tương ứng với một số loài Dẻ ở Việt Nam được tổng kết như sau:

Bảng 1.1. Hàm lượng chất dinh dưỡng của hạt một số loài Dẻ ở Việt Nam.

Thông số	Hạt của các loài Dẻ			
	Dẻ anh (<i>C. piriformis</i>)	Dẻ kha thụ nguyên (<i>C. pseudoserrata</i>)	Dẻ ăn quả (<i>C. boisii</i>)	Dẻ gai trung quốc (<i>C. chinensis</i>)
Protein (%)	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,1	3,4 ± 0,1	7,3 ± 0,1
Lipid (%)	0,1 ± 0,02	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,05	0,3 ± 0,03
Glucose (%)	73,1 ± 0,6	68,5 ± 0,6	66,5 ± 0,8	71,8 ± 1,0
Đường kính hạt (mm)	1,8-2,5	0,8-1,2	0,8-1,4	1,5-2,5
Sinh khối khô của 1000 hạt (g)	4100 - 4800	1350 - 1500	1100 - 1500	4300 - 4600

(Nguồn: Nguyễn Toàn Thắng, 2016) [64]

Qua đây cho thấy Dẻ ăn quả (*Castanopsis boisii*) là một trong các loài có hàm lượng protein, lipid, glucose khá cao và thuộc một trong các loài Dẻ bản địa của Việt Nam.

Trần Lâm Đồng và các cộng sự, 2007 [14] đã nghiên cứu xác định loài, vùng phân bố các loài Dẻ ăn hạt ở Tây Nguyên chỉ ra rằng họ Dẻ ở Tây Nguyên có ba chi *Castanopsis*, *Lithocarpus* và *Quercus* với khoảng trên 50 loài, trong đó có 11 loài cho hạt ăn được, tập trung nhiều nhất ở chi *Castanopsis* (9 loài) và *Lithocarpus* (2 loài)

Gần đây, chi Dẻ gai trên thế giới và ở Việt Nam đã được bổ sung thêm hai loài mới cho khoa học đó là Dẻ gai sọc to *Castanopsis grandicatricata* N. H. Xia & D. H. Vuong và Dẻ gai nhiều cạnh *Castanopsis multiporcata* N. H. Xia & D. H. Vuong (Vuong Duy Hung & Nian HeXia, 2014) [79], phân bố chủ yếu ở vùng Thanh Sơn, Phú Thọ. Trong đó loài Dẻ gai sọc to có hạt khá lớn, nếu giá trị dinh dưỡng được khẳng định thì đây là loài có triển vọng phát triển kinh tế.

1.2.1.4. Những nghiên cứu về cây Dẻ ăn quả.

Tên Việt Nam: Dẻ ăn quả, Dẻ ăn hạt hay còn gọi là Dẻ gai yên thế, Dẻ gai bắc giang. Trong luận án này sẽ thống nhất sử dụng tên gọi là Dẻ ăn quả.

Tên khoa học: *Castanopsis boisii* Hickel & A. Camus, 1921 (The Plant list, 2018 [84])

Thuộc chi: Dẻ gai - *Castanopsis*. **Họ Dẻ:** Fagaceae.

Castanopsis boisii Hickel & A. Camus là cây gỗ nhỏ lá rộng thường xanh, chiều cao thường từ 10m - 15m, cây trưởng thành có thể cao tới 25m, đường kính có thể đạt từ 30cm - 40cm, thân tròn thẳng, hơi xù xì, vỏ dày, màu xám trắng, nứt dọc nhỏ, cành nhánh dài, tán lá xum xuê.



a) Lá của Dẻ tái sinh



b) Quả Dẻ



c) Lá và quả Dẻ



d) Thân cây Dẻ ăn quả

Hình 1.1. Ảnh thân, lá, quả của loài Dẻ ăn quả

Loài Dẻ ăn quả có lá đơn mọc cách, hình ngọn giáo, lưỡi liềm hoặc trái xoan, mép nguyên, đầu lá nhọn dần và hơi lệch, đuôi nêm, lá kèm hình kim sớm rụng, mặt trên xanh đậm, nhẵn bóng, mặt dưới nhiều vảy nhỏ, màu bạc. Cuống lá dài 1.5-2cm, phiến lá dài 9-18cm, rộng 4-6cm, gân lá thường phẳng hoặc lồi từ giữa đến đỉnh đầu lá, gân phụ 13-17 đôi. Hệ rễ hỗn hợp, rễ cọc và rễ bên đều phát triển.

Hoa đơn tính cùng gốc mọc đầu cành, hoa tự đực hình bông đuôi sóc, dựng đứng nghiêng. Hoa tự cái có lá bắc ngắn. Hoa dài từ 4 - 7cm, phủ lông mềm, hoa cái thưa, đầu nhụy xẻ 3. Quả kiên hình cầu, được bọc kín trong đầu, có gai phân nhánh tập hợp thành cụm, mỗi đầu có 1 quả hình bầu dục, quả hơi vẹo. Đường kính quả 2,5-3cm, vỏ quả (đầu) dày 0,5- 1cm, mỗi quả có từ 1-2 hạt, hạt thường hình trứng lớn 1,2- 1,4cm x 0,9 – 1,2cm.

Dẻ bắt đầu ra hoa kết quả từ tuổi 4 - 5 trở đi, đạt sản lượng cao ở tuổi 20 - 35 sau đó giảm dần cho đến 40 - 50 tuổi. Hoa Dẻ nở rộ từ tháng 9 đến hết tháng 11 và quả chín vào tháng 8 đến tháng 9 năm sau. Chu kỳ sai quả phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện thời tiết đặc biệt là gió hại và các đợt rét đậm, rét hại. Thông thường chu kỳ sai quả là 2 năm. (Lê Mộng Chân và Lê Thị Huyền (2000 [8]); Flora of China - <http://flora.huh.harvard.edu/china//PDF/PDF04/Castanopsis>) [81].

Dẻ ăn quả thích hợp với khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhiệt độ bình quân năm 22 °C – 24 °C, biên độ lượng mưa rộng, khi trưởng thành là cây ưa sáng mạnh, những nơi mật độ thưa, cây được chiếu sáng đầy đủ thì cây có nhiều hoa và sai quả.

Cây có thể mọc được trên đất nghèo mùn, nghèo đạm và có hàm lượng chất dinh dưỡng thấp, tỉ lệ kết von, đá lẫn cao (Nguyễn Thanh Bình, Đặng Ngọc Anh, 1996) [3]; [1].

Một số loài côn trùng, động vật hại Dẻ ăn quả

Trong quá trình thực hiện đề tài: “Nghiên cứu đề xuất các giải pháp quản lý côn trùng và động vật gây hại cây Dẻ ăn quả”, Nguyễn Văn Tiền (2014) [38] đã phát hiện có 102 loài côn trùng thuộc 35 họ và 10 bộ tại khu vực Chí Linh, Hải Dương. Trong đó có một số loài có ích, 72 loài côn trùng gây hại. Những loài sinh vật gây hại với mật độ lớn như Bọ que nhỏ, Sâu róm lớn màu xám, Sâu kèn nhỏ, Sâu cuốn lá, Bọ xít dài, Rệp đen. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra có 57 loại thú và chim sống trong khu vực rừng Dẻ ăn quả, trong đó có chủ yếu là các loài thú nhỏ thuộc bộ gặm nhấm và bộ Dơi, các loài chim chủ yếu là các loài trong bộ Sẻ. Những loài thường bắt gặp nhiều nhất là: Sóc đen, Sóc chuột hải nam, Sóc bụng đỏ, Chuột nhà, Chuột rừng, Dơi ngựa bé và Dơi quả lười dài.

1.2.2. Nghiên cứu về mối liên hệ giữa cấu trúc và tái sinh rừng ở Việt Nam

Dưới tán rừng, ánh sáng thay đổi rất nhiều phụ thuộc vào kích thước các lỗ trống, góc chiếu của tia bức xạ, độ tàn che tầng cây cao và cấu trúc tầng tán...Điều này ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự sống sót, sinh trưởng và phát triển của cây con, cây trong giai đoạn tái sinh dưới tán rừng. Trên thế giới và ở Việt Nam đã có nhiều công trình nghiên cứu về mối quan hệ này, một số nghiên cứu ở Việt Nam được khái quát như sau:

Những chuyên gia đầu tiên nghiên cứu về nhóm yếu tố sinh thái ảnh hưởng đến tái sinh rừng như Thái Văn Trùng, (1978) [34] đã khẳng định ánh sáng là một yếu tố quyết định chủ yếu đến kết cấu và thành phần của tầng lâm hạ trong rừng, ảnh hưởng đến quy luật phát sinh, phát triển của quần xã thực vật rừng. Tuy nhiên, đó không phải là yếu tố ảnh hưởng duy nhất và đơn độc như các quan điểm trước đây đã khẳng định. Nếu ở trong rừng cây con có thể chết vì thiếu nước thì cũng không loại trừ cây chết do thiếu ánh sáng. Vì vậy, để có kết quả chính xác hơn về ảnh hưởng của ánh sáng với cây con cần xem xét chúng trong mối quan hệ với các yếu tố đất đai, điều kiện địa hình và yếu tố khí hậu.

Bên cạnh đó, một số tác giả đã nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của cây thông qua mối liên hệ giữa các chỉ tiêu sinh trưởng với độ tàn che. Ví dụ nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Thanh đối với loài Trám trắng, đã nhận định rằng sinh trưởng chiều

cao cây tái sinh đạt lớn nhất ở độ tàn che 50% - 60%. Ngoài ra tác giả cũng nghiên cứu và kết luận đặc điểm về nhu cầu ánh sáng của cây tái sinh Trám trắng thay đổi rõ rệt theo chiều cao và theo tuổi của chúng (Nguyễn Ngọc Thanh, 2003) [31].

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của bức xạ đến sinh trưởng của cây bản địa ở Vườn Quốc gia Cát Bà, các tác giả cho rằng cường độ bức xạ có liên quan chặt chẽ với độ tàn che tầng cây cao. Các phương trình quan hệ giữa cường độ bức xạ dưới tán và trên tán rừng với độ tàn che là cơ sở để điều tiết cường độ bức xạ dưới tán thông qua điều chỉnh độ tàn che một cách có cơ sở khoa học (Phạm Xuân Hoàn, 2004 [15]).

Nguyễn Toàn Thắng và các cộng sự, 2011 [29] khi nghiên cứu đặc điểm cấu trúc rừng Dẻ ăn quả ở Bắc Giang cho thấy mật độ cây Dẻ ăn quả từ 92- 540 cây/ha, hàm phân bố Weibull phù hợp để mô phỏng phân bố số cây theo cấp đường kính và cấp chiều cao. Đối với các loài tham gia vào tổ thành lâm phần Dẻ ăn quả, nhiều nhất là có 6 loài có mặt trong các ô tiêu chuẩn. Từ các kết quả cấu trúc rừng Dẻ nhóm tác giả đã đề xuất một số giải pháp kỹ thuật lâm sinh nhằm làm tăng hiệu quả kinh tế và môi trường của rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.

1.2.3. Nghiên cứu về yêu cầu ánh sáng của thực vật và những thay đổi trong cấu tạo giải phẫu lá

Quá trình quang hợp của cây chịu ảnh hưởng tổng hợp của các yếu tố bên trong và bên ngoài. Các yếu tố bên ngoài bao gồm nồng độ CO₂, cường độ bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm của đất, của không khí và dinh dưỡng khoáng. Các yếu tố bên trong bao gồm cấu tạo giải phẫu của lá, phức hệ sắc tố, hệ thống enzym cho quang hợp, tuổi cây, tuổi lá và các yếu tố khác. Trong các yếu tố môi trường có ảnh hưởng đến quang hợp thì ánh sáng là điều kiện cơ bản nhất để quá trình quang hợp được thực hiện. Cho đến nay đã có nhiều công trình nghiên cứu quan hệ giữa quang hợp với cường độ, thành phần quang phổ của bức xạ. Những nghiên cứu này cho phép xác định quy luật chung về sự phụ thuộc của quang hợp vào ánh sáng.

Theo các kết quả nghiên cứu đó chỉ ra rằng cây có thể quang hợp ở ánh sáng tối thiểu tương đương với ánh sáng của đèn dầu hoặc ánh trăng, ánh sáng của buổi hoàng hôn. Khi cường độ bức xạ tăng, cường độ quang hợp tăng, đến điểm bão hòa ánh sáng thì dừng lại, đường biểu diễn thậm chí có thể đi xuống (liên quan đến sự phá hủy bộ máy quang hợp). Thông thường với những cây ưa sáng như Thông hoặc

Kéo thì cường độ quang hợp tăng đồng thời với sự tăng cường độ ánh sáng cho đến khi mặt trời chiếu sáng hoàn toàn. Ngược lại với những cây chịu bóng thì ngay ở cường độ chiếu sáng yếu, cây có thể đã đạt cực đại quang hợp (Vũ Văn Vụ, 2012) [45].

Tương tự như vậy điểm bù ánh sáng (điểm mà cường độ ánh sáng tại đó lượng CO₂ được hấp thụ trong quang hợp bằng lượng CO₂ thải ra trong quá trình hô hấp) cũng có sự khác nhau giữa cây chịu bóng và cây ưa sáng. Thông thường người ta xác định trị số đó ở nồng độ CO₂ 0,03% và nhiệt độ 20°C. Trị số điểm bù ánh sáng của cây chịu bóng khoảng 1% của ánh sáng mặt trời toàn phần, trong khi ở cây ưa sáng thì tỷ lệ này khoảng 3%-5% của ánh sáng mặt trời toàn phần. (Nguyễn Như Khanh, 2009) [21].

Thường lá cây có sự thích nghi với yếu tố ánh sáng thể hiện qua đặc điểm hình thái và giải phẫu lá trên hai nhóm cây. Căn cứ vào chế độ chiếu sáng khác nhau, người ta chia thành nhóm cây ưa sáng và nhóm cây chịu bóng.

Đối với nhóm cây ưa sáng do trong điều kiện có ánh sáng cường độ mạnh, tiếp xúc với ánh sáng trực tiếp vì vậy, cây thích nghi theo hướng tránh ánh sáng và giảm bớt ánh sáng. Những cây như vậy thường có tán lá nhỏ, cành có nhiều lá, lá dày và cứng, lớp cutin dày hoặc nhiều lông, số lượng diệp lục ít nhằm hạn chế sự hấp thụ nhiệt và ánh sáng.

Nhóm cây chịu bóng lá thường mỏng hơn, lục lạp to hơn và chứa nhiều Chlorophyl hơn. Không những tăng hàm lượng Chlorophyl để thích nghi với điều kiện chiếu sáng khác nhau, tỷ lệ các sắc tố trong lục lạp cũng thay đổi. Lá cây chịu bóng do chịu ảnh hưởng nhiều ánh sáng khuếch tán hơn, giàu các tia sóng ngắn hơn, vì vậy, chứa nhiều Chlorophyl b hơn, tỷ lệ diệp lục a/b thấp (khoảng 1,4). Những loài cây ở vùng núi cao là những cây ưa sáng có tỷ lệ này khá cao (khoảng 5,5) trong khi đó đối với tỷ lệ này bình thường là 3,0 (Vũ Văn Vụ, 2012) [45]. Ngoài cường độ chiếu sáng thì thành phần quang phổ của bức xạ cũng tác động rất nhiều đến quang hợp.

Nguyễn Hữu Thước đã nghiên cứu về đặc điểm thích nghi của cây Mỡ ở các điều kiện chiếu sáng khác nhau, đặc điểm cấu trúc giải phẫu của lá cây Mỡ được thể hiện ở bảng sau:

Bảng 1.2. Đặc điểm giải phẫu của lá Mỡ ở các độ che sáng khác nhau

Độ che sáng	Không che sáng	Che sáng 25%	Che sáng 50%	Che sáng 75%	Che sáng 100%
Bề dày lá (μm)	1,999	1,946	1,746	1,55	1,33
Bề dày tầng cutin (μm)	0,035	0,034	0,031	0,026	0,028
Biểu bì trên (μm)	0,119	0,126	0,122	0,109	0,095
Biểu bì dưới (μm)	0,112	0,088	0,081	0,074	0,071
Mô dậu (μm)	0,761	0,697	0,626	0,607	0,522
Mô khuyết (μm)	0,017	0,983	0,909	0,74	0,645

(Nguồn: Nguyễn Hữu Thước, 1996 [32])

Theo đó thì độ che sáng càng tăng, lượng ánh sáng lọt xuống càng ít thì bề dày lá, bề dày tầng cutin, bề dày mô dậu càng giảm.

Ngoài ra trong các nghiên cứu của mình, Nguyễn Hữu Thước cho thấy tế bào biểu bì của cây ưa sáng thường có nhiều lỗ khí hơn, điều này làm tăng từ 3 - 10 lần khả năng thoát hơi nước so với cây chịu bóng. Mặt khác các lỗ khí của cây ưa sáng thường phân bố ở mặt trên. Nhiều loài cây ưa sáng, chịu hạn có nhiều hơn một lớp biểu bì ta gọi là lớp hạ bì. Càng tiếp xúc nhiều với ánh sáng, lớp hạ bì càng dày. Bên cạnh đó cây ưa sáng có lớp mô dậu phát triển, mô khuyết kém phát triển hơn, thường mô dậu là những tế bào dài để tăng khả năng hấp thụ ánh sáng trực xạ làm cho hiệu suất quang hợp sẽ tăng lên.

Có nhiều phương pháp xác định yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh. Thứ nhất về phương pháp xác định yêu cầu ánh sáng dựa vào độ tàn che, Hoàng Kim Ngũ và Phùng Ngọc Lan đã chỉ ra rằng trong rừng việc đo đếm cường độ ánh sáng ở các cấp chiều cao khác nhau là công việc phức tạp và khó khăn. Cường độ ánh sáng theo chiều thẳng đứng phụ thuộc nhiều vào độ tàn che, thành phần loài cây của rừng... Từ những lập luận như vậy, chúng ta hoàn toàn có thể sử dụng độ tàn che, yếu tố có tính ổn định cao để phản ánh yêu cầu ánh sáng của lớp cây tái sinh dưới tán rừng (Hoàng Kim Ngũ và Phùng Ngọc Lan, 2005) [25].

Nguyễn Văn Tiến và Nguyễn Huy Sơn khi nghiên cứu ảnh hưởng của độ tàn che đến khả năng tái sinh của Re gừng ở Vườn Quốc gia Xuân Sơn, Phú Thọ đã thống kê số cây tái sinh theo các cấp độ tàn che và cấp chiều cao của cây tái sinh. Tác giả cũng tính được tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng cho khu vực nghiên cứu. Qua đó luận án đã chỉ ra độ tàn che thích hợp cho tái sinh của Re gừng để đảm bảo yêu cầu ánh sáng của cây Re gừng tái sinh ở mỗi cấp chiều cao (Nguyễn Văn Tiến, Nguyễn Huy Sơn, 2011) [27].

Hà Thị Hiền khi nghiên cứu ảnh hưởng của mức độ che sáng đến sinh trưởng của Dẻ đỏ giai đoạn vườn ươm đã bố trí thí nghiệm theo khối ngẫu nhiên 3 lần lặp với các mức độ che sáng là 0%, 25%, 50%, 75%. Tác giả đã đánh giá ảnh hưởng của mức độ che sáng khác nhau đến tỷ lệ sống, sinh trưởng (đường kính, chiều cao) và sinh khối của Dẻ đỏ. Bằng các tiêu chuẩn thống kê, nghiên cứu đã chỉ ra rằng che sáng trực xạ ở 2 độ tuổi khác nhau cho tỷ lệ sống khác nhau. Loài Dẻ đỏ ở độ tuổi khác nhau, nhu cầu cần che sáng trực xạ là khác nhau, từ đó có thể điều chỉnh mức độ che sáng phù hợp với từng giai đoạn tuổi của cây (Hà Thị Hiền, 2008) [18].

Phan Văn Thắng trong luận án nghiên cứu ảnh hưởng của một tổ yếu tố đến khả năng tái sinh của cây Giỏi xanh đã thiết kế các công thức thí nghiệm với độ tàn che khác nhau trong điều kiện thí nghiệm vườn ươm với độ tàn che tương ứng với các công thức thí nghiệm là 0; 0,3; 0,45; 0,7 đồng thời bố trí trồng Giỏi xanh dưới tán rừng Thông ở các điều kiện đất khác nhau. Kết quả cho thấy, độ tàn che có ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng của cây con từ 1-3 tuổi. Tác giả cho rằng, độ tàn che tốt nhất cho sinh trưởng chiều cao của Giỏi xanh là 0,4 – 0,5. Ngoài ra tác giả cũng thử nghiệm đối với đất có bề dày, độ ẩm và thành phần cơ giới khác nhau. Kết quả của luận án có thể được tham khảo khi lựa chọn điều kiện lập địa và đề xuất biện pháp kỹ thuật gây trồng và xúc tiến tái sinh Giỏi xanh. Tuy nhiên do thời gian theo dõi thí nghiệm còn ngắn, cây Giỏi xanh mới trồng được 1 - 2 năm, phạm vi thí nghiệm còn hạn chế, một số đặc điểm của điều kiện thổ nhưỡng được xác định mang tính định tính chủ quan nên các kết quả nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở mức định hướng và mang tính tham khảo (Phan Văn Thắng, 2014) [28].

Tuy nhiên, trong thời gian gần đây, một số thiết bị hiện đại được sử dụng để kiểm tra ảnh hưởng của ánh sáng đến sinh trưởng của các loài cây khác nhau. Trần Lâm Đồng và các cộng sự nghiên cứu ảnh hưởng của ánh sáng đến sinh trưởng và cấu trúc tán của loài Sao đen được trồng trong các lỗ trống ở rừng Keo Lai. Tác giả đã sử dụng cảm biến điện tử (Delta-T Devices QS2 400 và 700 nm), trình ghi dữ liệu tự động cập nhật 30 phút 1 lần, thời gian quan trắc trong khoảng 1 năm để xác định bức xạ quang hợp hiệu quả (photosynthetically active radiation (PAR)). Kết quả của đề tài đã xác định được mối liên hệ giữa chu vi khoảng cách lỗ trống với các chỉ tiêu sinh trưởng của cây con Sao đen như bề dày tán lá, diện tích tán lá, số cành....bên cạnh đó mối liên hệ giữa chu vi khoảng cách các lỗ trống với bức xạ quang hợp hiệu quả và hiệu quả sử dụng bức xạ (light-use efficiency – LUE) cũng được thiết lập. Từ đó tác giả đã làm rõ ảnh hưởng của ánh sáng đến sinh trưởng của loài Sao đen được trồng tại các lỗ trống trong rừng Keo lai. Đây là một phương pháp mang tính định lượng cao có thể tham khảo, mặc dù phương pháp này cần thiết bị hiện đại, thời gian theo dõi dài (Trần Lâm Đồng và các cộng sự, 2017) [74].

Độ tàn che hiện nay được xác định qua một số cách khác nhau: phương pháp điều tra bằng hệ thống 81 điểm, hệ thống 50 điểm; Phương pháp sử dụng dụng cụ GRS Vertical Densitometer; Phương pháp sử dụng ảnh hàng không...

Mặc dù yêu cầu và nhu cầu ánh sáng của một số loài cây lâm nghiệp đã được nghiên cứu, tuy nhiên, những kết quả khoa học trong lĩnh vực này nói chung và yêu cầu ánh sáng của loài Dẻ ăn quả tại Việt Nam nói riêng còn rất nhiều hạn chế. Vì vậy, việc triển khai luận án này là cần thiết và có ý nghĩa. Kết quả của luận án góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho những giải pháp phát triển Dẻ ăn quả ở các vùng phân bố chủ yếu ở Việt Nam. Đồng thời góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học về yêu cầu ánh sáng của các loài cây trồng chính ở nước ta đáp ứng yêu cầu cho mục tiêu xây dựng hệ sinh thái nhiều tầng tán trong đó có Dẻ ăn quả.

1.3. Một số đánh giá và thảo luận

Qua quá trình nghiên cứu tổng quan trên thế giới và ở Việt Nam, một số đánh giá và thảo luận được rút ra như sau:

Độ tàn che tầng cây cao là một chỉ tiêu tốt phản ánh chế độ chiếu sáng trong rừng khi nghiên cứu yêu cầu và nhu cầu ánh sáng cây tái sinh. Khi nghiên cứu mối quan hệ giữa ánh sáng với đặc điểm cấu tạo giải phẫu của lá thông thường các nhà khoa học lựa chọn sự thay đổi độ tàn che để phản ánh sự thay đổi độ chiếu sáng. Trong nghiên cứu của luận án này độ tàn che được sử dụng như một chỉ tiêu điều tra quan trọng về đặc điểm ánh sáng dưới tán rừng.

Đặc điểm hình thái giải phẫu của lá chịu ảnh hưởng của ánh sáng và có liên hệ rõ với yêu cầu và nhu cầu ánh sáng của cây tái sinh. Vì vậy, nghiên cứu đặc điểm hình thái giải phẫu lá sẽ cung cấp dữ liệu làm cơ sở để đánh giá tính chịu bóng và ưa sáng của cây rừng. Ánh sáng có ảnh hưởng đến cấu tạo giải phẫu của lá rõ rệt nhất là hàm lượng diệp lục a, b, diệp lục tổng số, mô dậu, mô khuyết và hình dạng tế bào của chúng.

Yêu cầu và nhu cầu ánh sáng của cây tái sinh thay đổi theo từng giai đoạn phát triển của cây tái sinh và theo điều kiện hoàn cảnh dưới tán rừng. Nhìn chung, cây càng cao, nhu cầu và yêu cầu ánh sáng sẽ tăng lên, hoàn cảnh dưới tán rừng càng khắc nghiệt thì yêu cầu ánh sáng càng lớn. Vì vậy, cần nghiên cứu yêu cầu và nhu cầu ánh sáng của cây tái sinh trong mối quan hệ với các yếu tố sinh thái khác.

Có thể xác định độ tàn che rừng bằng phương pháp điều tra truyền thống trong lâm sinh học, trên các điểm ngẫu nhiên hệ thống. Mặc dù có nhiều phương pháp điều tra độ tàn che tầng cây cao, song phương pháp này đơn giản, đảm bảo độ chính xác, đáp ứng yêu cầu của nghiên cứu. Đây cũng là phương pháp đã được nhiều tác giả trong và ngoài nước áp dụng và cho kết quả tốt.

Yêu cầu về ánh sáng của cây tái sinh được nghiên cứu qua chỉ tiêu độ tàn che thích hợp có ý nghĩa thực tiễn. Biện pháp điều chỉnh độ tàn che qua tỉa thưa, tỉa tán, phát dọn cây bụi thảm tươi v.v... là những biện pháp lâm sinh phổ biến và khả thi nhất đang được áp dụng để phục hồi rừng và chăm sóc rừng hiện nay. Vì vậy, luận án này sẽ lựa chọn nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh qua mối liên hệ giữa sinh trưởng và phân bố của cây tái sinh với độ tàn che.

Điều tra cây tái sinh trên tuyến là một trong những phương pháp thể hiện nhiều tính ưu việt. Phương pháp điều tra này dựa theo cách tiếp cận “hướng đối tượng”. Vì vậy, trong luận án này áp dụng điều tra theo tuyến và coi mỗi cây tái sinh là một đối tượng cần điều tra.

Chương 2

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

2.1.1. Đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi có cây Dẻ ăn quả tái sinh

- Đặc điểm địa hình
- Điều kiện khí hậu
- Đặc điểm thổ nhưỡng

2.1.2. Đặc điểm cấu trúc và tái sinh rừng Dẻ ăn quả khu vực nghiên cứu

- Đặc điểm cấu trúc rừng Dẻ ăn quả
- Đặc điểm tái sinh rừng Dẻ ăn quả

2.1.3. Yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.

- Mối liên hệ giữa độ tàn che và bức xạ dưới tán rừng.
- Yêu cầu độ tàn che của cây tái sinh Dẻ ăn quả
- Yêu cầu về độ tàn che của cây tái sinh Dẻ ăn quả trong mối liên hệ với một số nhân tố lập địa
- Ảnh hưởng của độ tàn che đến đặc điểm cấu tạo giải phẫu và hàm lượng diệp lục của cây tái sinh loài Dẻ ăn quả.

2.1.4. Các giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu

- Điều chỉnh độ tàn che để thúc đẩy tái sinh Dẻ dưới tán rừng
- Điều chỉnh độ tàn che trong quá trình chuyển hoá rừng Dẻ
- Điều chỉnh mật độ để tạo được phân bố cây tái sinh đều trên mặt đất

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quan điểm và cách tiếp cận

2.2.1.1. Quan điểm nghiên cứu

Tái sinh rừng xét về bản chất kinh tế là quá trình tái sản xuất mở rộng tài nguyên rừng, vì vậy để đảm bảo rừng Dẻ ăn quả phát triển bền vững những nghiên cứu về tái sinh Dẻ cần thiết phải thực hiện.

Mặc dù là cây ưa sáng hoàn toàn ở giai đoạn trưởng thành nhưng cũng như nhiều loài cây lá rộng bản địa khác, Dẻ ăn quả lại đòi hỏi được che bóng ở giai đoạn tái sinh theo các mức độ khác nhau. Nghiên cứu đặc điểm phân bố của cây tái sinh ở

những cấp chiều cao hoặc cấp tuổi khác nhau theo độ tàn che tầng cây cao sẽ làm sáng tỏ được yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh. Vì cấu tạo giải phẫu của lá thực vật phụ thuộc nhất định vào đặc điểm chế độ chiếu sáng và yêu cầu ánh sáng của loài nên những nghiên cứu đặc điểm cấu tạo vi mô của lá Dẻ trong phòng thí nghiệm sẽ bổ sung cho kết quả nghiên cứu về yêu cầu ánh sáng của loài đó.

2.2.1.2. *Cách tiếp cận*

- Tiếp cận hệ thống

Cây tái sinh là một thành phần trong hệ sinh thái rừng, luôn tồn tại và phát triển trong mối quan hệ biện chứng với những thành phần và mối quan hệ trong hệ thống. Nó chịu sự tác động đồng thời của nhiều yếu tố, vì vậy, để nghiên cứu đặc điểm của tái sinh cần điều tra đồng thời nhiều yếu tố, sử dụng những phương pháp mới để phân tích tác động tổng hợp của các yếu tố trong hệ thống. Trong luận án này phải nghiên cứu đặc điểm tái sinh trong mối liên hệ với đặc điểm của độ tàn che, điều kiện thổ nhưỡng, điều kiện địa hình v.v...

Trong số những yếu tố tác động đến cây tái sinh có những yếu tố là chủ đạo, có những yếu tố là thứ yếu. Nhiệm vụ của nghiên cứu này là xác định được những yếu tố chủ đạo quyết định đến đặc điểm sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh. Để cải thiện sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh, biện pháp tác động vào những yếu tố chủ đạo luôn đạt hiệu quả cao hơn là tác động vào yếu tố thứ yếu. Vì vậy, luận án này tập trung vào nghiên cứu ảnh hưởng của độ tàn che đến sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh. Đây là yếu tố quyết định đến chế độ chiếu sáng và nhiều nhân tố sinh thái quan trọng khác, trong đó có nhiệt độ, độ ẩm không khí dưới tán rừng.

- Tiếp cận sinh thái thực nghiệm

Theo quy luật sinh thái thì với mỗi yếu tố hoàn cảnh sinh vật chỉ thích hợp trong phạm vi giới hạn nhất định. Khi yếu tố hoàn cảnh biến đổi vượt ra ngoài giới hạn thích hợp của cơ thể sẽ làm giảm khả năng sống của thực vật. Còn khi yếu tố hoàn cảnh vượt ra ngoài giới hạn chịu đựng của cơ thể thì thực vật không tồn tại được. Nhiệm vụ của nghiên cứu là tìm ra các ngưỡng sinh thái của cơ thể với hoàn cảnh. Trong trường hợp cụ thể của luận án này, nhiệm vụ nghiên cứu là xác định

được ngưỡng thích hợp và những ngưỡng chịu đựng của cây tái sinh Dẻ ăn quả với độ tàn che, từ đó làm căn cứ đề xuất các biện pháp kỹ thuật đáp ứng yêu cầu về độ tàn che, cũng là yêu cầu về ánh sáng cho cây tái sinh.

Có nhiều phương pháp xác định yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh như phương pháp bố trí trong phòng thí nghiệm ở các chế độ chiếu sáng, độ tàn che khác nhau hoặc phương pháp dùng các thiết bị để đo đồng thời lượng tử ánh sáng (photon) và tốc độ các phản ứng sinh lý, sinh hóa của cây... Tuy nhiên, những phương pháp này sẽ gặp khó khăn bởi điều kiện thí nghiệm và tính đồng bộ khi phải thực hiện nhiều thí nghiệm cùng một lúc. Vì vậy, trong nghiên cứu các nhà lâm học thường điều tra đồng thời độ tàn che, các yếu tố hoàn cảnh và đặc điểm sinh trưởng của cây tái sinh, sử dụng phương pháp phân tích thống kê đa biến để xác lập mối tương quan giữa sinh trưởng của cây tái sinh với độ tàn che và các yếu tố hoàn cảnh khác. Từ đó làm cơ sở xây dựng các biện pháp điều chỉnh độ tàn che rừng đảm bảo yêu cầu ánh sáng của cây. Bogdan Jaroszewicz ở đại học Warsaw của Ba lan, 2015 [82] cho rằng, một trong những phương pháp rẻ tiền, cho kết quả nhanh để xác định ánh sáng dưới tán rừng là sử dụng độ mở tán của rừng hoặc độ tàn che của rừng. Theo Ira James Sutherland 2015 [59] và Norma Fowler, 2018 [83] để xác định ánh sáng dưới tán rừng nếu sử dụng các thiết bị đo cường độ ánh sáng là không khả thi bởi vì ánh sáng thay đổi rất nhiều theo thời gian trong ngày, theo các trạng thái thời tiết và khác nhau theo mùa. Độ tàn che vừa là yếu tố phản ánh rõ rệt nhất chế độ ánh sáng dưới tán rừng vừa là yếu tố dễ điều chỉnh khi yêu cầu ánh sáng của cây thay đổi. Luận án này nghiên cứu xác định yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh thông qua yêu cầu của nó về độ tàn che tầng cây cao. Bên cạnh đó luận án phân tích một số đặc điểm hình thái và giải phẫu liên quan để bổ sung thêm minh chứng cho những kết luận về yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh như hàm lượng diệp lục, tỷ lệ mô dậu, mô khuyết...

Ngưỡng thích hợp của cây tái sinh cũng như của thực vật nói chung với một yếu tố hoàn cảnh không cố định mà thay đổi theo từng giai đoạn sinh trưởng theo tuổi cây, theo đặc điểm của những yếu tố hoàn cảnh khác. Vì vậy, luận án này cũng có nhiệm vụ nghiên cứu yêu cầu độ tàn che của cây tái sinh thay đổi theo giai đoạn

sinh trưởng và theo đặc điểm của những yếu tố hoàn cảnh khác, trong đó có điều kiện thổ nhưỡng, địa hình và khí hậu

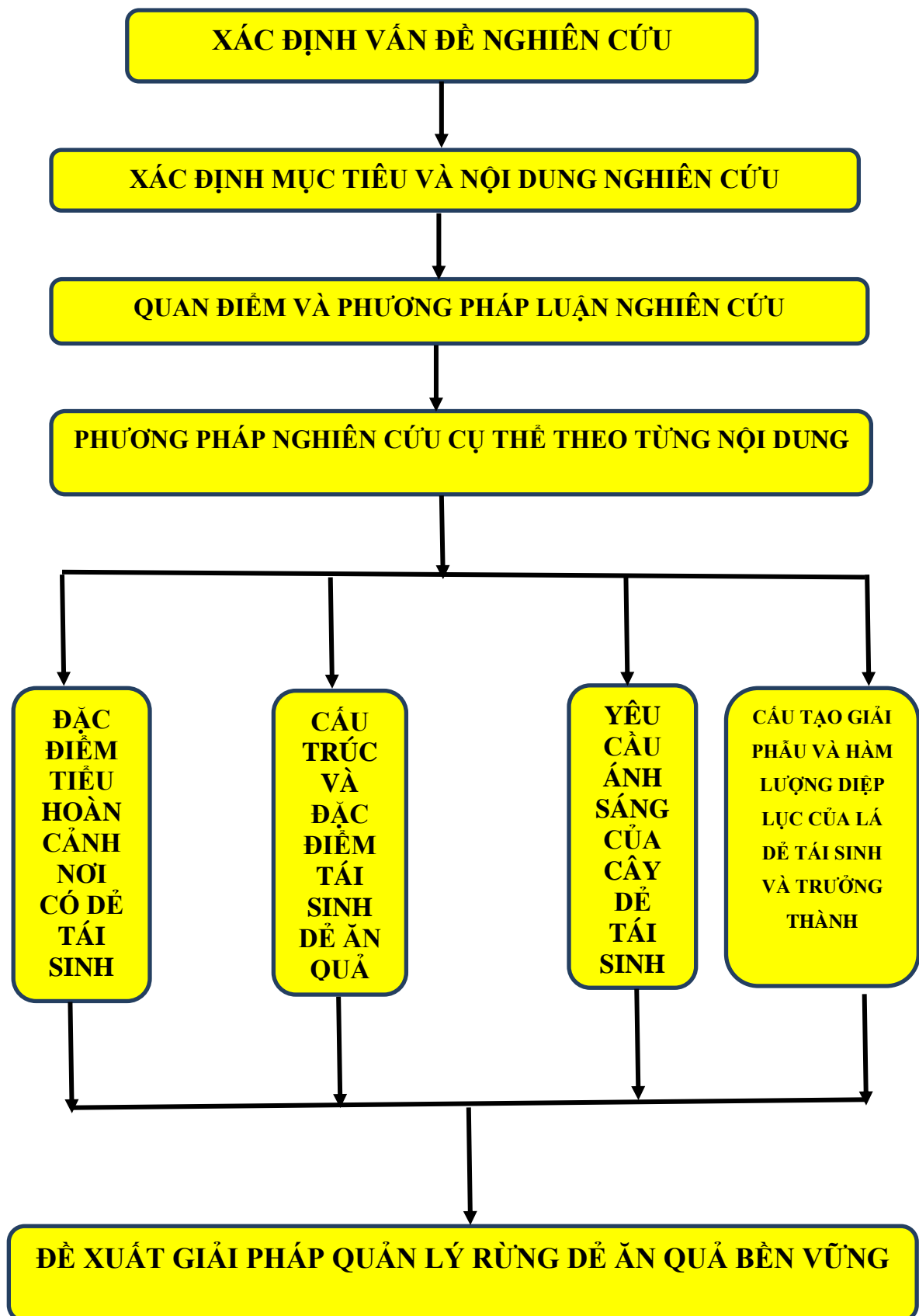
- Tiếp cận hướng đối tượng trong nghiên cứu sinh thái

Trong nghiên cứu tái sinh rừng người ta thường sử dụng ô tiêu chuẩn có kích thước từ hàng trăm đến hàng nghìn mét vuông. Theo đó các chỉ tiêu về tái sinh và các yếu tố hoàn cảnh đều được đo đạc và tính bình quân cho cả ô tiêu chuẩn. Tuy nhiên, cây tái sinh có kích thước nhỏ nên chúng thường chỉ chịu ảnh hưởng của điều kiện hoàn cảnh trong phạm vi hẹp vài mét xung quanh mà không phải phạm vi toàn ô tiêu chuẩn. Do đó, phân tích mối quan hệ giữa đặc điểm hoàn cảnh trung bình của ô tiêu chuẩn với đặc điểm sinh trưởng của cây tái sinh sẽ cho kết quả không chính xác.

Để khắc phục tình trạng trên luận án này coi mỗi cây tái sinh là một đối tượng nghiên cứu. Theo đó các chỉ tiêu sinh trưởng của từng cây tái sinh sẽ được đo đạc, đồng thời điều tra đặc điểm hoàn cảnh như thổ nhưỡng, địa hình tại từng vị trí cây tái sinh, độ tàn che rừng, những cây cao có ảnh hưởng đến cây tái sinh trong phạm vi 10m. Qua đây để xác định mối liên hệ giữa các chỉ tiêu sinh trưởng của cây tái sinh với điều kiện hoàn cảnh được chặt chẽ hơn, đặc điểm sinh thái của cây tái sinh phát hiện được rõ ràng hơn.

Nghiên cứu tái sinh rừng trên cơ sở điều tra đặc điểm sinh trưởng của từng cây và đặc điểm tiểu hoàn cảnh xung quanh nó có thể xem là phương pháp mới của luận án này nhưng cũng phù hợp với cách tiếp cận hướng đối tượng của nghiên cứu sinh thái trước đây. Theo đó người ta giảm dần diện tích của ô tiêu chuẩn theo kích thước của đối tượng nghiên cứu. Chẳng hạn, với rừng tự nhiên diện tích ô tiêu chuẩn là 1000-2500m², với rừng trồng diện tích ô tiêu chuẩn là 100 đến 500 m², với lúa diện tích ô tiêu chuẩn 1- 4 m²

Các bước nghiên cứu của luận án được trình bày ở sơ đồ sau



Hình 2.1. Sơ đồ các bước nghiên cứu của luận án

2.2.2. Phương pháp điều tra cụ thể

Luận án thu thập thông tin theo hai nhóm phương pháp chủ yếu là kế thừa tư liệu và điều tra thực nghiệm. Luận án kế thừa số liệu khí tượng thủy văn, bản đồ địa hình, bản đồ điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội khu vực nghiên cứu. Luận án sử dụng các tài liệu hướng dẫn về phương pháp điều tra phân tích hình thái, giải phẫu thực vật, phương pháp điều tra các chỉ tiêu cấu trúc rừng, đặc điểm địa hình, điều kiện thổ nhưỡng v.v... 23 tuyến điều tra được thiết lập đi qua những khu rừng có Dẻ ăn quả tái sinh ở Bắc Giang và Hải Dương, trên các tuyến thiết lập hệ thống các ô điều tra, sao cho mỗi một cây tái sinh là trung tâm của một ô. Trên mỗi ô luận án điều tra đặc điểm sinh trưởng cây tái sinh, cấu trúc rừng và đặc điểm thổ nhưỡng, địa hình xung quanh của cây tái sinh. Phương pháp thu thập thông tin chi tiết được mô tả như sau.

2.2.2.1. Phương pháp xác định tuyến điều tra

Luận án sử dụng bản đồ hiện trạng rừng và bản đồ địa hình, tham vấn ý kiến cán bộ lâm nghiệp trong khu vực sơ bộ xác định khu vực có rừng Dẻ ăn quả để nghiên cứu. Sau đó quá trình khảo sát thực tế được thực hiện để lựa chọn vị trí các tuyến điều tra, đảm bảo đi qua khu vực có Dẻ ăn quả tái sinh ở nhiều dạng lập địa khác nhau và ít chịu sự tác động của con người nhất. Kết quả xác lập được 23 tuyến điều tra, bề rộng của mỗi tuyến là 10m, chiều dài mỗi tuyến dao động từ 50m đến 200 m. Trên các tuyến thiết lập các ô điều tra. Trong quá trình điều tra theo tuyến, thu thập đặc điểm chung của tuyến gồm:

- Độ dài tuyến: Sử dụng máy GPS xác định điểm đầu, điểm cuối của tuyến. Trong quá trình di chuyển bấm thêm các điểm tại mỗi vị trí cây tái sinh trên tuyến điều tra

- Độ cao tuyến điều tra: Được thể hiện là số trung bình cộng của độ cao tại từng vị trí cây tái sinh trên tuyến điều tra.

- Độ dốc tuyến điều tra: Được thể hiện là số trung bình cộng của độ dốc tại mỗi cây Dẻ ăn quả tái sinh trên tuyến điều tra.

Vị trí các tuyến điều tra Dẻ tái sinh trên bản đồ thể hiện ở phụ lục 19, 20.

2.2.2.2. Phương pháp điều tra cây tái sinh

Đọc theo các tuyến, luận án tiến hành điều tra toàn bộ cây Dẻ ăn quả tái sinh, là những cây Dẻ ăn quả có đường kính nhỏ hơn 6cm và thuộc phạm vi bề rộng 10 m của tuyến. Những chỉ tiêu điều tra chủ yếu gồm chiều cao vút ngọn (Hvn, cm), đường kính tán cây (Dt, cm) và đường kính gốc (Do, mm) của cây tái sinh.

Chiều cao và đường kính tán của cây tái sinh được đo bằng thước dây 2 m, độ chính xác 1 cm, đường kính gốc được đo bằng thước palme, độ chính xác 1mm.

Kết quả điều tra cây tái sinh được ghi vào mẫu biểu sau:

Mẫu biểu 01. Biểu điều tra cây tái sinh

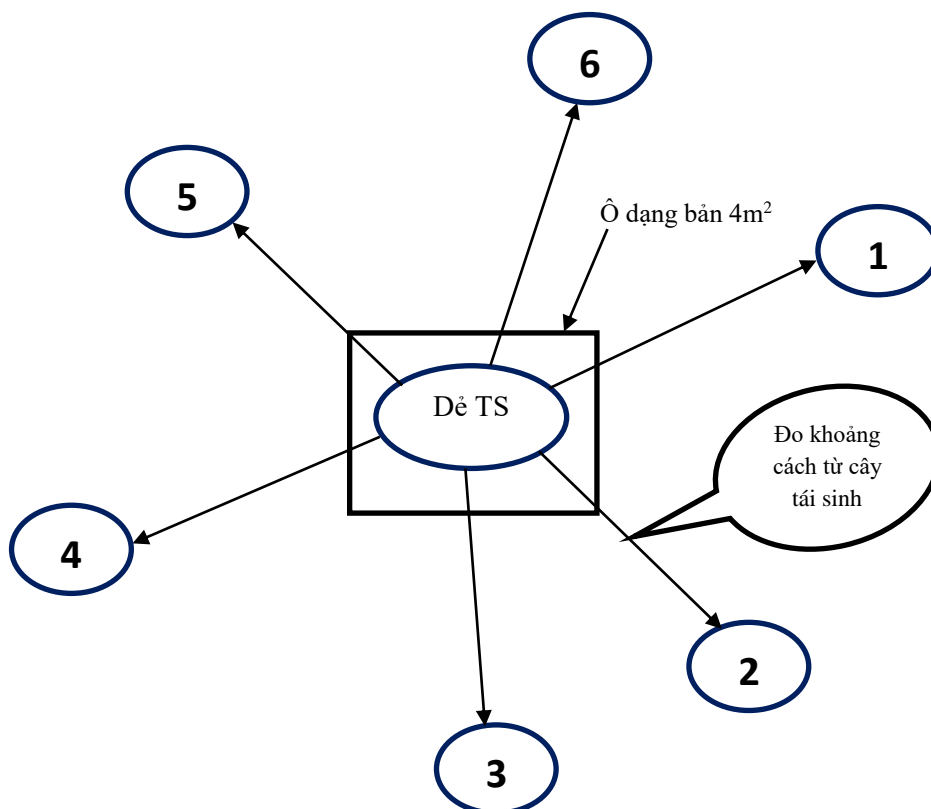
Tuyến điều tra:.....Ngày điều tra:.....

Người điều tra:.....Hướng phoi:.....

TT cây tái sinh	Do (mm)	Hvn (cm)	Hdc (cm)	Dt (cm)	Tình hình sinh trưởng			Nguồn gốc TS	
					T	TB	X	Chồi	Hạt

2.2.2.3. Phương pháp điều tra tầng cây cao

Số liệu về đặc điểm tầng cây cao: luận án căn cứ vào vị trí các cây tái sinh, xác định 6 cây tầng cao xung quanh gần nhất. Với mỗi cây tầng cao, các chỉ tiêu chiều cao vút ngọn (Hvn, m) được đo bằng thước đo cao Blumleis, chu vi thân cây ở vị trí 1.3m (C₁₃, cm) đo bằng thước dây, đường kính tán (D_t, m) và khoảng cách đến cây tái sinh (L, m) được đo bằng thước dây. Vị trí các cây tầng cao được điều tra quanh mỗi cây tái sinh được thể hiện qua hình sau.



Hình 2.2. Điều tra 6 cây cao xung quanh gần nhất và ô dạng bản điều tra thăm tươi, thăm khô

Kết quả điều tra tầng cây cao thể hiện trong mẫu biểu sau:

Mẫu biểu 02. Điều tra 6 cây cao xung quanh gần nhất

TT	Mã cây Dẻ TS	Tên loài cây tầng cao	C _{1.3} (cm)	H _{vn} (m)	H _{dc} (m)	D _t (m)	Tình hình sinh trưởng	Khoảng cách tới cây tái sinh L, (m)	Ghi chú
1	1								
2									
3									
4									
5									
6									

2.2.2.4. Phương pháp điều tra độ tàn che tầng cây cao

Độ tàn che tầng cây cao được điều tra cho từng cây Dẻ ăn quả tái sinh. Tại vị trí mỗi cây tái sinh, một ô tiêu chuẩn hình vuông có diện tích 100 m² (10mx10m) được thiết lập với tâm của ô tiêu chuẩn là vị trí cây Dẻ ăn quả tái sinh cần điều tra. Một cạnh ô tiêu chuẩn song song với đường đồng mức, cạnh còn lại vuông góc với

đường đồng mức. Trên ô mỗi tiêu chuẩn thiết lập hệ thống lưới 36 điểm điều tra, cách đều nhau 2m theo chiều ngang và theo chiều dọc. Dùng giấy A4, cuộn tròn sao cho đường kính của lỗ tạo thành khoảng 3 cm. Đi đến từng vị trí điểm đã xác định ở trên nhìn qua đường kính của lỗ giấy xác định diện tích tán lá. Căn cứ diện tích tán lá cho điểm như sau. Trường hợp không thấy tán lá trong lỗ giấy: cho 0 điểm; lá che 10- 50% lỗ giấy cho 0,5 điểm; lá che từ trên 50% cho 1 điểm. Đếm tổng số điểm mà theo phương thẳng đứng có tán cây tầng cao (các điểm 0,5 và 1). Độ tàn che tại vị trí của cây tái sinh sẽ được tính bằng tỷ lệ phần mười của số điểm có tán cây trên tổng số 36 điểm điều tra. Với những cây tái sinh cách cây tái sinh khác đã điều tra không quá 1 m thì độ tàn che của nó được lấy theo độ tàn che của cây tái sinh đã điều tra.

2.2.2.5. Điều tra độ che phủ của cây bụi thảm tươi, thảm khô

Độ che phủ thảm khô và độ che phủ của cây bụi, thảm tươi tại vị trí mỗi cây tái sinh được xác định trên các ô dạng bản 4 m² bằng cách xác định tỷ lệ phần trăm diện tích che phủ của chúng trên ô dạng bản. Trong đó mỗi cây tái sinh trên tuyến là trung tâm của một ô dạng bản.

Tại các ô dạng bản luận án tiến hành điều tra thành phần loài cây bụi thảm tươi. Một số loài không thể xác định ngoài thực địa, mẫu lá được ghi tên, chụp ảnh, mô tả và lấy mẫu mang về giám định tại bộ môn Thực vật rừng, khoa Quản lý tài nguyên rừng và Môi trường, Đại học Lâm nghiệp.

Bảng 2.1. Dung lượng các mẫu đã điều tra của luận án

Địa điểm nghiên cứu	Số tuyến điều tra	Chiều dài trung bình/tuyến (m)	Số cây Dẻ tái sinh điều tra	Số ô (100 m ²) điều tra độ tàn che	Số ô dạng bản (4 m ²) điều tra cây bụi, thảm tươi
Lục Nam	09	65	2264	148	309
Chí Linh	14	44	799	429	473
Tổng	23	1200	3063	577	782

2.2.2.6. Phương pháp điều tra các yếu tố địa hình

Tọa độ địa lý và độ cao tuyệt đối tại vị trí mỗi cây tái sinh được xác định bằng GPS Garmin GPSMAP 60CSx, độ dốc được xác định bằng địa bàn cầm tay, kết quả điều tra được ghi trong mẫu biểu sau.

Mẫu biểu 03. Điều tra các yếu tố địa hình

TT	Số hiệu cây tái sinh	Tọa độ địa lý	Độ cao tuyệt đối (m)	Độ dốc (°)	Hướng phơi

2.2.2.7. Điều tra các đặc điểm thổ nhưỡng

Đặc điểm thổ nhưỡng được điều tra qua các dụng cụ đo nhanh và phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm. Phương pháp điều tra một số chỉ tiêu chủ yếu như sau.

- Bề dày tầng đất. Bề dày tầng đất được xác định bằng phương pháp khoan. Dọc trên các tuyến điều tra, cứ cách 20 m một mũi khoan đến hết tầng B được thực hiện để xác định tổng độ dày tầng A và B, đơn vị tính là cm. Bề dày tầng đất ứng với vị trí mỗi cây tái sinh được lấy bằng bề dày tầng đất ở điểm điều tra gần nhất.

- Độ chặt. Độ chặt tầng đất mặt được xác định bằng thiết bị đo nhanh Push cone tại vị trí quanh mỗi gốc cây. Dùng tay ấn từ từ đầu nhọn của thiết bị xuống đất đến khi vành kim loại chuẩn chạm mặt đất, đọc số liệu độ chặt trên thước của thiết bị, độ chính xác đến mm và được đo lặp 5 lần trong phạm vi cách gốc cây tái sinh không quá 50 cm.



Hình 2.3. Thiết bị điều tra nhanh độ chặt tầng đất mặt Push cone

- Độ ẩm và độ pH. Độ ẩm và độ pH (độ chua thủy phân) tầng đất mặt được điều tra nhanh bằng dụng cụ pH meter ở tại vị trí của mỗi cây tái sinh. Độ chính xác của pH đến 0,1, độ chính xác của độ ẩm đến 3%.



**Hình 2.4. Thiết bị điều tra nhanh độ pH và độ ẩm của tầng đất mặt
(Soil pH meter)**

-Thành phần cơ giới

Cách 20 m dọc trên các tuyến điều tra, nơi khoan để điều tra độ sâu tầng đất, luận án điều tra nhanh thành phần cơ giới theo phương pháp ướt (vê con giun). Thành phần cơ giới xác định theo 5 mức: cát, cát pha, thịt nhẹ, thịt trung bình và thịt nặng.

- Độ xốp, hàm lượng mùn, hàm lượng đạm dễ tiêu và hàm lượng lân dễ tiêu

Hàm lượng mùn, hàm lượng đạm và lân dễ tiêu được xác định qua phân tích mẫu đất. Tại mỗi vị trí điều tra độ dày tầng đất luận án lấy hai mẫu đất tầng mặt ở độ sâu từ 0-10 cm bằng ống dung trọng, trọng lượng mỗi mẫu khoảng 500 gam. Một mẫu để xác định hàm lượng mùn, hàm lượng đạm, lân dễ tiêu trong đất, một mẫu còn lại để xác định độ xốp của đất. Các mẫu được chuyển về phòng phân tích Khoa QLTNR&MT, Đại học Lâm nghiệp để phân tích.

Mẫu biểu điều tra đặc điểm thổ nhưỡng như sau:

Mẫu biểu 04. Mẫu biểu điều tra điều kiện thổ nhưỡng

Tuyến điều tra:.....Ngày điều tra:.....

Người điều tra:.....Hướng phơi:.....

TT cây tái sinh	Thành phần cơ giới	Màu sắc	Độ chặt (mm)	Độ ẩm (%)	Độ pH	Ký hiệu mẫu	Bề dày tầng đất AB (cm)	Ghi chú
1						M01	55	Mẫu đầu tuyến
2								
3						M02	59	20m

Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm được thực hiện như sau:

Hàm lượng mùn trong đất được xác định bằng phương pháp chuẩn độ lượng $K_2Cr_2O_7$ trong môi trường axit sunfuric theo tiêu chuẩn TCVN 8941:2011.

Hàm lượng lân dễ tiêu P (PO_4^{3-}) được xác định bằng phương pháp Olsen sử dụng dung dịch $NaHCO_3$ theo TCVN 8661:2011.

Hàm lượng đạm dễ tiêu N (NH_4^+) được xác định theo phương pháp dùng thuốc thử Nessler.

Độ xốp của đất được tính dựa vào việc xác định dung trọng và tỷ trọng của đất. Công thức tính độ xốp đất:

$$X\% = (1 - \frac{D}{d}) \times 100 \quad [2.1]$$

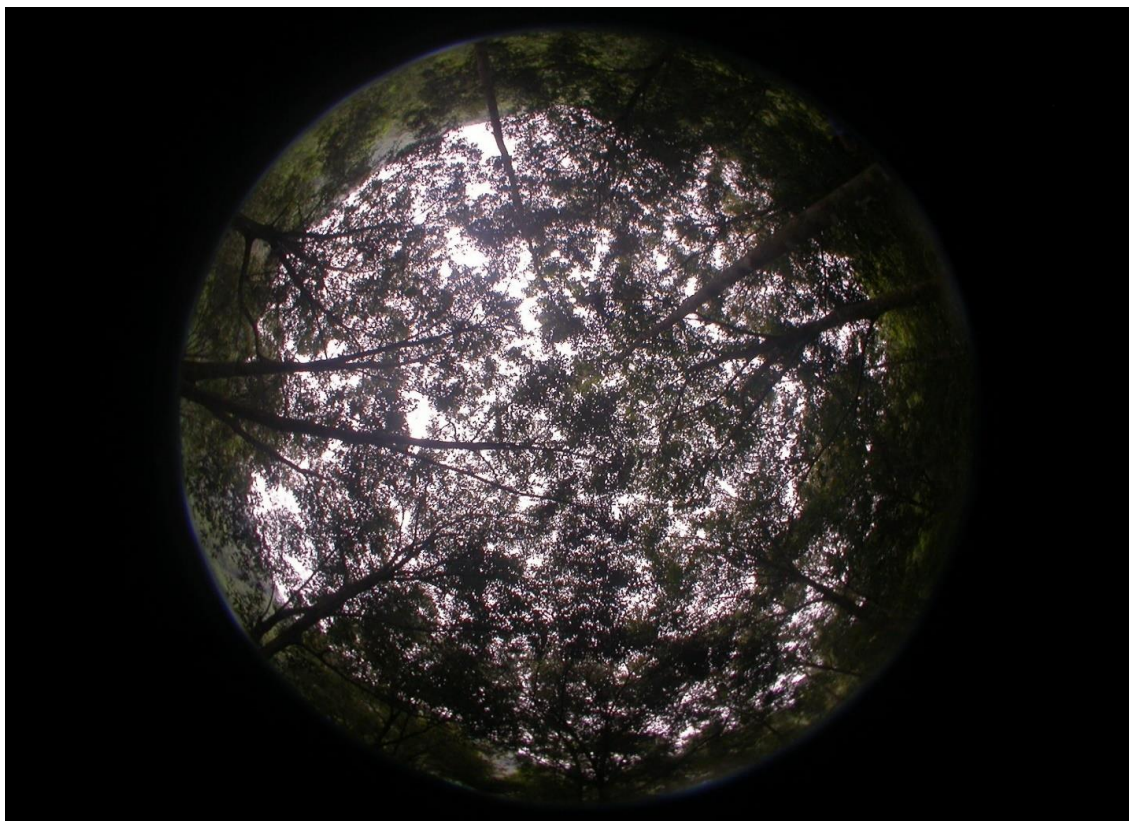
Trong đó: D là dung trọng đất; d là tỷ trọng của đất.

2.2.2.8. Phương pháp xác định bức xạ dưới tán rừng.

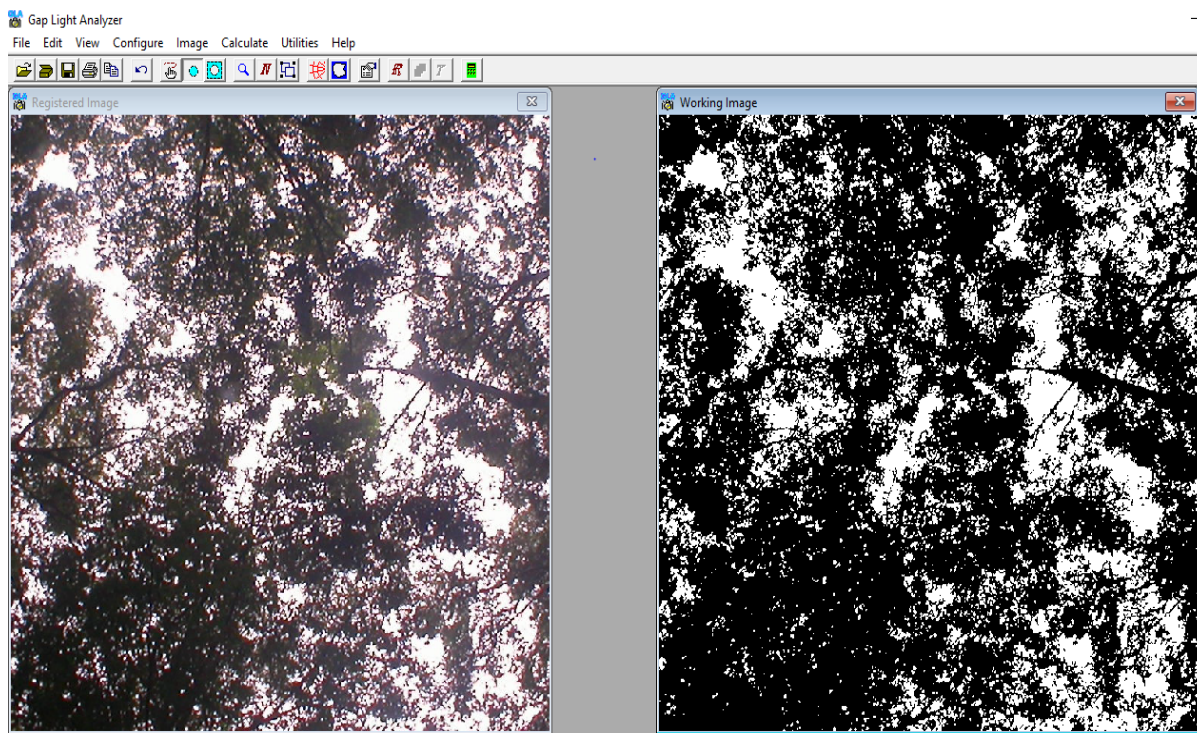
Tại vị trí mỗi cây tái sinh, sử dụng máy Nikon Fisheye converter FC- E8 chụp ảnh tán rừng, người điều tra đứng tại vị trí cây tái sinh, giờ máy vuông góc với mặt đất. Sau đó sử dụng phần mềm Gap Light Analyzer (version 2.0) (GLA 2.0) để giải đoán ảnh. 349 vị trí ngẫu nhiên đã được chụp tại 349 vị trí cây tái sinh cho toàn bộ khu vực nghiên cứu, sao cho các vị trí chụp ở các độ cao cây Dẻ tái sinh khác nhau, tại các vị trí có độ tàn che khác nhau. Các ảnh chụp được giải đoán qua phần mềm để xác định bức xạ dưới tán rừng. Một số hình ảnh về thiết bị và quá trình giải đoán ảnh qua phần mềm như sau:



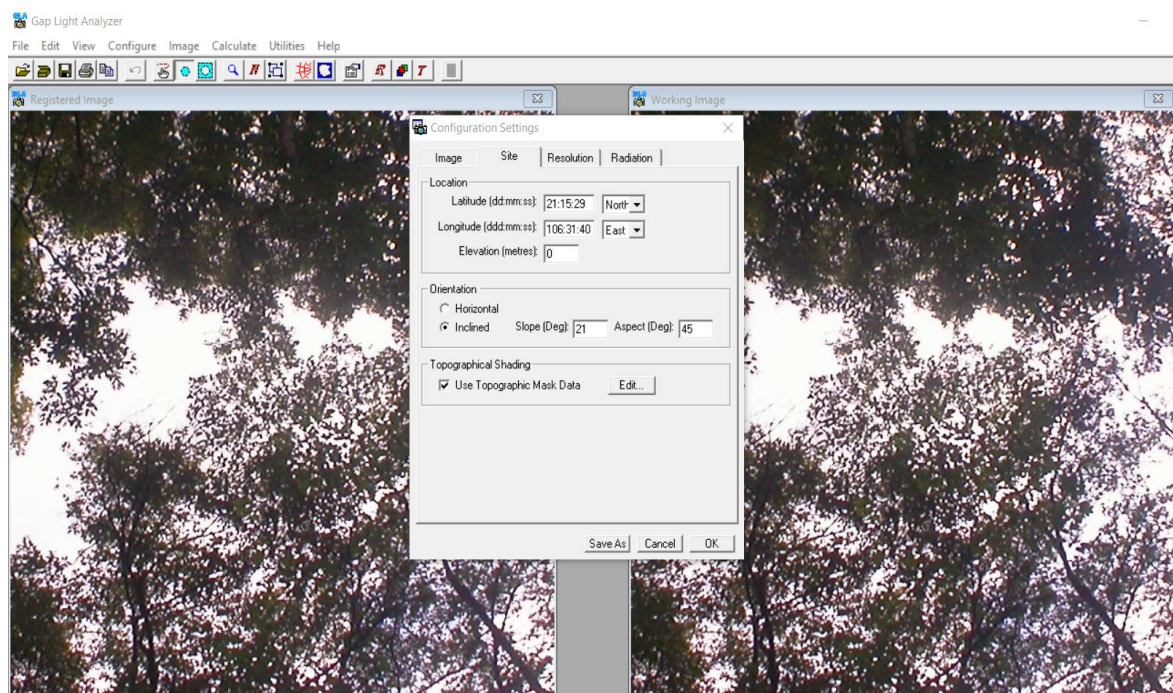
Hình 2.5. Nikon Fisheye converter FC- E8



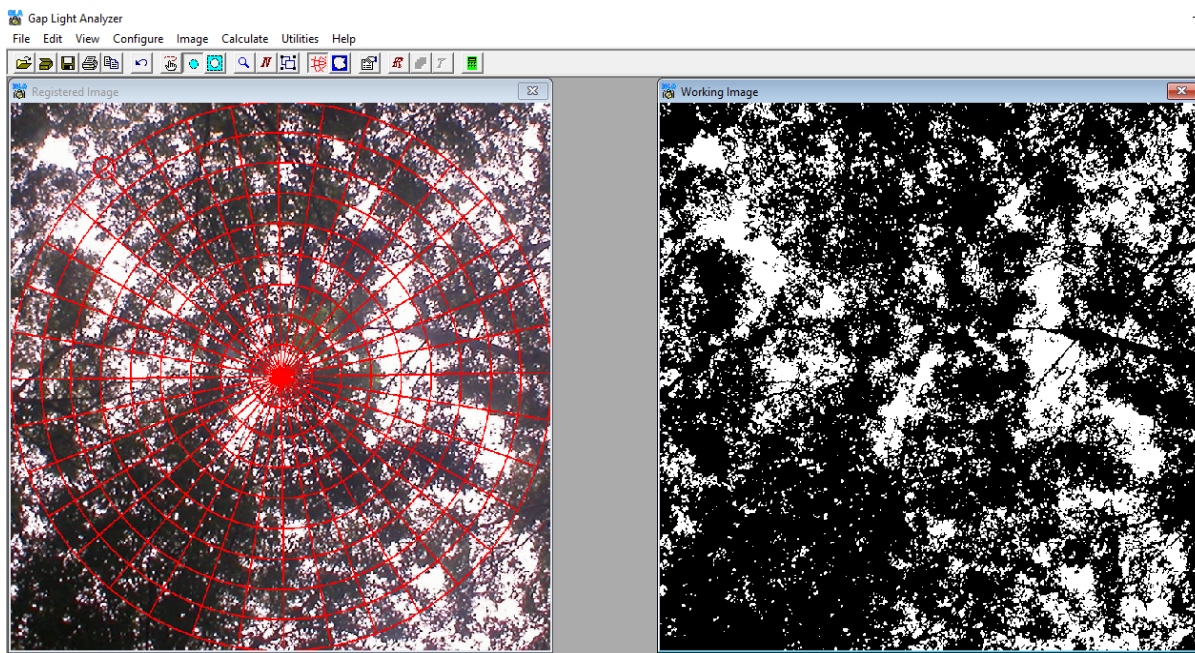
Hình 2.6. Ảnh chụp tán rừng Dẻ ăn quả từ Fisheye converter



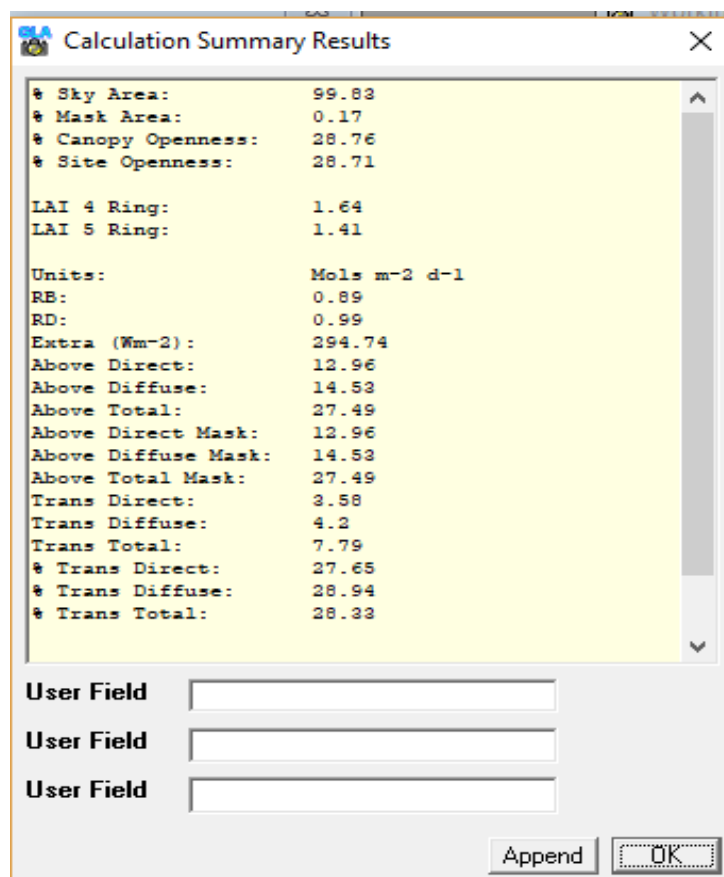
Hình 2.7. Đăng ký ảnh qua phần mềm Gap light.



Hình 2.8. Khai báo thông tin độ dốc, hướng phơi, độ cao, tọa độ... trong phần dữ liệu đầu vào của mỗi ảnh



Hình 2.9. Giải đoán ảnh qua phần mềm Gap light.



Hình 2.10. Kết quả sau khi chạy phần mềm

Từ khi phiên bản GLA 2.0 được ứng dụng, GLA tính bức xạ dưới tán từ các ảnh chụp bằng các mô hình lập sẵn thông qua các dữ liệu đầu vào. Với các thông số được thiết lập mặc định như Solar constant (hằng số mặt trời) = 1367 W/m²; Cloudiness Index (Chỉ số mây) = 0,5; Beam fraction (tỷ lệ bức xạ trực tiếp) = 0,5; Spectral fraction (tỷ lệ phổ) = 0,5; Clear Sky transmission Coefficient (hệ số truyền bức xạ trong điều kiện bầu trời trong sáng) = 0,65.

Kết quả sau khi giải đoán ảnh qua phần mềm ta được các thông số sau đây:

Canopy Openness – Độ mở tán (%)

Above Direct - Bức xạ trực tiếp trên tán rừng (Mol/m²/ngày)

Above Diffuse - Bức xạ khuếch tán trên tán rừng (Mol/m²/ngày)

Above Total - Tổng bức xạ trên tán (Mol/m²/ngày)

Trans Direct - Bức xạ trực tiếp dưới tán rừng (Mol/m²/ngày)

Trans Diffuse - Bức xạ khuếch tán dưới tán rừng (Mol/m²/ngày)

Trans Total - Tổng bức xạ dưới tán (Mol/m²/ngày)

Tổng phần trăm (%) bức xạ dưới tán so với tổng bức xạ trên tán.

Kết quả giải đoán ảnh từ thiết bị này đã khắc phục được những khác biệt do thời điểm chụp khác nhau. Các thông số đều được quy về giá trị trung bình theo ngày.

Bảng 2.2. Dung lượng mẫu đất, mẫu lá, mẫu ảnh đã phân tích

Địa điểm	Số tuyến điều tra	Số cây Dẻ tái sinh điều tra	Số mẫu đất phân tích	Số mẫu lá phân tích diệp lục, giải phẫu	Số ảnh chụp và giải đoán để xác định ánh sáng dưới tán rừng
Lục Nam	09	2264	66	32	238
Chí Linh	14	799	34	22	145
Tổng	23	3063	100	54	383

2.2.2.9. Phương pháp nghiên cứu hàm lượng diệp lục và đặc điểm giải phẫu của lá Dẻ

-Thu thập mẫu lá để phân tích. Đối với mẫu lá cây tái sinh Dẻ ăn quả: Trên mỗi tuyến, chọn một số cây tái sinh Dẻ ăn quả, lấy mẫu lá để phân tích hàm lượng diệp lục, cấu tạo giải phẫu. Cây tái sinh được lựa chọn ở các độ tàn che khác nhau và có chiều cao cây khác nhau. Cây được chọn lấy mẫu lá là những cây Dẻ đại diện đặc trưng cho các cây tái sinh trong khu vực nghiên cứu.

Các mẫu lá được lấy ở những chiều cao khác nhau so với mặt đất, lựa chọn những lá đã phát triển, ổn định về kích thước và được sinh ra trong mùa sinh trưởng gần nhất, sao cho cành mẫu đảm bảo có đủ 10-15 lá. Sử dụng thước dây để xác định chiều cao mẫu lá so với mặt đất, độ chính xác đến 1cm.

Các mẫu lá được bảo quản từ thực địa về phòng phân tích bằng cách cho vào thùng xốp ướp đá lạnh. Trong vòng 5 ngày, mẫu lá nếu chưa được phân tích ngay, sẽ được bảo quản ở tủ âm 20⁰C tại phòng thí nghiệm. Các thông tin về mẫu lá thu thập được ghi cụ thể trong mẫu biểu sau:

Mẫu biểu 05. Biểu thông tin về vị trí lấy mẫu lá

STT	TT tuyến	Mã cây Dẻ ăn quả tái sinh	Ký hiệu mẫu	Chiều cao lấy mẫu so với mặt đất (m)	Độ tàn che
1					
2					

Đối với mẫu lá Dẻ ăn quả trưởng thành: Lựa chọn các cành trên cùng của tán, vị trí lá nhận được ánh sáng hoàn toàn, sao cho mỗi mẫu cành có đủ 10 -15 lá, lấy ở 3 hướng khác nhau của tán lá.

- Phương pháp phân tích hàm lượng diệp lục và cấu tạo giải phẫu của lá cây tái sinh.

Toàn bộ mẫu lá thu thập được tập hợp và phân tích tại phòng phân tích của Viện Công nghệ sinh học Lâm nghiệp, Trường Đại học lâm nghiệp. Các chỉ tiêu được phân tích và phương pháp phân tích bao gồm:

Hàm lượng diệp lục a, b

Tách và định lượng diệp lục a và b trong lá cây theo phương pháp Benz và các cộng sự 1980. Phương pháp thực hiện trong phòng thí nghiệm được gồm các bước như sau:

Nguyên liệu, vật liệu và dụng cụ thí nghiệm

Lá cây Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu, axeton 80%, CaCO₃, bông thủy tinh, cối chày sứ, giấy lọc, phễu lọc, cốc đong, cuvet, máy so màu.

Nguyên tắc của phương pháp

Các sắc tố xanh là yếu tố quan trọng để thực hiện quá trình quang hợp của thực vật. Trong đó nhóm phân tử chlorophyl (diệp lục) là quan trọng nhất.

Chl a: C₅₅H₇₂O₅N₄Mg – Diệp lục a

Chl b: $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ – Diệp lục b

Trong vùng ánh sáng nhìn thấy ($\lambda = 400 - 700$ nm) các phân tử diệp lục hấp thụ mạnh nhất 2 vùng: vùng đỏ ($\lambda = 662$ nm) và lam tím ($\lambda = 430$ nm).

Vì vậy, căn cứ vào sự hấp thụ các bước sóng khác nhau của diệp lục trên máy so màu có thể tính được hàm lượng của chúng.

Cách thức tiến hành

Lấy một lượng lá cây cần phân tích, cân chính xác 0,5 g (cần phải tính diện tích lá trước khi nghiền mẫu). Nghiền mẫu với 2 ml dung dịch axeton 80% trong cối chày sứ. Lọc mẫu thu dịch chiết qua phễu thuỷ tinh, sau đó rửa nhiều lần bằng axeton 80% cho đến khi dịch chiết chảy ra không có màu. Chuyển dịch chiết sang bình định mức 50 ml và dùng axeton 80% đưa thể tích dịch chiết lên đúng vạch định mức. Đo mật độ quang học của dịch chiết tại các bước sóng 663 nm và 645 nm trên máy đo màu quang phổ SPECTRO 23RS, hãng LABOMED.

Hàm lượng các sắc tố quang hợp được tính bằng công thức:

$$X_{Chla} = 12,7. D_{663} - 2,69. D_{645} \text{ (mg/l)}$$

$$Y_{Chlb} = 22,9. D_{645} - 4,68. D_{663} \text{ (mg/l)}$$

D_{663} và D_{645} là mật độ quang học đo tại các bước sóng là 663 nm và 645 nm.

Lượng sắc tố trong 1 g lá tươi được tính theo công thức:

$$A = \frac{C.V}{P.1000} \quad [2.2]$$

Trong đó: A là hàm lượng diệp lục (mg/gam lá tươi)

V là thể tích dịch chiết (lít)

P là khối lượng mẫu (g)

C là nồng độ sắc tố (mg/lít)

1000 là hệ số quy đổi

Thông thường tỷ lệ diệp lục a/b thay đổi tương ứng với các nhóm cây khác nhau :

- Cây chịu bóng có tỷ lệ diệp lục a/b < 2,3
- Cây trung tính có tỷ lệ từ 2,3- 3
- Cây ưa sáng có tỷ lệ này >3

Xác định đặc điểm giải phẫu của lá

Chọn mẫu

Mẫu đo là mẫu lá tươi, hình dạng lá còn nguyên vẹn, chọn những lá không quá già và cũng không quá non.

Phương pháp cắt

Cắt trực tiếp, mẫu được đặt lên miếng xốp nhỏ, dùng lưỡi dao cạo cắt thành những lát mỏng. Các lát cắt sau đó được ngâm ngay vào đĩa petri đã có sẵn nước cất.

Tẩy và nhuộm tiêu bản.

Tiêu bản được tẩy trắng bằng nước tẩy Javen. Một số mẫu được tiến hành nhuộm để có hình ảnh rõ hơn, đẹp hơn và dễ quan sát hơn.

- Hóa chất: Javen, acid acetic 1%, Carmine, phèn chua và xanh metylen

- Cách tiến hành

+ Tẩy mẫu bằng dung dịch nước Javen từ 15 – 30 phút

+ Rửa sạch Javen 3 lần bằng nước cất

+ Ngâm mẫu trong dung dịch có nhỏ 1 vài giọt acid acetic 1% trong 15 phút để loại sạch nước Javen (nếu còn nước Javen sẽ làm mất màu thuốc nhuộm mẫu sau này).

+ Rửa sạch hết mùi acid acetic bằng nước thường, sau đó nhuộm xanh bằng dung dịch xanh metylen trong 30 giây đến 1 phút.

+ Rửa qua bằng nước cất rồi nhuộm đỏ bằng dung dịch Carmine, phèn chua (1g Carmine + 10 g phèn chua + 200 ml nước cất) trong 30 phút.

Sau đó lên kính bằng nước cất, đặt vào kính hiển vi quan sát các thành phần cấu tạo của tế bào.

Phương pháp chụp ảnh, đo trên kính hiển vi:

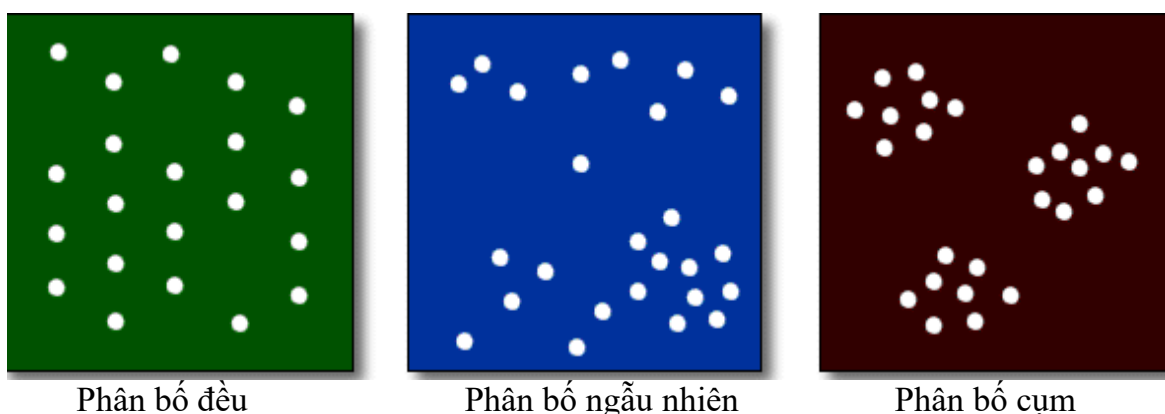
Sử dụng kính hiển vi Optika M-699 microscopes có gắn Optikam PRO 3 Digital Camera, với độ phóng đại 150 lần.

- Phương pháp chụp ảnh hiển vi: sau khi lên kính, điều chỉnh ảnh rõ nét ở vật kính 40 rồi chụp lại.

- Đo trực tiếp kích thước của tế bào thông qua thước đo vật kính (là một tấm thủy tinh, ở giữa có một thước nhỏ 1 mm được chia thành 100 khoảng đều nhau, vì vậy, mỗi khoảng chia là 0,01 mm hay 10 μm). Trước khi đo, chụp ảnh của thước với vật kính tương ứng với vật kính của ảnh chụp, sau đó quy đổi và đo. Tiến hành đo 10 lần, sau đó lấy trị số trung bình cho tất cả các chỉ tiêu cấu tạo giải phẫu.

2.2.2.10. Phương pháp xác định quy luật phân bố của cây tái sinh

Trong quá trình điều tra thực địa, tọa độ của từng cây tái sinh trên mỗi tuyến được xác định bằng GPS. Luận án sử dụng phần mềm ArcGIS 10.3, từ tọa độ sẽ xác định quy luật phân bố của cây Dẻ tái sinh trên mặt đất theo 3 dạng: phân bố cụm (Clustered), phân bố ngẫu nhiên (Random), phân bố rải rác hay còn gọi là phân bố đều (Dispersed). Thuật toán Euclidean Distance trong ArcGIS được sử dụng để xác định đặc điểm phân bố của các cây tái sinh. Mô tả các dạng phân bố trong hình sau.



Hình 2.11. Các dạng phân bố cây tái sinh

Các bước xác định quy luật phân bố cây tái sinh như sau:

Bước 1: Chọn hệ quy chiếu WGS84

Bước 2: Chuyển từ file excel (tọa độ GPS của từng cây tái sinh) sang file dạng Shapefile trong ArcGIS cho từng tuyến.

Bước 3: Chọn lệnh ArcToolbox/Spatial Statistics Tools/Analyzing Patterns/Average Nearest Neighbor/ lựa chọn hàm khoảng cách Euclidean.

Bước 4: Đánh giá kết quả quy luật phân bố cây tái sinh trên mặt đất dựa vào kết quả và biểu đồ.

2.2.2.11. Phương pháp xử lý số liệu

Trong quá trình xử lý số liệu luận án đã sử dụng các phương pháp thống kê toán học để phân tích quan hệ giữa các đại lượng, sử dụng phương pháp biểu đồ để mô tả trực quan quy luật phân bố hoặc quan hệ giữa các đại lượng.

Xác định mật độ cây tái sinh như sau: Cải bằng chiều dài của tuyến (Lcb): $Lcb = \text{chiều dài của tuyến đo thực địa} * \cos(\text{độ dốc, radian})$ trong đó độ dốc là giá trị độ dốc trung bình đo tại tất cả các vị trí cây tái sinh trên mỗi tuyến đã được đổi từ độ sang radian.

Từ đó xác định diện tích của tuyến (St): $St = Lcb * \text{chiều rộng tuyến (10 m)}$

Mật độ cây tái sinh/ha = Số cây Dẻ tái sinh trên tuyến * 10.000/St (cây/ha).

Xác định mật độ cây trưởng thành. Từ điều tra ô 6 cây cao xung quanh gần nhất đã nói ở trên, có khoảng cách từ cây tái sinh đến cây trưởng thành. Lấy khoảng cách lớn nhất trong 6 khoảng cách đó làm bán kính của vòng tròn (R, m).

$$\text{Diện tích của ô 6 cây (So)} = 3,14 * R^2 \quad (\text{m}^2) \quad [2.3]$$

$$\text{Mật độ cây cao/ha} = 6 * 10.000/\text{So} \quad (\text{cây/ha}) \quad [2.4]$$

Đối với công thức tổ thành loài cây: Trong luận án này, tổ thành rừng biểu thị số loài cây tham gia tạo thành rừng và hệ số tổ thành là tỷ lệ phần mười của loài đó so với tổng số cây của các loài.

Luận án sử dụng phần mềm SPSS 11.0 để phân tích tương quan và lựa chọn các mô hình toán thích hợp nhất phản ánh liên hệ giữa các đại lượng. Bao gồm phân tích hàm đơn biến và hàm đa biến theo trình tự như sau (Nguyễn Hải Tuất và các cộng sự, 2006) [35], [36]:

Analyze/Regression/Curve Estimation

Analyze/Regression/Liner

Khi so sánh các mẫu độc lập, mà chưa biết luật phân bố của hai tổng thể, luận án sử dụng phương pháp phi tham số - phương pháp so sánh bằng tiêu chuẩn U của Mann – Whitney, cách làm trong SPSS như sau: Analyze/Nonparametric tests/2 Independent samples

Phần mềm ArcGIS 10.3 để xác định quy luật phân bố của Dẻ ăn quả tái sinh như đã trình bày ở trên.

Phần mềm Gap Light Analyzer (version 2.0) được sử dụng để giải đoán các ảnh chụp từ thiết bị Fisheyes nhằm xác định các thông số liên quan đến bức xạ trên tán và dưới tán rừng trung bình theo ngày.

Chương 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi có Dẻ ăn quả tái sinh

3.1.1. Đặc điểm địa hình

Điều kiện địa hình có ảnh hưởng đến các yếu tố sinh thái trên bề mặt đất như ánh sáng, tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ, độ ẩm, thậm chí nguy cơ xảy ra cháy rừng ... Những yếu tố này lại quyết định tính chất lý và hóa học của đất từ đó ảnh hưởng đến sự tồn tại, sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh. Bên cạnh đó, địa hình là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến mức độ xói mòn mặt đất, ảnh hưởng đến hàm lượng chất dinh dưỡng cung cấp cho cây và ảnh hưởng đến phân bố của cây tái sinh. Do đó, địa hình là yếu tố ảnh hưởng lớn đến sự sinh trưởng và phát triển của cây rừng nói chung và cây tái sinh nói riêng. Kết quả tổng hợp độ cao và độ dốc của các tuyến điều tra trong khu vực nghiên cứu thể hiện chi tiết trong phụ lục 01 và được tổng hợp như sau:

Bảng 3.1. Một số đặc điểm địa hình khu vực nghiên cứu

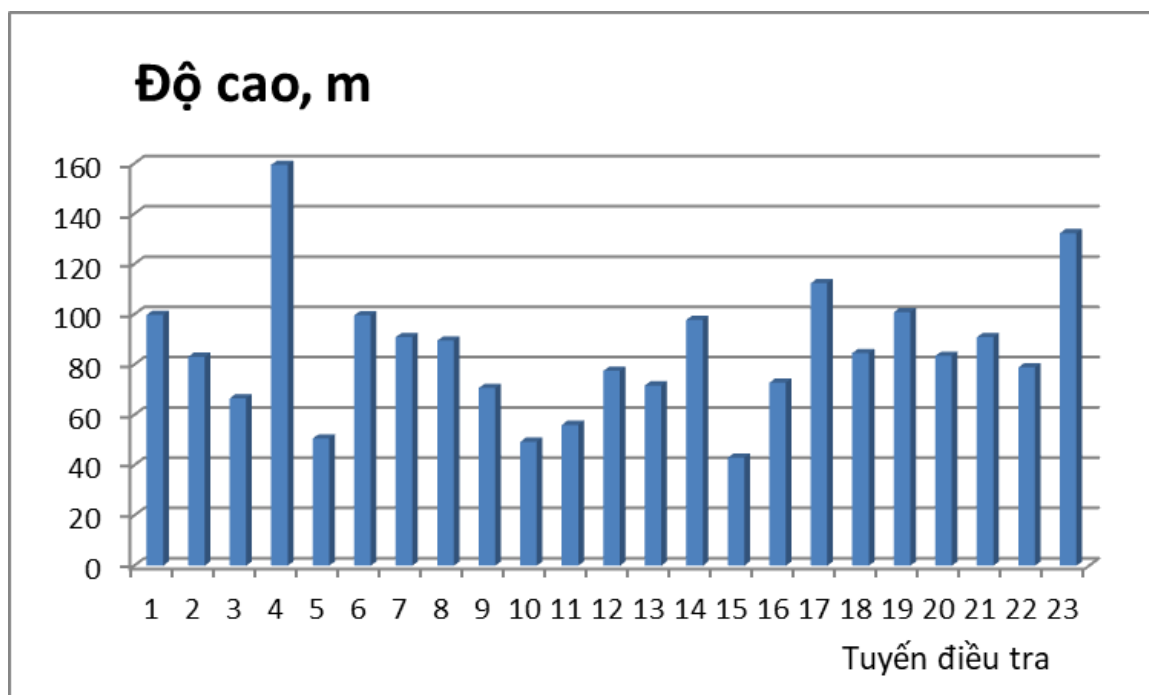
Địa điểm	Độ dốc (độ)				Độ cao tuyệt đối (m)			
	N	TB	Std	V%	N	TB	Std	V%
Lục Nam	2264	20,2	1,85	9,2	2264	87,9	23,1	26,3
Chí Linh	799	23,2	4,6	19,6	799	82,9	31,9	38,6

Trong đó N là dung lượng mẫu đo đếm

Các số liệu cho phép xác định một số đặc điểm về địa hình nơi có Dẻ ăn quả tái sinh như sau.

- Về độ cao tuyệt đối

Phần lớn các tuyến điều tra phân bố ở độ cao dưới 100 m, trung bình cho toàn bộ khu vực nghiên cứu là 85 m. Đây cũng là độ cao chủ yếu của rừng Dẻ có thể quản lý tốt bởi các hộ gia đình. Phân bố độ cao trung bình của các tuyến điều tra được thể hiện ở hình sau.



Hình 3.1. Phân bố độ cao tuyệt đối của các tuyến điều tra

Luận án cũng đã thống kê số cây tái sinh phân bố ở các độ cao khác nhau, kết quả được thể hiện ở các bảng và hình sau.

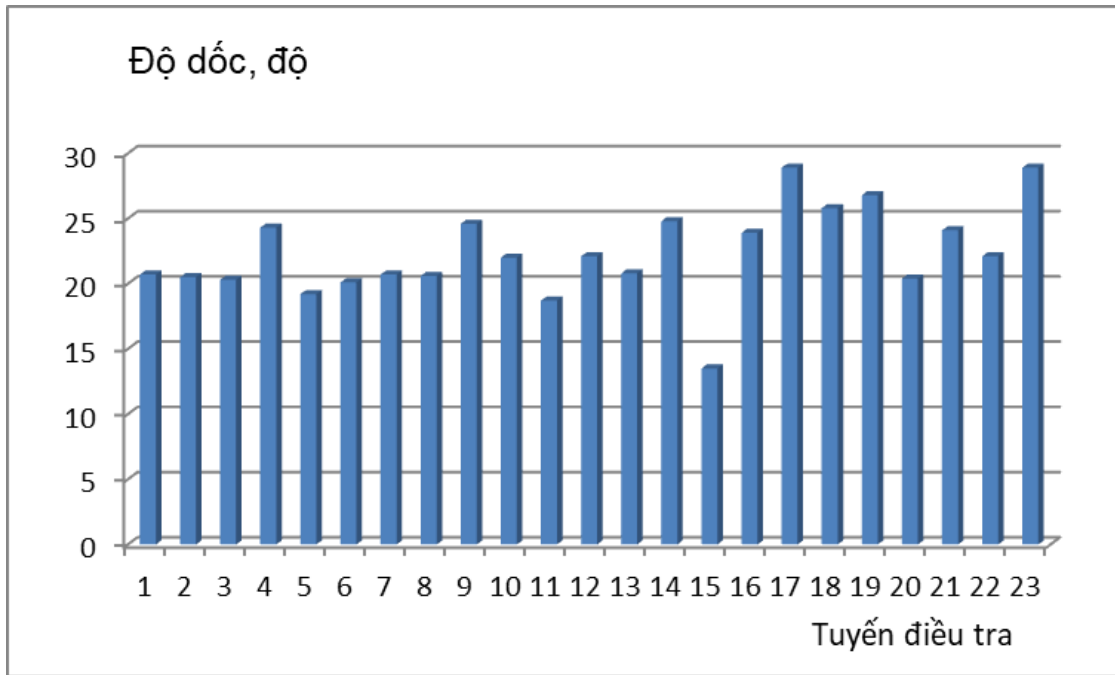
Bảng 3.2. Phân bố số cây tái sinh theo độ cao

TT	Độ cao (m)	Số cây tái sinh
1	< 50	209
2	50 - <100	2127
3	100 - <150	668
4	150 - < 200	58
5	200 - 250	1

Số liệu cho thấy Dẻ ăn quả tái sinh tập trung chủ yếu ở độ cao từ 50-150 m. Đây là khu vực đồi, núi thấp, kết quả điều tra phù hợp với những nghiên cứu trước đó về phân bố Dẻ theo độ cao (Đặng Ngọc Anh, 1995 [1]; Nguyễn Toàn Thắng [30]).

- Độ dốc mặt đất

Số liệu thống kê ở phụ lục 01 cho thấy các tuyến nghiên cứu phân bố trên vùng có độ dốc thấp. Độ dốc trung bình ở các tuyến chủ yếu dao động từ 20 đến 25 độ. Đây là nơi đất thích hợp cho canh tác rừng trồng, rừng trồng nông lâm kết hợp, vườn quả v.v.... Độ dốc ở các tuyến điều tra được thể hiện ở hình sau.



Hình 3.2. Độ dốc ở các tuyến điều tra cây tái sinh Dẻ ăn quả

Kết quả điều tra cho thấy biến đổi độ dốc ở từng vị trí cây tái sinh lớn hơn nhiều so với biến động của số trung bình ở các tuyến điều tra. Sự khác biệt về độ dốc và độ cao ở từng cây tái sinh cũng như ở từng tuyến điều tra là điều kiện thuận lợi để nghiên cứu ảnh hưởng của địa hình đến sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh.

3.1.2. Điều kiện khí hậu ở nơi có Dẻ tái sinh

Khí hậu có ảnh hưởng đến phân bố, cấu trúc, sinh trưởng, khả năng ra hoa kết quả và năng suất của hệ sinh thái rừng. Nhóm các yếu tố khí hậu có ảnh hưởng nhiều nhất đến đời sống thực vật các hệ sinh thái nói chung bao gồm bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm không khí và lượng mưa. Tất cả các yếu tố trên có quan hệ chặt chẽ với nhau và ảnh hưởng tổng hợp đến đời sống của quần xã thực vật rừng. Điều kiện khí hậu thay đổi sẽ kéo theo sự thay đổi của lớp thảm thực vật.

Để khái quát về điều kiện khí hậu khu vực nghiên cứu, luận án đã sử dụng số liệu khí hậu khai thác từ phần mềm *Sinh khí hậu* do Viện sinh thái rừng và Môi trường - Trường Đại học Lâm nghiệp xây dựng, kết hợp số liệu thu thập từ trạm khí tượng tại khu vực nghiên cứu trong 3 năm gần đây. Điều kiện khí hậu cơ bản khu vực nghiên cứu được thể hiện cụ thể trong phụ lục 02, phụ lục 03 và tổng hợp trong bảng, các hình ảnh sau:

Bảng 3.3. Chỉ tiêu khí hậu cơ bản tại khu vực nghiên cứu Dẻ ăn quả tái sinh

Các chỉ tiêu		Lục Nam	Chí Linh
Tọa độ tại trung tâm		KĐ: 106.56 ⁰ VĐ: 21.24 ⁰	KĐ: 106.42 ⁰ VĐ: 21.19 ⁰
Khí hậu	Nhiệt độ tối cao TB (°C)	39,6	39
	Nhiệt độ tối thấp TB (°C)	19,5	20,4
	Nhiệt độ trung bình (°C)	22.6	23
	Lượng mưa năm (mm)	1452	1482
	Lượng bốc hơi năm (mm)	973,6	1011
	Độ ẩm không khí TB (%)	81	82
	Tổng số giờ nắng (giờ)	1658,5	1718,1
	Tổng bức xạ năm (kcal/cm ²)	147	147
	Số ngày sương muối/năm (ngày)	2	1

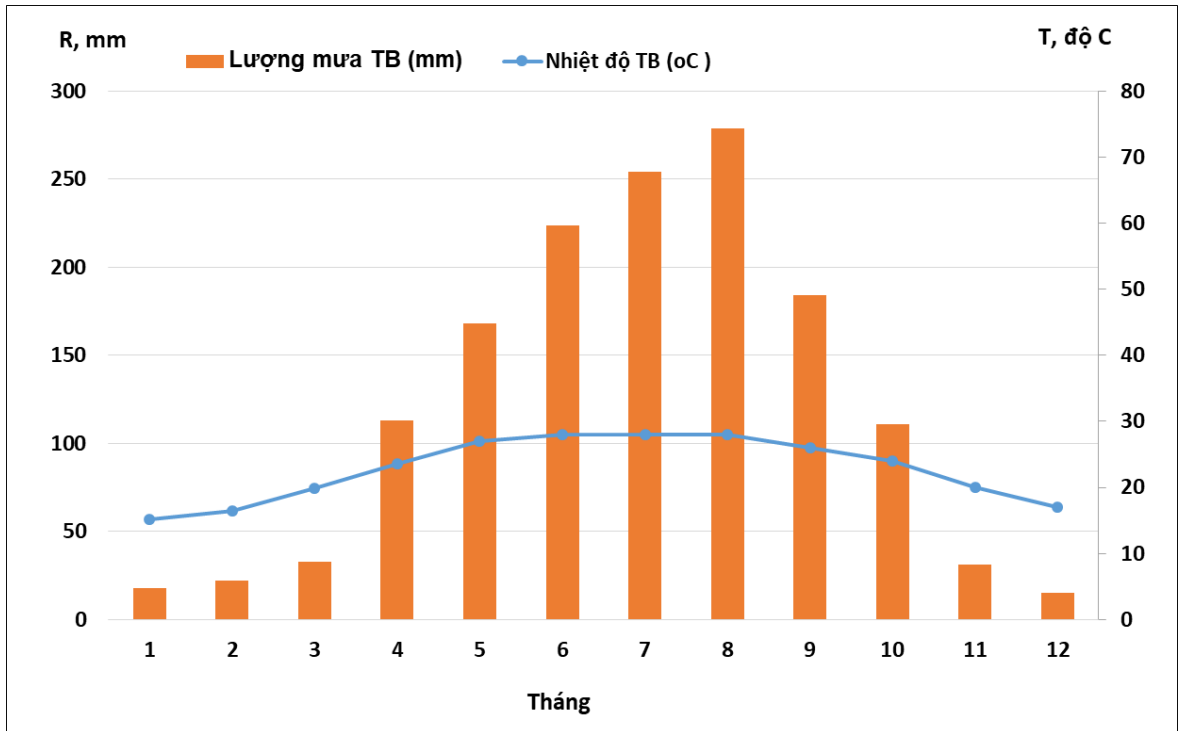
(Nguồn: Khai thác từ phân mềm sinh khí hậu trung bình trong 20 năm gần nhất)

Số liệu cho thấy nhiệt độ không khí trong khu vực ở mức trung bình, xấp xỉ 23°C, nhiệt độ tháng thấp nhất là tháng 1, nhiệt tối thấp trung bình xấp xỉ 12°C. Tháng có nhiệt độ cao nhất là tháng 7, xấp xỉ 33°C. Biên độ dao động nhiệt độ hàng năm của khu vực phân bố Dẻ ăn quả dưới 13,4°C. Các tháng mùa hè, nhiệt độ trung bình dao động từ 26 - 28°C, còn mùa đông lại khá thấp, nhiệt độ dưới 20°C. Như vậy, nhiệt độ ở khu vực nghiên cứu biến động trong phạm vi rộng và khá tương đồng.

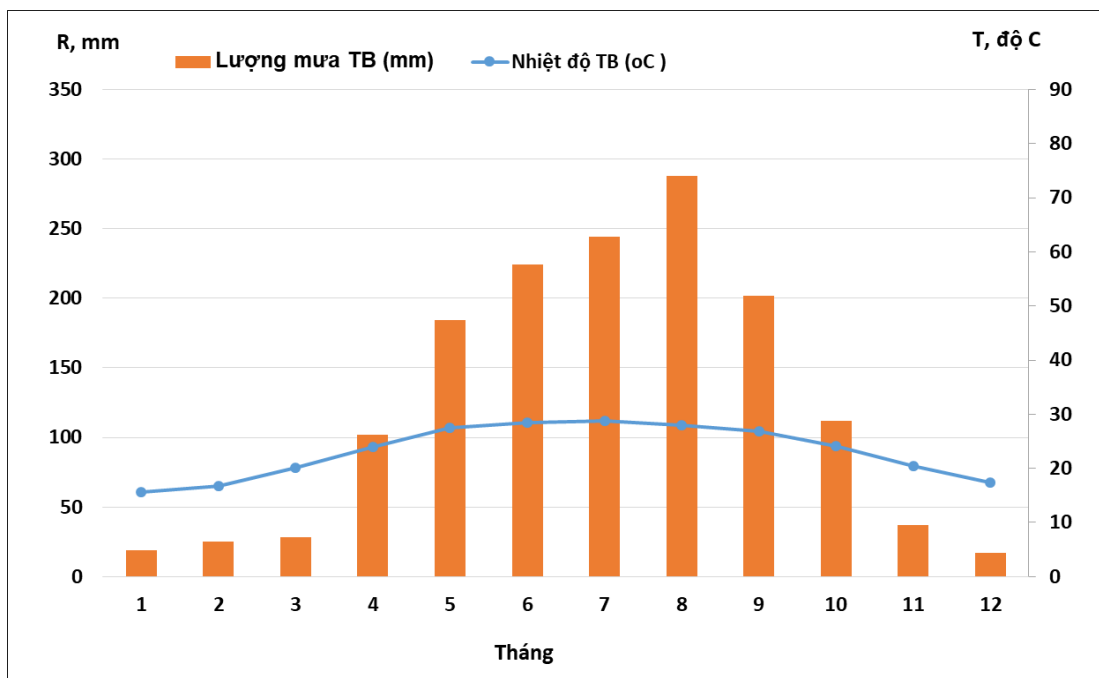
Các khu vực nghiên cứu nằm trong vùng có lượng mưa hàng năm không quá cao từ 1400 mm – 1500 mm, song phân bố không đều trong năm. Mùa mưa tập trung từ tháng 4 đến tháng 10 hàng năm, mùa khô luôn bắt đầu vào khoảng tháng 11 và lượng mưa tháng luôn thấp hơn 40 mm, lượng bốc hơi trung bình tháng trên 70 mm. Với tổng lượng mưa 5 tháng mùa khô dao động từ 119 đến 126 mm, trong khi đó tổng lượng bốc hơi bình quân cùng kỳ biến đổi từ 378 mm đến 387 mm.

Sự thiếu hụt nước trong mùa khô rất lớn, chênh lệch giữa bốc hơi và lượng mưa trên dưới 260 mm.

- Kết quả phân tích cho thấy có sự đồng điệu cao về điều kiện khí tượng ở khu vực nghiên cứu Dẻ ăn quả, thể hiện ở các hình sau.



Hình 3.3. Biểu đồ Gaussel Walter giữa nhiệt độ và lượng mưa trung bình tháng ở Lục Nam



Hình 3.4. Biểu đồ Gaussel Walter giữa nhiệt độ và lượng mưa trung bình tháng ở Chí Linh

Sự biến đổi của các yếu tố khí tượng đồng điệu nhau ở các khu vực phân bố của Dẻ ăn quả chứng tỏ tính đồng nhất cao của điều kiện khí tượng và những nhân

tổ hình thành khí hậu ở địa phương. Theo phương pháp phân loại khí hậu của Koppen (1918) [37]; [23] thì Lục Nam và Chí Linh đều thuộc loại khí hậu á nhiệt đới hơi khô. Ngoài ra để thể hiện tính đồng nhất, chỉ số khô hạn của Thái Văn Trưng được tính toán cho cả hai khu vực được thể hiện như sau: $X = S.A.D$. Đối với cả hai khu vực đều có $X = 4.1.0$ như vậy tại khu vực phân bố Dẻ tái sinh, điều kiện khí hậu có 4 tháng khô (tháng 11,1,2,3), 1 tháng hạn (tháng 12) và không có tháng kiệt.

Theo hệ thống phân chia các vùng sinh thái lâm nghiệp (Vũ Tấn Phương và các cộng sự, 2012 [26]) Bắc Giang là một trong 12 tỉnh thuộc phạm vi hành chính của vùng Đông Bắc Việt Nam. Trong khi đó Hải Dương thuộc vùng đồng bằng Bắc Bộ. Tuy nhiên Chí Linh là huyện có rừng duy nhất của Hải Dương có phía Bắc giáp huyện Lục Nam (Bắc Giang), phía Đông giáp huyện Đông Triều (Quảng Ninh). Toàn bộ phía Bắc và Đông Bắc của huyện Chí Linh thuộc cánh cung Đông Triều. Cánh cung Đông Triều chạy theo hướng Đông Bắc – Tây Nam đi qua địa phận các tỉnh Lạng Sơn, Quảng Ninh sau đó chệch theo hướng Đông Đông Nam – Tây Tây Bắc trên địa phận huyện Lục Nam và thị xã Chí Linh thuộc ranh giới hai tỉnh Bắc Giang và Hải Dương. Do cả hai đều bị chi phối bởi cánh cung Đông Triều và Ngân Sơn, vì vậy cả hai huyện Lục Nam và Chí Linh có chế độ nhiệt ẩm đặc trưng của khí hậu vùng Đông Bắc. Đây là lý do giải thích tại sao mặc dù khác nhau về vùng địa lý sinh thái theo cách phân chia hiện hành nhưng Chí Linh và Lục Nam đều có Dẻ ăn quả phân bố tự nhiên gần như thuần loài.

3.1.3. Đặc điểm thổ nhưỡng

Đặc điểm thổ nhưỡng có ảnh hưởng rất lớn đến sự nảy mầm, sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh. Để lựa chọn được vùng phân bố thích hợp của một loài cây trồng nào đó thì 2 nhóm yếu tố quan trọng cần xem xét là thổ nhưỡng và khí hậu. Vì vậy, khi nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh, luận án đã nghiên cứu một số tính chất của đất. Trong các chỉ tiêu đánh giá độ phì của đất đồi núi, quan trọng nhất là các chỉ tiêu liên quan đến khả năng thấm nước và giữ nước, bao gồm các chỉ tiêu: Độ dốc, thành phần cơ giới, độ dày tầng đất, độ xốp, hàm lượng mùn, độ pH v.v... (Đỗ Đình Sâm, 2006 [44]). Kết quả điều tra một số tính chất đất tại nơi nghiên cứu Dẻ ăn quả tái sinh được thể hiện cụ thể trong phụ lục 04 và tổng hợp ở bảng sau:

Bảng 3.4. Một số đặc điểm thổ nhưỡng khu rừng Dẻ nghiên cứu

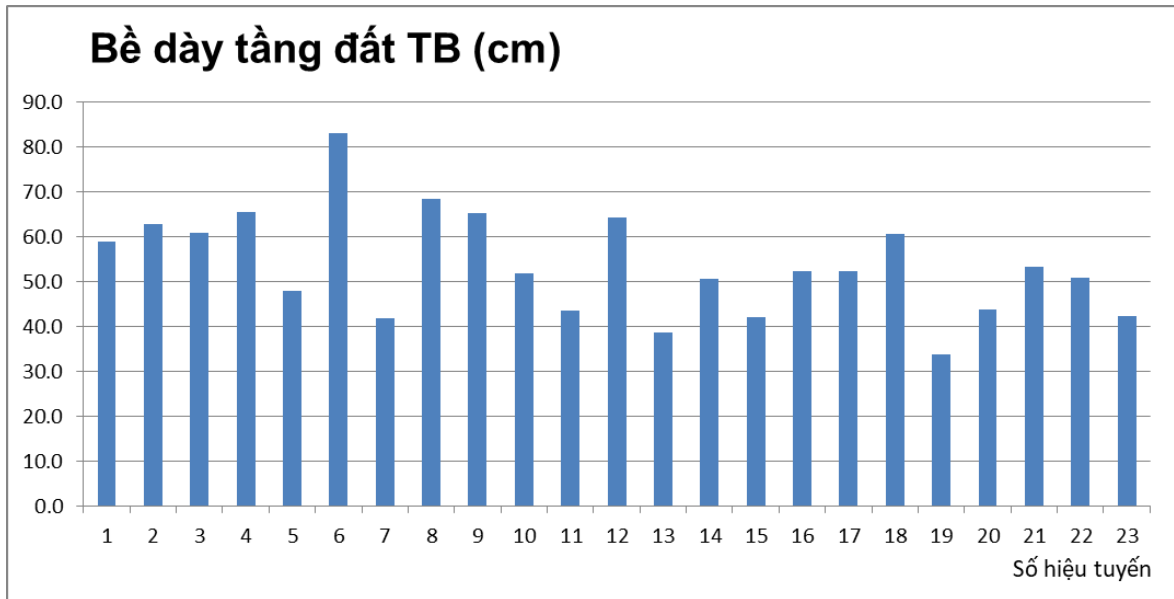
Địa điểm nghiên cứu	Các chỉ tiêu điều tra							
	dA+dB (cm)	Độ xốp	Độ ẩm (%)	Độ chặt (mm)	pH	N - NH ₄ ⁺ (mg/100 g)	P-PO ₄ ³⁻ (ppm)	Mùn (%)
Lục Nam								
TB	60,0	43,9	26,3	13,3	6,2	1,8	5,5	2,7
Max	94,3	48,0	58,0	20,0	6,8	4,0	10,4	7,2
Min	39,9	37,0	10,0	3,6	5,2	1,0	2,2	1,0
STD	12,9	2,6	5,1	3,3	0,2	0,6	1,6	0,8
V%	21,5	5,9	19,4	25,0	4,0	30,5	28,5	28,2
N	66	66	2278	2278	2278	66	34	34
Chí Linh								
TB	49,0	43,8	21,3	16,2	6,2	2,8	6,9	3,2
Max	74,6	53	54,0	23,0	6,9	5,4	9,1	5,3
Min	33,0	32	8,0	7,5	5,6	0,7	4,8	2,1
STD	9,6	4,3	7,7	2,6	0,2	1,0	1,0	0,7
V%	19,7	9,9	36,1	15,8	4,0	36,1	15,0	22,6
N	34	66	785	785	785	34	34	34

Ghi chú: N là số lượng mẫu đất phân tích hoặc số mẫu đất điều tra nhanh.

Kết quả điều tra cho thấy đất tại hai khu nghiên cứu đều là đất Feralit đỏ vàng phát triển trên đá phiến sét và biến chất. Đây là loại đất hơi chua, khả năng giữ nước kém, đất có nhiều sắt nhưng giàu Canxi. Thành phần cơ giới thuộc loại đất từ thịt trung bình đến thịt nặng. Số liệu ở phụ lục 04 và bảng 3.4 cho phép đi đến một số nhận xét sau.

- Bề dày tầng đất

Bề dày tầng đất trung bình ở các tuyến biến động từ 33 cm đến 83 cm, trung bình toàn khu vực là 54 cm. Sự biến động mạnh của bề dày tầng đất được thể hiện ở hình sau.



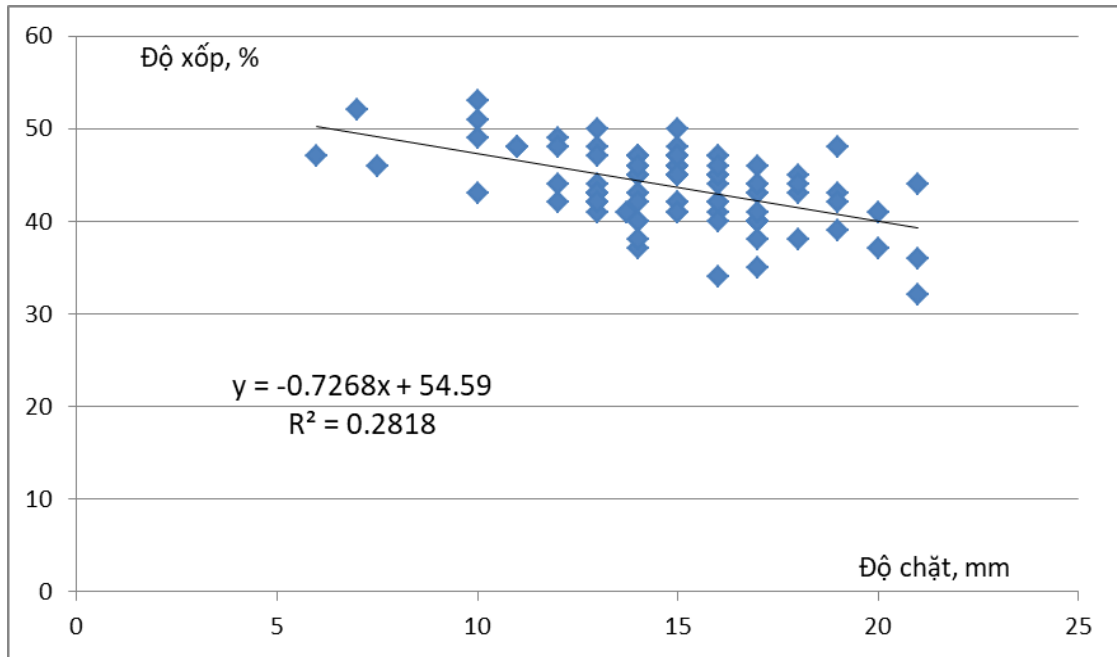
Hình 3.5. Bề dày tầng đất ở khu vực nghiên cứu

Hệ số biến động của bề dày tầng đất ở các khu vực nghiên cứu là 22%. Đây là điều kiện thuận lợi cho phân tích ảnh hưởng của bề dày tầng đất đến sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh.

- Độ chặt tầng đất

Độ chặt đất được điều tra ở từng vị trí có cây tái sinh và được tổng hợp cho từng tuyến điều tra. Theo số liệu trung bình từng tuyến ở bảng trên, độ chặt đất tầng mặt dao động từ 11 mm đến 18 mm, trung bình là 15 mm. Để có thể quy đổi từ độ chặt sang độ xốp đất luận án đã lấy mẫu xác định độ xốp đất tầng mặt ở 100 vị trí có cây tái sinh trên các tuyến điều tra, kết quả được thống kê trong phụ lục 05.

Số liệu cho thấy độ chặt đất xác định theo thiết bị Push cone dao động từ 6 mm đến 21 mm, trung bình là 15 mm, còn độ xốp tầng đất mặt dao động từ 32% đến 53%, trung bình xấp xỉ 44%. Liên hệ của độ xốp với độ chặt tầng đất mặt được thể hiện ở hình sau.



Hình 3.6. Liên hệ của độ xốp (X,%) với độ chặt (C,mm) xác định theo Push cone

Căn cứ vào kết quả phân tích liên hệ của độ xốp và độ chặt tầng đất mặt có thể xác định công thức để quy đổi độ chặt sang độ xốp như sau.

$$X (\%) = -0,7268 \cdot C + 54,59; \quad R = 0,53 \quad [3.1]$$

Những chỉ tiêu chủ yếu phản ánh kết quả phân tích mối liên hệ giữa độ xốp với độ chặt tầng đất mặt được thể hiện cụ thể trong phụ lục 06.

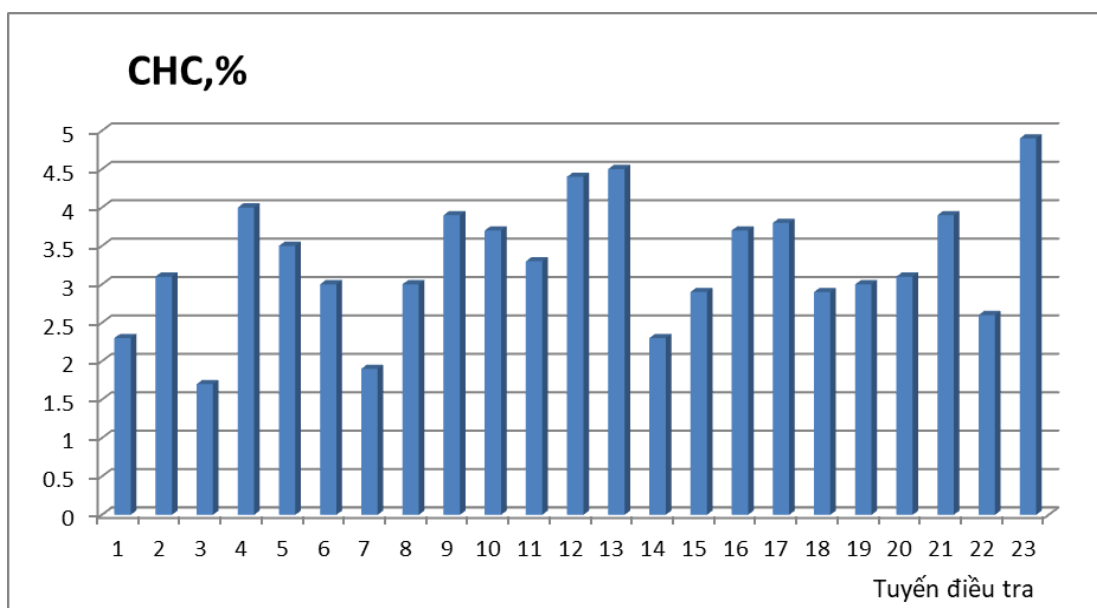
Có thể thấy rõ xu hướng biến đổi tỷ lệ nghịch của độ xốp với độ chặt tầng đất. Sai tiêu chuẩn khi xác định độ xốp theo độ chặt là 3.2%. Để nâng cao độ chính xác của số liệu về độ xốp tầng mặt trong quá trình điều tra, độ chặt đã được đo với 5 lần lặp lại cho mỗi cây tái sinh. Như vậy, sai số trung bình khi xác định độ xốp theo độ chặt tầng đất mặt sẽ còn lại là $3,2/\sqrt{5} = 1,5\%$.

Dựa theo phương trình 3.1, nếu độ chặt trung bình các tuyến điều tra trong khu vực nghiên cứu dao động từ 11 mm đến 18 mm, trung bình là 15 mm sẽ tương ứng với độ xốp dao động từ 46% đến 41%, trung bình là 43%.

- Hàm lượng mùn

Số liệu cho thấy hàm lượng mùn biến động rất lớn giữa các tuyến điều tra. Tính trung bình cho Lục Nam hàm lượng mùn là 2,7%, với Chí Linh trung bình là 3,2%. Cả hai giá trị này được đánh giá ở mức mùn trung bình so với các loại đất nói

chung của Việt Nam (Trần Văn Chính, 2006 [11]). Theo Thái Phiên (1999) [43] các loại đất cát hoặc đất bạc màu có hàm lượng chất hữu cơ < 1% chiếm khoảng 20% diện tích của Việt Nam. Đất có hàm lượng mùn cao nhất khoảng $\geq 6\%$ thường là đất trên núi cao, quanh năm mây mù che phủ. Đất đồi núi của Việt Nam có hàm lượng mùn trung bình 3 - 4%. So sánh với bảng đánh giá hàm lượng mùn trong đất lâm nghiệp đối với loại đất Feralit đỏ vàng phát triển trên đá phiến sét và biến chất thì ở cả hai khu nghiên cứu đều có hàm lượng mùn thuộc loại trung bình, trong phạm vi từ 2 - 4% (Đỗ Đình Sâm, 2000, Bộ NN&PTNT, 2006 [6]).



Hình 3.7. Hàm lượng mùn trung bình ở các tuyến điều tra

Hàm lượng mùn trung bình theo từng tuyến điều tra dao động khá lớn từ 1,7% – 4,9% (hình 3.7), tương đương từ mức nghèo đến giàu mùn. Mức dao động của chỉ tiêu này giữa vị trí các cây tái sinh còn lớn hơn nữa. Đây là điều kiện thuận lợi để phân tích ảnh hưởng của hàm lượng mùn đến sinh trưởng và phân bố của cây tái sinh.

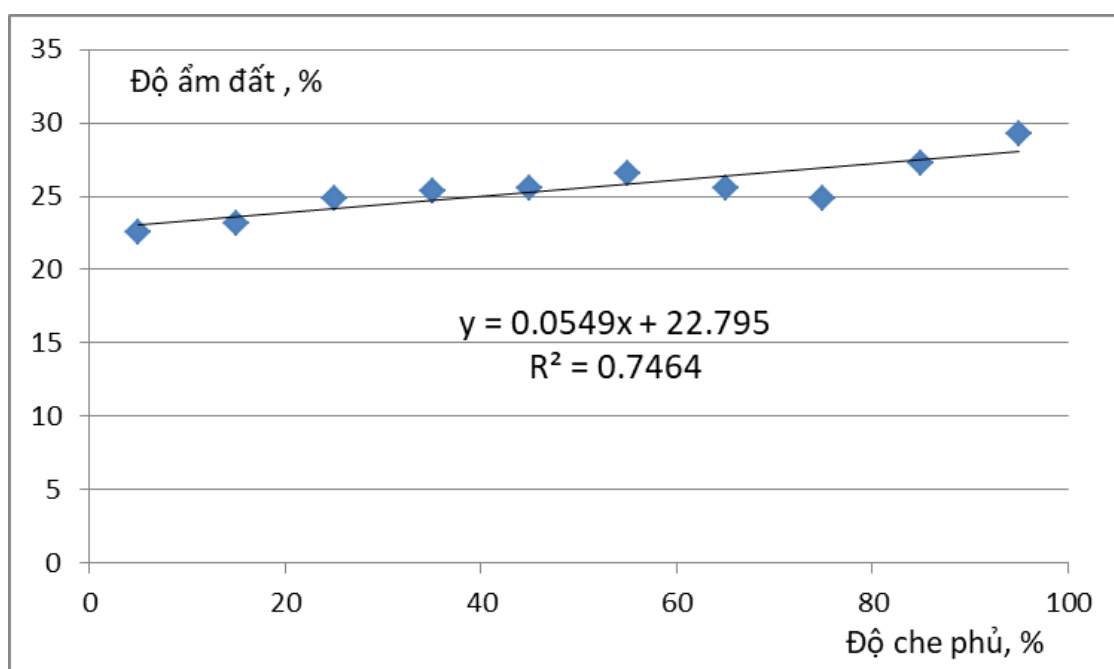
- Độ ẩm đất khu vực nghiên cứu

Độ ẩm đất ở khu vực nghiên cứu dao động từ 11% đến 49%, trung bình là 23%. Độ ẩm đất phụ thuộc vào độ che phủ của cây bụi thảm tươi, ngoài ra do thời gian điều tra kéo dài hàng tháng nên độ ẩm đất có những biến động liên quan đến tình trạng mưa nắng khác nhau. Số liệu thống kê độ ẩm đất ở các vị trí cây tái sinh theo độ che phủ của cây bụi thảm tươi được ghi trong bảng sau.

Bảng 3.5. Phân bố số cây tái sinh theo độ che phủ và độ ẩm đất

TT	Độ che phủ của cây bụi thảm tươi (CP, %)	Độ ẩm đất trung bình (ĐA,%)	Số cây tái sinh (Nts)
1	0 - 10	22,6	329
2	10 - 20	23,2	330
3	20 - 30	24,9	436
4	30 - 40	25,4	548
5	40 - 50	25,6	606
6	50 - 60	26,6	251
7	60 - 70	25,6	143
8	70 - 80	24,9	97
9	80 - 90	27,3	87
10	90 - 100	29,3	7

Số liệu cho thấy độ ẩm đất liên hệ rõ với độ che phủ của lớp cây bụi thảm tươi, độ che phủ càng lớn thì độ ẩm càng tăng (hình 3.8).



Hình 3.8. Liên hệ của độ ẩm tầng đất mặt với độ che phủ của cây bụi thảm tươi

Phương trình liên hệ giữa độ ẩm tầng đất mặt và độ che phủ của cây bụi thảm tươi là:

$$Y = 0,0549 \cdot X + 22,795; \quad R^2 = 0.74 \quad [3.2]$$

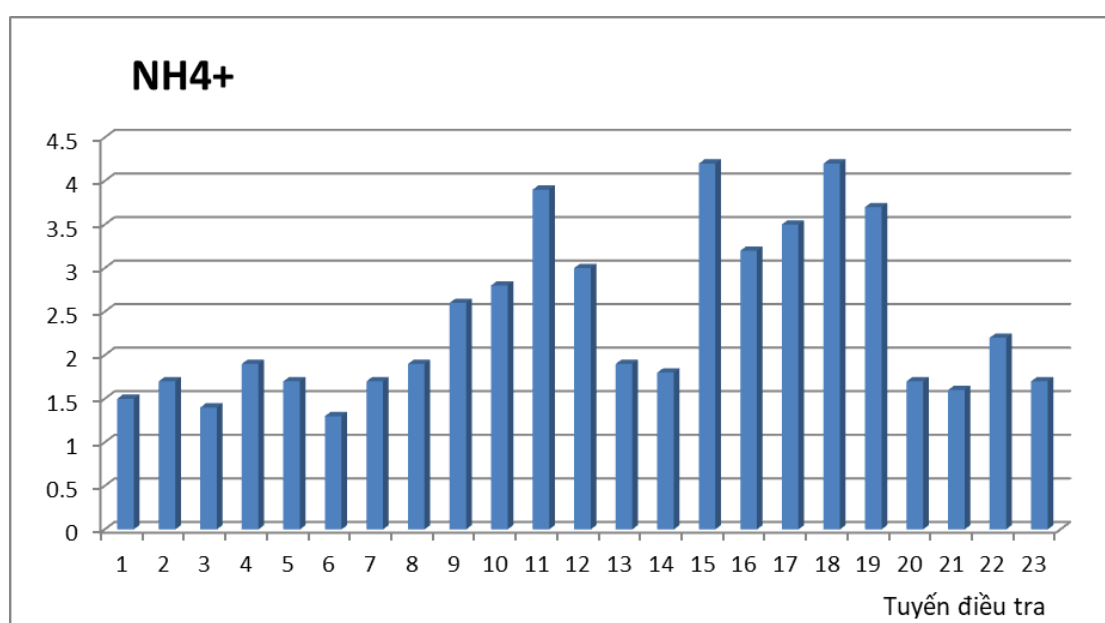
Số liệu và hình vẽ cho thấy khi độ che phủ thay đổi từ 10% đến 90% thì độ ẩm đất thay đổi từ 23% đến 29%. Như vậy, khi tăng độ che phủ dưới tán rừng có thể làm tăng độ ẩm đất lên đến 6%, còn lại những biến động độ ẩm là do các nhân tố khác như thời tiết, độ dốc, hướng phơi, loại đất v.v....

Kết quả nghiên cứu về độ ẩm đất phản ánh một đặc điểm sinh thái của Dẻ là thích nghi rộng với độ ẩm đất. Đây là loài cây ưa đất thoát nước nhưng chịu đựng được phạm vi biến động lớn của độ ẩm đất.

- Độ pH: Số liệu cho thấy độ pH (độ chua thủy phân) trung bình ở các tuyến điều tra trong cả hai khu vực nghiên cứu dao động từ 5,7 đến 6,7, trung bình là 6,2. Như vậy, đất ở nơi nghiên cứu rừng Dẻ ăn quả thuộc loại hơi chua.

- Hàm lượng đạm dễ tiêu

Hàm lượng đạm dễ tiêu ở khu vực phân bố Dẻ nhìn chung dưới 4 mg/100g. Hàm lượng đạm ở các tuyến điều tra dao động trong phạm vi khá rộng, từ 1,3 – 4,2mg/100g, trung bình là 2,4 mg/100g (hình 3.9). So sánh với thang đánh giá của Tiurin và Coconova thì đất ở đây thuộc mức nghèo đạm [24].



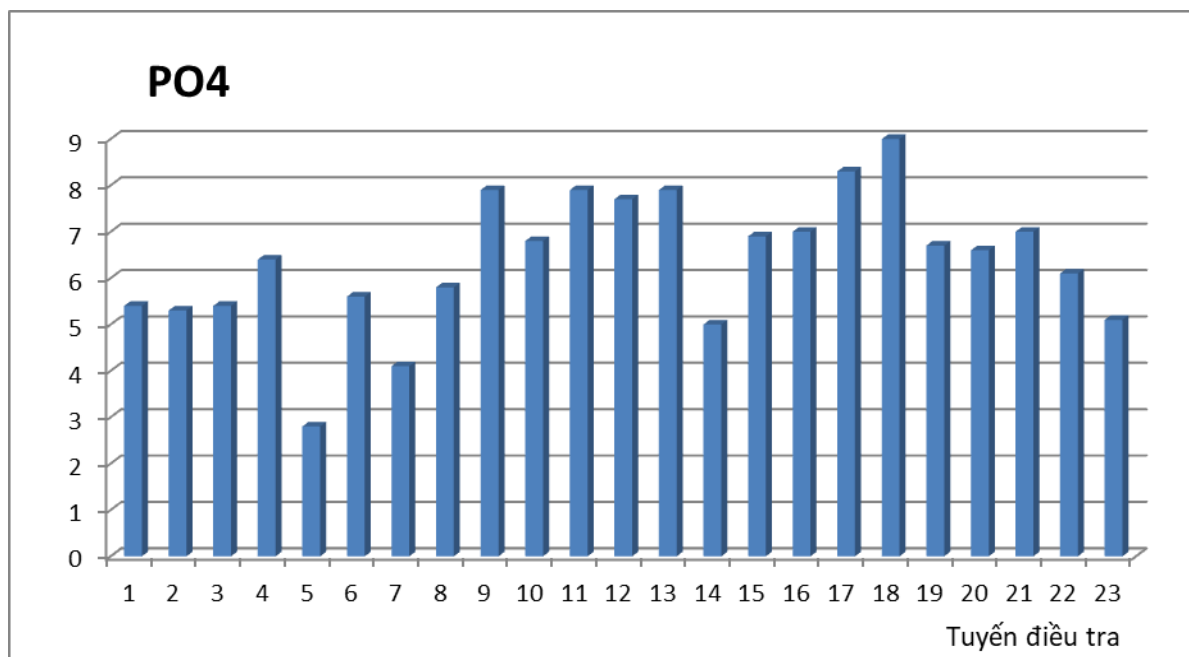
Hình 3.9. Biến đổi hàm lượng đạm dễ tiêu -NH₄⁺ (mg/100g) trung bình ở các tuyến điều tra

Sự biến động mạnh của hàm lượng đạm dễ tiêu cũng phản ánh quy luật chung sự phụ thuộc của yếu tố này vào các nhân tố hoàn cảnh, chẳng hạn độ ẩm đất, lượng thảm khô, thảm tươi, động vật đất, tình trạng chẵn thả động vật, v.v... Tuy

nhiên, đây cũng là yếu tố dễ bổ sung bằng các biện pháp kỹ thuật như bón phân, giữ thảm khô, hay kỹ thuật gây trồng thảm tươi cố định đạm v.v...

- Hàm lượng lân dễ tiêu

Hàm lượng lân dễ tiêu ở khu vực nghiên cứu dao động từ 2,8 ppm – 9 ppm, trung bình 6,4 ppm. Theo thang đánh giá của Olsen thì đất ở đây có lượng lân đạt mức trung bình [24].



Hình 3.10. Hàm lượng lân dễ tiêu - PO_4^{3-} (ppm) trung bình ở các tuyến điều tra

Có thể nhận thấy sự biến động của hàm lượng lân dễ tiêu ở các tuyến điều tra ở mức thấp hơn so với biến động hàm lượng đạm. Nguyên nhân có thể do lân dễ tiêu là yếu tố dễ bị hoà tan vào nước và bị rửa trôi hay dịch chuyển theo dòng chảy khi có mưa.

3.2. Đặc điểm cấu trúc và tái sinh rừng Dẻ ăn quả khu vực nghiên cứu

3.2.1. Đặc điểm cấu trúc và một số nhân tố điều tra lâm phần

Cấu trúc rừng, đặc biệt là cấu trúc hình thái có ảnh hưởng lớn đến đặc điểm sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh. Những yếu tố cấu trúc được nghiên cứu trong luận án này chủ yếu gồm độ tàn che, độ che phủ cây bụi thảm tươi và tỷ lệ che phủ của thảm khô, cấu trúc mật độ cây cao và tổ thành loài cây cao. Bên cạnh đó một số nhân tố điều tra lâm phần như $D_{1.3}$, Hvn, Dt của tầng cây cao cũng được điều

tra. Đây là những nhân tố quyết định đến đặc điểm hoàn cảnh của cây tái sinh dưới tán rừng như ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất...

Số liệu điều tra được tổng hợp trong bảng dưới đây.

Bảng 3.6. Các loài tham gia vào công thức tổ thành của tầng cây cao

STT	Loài cây cao tham gia vào công thức tổ thành	Tỷ lệ tham gia trong công thức tổ thành (%)
I	Lục Nam	100
1	Dẻ ăn quả (D)	91,9
2	Keo tai tượng (K)	2,13
3	Lim xanh (Lx)	1,15
4	Sấu (S)	1,60
5	Thanh thất (Tht)	1,77
6	Trám trắng (Tr)	1,44
II	Chí Linh	100
1	Dẻ ăn quả (D)	97,87
2	Bún sừng (Bs)	0,2715
3	Bò lòi nhót (Bln)	0,06
4	Keo tai tượng (K)	0,42
5	Me rừng (Mr)	0,65
6	Thông (Th)	0,27
7	Trám trắng (Tr)	0,46

Từ bảng trên có thể xác định được 6 - 7 loài tham gia trong công thức tổ thành tầng cây cao tại khu vực nghiên cứu. Trong đó Dẻ ăn quả chiếm tỷ lệ lớn nhất trên 90% trong công thức tổ thành, Lim xanh, Keo tai tượng, Trám trắng, Thông, Thanh thất là những loài cây tham gia trong công thức tổ thành.

Công thức tổ thành chung cho Lục Nam được viết như sau:

$$9,19 D + 0,213 K + 0,115 Lx + 0,16 S + 0,177 Tht + 0,144 Tr$$

Công thức tổ thành chung cho Chí Linh như sau:

$$9,79 D + 0,21 (Bs + Bln + K + Mr + Th + Tr)$$

Từ kết quả ở bảng 3.6 cho thấy có trên 90% thành phần cây gỗ ở các trạng thái rừng nghiên cứu là Dẻ ăn quả, vì vậy có thể coi đây là rừng thuần loài Dẻ ăn quả

(Phạm Văn Điển, Phạm Xuân Hoàn, 2016 [13]). Tiểu hoàn cảnh rừng tại khu vực sẽ do loài Dẻ ăn quả- loài cây ưu thế quyết định.

Từ diện tích của các ô 6 cây cao xung quanh gần nhất trên các tuyến, mật độ cây cao được xác định theo công thức 2.3; 2.4 ở phần phương pháp nghiên cứu và thể hiện kết quả ở bảng sau:

Bảng 3.7. Mật độ cây cao tại khu vực nghiên cứu

Tuyến điều tra tại Lục Nam	Mật độ cây cao trung bình theo tuyến (cây/ha)	Tuyến điều tra tại Chí Linh	Mật độ cây cao trung bình theo tuyến (cây/ha)
1	665	1	519
2	399	2	672
3	472	3	698
4	527	4	822
5	336	5	570
6	488	6	722
7	579	7	723
8	472	8	547
9	401	9	582
		10	527
		11	359
		12	240
		13	408
		14	417
<i>TB</i>	<i>482</i>		<i>558</i>
<i>Std</i>	<i>100</i>		<i>162</i>
<i>V%</i>	<i>20,7</i>		<i>29,1</i>

Kết quả cho thấy mật độ cây cao trong các trạng thái rừng mà tuyến điều tra đi qua trung bình ở Lục Nam là 482 cây/ha, dao động từ 336 cây/ha đến 665 cây/ha. Ở Chí Linh mật độ trung bình cao hơn (558 cây/ha), dao động từ 240 cây/ha đến 822 cây/ha. Hệ số biến động về mật độ giữa các tuyến từ 21% - 29%. Mật độ là yếu tố phản ánh khả năng tận dụng điều kiện lập địa của thực vật, mức độ cạnh tranh giữa

các loài và cá thể loài. Bên cạnh đó mật độ có ảnh hưởng rõ nét tới sinh trưởng và phát triển của cây rừng cả tầng cây cao và cây tái sinh dưới tán rừng. Từ đó mật độ ảnh hưởng đến hình dạng tán lá, độ tàn che và ánh sáng dưới tán rừng.

Mặc dù ở Chí Linh và Lục Nam các loài tham gia vào công thức tổ thành và mật độ khác nhau nhưng các lâm phần rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu chủ yếu có 1 tầng, cấu trúc tương đối đơn giản. Bên cạnh cấu trúc rừng, các chỉ tiêu điều tra lâm phần đã được điều tra và tổng hợp ở bảng sau đây.

Bảng 3.8. Các chỉ tiêu điều tra lâm phần Dẻ ăn quả ở khu vực nghiên cứu

TT	Chỉ tiêu điều tra	Lục Nam				Chí Linh			
		N	TB	STD	V%	N	TB	STD	V%
1	D ₁₃ (cm)	724	26,79	3,43	12,79	250	20,22	4,41	21,82
2	H _{vn} (m)	724	9,84	0,51	5,21	250	8,54	1,24	14,46
3	H _{dc} (m)	724	4,22	0,60	14,21	250	4,11	0,87	21,29
4	Dt(m)	724	4,17	0,39	9,33	250	3,65	0,41	11,27
5	TC	148	0,5	0,17	35	429	0,5	0,14	29
6	CP (%)	309	42	18,5	46,54	473	31,45	23,68	70,49
7	TK (%)	309	32,6	11,5	35	473	39,7	16,9	49,5
8	Hcb (m)	309	0,61	0,25	40,17	473	0,85	0,34	39,5

Ghi chú: N là số ô điều tra 6 cây cao xung quanh gần nhất, số ô 100 m² điều tra độ tàn che, số ô dạng bản 4 m² điều tra độ che phủ thảm tươi, thảm khô. TB – là giá trị trung bình tính theo từng huyện cho tất cả các ô điều tra.

Phân tích số liệu ở bảng trên cho một số nhận xét sau.

- Chiều cao trung bình rừng Dẻ ăn quả ở Lục Nam (H_{vn}) là 9,84 m, chiều cao dưới cành là 4,22 m, các chỉ tiêu tương tự ở Chí Linh là 8,54 m và 4,11 m. Nhìn chung rừng Dẻ ăn quả ở Lục Nam có chiều cao lớn hơn so với rừng Dẻ ở Chí Linh. Nguyên nhân chủ yếu do rừng Dẻ nghiên cứu ở Chí Linh được phục hồi chỉ trong khoảng hơn chục năm gần đây, còn ở Lục Nam rừng Dẻ được phục hồi từ gần 20 năm trước. Mức độ biến động về chiều cao cây Dẻ ở Chí Linh là 14% còn ở Lục Nam là 5%.

- Tương tự với chiều cao, đường kính trung bình cây Dẻ ở Chí Linh là 20,2 cm, nhỏ hơn một chút so với cây Dẻ ở Lục Nam là 26,8 cm. Ở Lục Nam có nhiều cây to đã tồn tại ở rừng tự nhiên từ trước khi người dân khoanh nuôi bảo vệ sau khai thác để kinh doanh rừng Dẻ.

- Chiều cao dưới cành của Dẻ xấp xỉ 4 m. Như vậy, bề dày tán ở mức 4,5 m đến 5 m, hơn một phần hai chiều cao cây Dẻ. Kết quả quan sát thấy quả Dẻ hình thành ở cả những cành rất thấp. Ở những nơi thưa, các cành dưới cũng được chiếu sáng thì lượng hoa quả nhiều hơn hẳn. Do đó, tán dày chiếm đến trên 50% chiều cao là điều kiện thuận lợi để áp dụng các biện pháp kỹ thuật nâng cao năng suất của Dẻ ăn quả. Đặc điểm phân bố bề dày tán của Dẻ được thể hiện ở hình sau.



Hình 3.11. Rừng Dẻ phân cành thấp ở Lục Nam, Bắc Giang

- Độ tàn che rừng Dẻ 0,5, so với các trạng thái rừng tự nhiên khác độ tàn che này thấp hơn. Tuy nhiên, với các cây lấy quả, đây là độ tàn che hợp lý đảm bảo cho ánh sáng đến được cả những cành phía dưới, kích thích cho chúng ra hoa quả. Nhìn chung dưới tán rừng Dẻ tương đối quang sáng, không dày rậm như những rừng tự nhiên phổ biến trong khu vực.



Hình 3.12. Độ tàn che của rừng Dẻ ở Chí Linh, Hải Dương

- Độ che phủ của cây bụi thảm tươi dưới rừng Dẻ ăn quả trung bình dao động từ 30% – 40%, thấp hơn so với rừng trồng nói chung (khoảng 50%).

- Kết quả điều tra tại khu vực nghiên cứu cho thấy tổ thành loài cây bụi thảm tươi rất đa dạng. Từ số liệu điều tra ở phụ lục 07 luận án đã thống kê được 83 loài cây bụi thảm tươi có tần số xuất hiện cao thuộc 2 ngành, 2 lớp, 42 họ khác nhau. Những loài cây chủ yếu bao gồm: Sòi tía, Dây bươm bạc, Mấu đơn, Sói rừng, Ba soi, Baбет, Sim, Mua.... Một số đặc điểm cây bụi thảm tươi được thể hiện cụ thể trong phụ lục 07 và tổng hợp trong bảng sau.

Bảng 3.9. Che phủ cây bụi thảm tươi và che phủ thảm khô.

Địa điểm	Che phủ thảm tươi (%)	Che phủ thảm khô (%)
Lục Nam		
TB	31,5	39,7
STD	13,8	12,5
V%	43,9	31,5
N	309	309
Chí Linh		
TB	33,2	34
STD	23,5	17
V%	70,8	49,8
N	403	403

Trong đó TB là chỉ tiêu trung bình của 309 ô dạng bản 4 m² ở Bắc Giang và 403 ô ở Hải Dương.



Hình 3.13. Tầng cây bụi thảm tươi tại Chí Linh, Hải Dương

- Với mức che phủ của cây bụi thảm tươi dưới rừng Dẻ từ 30% đến 40%, chiều cao trung bình dưới 1m. Nguyên nhân có thể liên quan đến những tác động của con người: ảnh hưởng của việc đi lại trong quá trình thu hoạch hạt Dẻ, phát dọn vào trước thời kỳ thu hoạch để thuận tiện cho thu nhặt hạt Dẻ rụng trên mặt đất. Để duy trì được lớp cây bụi thảm tươi cần có những cải tiến trong thu hoạch hạt ít tác động đến lớp cây bụi thảm tươi và thảm khô nói chung.

- Tỷ lệ che phủ thảm khô dưới rừng Dẻ ăn quả tương đối thấp trung bình khoảng 35%. Đây là một trong những đặc điểm có thể gây xói mòn mạnh dưới các rừng Dẻ làm cho đất mỗi ngày một thoái hóa đi. Vì vậy, cần có những biện pháp bảo vệ lớp cành khô lá rụng để giữ ẩm và chống xói mòn đất dưới rừng.



Hình 3.14. Độ che phủ của thảm khô dưới rừng Dẻ tại Lục Nam, Bắc Giang

Kết quả nghiên cứu cấu trúc rừng Dẻ ăn quả cho thấy hoạt động kinh doanh của con người đã tác động đến cấu trúc rừng Dẻ theo xu hướng làm cho chúng đơn giản hơn về tổ thành và giảm bớt các cây bụi dây leo. Nhìn rừng Dẻ có những biểu hiện tương đối giống các rừng trồng thuần loại, một tầng và cấu trúc tương đối thuần nhất.

3.2.2. Đặc điểm tái sinh rừng Dẻ ăn quả

3.2.2.1. Một số đặc điểm chung của tái sinh Dẻ ăn quả

Khi đánh giá đặc điểm của tái sinh rừng, thông thường người ta đánh giá về mật độ, tổ thành, chất lượng cây con, đặc điểm sinh trưởng, phân bố và nguồn gốc cây tái sinh. Kết quả nghiên cứu một số đặc điểm tái sinh của Dẻ ăn quả tại Lục Nam và Chí Linh được thể hiện cụ thể trong phụ lục 09 tổng hợp trong bảng sau.

Bảng 3.10. Một số đặc điểm điều tra Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu

Địa điểm	Mật độ (cây/ha)	Mật độ cây có H ≥ 1m (cây/ha)	D ₀ (cm)	H _{vn} (m)	Dt (cm)	Tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng (%)
Lục Nam						
TB	4215	2738	2,2	0,9	46,0	62,1
STD	3976	3042	1,2	0,2	47,3	14,1
V%	94	111	53,1	25,1	102,8	22,7
Chí Linh						
TB	1563	317	1,6	0,6	52,6	25,3
STD	1297	152	0,6	0,2	15,9	27,1
V%	83	48	37,8	35,9	30,2	107,2

Từ số liệu ở phụ lục 09 và bảng 3.10 trên cho thấy: Mật độ cây Dẻ ăn quả tái sinh trung bình ở Chí Linh là 1563 cây/ha thấp hơn so với tại Lục Nam (4215 cây/ha). Biến động mật độ rất lớn giữa các tuyến điều tra thể hiện ở hệ số biến động trên 80% ở cả hai khu vực. Mật độ cây tái sinh Dẻ có chiều cao trên 1m trung bình ở Chí Linh là 317 cây/ha, tại Lục Nam là 2738 cây/ha. Đối chiếu với tiêu chuẩn mật độ cây tái sinh đối với các loài cây kinh tế có chiều cao trên 1 m (Phạm Văn Điền, Phạm Xuân Hoàn, 2016 [13]) thì mật độ tái sinh Dẻ ở Lục Nam là đạt yêu cầu còn ở Chí Linh thì mật độ này hơi thấp. Tuy nhiên, vì phân bố cây tái sinh không đều, nên có thể đánh chuyển một số cây ở nơi có mật độ cao sang trồng bổ sung vào những nơi có mật độ thấp hơn.



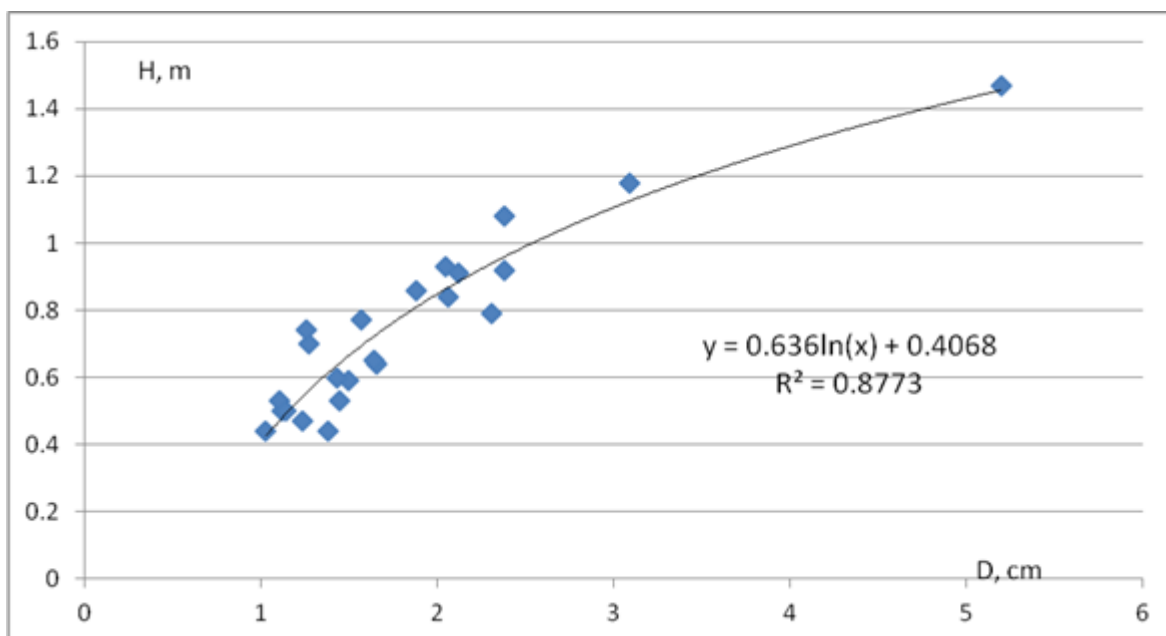
Hình 3.15. Dẻ tái sinh tại Lục Nam, Bắc Giang

Đường kính gốc trung bình của cây tái sinh Dẻ ở khu vực nghiên cứu là 1,8 cm, so với chiều cao trung bình là 74 cm thì cây Dẻ tái sinh thuộc loại có đường kính gốc lớn. Tỷ lệ giữa đường kính gốc và chiều cao thân cây tái sinh Dẻ là 2,5%. Mặc dù Dẻ tái sinh từ hạt và chồi rễ, tuy nhiên so sánh với yêu cầu trong *Tiêu chuẩn cây ươm lâm nghiệp* của Bộ Nông nghiệp phát triển Nông thôn [5] dao động trong khoảng 0,6% đến 1% (những cây được gieo ươm từ hạt) thì Dẻ ăn quả phát triển đường kính gốc khá mạnh.



Hình 3.16. Dẻ tái sinh chồi tại Lục Nam, Bắc Giang

Chiều cao cây tái sinh dao động từ 20 cm đến 4 m. Chiều cao trung bình của cây tái sinh theo tuyến dao động từ 0,5 m đến 1,5m. Chiều cao biến đổi theo đường kính của cây tái sinh với dạng hàm số logarit. Liên hệ giữa chiều cao với đường kính cây tái sinh được thể hiện qua hình sau.



Hình 3.17. Liên hệ giữa chiều cao với đường kính gốc cây tái sinh Dẻ

Phương trình được viết như sau: $Y = 0,636 \cdot \ln(X) + 0,4068$ [3.3]

Mối liên hệ khá chặt của chiều cao với đường kính cây tái sinh cho phép sử dụng một trong hai chỉ tiêu trên để đánh giá tình hình sinh trưởng của cây tái sinh.

Nếu xác định cây tái sinh có triển vọng là những cây có chiều cao lớn hơn chiều cao trung bình của cây bụi thảm tươi (Vũ Tiến Hinh, 2012 [19]) luận án thống kê được số cây tái sinh có triển vọng là xấp xỉ 62%, nếu xem cây tái sinh có chiều cao trên 1m là cây có triển vọng thì số cây tái sinh có triển vọng là 40%.

Kết quả điều tra tại khu vực nghiên cứu cho thấy khoảng 55% số cây tái sinh có nguồn gốc từ chồi, 45% tái sinh từ hạt. Những cây con tái sinh chồi từ rễ cây mẹ hoặc từ những gốc cây đã bị chặt có xu hướng sinh trưởng nhanh và triển vọng thành cây lớn cao hơn. Tuy nhiên, theo người dân địa phương thì những cây tái sinh chồi thường có thời gian kinh doanh không dài, ra quả sớm nhưng năng suất quả giảm cũng nhanh hơn theo thời gian. Vì vậy, theo ý kiến người dân để nâng cao năng suất và tính bền vững của rừng Dẻ ăn quả nên giữ lại những cây tái sinh từ hạt và trồng bổ sung cây con ươm từ hạt vào những khu rừng thiếu mật độ Dẻ.

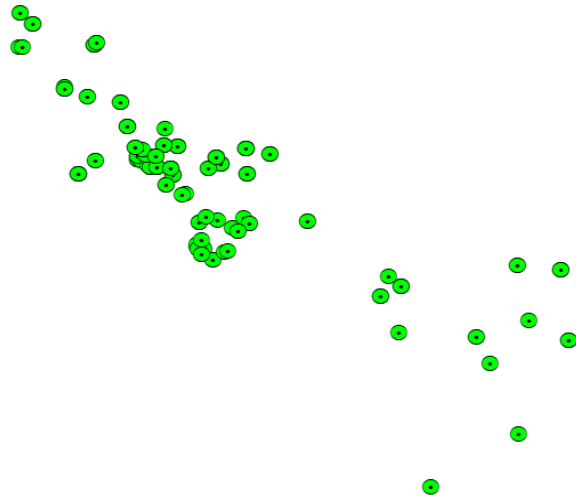


Hình 3.18. Dẻ tái sinh từ hạt ở Lục Nam, Bắc Giang

3.2.2.2. Hình thái phân bố cây tái sinh trên mặt đất

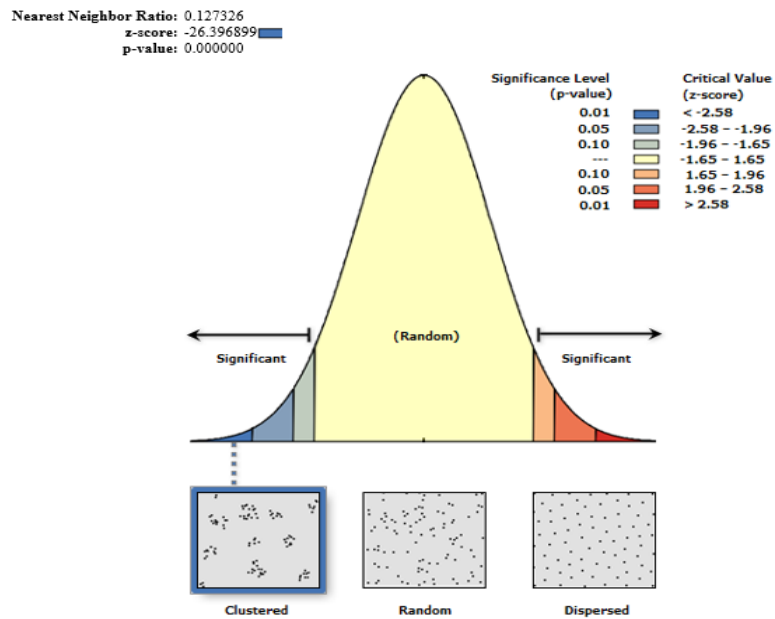
Sử dụng hàm khoảng cách Euclidean của phần mềm ArcGIS 10.3 luận án đã xác định được đặc điểm phân bố của các cây tái sinh cho từng tuyến điều tra, trong đó có chỉ số phân bố (Z), mức ý nghĩa (độ tin cậy) (P) và hình ảnh thể hiện mức độ tin cậy của phân bố. Một số ví dụ về kết quả phân tích quy luật phân bố của cây Dẻ ăn quả tái sinh tại các tuyến nghiên cứu bằng phần mềm ArcGIS như sau.

- Phân bố cây Dẻ ăn quả tái sinh ở tuyến 1 Lục Nam, Bắc Giang



Tổng những giá trị trung bình gần nhất

Average Nearest Neighbor Summary

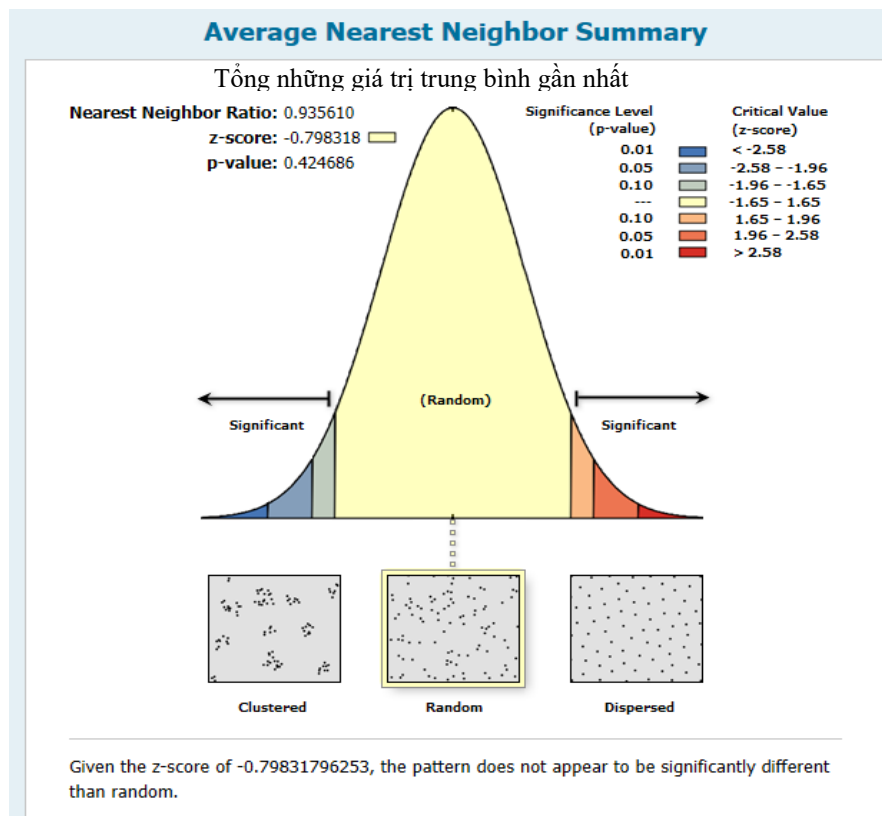
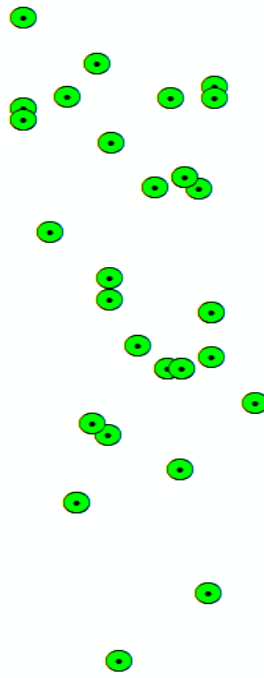


Given the z-score of -26.396898263, there is a less than 1% likelihood that this clustered pattern could be the result of random chance.

Với giá trị kiểm tra $z = -26.39\dots$, có ít hơn 1% khả năng phân bố này thuộc phân bố ngẫu nhiên

Hình 3.19. Dạng phân bố cụm của cây tái sinh tại tuyến 1 Lục Nam

- Phân bố cây Dẻ ăn quả tái sinh ở tuyến 6 Chí Linh, Hải Dương



Với giá trị kiểm tra $z = -0.7983...$ phân bố này xuất hiện không thể khác phân bố ngẫu nhiên

Hình 3.20. Dạng phân bố ngẫu nhiên của Dẻ ăn quả tái sinh tại tuyến 6 Chí Linh

Hình ảnh và kết quả cụ thể về đặc điểm phân bố của cây Dẻ tái sinh trên các tuyến được thể hiện trong phụ lục 13 và phụ lục 14. Tóm tắt các kết quả phân tích đặc điểm phân bố cây Dẻ tái sinh ở khu vực nghiên cứu được ghi trong bảng sau:

Bảng 3.11. Đặc điểm phân bố của Dẻ ăn quả tái sinh tại khu vực nghiên cứu

Địa điểm	Tuyến	Giá trị Z	P value	Dạng phân bố
Chí Linh	1	1,572	0,116	Phân bố ngẫu nhiên
	2	2,108	0,035	Phân bố đều
	3	-11,498	0,0	Phân bố cụm
	4	-2,516	0,012	Phân bố cụm
	5	-5,814	0,0	Phân bố cụm
	6	-0,798	0,425	Phân bố ngẫu nhiên
	7	-9,038	0,0	Phân bố cụm
	8	-9,943	0,0	Phân bố cụm
	9	-10,101	0,0	Phân bố cụm
	10	-15,688	0,0	Phân bố cụm
	11	-5,455	0,0	Phân bố cụm
	12	-3,649	0,0	Phân bố cụm
	13	-23,177	0,0	Phân bố cụm
	14	-0,202	0,84	Phân bố ngẫu nhiên
Lục Nam	1	-26,397	0,0	Phân bố cụm
	2	-34,222	0,0	Phân bố cụm
	3	-28,439	0,0	Phân bố cụm
	4	-10,651	0,0	Phân bố cụm
	5	-16,004	0,0	Phân bố cụm
	6	-20,779	0,0	Phân bố cụm
	7	-35,948	0,0	Phân bố cụm
	8	-35,113	0,0	Phân bố cụm
	9			Thiếu dữ liệu

Ký hiệu trong những hình và bảng trên như sau: Phân bố Clustered – phân bố cụm, phân bố Random – phân bố ngẫu nhiên, phân bố Dispersed – phân bố đều.

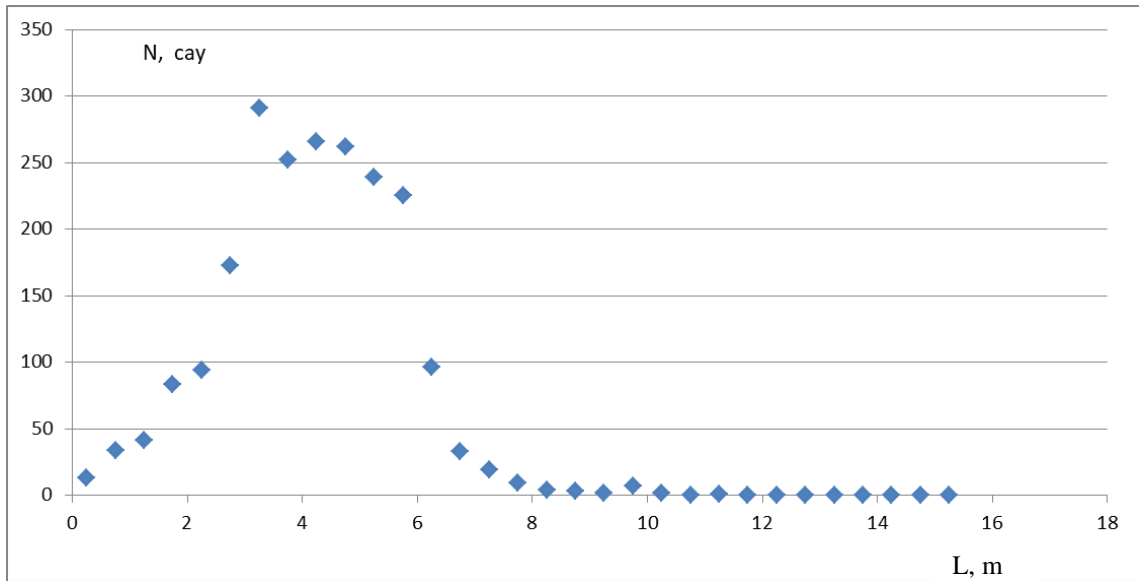
Z - score – chỉ số phản ánh đặc điểm phân bố, khi $Z < -1,65$ phân bố ở dạng cụm, $Z = -1,65 - 1,65$ phân bố ở dạng ngẫu nhiên, $Z > 1,65$ phân bố ở dạng đều. P-value là chỉ số về mức ý nghĩa hay độ tin cậy, P càng nhỏ thì độ tin cậy càng cao.

Chẳng hạn khi $P = 0,01$ và $Z = -26,397$ có nghĩa là 99% tin rằng quy luật phân bố cây tái sinh Dẻ trên mặt đất là phân bố cụm.

Kết quả kiểm tra ở các tuyến điều tra cho thấy nhìn chung phân bố của cây Dẻ tái sinh có dạng phân bố cụm, giá trị Z đều nhỏ hơn $-1,65$. Có 3 tuyến phân bố cây dạng ngẫu nhiên, 1 tuyến phân bố dạng đều. Trong thực tế phân bố đều ít gặp trong các hệ sinh thái tự nhiên khi nghiên cứu về cây tái sinh. Trong khi đó kiểu phân bố thường gặp là phân bố cụm, cây Dẻ tái sinh có xu hướng hình thành từng cụm ở một số khu vực trên tuyến. Dạng phân bố đều xuất hiện tại tuyến 2, thôn Hồ Sếu, xã Hoàng Hoa Thám, Chí Linh, Hải Dương. Đây là tuyến có sự tương đồng cao về các yếu tố địa hình: Độ dốc có thể được xếp trong cùng 1 cấp, dao động từ $16^0 - 22^0$, độ cao tuyệt đối tương đối thấp, từ 45 m-68 m. Mặc dù cần có những nghiên cứu đầy đủ hơn để kiểm tra yếu tố quyết định quy luật phân bố này, tuy nhiên có thể sự tương đồng về điều kiện địa hình là lý do giải thích tại sao quy luật phân bố ở tuyến này khác biệt so với các tuyến còn lại. Đối với phân bố dạng ngẫu nhiên trên mặt đất, dạng phân bố này xuất hiện có thể do tác động của con người, sự phân bố của cây mẹ hoặc sự đồng nhất của các yếu tố lập địa.

Để làm rõ nguyên nhân phân bố cụm của tái sinh Dẻ ăn quả luận án đã thống kê số cây và chiều cao trung bình của chúng theo khoảng cách đến cây mẹ gần nhất, số liệu được thể hiện cụ thể trong phụ lục 10.

Số liệu cho thấy phân bố không đều của số cây theo khoảng cách đến cây mẹ gần nhất. Xu hướng là số cây tái sinh tăng dần từ sát cây mẹ đến khoảng 4 m, sau đó lại giảm dần và gần như không còn cây tái sinh ở cách cây mẹ khoảng 11 m. Đặc điểm phân bố cây tái sinh được thể hiện ở hình sau.

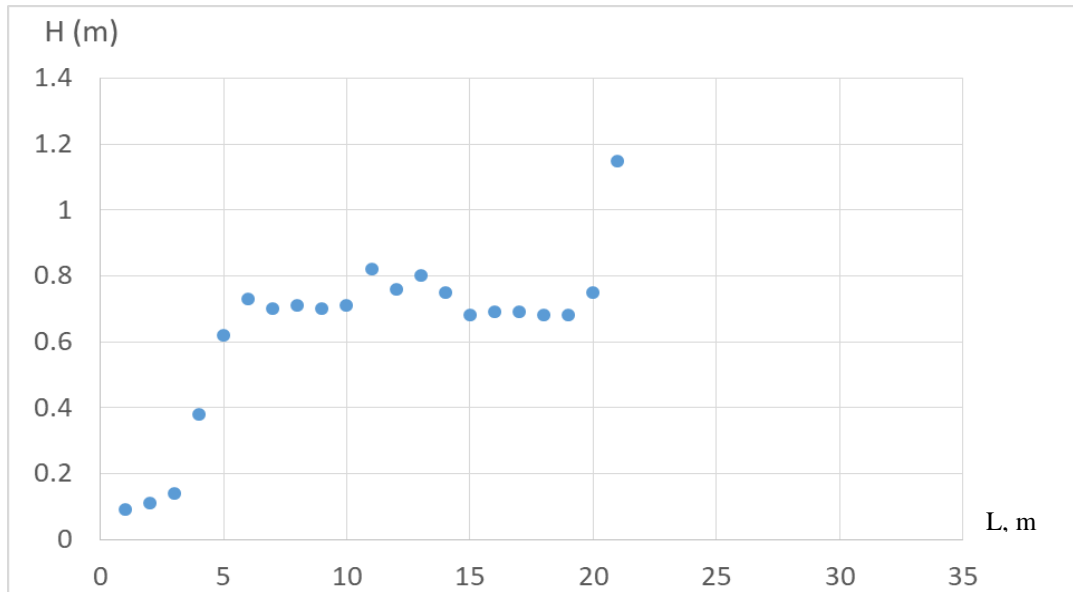


Hình 3.21. Phân bố số cây Dẻ tái sinh (N) theo khoảng cách đến cây mẹ gần nhất (L)

Có thể nhận thấy phân bố của cây tái sinh phụ thuộc vào phân bố cây mẹ. Cây tái sinh chỉ điều tra được ở gần cây mẹ. Từ 8 m đến 10 m trở ra gần như không còn cây tái sinh nữa. Vì vậy, nguyên nhân phân bố cụm của cây tái sinh chủ yếu liên quan đến vị trí phân bố cây mẹ. Mỗi cây mẹ hoặc một cụm cây mẹ tạo nên một cụm phân bố của cây tái sinh.

Tuy nhiên, phân tích phân bố của cây tái sinh Dẻ ở hình trên cũng có thể phán đoán được tính ưa sáng tương đối rõ của cây Dẻ tái sinh. Gần sát cây mẹ bị che bóng nhiều nên cây tái sinh khó phát triển, ngược lại ở xa cây mẹ thì thiếu nguồn giống nên cũng không có nhiều cây tái sinh. Số lượng cây tái sinh đạt nhiều nhất ở khoảng cách gốc cây mẹ chừng 4 m, vị trí này sát với tán cây mẹ về phía ngoài vừa đảm bảo nguồn giống vừa có chế độ chiếu sáng không quá mạnh cũng không quá thiếu để đáp ứng yêu cầu của cây tái sinh.

Phân tích biến động của chiều cao cây tái sinh theo khoảng cách đến cây mẹ cho thấy một đặc điểm chung là chiều cao cây tái sinh trung bình tăng lên theo khoảng cách từ gốc cây mẹ đến khoảng 3 m – 4 m sau đó chiều cao ít thay đổi. Phân bố của chiều cao cây tái sinh theo khoảng cách đến cây mẹ được thể hiện trong hình sau.



Hình 3.22. Phân bố chiều cao cây tái sinh Dẻ (H) theo khoảng cách đến cây mẹ gần nhất (L)

Số liệu và hình ảnh phân bố chiều cao cây tái sinh Dẻ theo khoảng cách đến tán cây mẹ cho thấy càng gần gốc cây mẹ, chiều cao cây tái sinh càng nhỏ. Chiều cao của cây Dẻ tái sinh phụ thuộc nhiều vào khoảng cách đến cây mẹ. Chỉ ở khoảng cách ngoài 3 m trở ra, chiều cao cây tái sinh mới ít thay đổi. Điều này một lần nữa chứng tỏ yêu cầu ánh sáng tương đối cao của cây tái sinh. Gần gốc cây mẹ do bị che bóng mạnh nên các cây tái sinh có thể nảy mầm được nhưng không phát triển được để trở thành những cây có triển vọng. Khi lớn lên yêu cầu ánh sáng tăng và hoàn cảnh che bóng không còn thích hợp nữa, chúng bị chết dần và không còn tham gia vào thành phần của lớp cây tái sinh nữa.

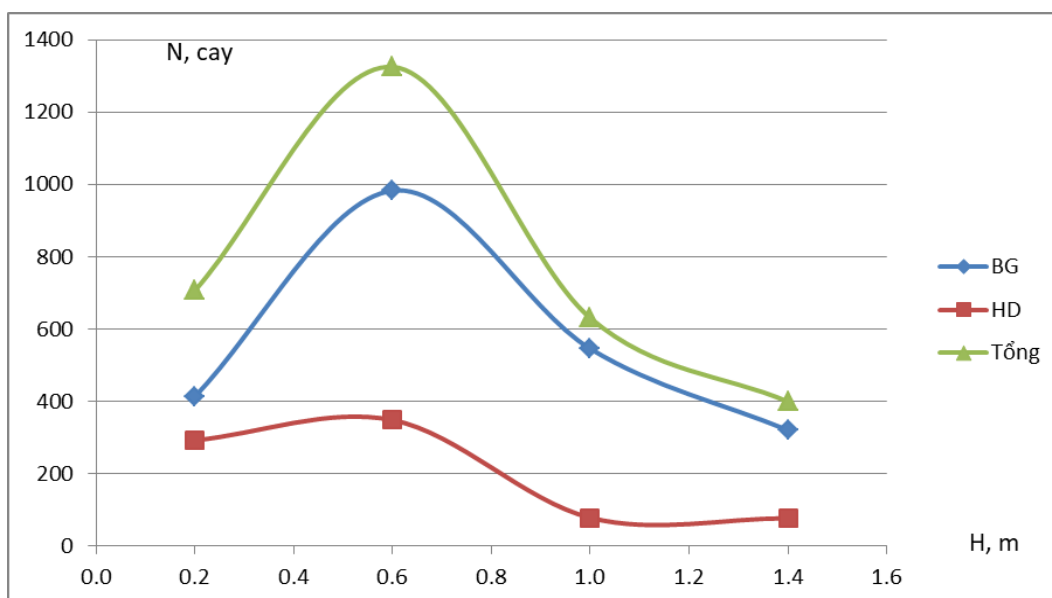
3.2.2.3. Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao

Phân tích phân bố của số cây tái sinh theo cấp chiều cao sẽ cho những hiểu biết đầy đủ hơn đặc điểm sinh học của chúng. Luận án đã thống kê số cây tái sinh theo chiều cao, kết quả ghi trong bảng sau.

Bảng 3.12. Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao

Địa điểm \ Số cây	Cấp chiều cao tái sinh (m)				Tổng số cây
	$\leq 0,4$	$0,4 - \leq 0,8$	$0,8 - \leq 1,2$	$>1,2$	
Lục Nam	414	983	546	321	2264
Chí Linh	293	349	79	78	799
Tổng số cây	707	1325	631	400	3063

Biểu đồ phân bố tổng số cây tái sinh theo cấp chiều cao cho toàn bộ khu vực nghiên cứu được thể hiện như sau:



Hình 3.23. Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao

Số liệu và hình vẽ cho thấy phân bố số cây theo chiều cao có dạng hình chữ J ngược. Một xu hướng chủ đạo là số cây tái sinh giảm dần theo chiều cao. Số cây giảm nhanh nhất ở chiều cao 0,6 m đến 1,0 m. Có thể đây là giai đoạn chuyển đổi của yêu cầu ánh sáng thấp sang yêu cầu ánh sáng cao của cây tái sinh và sự cạnh tranh mạnh mẽ không chỉ không gian dinh dưỡng trên mặt đất mà còn cả dưới mặt đất. Chỉ những cây có sức sống tốt, nơi được chiếu sáng nhiều hơn và ít bị cạnh tranh với cây lớn cũng như cây bụi thảm tươi mới tồn tại và phát triển để tăng chiều cao.

Tuy nhiên, phân tích biểu đồ trên cũng cho thấy số cây tái sinh thấp ở khoảng chiều cao dưới 0,4 m. Số lượng cây tái sinh thấp ở chiều cao dưới 0,4 m liên quan đến chu kỳ sai quả của Dẻ. Với chu kỳ sai quả của Dẻ thường là 2 năm, sau hai năm ít quả lại có một năm được mùa (Nguyễn Khánh Xuân, 2006) [47]. Chu kỳ sai quả là nguyên nhân gây nên chu kỳ của tái sinh như những đợt sóng. Trước thời điểm điều tra đã có hai năm Dẻ ít quả (2013 và 2014), do đó cũng trải qua hai năm tái sinh ít. Trong khi đó những cây tái sinh với số lượng nhiều hơn của năm sai quả chu kỳ trước đã đạt chiều cao vượt quá 0,4m.

Hình vẽ cũng cho thấy số cây tái sinh bắt đầu giảm ít dần ở chiều cao hơn 1 m. Trong khu vực nghiên cứu, những cây tái sinh Dẻ có triển vọng phát triển thành cây lớn khi có chiều cao vượt quá 1 m. Như vậy, có thể xem cây có chiều cao 1m là tiêu chuẩn của cây tái sinh Dẻ ăn quả. Ở những nơi có số cây tái sinh cao từ 1 m trở lên đạt yêu cầu (cây/ha) thì có thể xem là không cần trồng bổ sung.

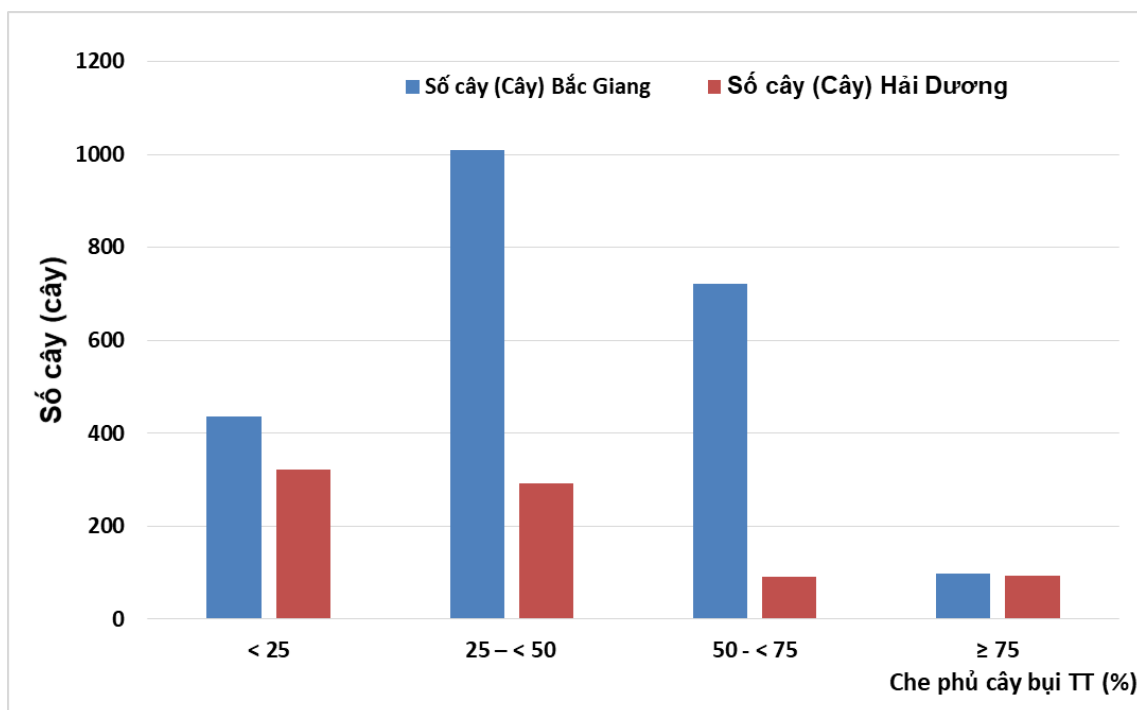
3.2.2.4. Phân bố số cây Dẻ ăn quả tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi

Độ che phủ cây bụi thảm tươi ảnh hưởng lớn đến sự nảy mầm, tồn tại, sinh trưởng của cây tái sinh. Kết quả phân bố số cây tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi dưới đây sẽ phản ánh một phần nhận định nêu trên.

Bảng 3.13. Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi

Địa điểm	Độ che phủ cây bụi thảm tươi (%)				Tổng số cây tái sinh (cây)
	< 25	25 – < 50	50 - < 75	≥ 75	
Lục Nam	436	1009	721	98	2264
Chí Linh	321	293	91	94	799

Biểu đồ phân bố tổng số cây Dẻ ăn quả tái sinh theo cấp che phủ của cây bụi thảm tươi cho toàn bộ khu vực nghiên cứu được thể hiện như sau:



Hình 3.24. Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ che phủ cây bụi thảm tươi

Số liệu và hình ảnh phân bố số cây tái sinh theo độ che phủ của cây bụi thảm tươi cho thấy sự ảnh hưởng rõ rệt của lớp cây bụi thảm tươi đến tái sinh Dẻ. Nhìn chung, số cây tái sinh tăng lên theo độ che phủ của cây bụi thảm tươi đến 50%, sau đó giảm nhanh khi độ che phủ tăng lên.

Lý giải về đặc điểm biến đổi của số cây tái sinh theo độ che phủ của cây bụi thảm tươi như sau: những nơi cây bụi thảm tươi ít phát triển thường có độ tàn che lớn, trong điều kiện như vậy, tái sinh có thể mạnh mẽ trong giai đoạn cây mạ nhưng khi lớn lên nhu cầu ánh sáng không được đáp ứng chúng bị chết dần. Còn ở những nơi cây bụi thảm tươi dày đặc khả năng tiếp xúc của hạt Dẻ với mặt đất khó khăn hơn, đồng thời cây Dẻ tái sinh cũng chịu sự cạnh tranh mạnh của cây bụi thảm tươi cả về ánh sáng, nước và các dinh dưỡng trong đất, vì vậy, số lượng tái sinh cũng giảm đi nhanh chóng.

Như vậy, theo kết quả phân tích số liệu trên thì để thúc đẩy tái sinh Dẻ ăn quả nên duy trì độ che phủ của cây bụi thảm tươi ở mức dưới 50%.

3.2.2.5. Phân bố Dẻ ăn quả tái sinh theo độ dốc

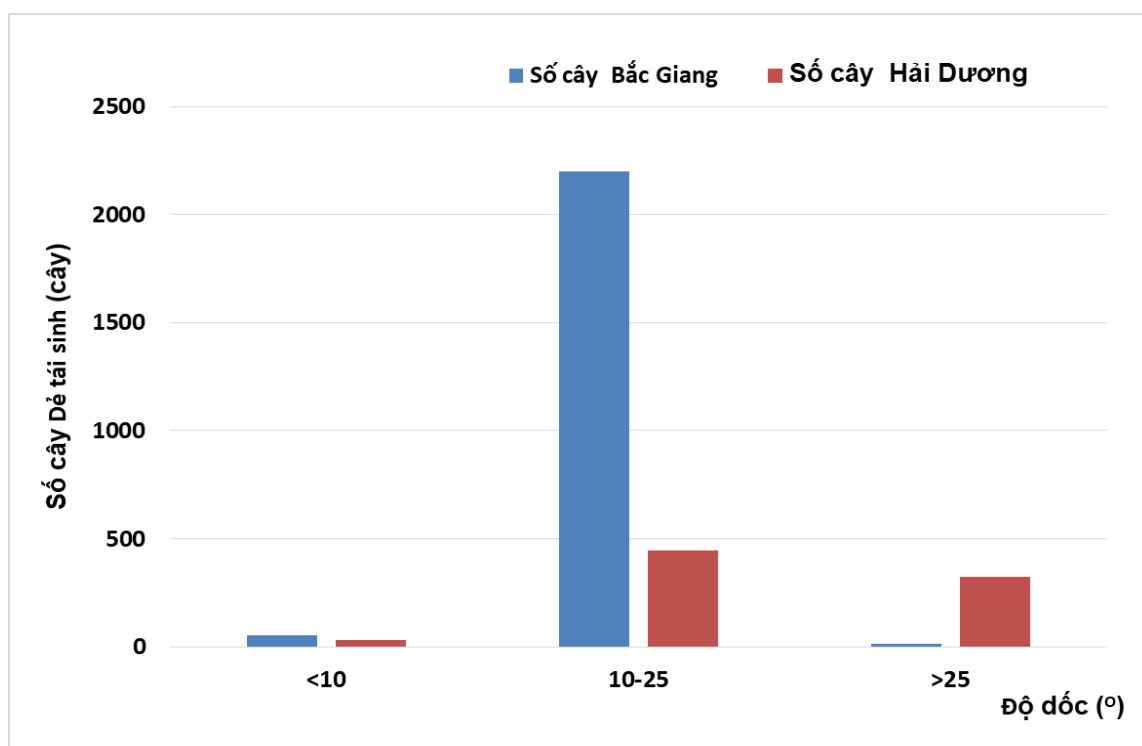
Tại khu vực nghiên cứu phân bố số cây Dẻ ăn quả tái sinh khác nhau theo độ dốc. Ở độ dốc dưới 10⁰ hoặc độ dốc vượt quá 25⁰ thường ít gặp tái sinh Dẻ. Chúng

phân bố nhiều ở độ dốc từ 10^0 đến 25^0 . Số liệu thống kê phân bố của Dẻ tái sinh theo độ dốc được thể hiện ở bảng và hình sau.

Bảng 3.14. Đặc điểm phân bố số cây tái sinh theo cấp độ dốc

Địa điểm	Độ dốc (độ)			Tổng
	< 10	10 - 25	> 25	
Lục Nam	52	2198	14	2264
Chí Linh	31	446	322	799

Thể hiện số liệu bằng biểu đồ sau đây



Hình 3.25. Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ dốc

Nhìn chung khu vực nghiên cứu có độ dốc tương đối thấp, dao động từ 10^0 đến 35^0 , trong đó hầu hết các cây tái sinh nghiên cứu bắt gặp ở độ dốc từ 10^0 đến 25^0 . Thông thường độ dốc thấp thuận lợi cho quá trình tái sinh, do quá trình xói mòn bề mặt đất được hạn chế nhiều. Tuy nhiên tại các khu vực nghiên cứu cho thấy cây tái sinh phân bố không nhiều ở độ dốc nhỏ hơn 10^0 , đây không phải là bản chất sinh thái mà phản ánh một thực tế. Bởi ở các chân đồi, nơi có độ dốc thấp, thông thường người dân trồng các loài cây ăn quả, các loài cây lấy gỗ, sinh trưởng nhanh,

cho thu hoạch sớm như Keo, Bạch Đàn, Vải. Những khu vực này bị tác động nhiều của con người vì thế rất ít gặp Dẻ tái sinh.

Kết quả phân tích số liệu cho thấy số lượng Dẻ ăn quả tái sinh giảm rõ rệt ở độ dốc cao và số lượng cây tái sinh tăng lên chủ yếu ở độ dốc dưới 25⁰. Đây cũng là điều kiện lập địa thuận lợi cho phát triển Dẻ ăn quả ở địa phương.



Hình 3.26. Dẻ ăn quả tái sinh dưới tán rừng tại khu vực nghiên cứu

3.3. Yêu cầu ánh sáng của Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu

Cấu trúc rừng và các chỉ tiêu lâm phần có ảnh hưởng lớn đến cường độ ánh sáng dưới tán rừng. Trong các chỉ tiêu đó phải kể đến mật độ tầng cây cao, bề dày tán lá, chiều cao vút ngọn của tầng cây cao, đường kính tán và độ tàn che. Luận án đã kiểm tra mối liên hệ giữa ánh sáng dưới tán rừng với các chỉ tiêu nói trên, kết quả cho thấy chỉ tiêu tồn tại mối liên hệ rõ rệt nhất là độ tàn che của tầng cây cao. Kết quả phân tích mối liên hệ được thể hiện như sau

3.3.1. Mối liên hệ giữa độ tàn che và bức xạ dưới tán rừng.

Bức xạ dưới tán rừng thay đổi phụ thuộc chủ yếu và độ tàn che của rừng. Thông thường lượng bức xạ lọt xuống mặt đất rừng chiếm khoảng 5% - 40% tổng bức xạ chiếu tới (Nguyễn Văn Thêm, 2009 [33]; Vương Văn Quỳnh, 1998 [42]). Độ tàn che càng lớn, kết cấu tầng thứ càng phức tạp thì bức xạ lọt xuống mặt đất rừng càng ít, thời gian tồn tại các vệt nắng càng ngắn.

Để giải thích về yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh, tại mỗi vị trí cây tái sinh, ứng với một độ tàn che nhất định, các thông tin lượng bức xạ dưới tán và tỷ lệ % bức xạ dưới tán được sử dụng trong luận án.

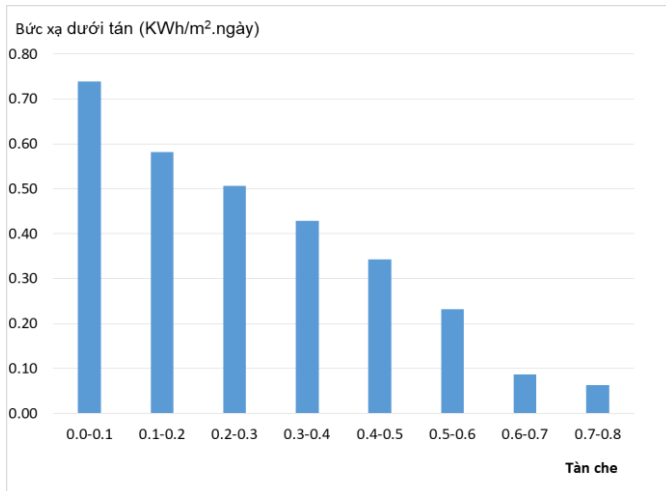
Số liệu phân tích các ảnh tại vị trí 349 cây tái sinh được thể hiện cụ thể trong phụ lục 11 và tổng hợp ở bảng sau:

Bảng 3.15. Đặc điểm bức xạ dưới tán rừng ở các độ tàn che khác nhau.

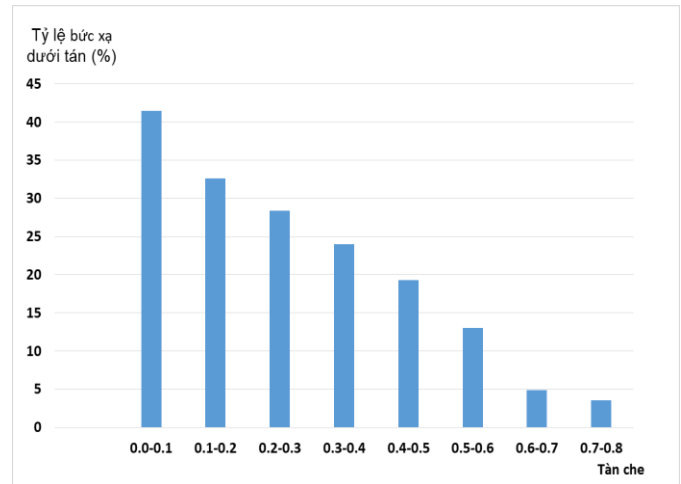
ĐTC	Tỷ lệ bức xạ dưới tán (%)	Cường độ bức xạ dưới tán (KWh/m ² .ngày)					Số cây đo ánh sáng
		TB	Min	Max	Std	V%	
0,0-0,1	41,5	0,74	0,74	0,74	0,0	0,0	1
0,1-0,2	32,62	0,58	0,52	0,69	0,05	9,08	23
0,2-0,3	28,4	0,51	0,49	0,52	0,01	1,95	24
0,3-0,4	24,02	0,43	0,38	0,49	0,03	7,81	174
0,4-0,5	19,27	0,34	0,3	0,38	0,02	6,57	74
0,5-0,6	12,98	0,23	0,12	0,3	0,05	21,90	47
0,6-0,7	4,85	0,09	0,08	0,1	0,01	9,67	5
0,7-0,8	3,53	0,06	0,06	0,06	0,0	0,0	1
TB/Tổng	20,9	0,37			0,02	7,12	349

Ghi chú: ĐTC là độ tàn che xác định được ở từng vị trí cây tái sinh bằng ô tiêu chuẩn 100m²; các chỉ tiêu tỷ lệ bức xạ dưới tán, cường độ bức xạ dưới tán được xác định từ việc giải đoán ảnh bằng phần mềm Gap light. N là dung lượng mẫu ảnh giải đoán.

Bảng số liệu cho thấy bức xạ dưới tán rừng chiếm từ 3,53% đến 41,5%, trung bình là 20,9% so với tổng lượng ánh sáng chiếu đến tán rừng. Tương ứng với cường độ bức xạ dưới tán rừng từ 0,06 đến 0,74 KWh/m².ngày trung bình là 0,37 KWh/m².ngày. So với cường độ bức xạ trung bình cho vùng Đông Bắc của Việt Nam là 3,1 – 3,8 Kwh/m².ngày (Vương Văn Quỳnh, Trần Tuyết Hằng, 1999 [42]; Vũ Phong, 2018 [85]) thì lượng bức xạ chiếu xuống khu vực nghiên cứu là hơi thấp. Mô phỏng thay đổi bức xạ dưới tán rừng theo độ tàn che được thể hiện qua các hình sau đây.



Hình 3.27. Biến đổi của cường độ bức xạ dưới tán rừng theo độ tàn che

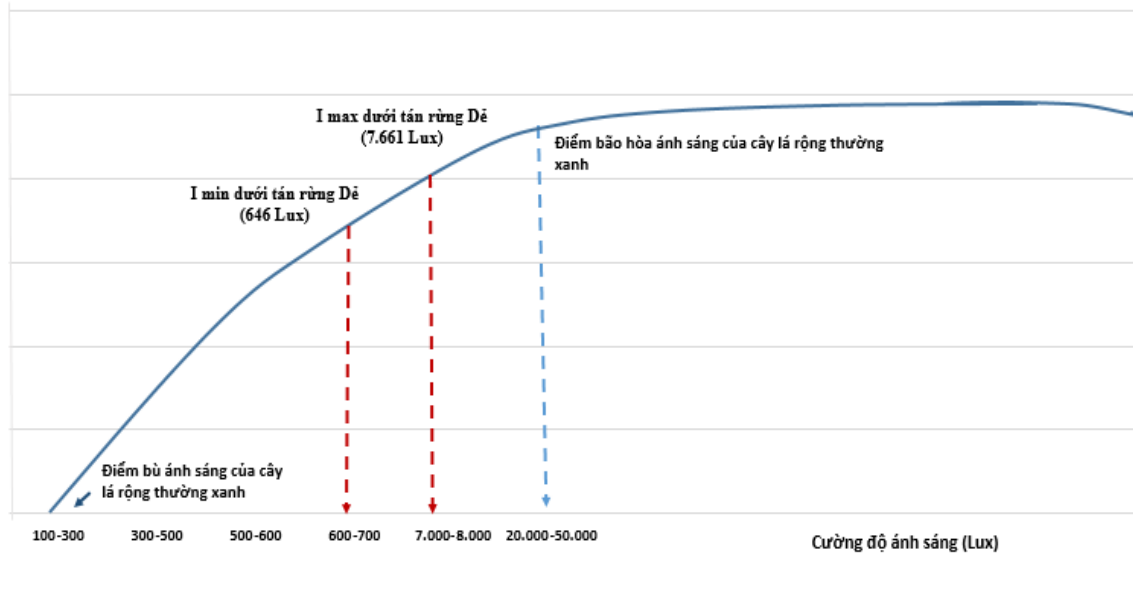


Hình 3.28. Biến đổi của tỷ lệ % bức xạ dưới tán rừng theo độ tàn che

Kết quả cho thấy độ tàn che càng tăng, bức xạ lọt tán càng giảm đi vì thế tỷ lệ phần trăm bức xạ lọt tán so với bức xạ tổng cộng trên tán cũng giảm. Đây là một xu thế tất yếu. Dưới tán rừng Dẻ tại khu vực nghiên cứu, bức xạ dao động từ 0,06 – 0,74 KWh/m².ngày, chiếm xấp xỉ từ 5% - 40% tổng bức xạ trên tán. Nhìn chung, cây tái sinh của đa số các loài cây gỗ ở giai đoạn cây con trước khi chuyển thành cây triển vọng (h >1m) có thể sống bình thường dưới điều kiện ánh sáng 30% - 50% ánh sáng hoàn toàn. Nhiều cây gỗ non có thể sống sót trong hoàn cảnh dưới tán rừng nơi có cường độ ánh sáng chỉ bằng 5% so với nơi được chiếu sáng hoàn toàn.

Theo W. Larcher, 1978 (dẫn theo Nguyễn Văn Thêm, 2009 [33]), điểm bù và điểm bão hoà ánh sáng của cây gỗ thay đổi rất nhiều theo loài cây, theo từng giai đoạn phát triển của loài cây. Tuy nhiên cường độ điểm bù ánh sáng của cây gỗ lá rộng thường xanh thường từ 100- 300 Lux và điểm bão hoà ánh sáng từ 20.000- 50.000 Lux. Từ phụ lục 11 cho thấy bức xạ dưới tán rừng Dẻ ăn quả nhỏ nhất là 0,06 KWh/m².ngày tương ứng là 646,8 Lux ở độ tàn che 0,78; cường độ bức xạ lớn nhất là 0,74 KWh/m².ngày tương ứng với 7661,7 Lux tại độ tàn che 0,1. So sánh cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ ăn quả với các điểm bù và điểm bão hoà ánh sáng của cây lá rộng thường xanh được thể hiện ở hình sau:

Quang hợp thuần (mg
CO₂/cm²/giờ



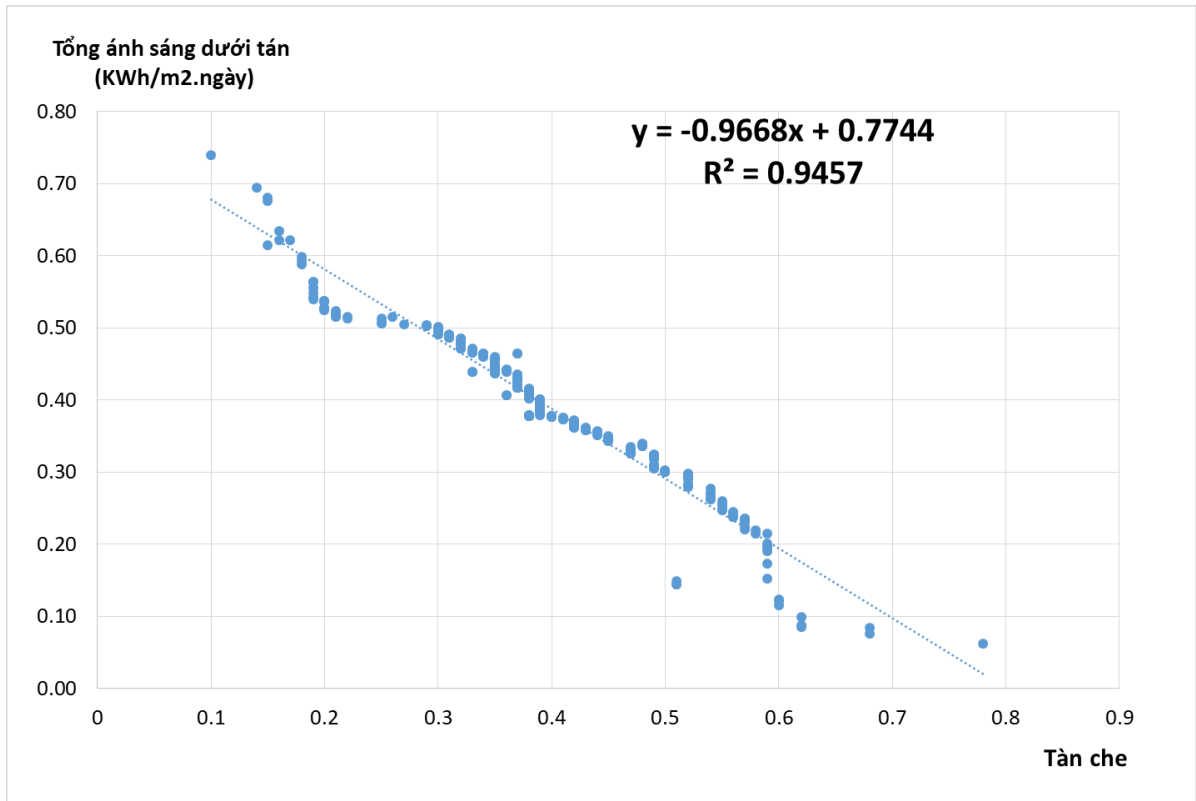
Hình 3.29. So sánh cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ với yêu cầu ánh sáng của cây lá rộng thường xanh

Trong đó: I max là cường độ bức xạ lớn nhất dưới tán rừng Dẻ ăn quả.

I min là cường độ bức xạ nhỏ nhất dưới tán rừng Dẻ ăn quả.

Từ phụ lục 11 và bảng số liệu trên, có thể thấy cường độ bức xạ thấp nhất dưới tán rừng Dẻ ở độ tàn che 0,78 là 646 Lux, cao hơn nhiều so với cường độ điểm bù ánh sáng (100- 300 lux) của cây lá rộng thường xanh. Tuy nhiên ở độ tàn che 0,1, khi ánh sáng chiếu xuống tán rừng lớn, gần như điều kiện được chiếu sáng hoàn toàn thì cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ đạt 7661 Lux vẫn thấp hơn điểm bão hòa ánh sáng đối với cây lá rộng thường xanh ưa sáng (20.000 – 50.000 Lux).

Để có thêm luận cứ giải thích yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh thực sự là yêu cầu về độ tàn che của tầng cây cao, luận án phân tích mối liên hệ giữa độ tàn che với bức xạ dưới tán rừng của 349 cây tái sinh, kết quả được thể hiện ở phương trình và hình ảnh như sau:



Hình 3.30. Mối liên hệ giữa độ tàn che với ánh sáng dưới tán rừng

Phương trình liên hệ có dạng:

$$Y = -0,9668 \cdot X + 0,7744; R^2 = 0.94 \quad [3.4]$$

Trong đó Y là bức xạ dưới tán rừng Để ăn quả tại khu vực nghiên cứu (Kwh/m².ngày)

X là độ tàn che tầng cây cao tương ứng của khu vực nghiên cứu.

Với hệ số xác định R² trên 0,9 thể hiện mối liên hệ chặt chẽ giữa độ tàn che với ánh sáng dưới tán rừng Để. Ta có thể sử dụng phương trình để dự đoán lượng bức xạ dưới tán rừng trung bình khi biết độ tàn che và ngược lại.

Kiểm tra độ chính xác của phương trình: Đo độ tàn che của 34 cây tái sinh bằng phương pháp truyền thống trong lâm học (ô 100m²), sau đó thay giá trị độ tàn che vào phương trình [3.6] được dãy số liệu thứ nhất về cường độ bức xạ dưới tán rừng Để. Đồng thời chụp 34 ảnh độ tàn che tại 34 cây tái sinh nói trên, giải đoán các ảnh đó bằng phần mềm Gap light được dãy số liệu thứ 2 về cường độ bức xạ dưới tán rừng Để. So sánh 2 dãy giá trị này tính được sai số của phương trình là 15,9%. Với sai số này phương trình [3.4] có thể tạm được chấp nhận để nội suy lượng bức xạ dưới tán rừng khi biết độ tàn che tầng cây cao.

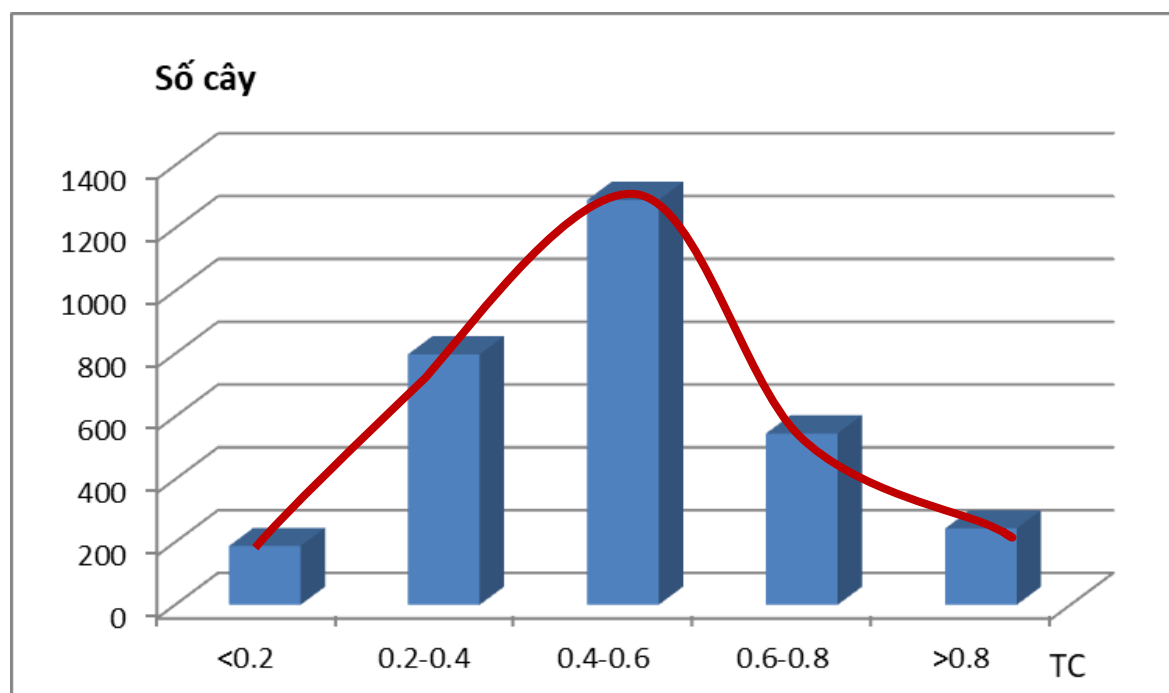
3.3.2. Yêu cầu độ tàn che của cây tái sinh Dẻ

Cây tái sinh do còn non nên thường mẫn cảm với sự biến đổi của điều kiện hoàn cảnh. Một trong những nhân tố hoàn cảnh có ảnh hưởng mạnh mẽ nhất đến tái sinh là điều kiện chiếu sáng. Để phân tích yêu cầu về ánh sáng của cây Dẻ tái sinh luận án đã thống kê số cây tái sinh điều tra được theo độ tàn che. Số liệu được tóm tắt trong bảng sau.

Bảng 3.16. Phân bố số cây Dẻ ăn quả tái sinh theo độ tàn che

TT	Độ tàn che	Số cây	Tỷ lệ %
1	< 0,2	187	6
2	0,2 - 0,4	798	26
3	0,4 - 0,6	1289	42
4	0,6 - 0,8	546	18
5	> 0,8	243	8
Tổng		3063	100

Số liệu cho thấy, có trên 40% số cây tái sinh phân bố ở độ tàn che 0,4-0,6, 26% số cây phân bố ở độ tàn che 0,2-0,4, 18% số cây phân bố ở độ tàn che 0,6-0,8. Chỉ có 6% số cây tái sinh phân bố ở độ tàn che nhỏ hơn 0,2 và 8% phân bố ở độ tàn che trên 0,8. Có thể nhận thấy rõ xu hướng biến đổi của tỷ lệ phân bố số cây tái sinh theo độ tàn che trong hình sau.



Hình 3.31. Phân bố số cây tái sinh điều tra được theo độ tàn che

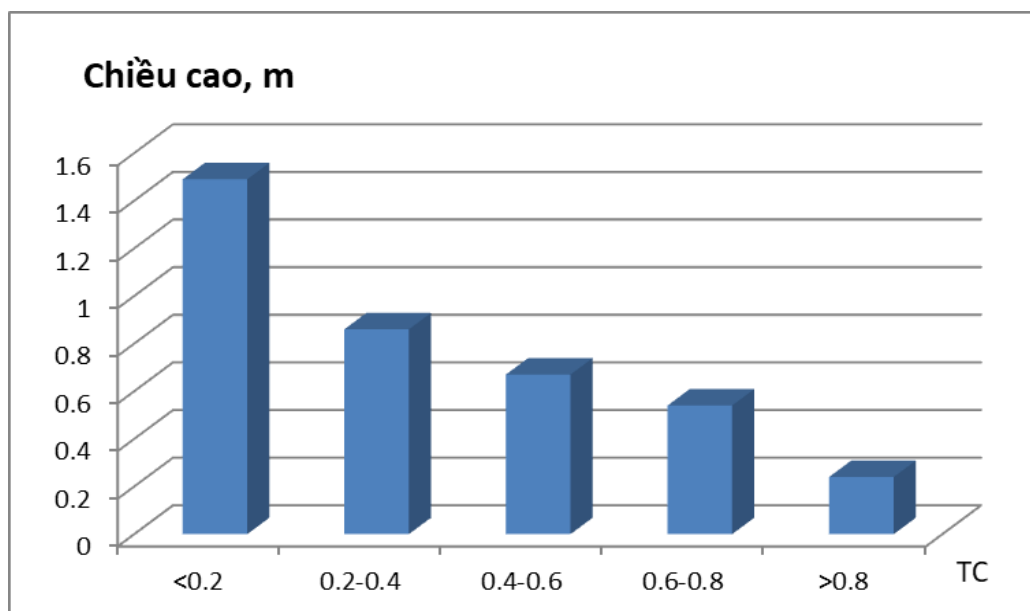
Số liệu và hình ảnh trên cho thấy nhìn chung phân bố số cây tái sinh Dẻ theo độ tàn che theo dạng đường cong có đỉnh. Đây cũng là dạng phổ biến của các đường cong giới hạn sinh thái. Số cây tái sinh tăng lên theo độ tàn che và đạt mức cao nhất ở độ tàn che trên dưới 0,5, sau đó lại giảm đi khi độ tàn che tăng lên.

Tuy nhiên, khi phân tích cũng nhận thấy các cây tái sinh phân bố ở độ tàn che thấp thường tương đối lớn, còn những cây tái sinh phân bố ở độ tàn che cao thường là những cây nhỏ hơn. Số liệu được thể hiện ở bảng sau.

Bảng 3.17. Phân bố chiều cao cây Dẻ ăn quả tái sinh theo độ tàn che

TT	Độ tàn che	Chiều cao TB (m)	Tỷ lệ % so với chiều cao TB toàn khu vực
1	< 0,2	1,49	196
2	0,2 - 0,4	0,86	113
3	0,4 - 0,6	0,67	88
4	0,6 - 0,8	0,54	71
5	> 0,8	0,24	32

Số liệu cho thấy chiều cao trung bình của những cây tái sinh ở độ tàn che dưới 0,2 là 1,49 m, ở độ tàn che 0,2 - 0,4 là 0,86 m, ở độ tàn che 0,4 - 0,6 là 0,67 m, ở độ tàn che 0,6 - 0,8 là 0,54 m, ở độ tàn che trên 0,8 là 0,24 m. Đặc điểm giảm dần chiều cao trung bình của cây tái sinh theo độ tàn che được thể hiện rõ trong hình sau.



Hình 3.32. Biến đổi chiều cao trung bình cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che

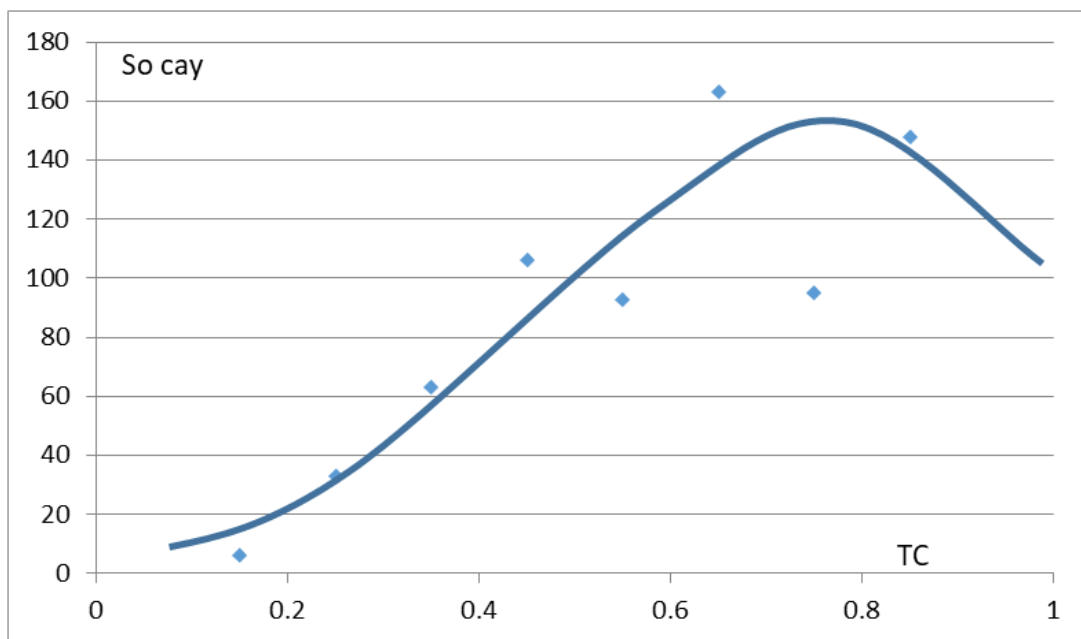
Từ phân tích trên cho thấy đặc điểm phân bố của cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che phụ thuộc vào chiều cao cây tái sinh.

Như vậy, những cây tái sinh có chiều cao khác nhau thường phân bố ở những độ tàn che khác nhau. Nếu xem độ tàn che có phân bố nhiều nhất của cây tái sinh là độ tàn che thích hợp của chúng thì độ tàn che thích hợp của cây tái sinh thay đổi theo chiều cao và cũng là thay đổi theo tuổi của cây tái sinh. Số liệu tổng hợp ở bảng sau đây sẽ làm rõ đặc điểm phân bố cây Dẻ tái sinh ở những chiều cao khác nhau theo độ tàn che:

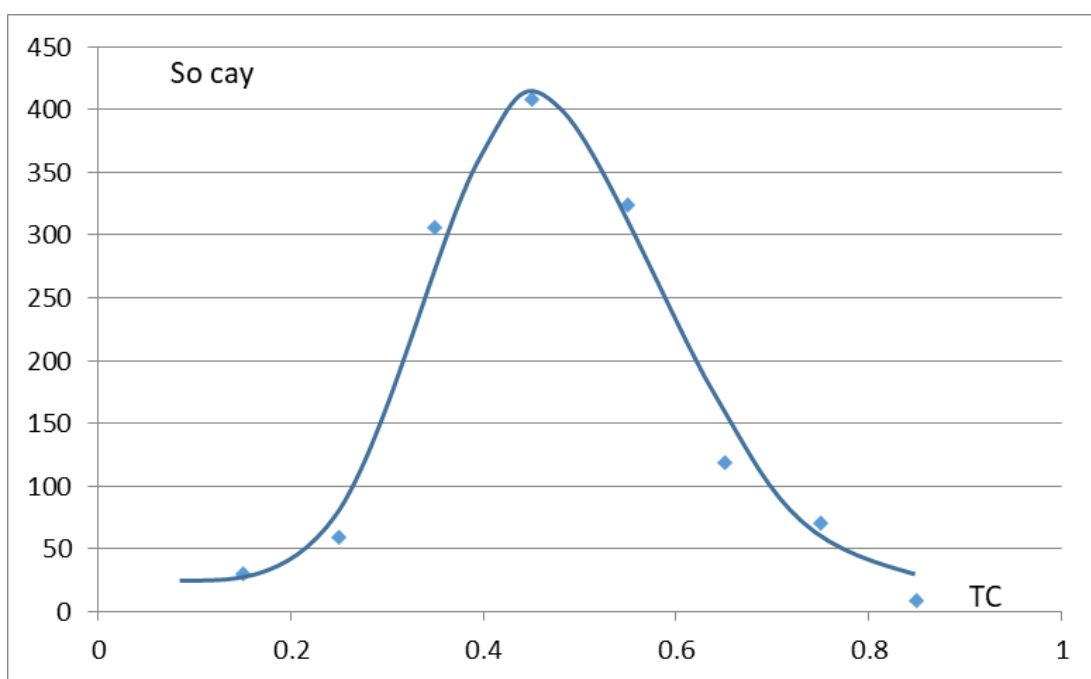
Bảng 3.18. Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che và chiều cao của chúng

TT	Độ tàn che	Cấp chiều cao Dẻ tái sinh (m)				Tổng số cây tái sinh
		≤ 0,4	0,4 - ≤ 0,8	0,8 - ≤ 1,2	> 1,2	
1	0,05 - 0,1	0	0	0	3	3
2	0,1 - 0,2	6	30	0	148	184
3	0,2 - 0,3	33	59	23	3	118
4	0,3 - 0,4	63	306	211	100	680
5	0,4 - 0,5	106	408	156	34	704
6	0,5 - 0,6	93	324	143	63	623
7	0,6 - 0,7	163	119	72	37	391
8	0,7 - 0,8	95	70	5	12	182
9	0,8 - 0,9	148	9	21	0	178
10	0,9 - 1,0	0	0	0	0	0
Tổng		707	1325	631	400	3063

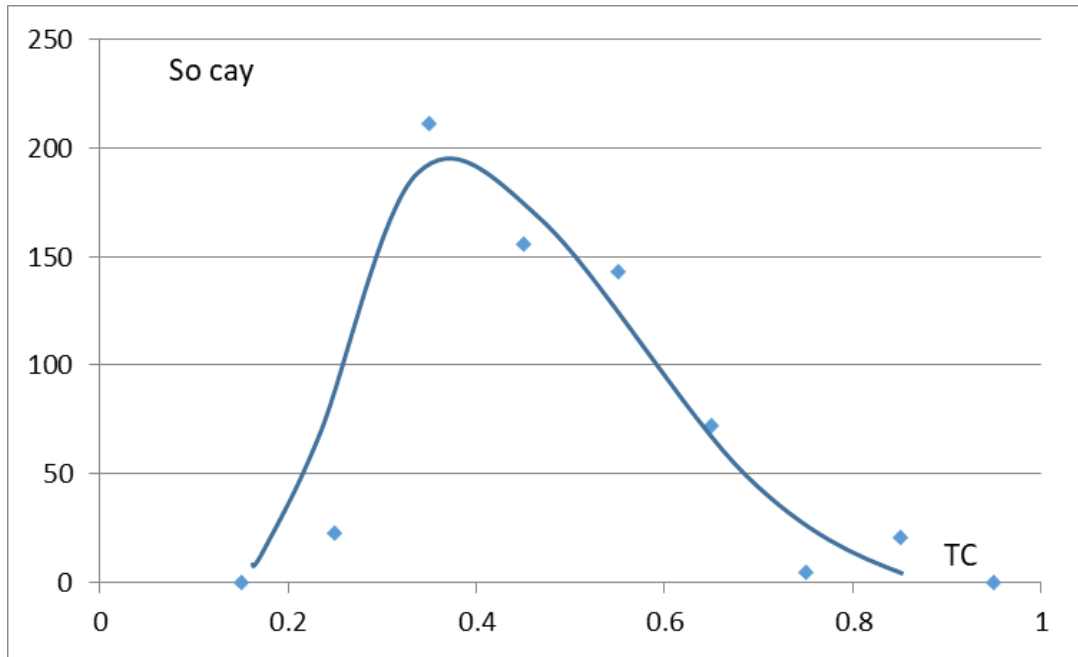
Để xác định yêu cầu của ánh sáng của cây Dẻ ăn quả tái sinh ở các chiều cao khác nhau luận án đã căn cứ vào số liệu ở bảng trên để xây dựng biểu đồ và phân tích liên hệ của phân bố số cây theo độ tàn che ở các cấp chiều cao. Hình dạng phân bố thực nghiệm và phương trình liên hệ giữa số cây tái sinh với độ tàn che được trình bày ở các hình sau.



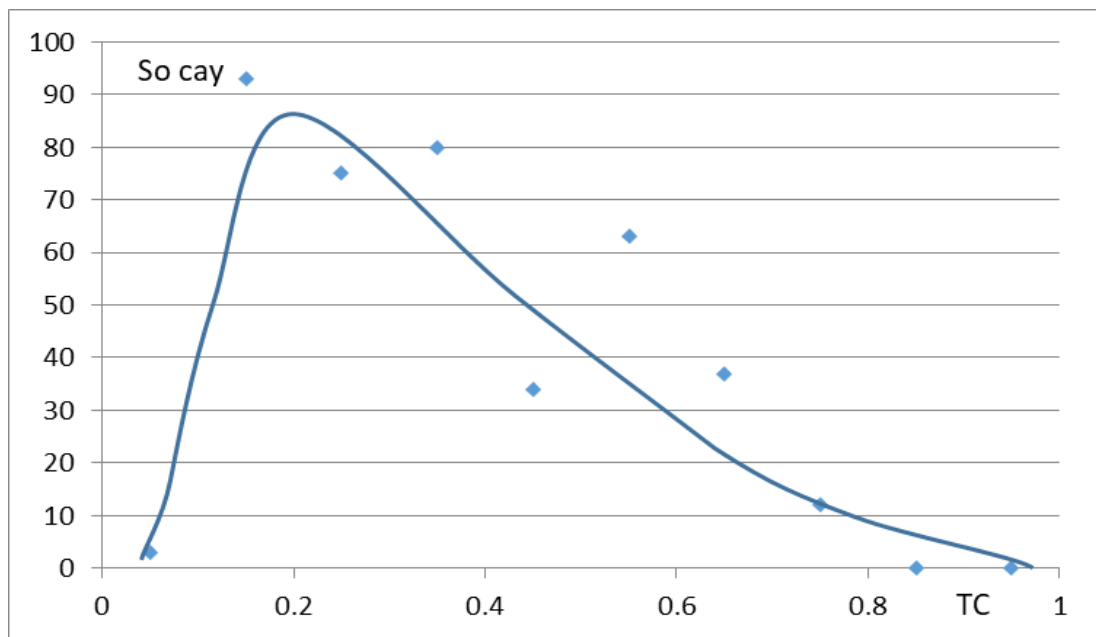
Hình 3.33. Phân bố số cây Dẻ tái sinh có chiều cao dưới 0.4 m theo độ tàn che



Hình 3.34. Phân bố cây Dẻ tái sinh có chiều cao 0.4-0.8 m theo độ tàn che



Hình 3.35. Phân bố cây Dẻ tái sinh có chiều cao 0.8-1.2 m theo độ tàn che



Hình 3.36. Phân bố cây Dẻ tái sinh có chiều cao trên 1,2 m theo độ tàn che

Từ các hình trên nhận thấy xu hướng phân bố cây Dẻ tái sinh theo cấp chiều cao ở các độ tàn che khác nhau. Dạng phân bố chung trên các biểu đồ là dạng phân bố của đường cong có đỉnh. Ở mỗi cấp chiều cao, cây tái sinh phân bố tập trung trong phạm vi độ tàn che nhất định. Căn cứ vào số liệu thực nghiệm và sử dụng phần mềm SPSS luận án đã xác định được những chỉ số chủ yếu về đặc điểm phân bố số cây tái sinh theo độ tàn che ở các cấp chiều cao khác nhau, số liệu tổng hợp như sau.

Bảng 3.19. Đặc trưng phân bố của số cây Dẻ tái sinh theo độ tàn che ở các cấp chiều cao

Cấp chiều cao (m)	Các chỉ số đặc trưng phân bố số cây theo độ tàn che				Dạng phân bố
	Mean -Trung bình	Median - Trung vị	Mode	Skewness- Độ lệch	
≤ 0,4	0,61	0,65	0,75	- 0,36	Lệch phải
0,4 - ≤ 0,8	0,47	0,45	0,45	0,19	Gần đối xứng
0,8 - ≤ 1,2	0,47	0,40	0,35	0,79	Lệch trái
>1,2	0,35	0,30	0,20	0,34	Lệch trái

Phân tích đặc điểm các chỉ tiêu về phân bố bảng trên cho thấy càng lớn lên cây Dẻ tái sinh càng có nhu cầu độ tàn che nhỏ hơn, xu hướng chung của phân bố số cây tái sinh theo độ tàn che theo chiều cao như sau:

+ Ở cấp chiều cao dưới 0,4 m cây tái sinh phân bố chủ yếu ở độ tàn che 0,75 – 0,85, trung bình là 0,8, dạng đường cong phân bố số cây theo độ tàn che là dạng lệch phải.

+ Ở cấp chiều cao 0,4 m – 0,8 m cây tái sinh phân bố nhiều nhất ở độ tàn che 0,35 – 0,55, trung bình là 0,45, dạng đường cong phân bố số cây theo độ tàn che là dạng gần đối xứng.

+ Ở cấp chiều cao 0,8 – 1,2 m cây tái sinh phân bố nhiều nhất ở độ tàn che 0,3 – 0,4 trung bình là 0,35, dạng đường cong phân bố số cây theo độ tàn che là hơi lệch trái.

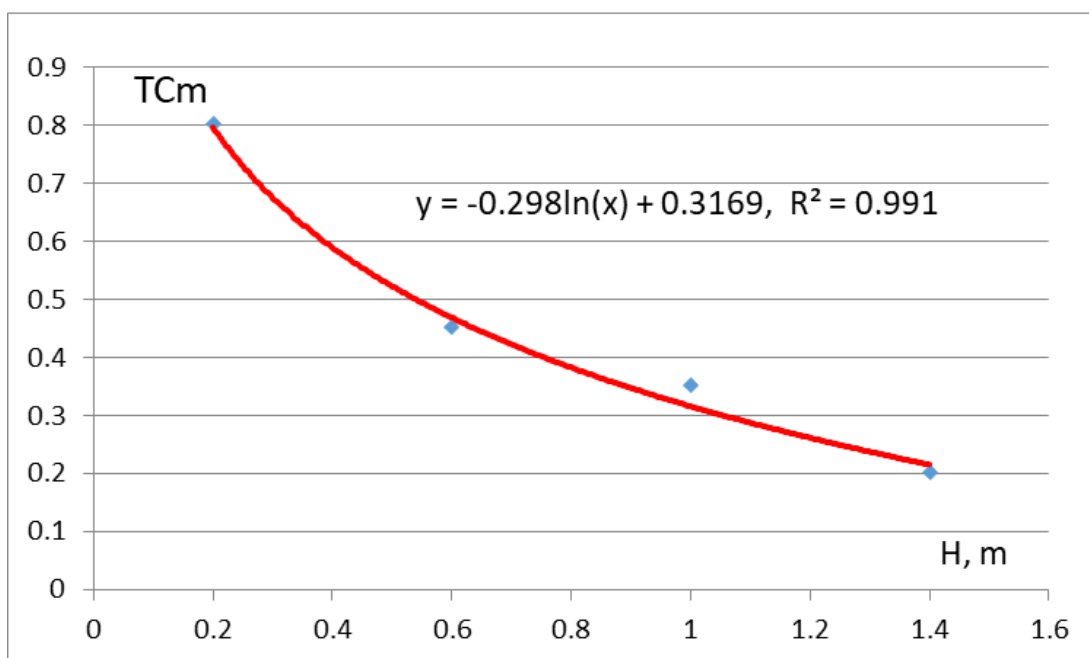
+ Ở cấp chiều cao lớn hơn 1,2 m cây tái sinh phân bố nhiều nhất ở độ tàn che 0,15 – 0,25, trung bình là 0,2, dạng đường cong phân bố số cây theo độ tàn che là lệch trái.

Số liệu thống kê về đặc điểm phân bố số cây tái sinh theo độ tàn che được ghi trong bảng sau.

Bảng 3.20. Đặc điểm phân bố số cây tái sinh theo độ tàn che ở các cấp chiều cao khác nhau

TT	Cấp chiều cao (m)	Dạng phân bố	Đỉnh phân bố	Phạm vi phân bố chủ yếu (70% số cây TS)
1	≤ 0,4	Lệch phải	0,80	0,6 - 0,9
2	0,4 - ≤ 0,8	ĐỐI xứng	0,45	0,3 – 0,55
3	0,8 - ≤ 1,2	Lệch trái	0,35	0,2 – 0,5
4	>1,2	Lệch trái	0,20	0,1 - 0,4

Phân tích số liệu ở bảng trên có thể nhận thấy đỉnh phân bố, hay chính là độ tàn che có phân bố cực đại của số cây tái sinh (TCm) thay đổi theo chiều cao của chúng. Cây càng cao thì độ tàn che có phân bố cực đại càng thấp. Liên hệ giữa độ tàn che có phân bố cực đại với chiều cao cây tái sinh được thể hiện ở hình sau.

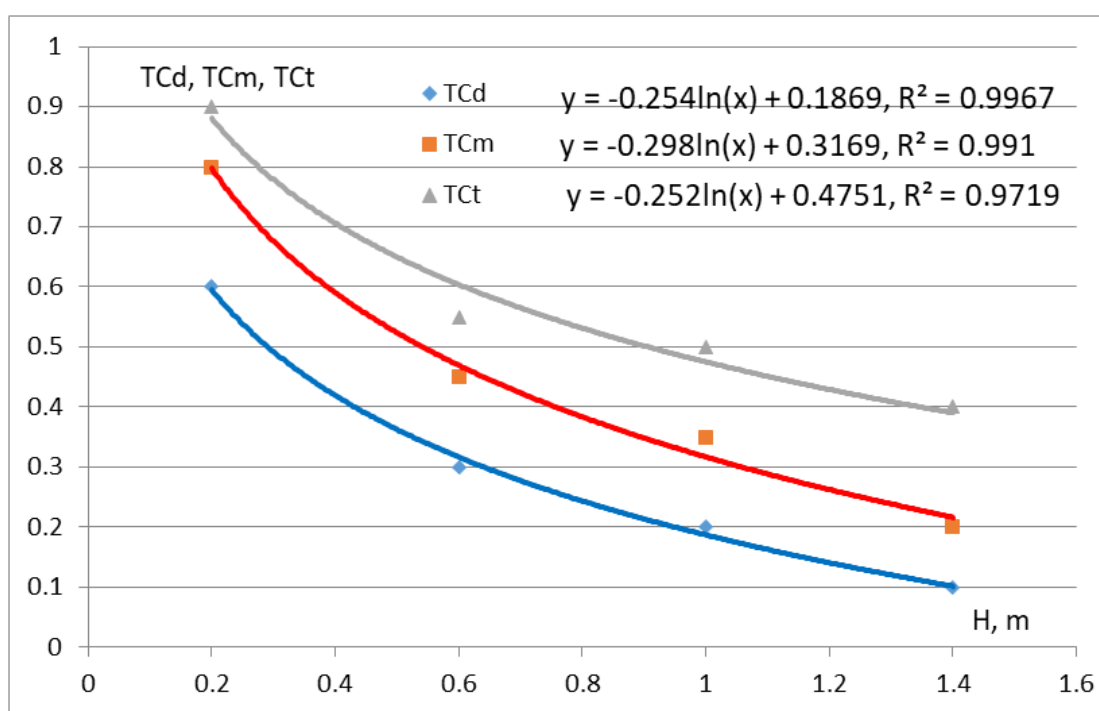


Hình 3.37. Biến đổi của độ tàn che có phân bố cực đại của cây tái sinh theo chiều cao

Kết quả phân tích cho thấy tồn tại liên hệ chặt chẽ giữa độ tàn che thích hợp nhất (TCm) với chiều cao cây tái sinh (H), phương trình liên hệ có hệ số xác định đạt trên 0,9, dạng liên hệ như sau.

$$TCm = - 0,298 \ln(H) + 0,3169, R^2 = 0,99 \quad [3.5]$$

Nếu xem đỉnh phân bố số cây tái sinh ở mỗi cấp chiều cao là độ tàn che thích hợp và phạm vi phân bố tới 70% số cây tái sinh là phạm vi độ tàn che thích hợp thì có thể căn cứ vào số liệu ở bảng trên để xác định ngưỡng trên (TCt) và ngưỡng dưới (TCd) của khoảng tàn che thích hợp ứng với chiều cao khác nhau của cây tái sinh, kết quả được trình bày trong hình sau.



Hình 3.38. Biến đổi của các ngưỡng độ tàn che thích hợp với cây Dẻ tái sinh

(Độ tàn che thích hợp nhất -TCm, ngưỡng dưới -TCd và ngưỡng trên -TCt của khoảng độ tàn che thích hợp).

Phân bố các điểm độ tàn che thích hợp, các ngưỡng dưới và ngưỡng trên của phạm vi độ tàn che thích hợp với tái sinh theo chiều cao đều có dạng giảm dần của đường cong logarit. Các phương trình thực nghiệm phản ánh biến đổi độ tàn che thích hợp nhất (TCm), ngưỡng dưới (TCd) và ngưỡng trên (TCt) của phạm vi độ tàn che thích hợp theo độ cao cây tái sinh (H,m) xác định lần lượt như sau.

$$TCm = - 0.298. \ln(H) + 0,3169, R^2 = 0,99$$

$$TCd = - 0,254l. n(H) + 0,1869, R^2 = 0,99 \quad [3.6]$$

$$TCt = - 0.252. \ln(H) + 0,4751, R^2 = 0,97 \quad [3.7]$$

Sử dụng các phương trình thực nghiệm trên để xây dựng bảng tra độ tàn che thích hợp với cây Dẻ ăn quả tái sinh theo chiều cao của chúng.

Bảng 3.21. Độ tàn che thích hợp với Dẻ tái sinh ở những chiều cao khác nhau

TT	H, m	TCm	TCd	TCt
1	0,20	0,76	0,60	0,88
2	0,30	0,66	0,49	0,78
3	0,40	0,60	0,42	0,71
4	0,50	0,54	0,36	0,65
5	0,60	0,50	0,32	0,60
6	0,80	0,43	0,24	0,53
7	1,00	0,38	0,19	0,48
8	1,20	0,34	0,14	0,43
9	1,60	0,27	0,07	0,36
10	2,00	0,22	0,01	0,30
11	2,40	0,18	0,00	0,25
12	2,80	0,14	0,00	0,22
13	3,20	0,11	0,00	0,18
14	3,60	0,08	0,00	0,15
15	4,00	0,06	0,00	0,13

Những phân tích trên cho thấy thực sự tồn tại yêu cầu khác nhau của cây tái sinh với độ tàn che. Chiều cao càng lớn cây tái sinh càng yêu cầu ánh sáng nhiều, đòi hỏi độ tàn che rừng thấp hơn. Số liệu cũng chứng minh Dẻ là loài có thể chịu bóng được trong giai đoạn tái sinh nhưng lớn lên chúng thực sự là loài cây ưa sáng mạnh. Ở chiều cao 3 m cây tái sinh đã đòi hỏi độ tàn che dưới 0,2, mức chiếu sáng gần như hoàn toàn của nơi trồng. Như vậy, đáp ứng yêu cầu về độ tàn che, hay độ chiếu sáng là giải pháp có ý nghĩa quan trọng trong xúc tiến tái sinh Dẻ ăn quả và nuôi dưỡng rừng Dẻ non nói chung.

Từ phương trình liên hệ giữa độ tàn che với cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ, có thể xác định được cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ thích hợp theo chiều cao của cây tái sinh như sau:

Bảng 3.22. Cường độ bức xạ dưới tán rừng Dẻ thích hợp ở những chiều cao khác nhau

TT	H, m	Cường độ bức xạ thích hợp -I (KWh/m ² .ngày)		
		I thích hợp nhất	I ngưỡng dưới	I ngưỡng trên
1	0,2	0,04	0,01	0,19
2	0,3	0,14	0,02	0,30
3	0,4	0,19	0,09	0,37
4	0,5	0,25	0,15	0,43
5	0,6	0,29	0,19	0,47
6	0,8	0,36	0,26	0,54
7	1	0,41	0,31	0,59
8	1,2	0,45	0,36	0,64
9	1,6	0,51	0,43	0,71
10	2	0,56	0,48	0,76
11	2,4	0,60	0,53	0,77
12	2,8	0,64	0,56	0,77
13	3,2	0,67	0,60	0,77
14	3,6	0,70	0,63	0,77
15	4	0,72	0,65	0,77

Qua bảng trên cho thấy những cây Dẻ tái sinh cho chiều cao 0,8 m khi chuyển thành cây tái sinh có triển vọng với chiều cao trên 1 m thì cường độ bức xạ thích hợp trung bình dưới tán rừng tăng lên từ 0,36 đến 0,41 KWh/m².ngày, độ tàn che thích hợp nhất giảm từ 0,43 xuống 0,38. Theo đó thì ngưỡng bức xạ phù hợp cũng thay đổi. Bảng cường độ bức xạ thích hợp này nên được coi là nguồn tham khảo khi áp dụng giải pháp kỹ thuật nhằm đáp ứng yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh.

3.3.3. Yêu cầu về độ tàn che của cây tái sinh trong mối liên hệ với một số nhân tố lập địa

Thiết lập mối liên hệ giữa độ tàn che và một số yếu tố lập địa với chiều cao cây tái sinh để làm rõ yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh trong mối quan hệ với các yếu tố khác. Số liệu phân tích 2834 cây tái sinh có đủ chỉ tiêu điều tra về các điều kiện lập địa cho thấy chiều cao cây tái sinh có liên hệ với cả 5 nhân tố điều kiện lập địa chủ yếu. Trị số kiểm tra giả thuyết về mối liên hệ có mức ý nghĩa (P

value) của 5 nhân tố đều nhỏ hơn 0.05. Kết quả cụ thể được thể hiện trong phụ lục 12 và phương trình sau.

$$H = 1,029625 - 0,021527 * \text{doc} + 0,0014317 * \text{cao} - 0,011711 * \text{TC} + 0,001868 * \text{Day} + 0,008688 * X, \quad R = 0,5 \quad [3.8]$$

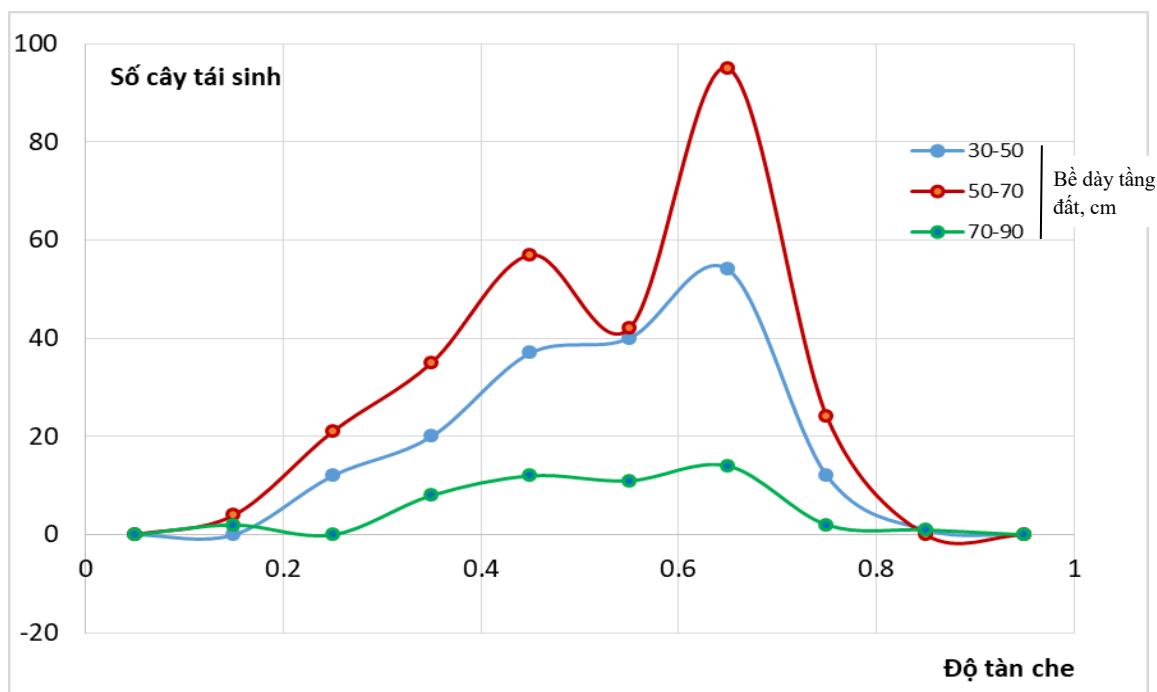
Trong đó: doc - là độ dốc ($^{\circ}$); cao - là độ cao tuyệt đối (m); TC- độ tàn che; Day - bề dày tầng đất (cm); X- độ xốp đất (%).

Hệ số tương quan giữa chiều cao cây tái sinh với các nhân tố ảnh hưởng không lớn, $R=0,49$.

Để thấy rõ hơn ảnh hưởng của các yếu tố lập địa đến cây tái sinh các số liệu và biểu đồ đã được tổng hợp và xây dựng để phản ánh phân bố số cây tái sinh ở từng cấp chiều cao theo các yếu tố lập địa, số liệu và biểu đồ được thể hiện cụ thể trong phụ lục 15 (phụ lục 15.1; phụ lục 15.2; phụ lục 15.3) bảng số liệu và biểu đồ dưới đây là ví dụ về ảnh hưởng của một yếu tố lập địa (bề dày tầng đất) đến đặc điểm phân bố của số cây theo độ tàn che.

Bảng 3.23. Phân bố số cây tái sinh có chiều cao $\leq 0,4$ m theo độ tàn che và bề dày tầng đất

Bề dày, cm Số cây Độ tàn che	Bề dày tầng đất (day, cm)		
	30 - <50	50 - <70	70 - 90
0 - 0,1	0	0	0
0,1 - 0,2	0	4	2
0,2 - 0,3	12	21	0
0,3 - 0,4	20	35	8
0,4 - 0,5	37	57	12
0,5 - 0,6	40	42	11
0,6 - 0,7	54	95	14
0,7 - 0,8	12	24	2
0,8 - 0,9	1	0	1
0,9 - 1,0	0	0	0



Hình 3.39. Phân bố số cây Dẻ tái sinh ở chiều cao $\leq 0.4m$ theo độ tàn che và bề dày tầng đất

Nhìn chung, kết quả phân tích cho thấy các yếu tố lập địa ảnh hưởng không lớn đến yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh. Dạng phân bố và vị trí đạt cực đại phân bố số cây theo độ tàn che ở các điều kiện lập địa là tương đối giống nhau. Điều này có thể được giải thích bởi cây tái sinh là cây nhỏ chúng đòi hỏi nhu cầu về không gian dinh dưỡng trong phạm vi hẹp ở lớp đất trên cùng, trong khi đó dưới rừng tự nhiên đất thường có độ ẩm, nhiệt độ, ánh sáng tương đối ổn định.

3.3.4. Ảnh hưởng của độ tàn che đến đặc điểm cấu tạo giải phẫu và hàm lượng diệp lục của Dẻ tái sinh

Cấu tạo giải phẫu và hàm lượng diệp lục là những chỉ tiêu phản ánh đặc điểm ưa sáng, chịu bóng của thực vật. Các mẫu lá của 41 cây Dẻ tái sinh tiêu chuẩn đã được phân tích kết quả như sau.

Một số đặc điểm chung của lá Dẻ ăn quả tái sinh tại khu vực nghiên cứu

Về giải phẫu của lá: Tương tự lá của các loài cây hai lá mầm, cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ ăn quả gồm: Lớp biểu bì trên, tầng cu tin trên, mô dậu, mô khuyết, lớp cu tin dưới, lớp biểu bì dưới, ngoài ra có các mô sợi, gian bào....

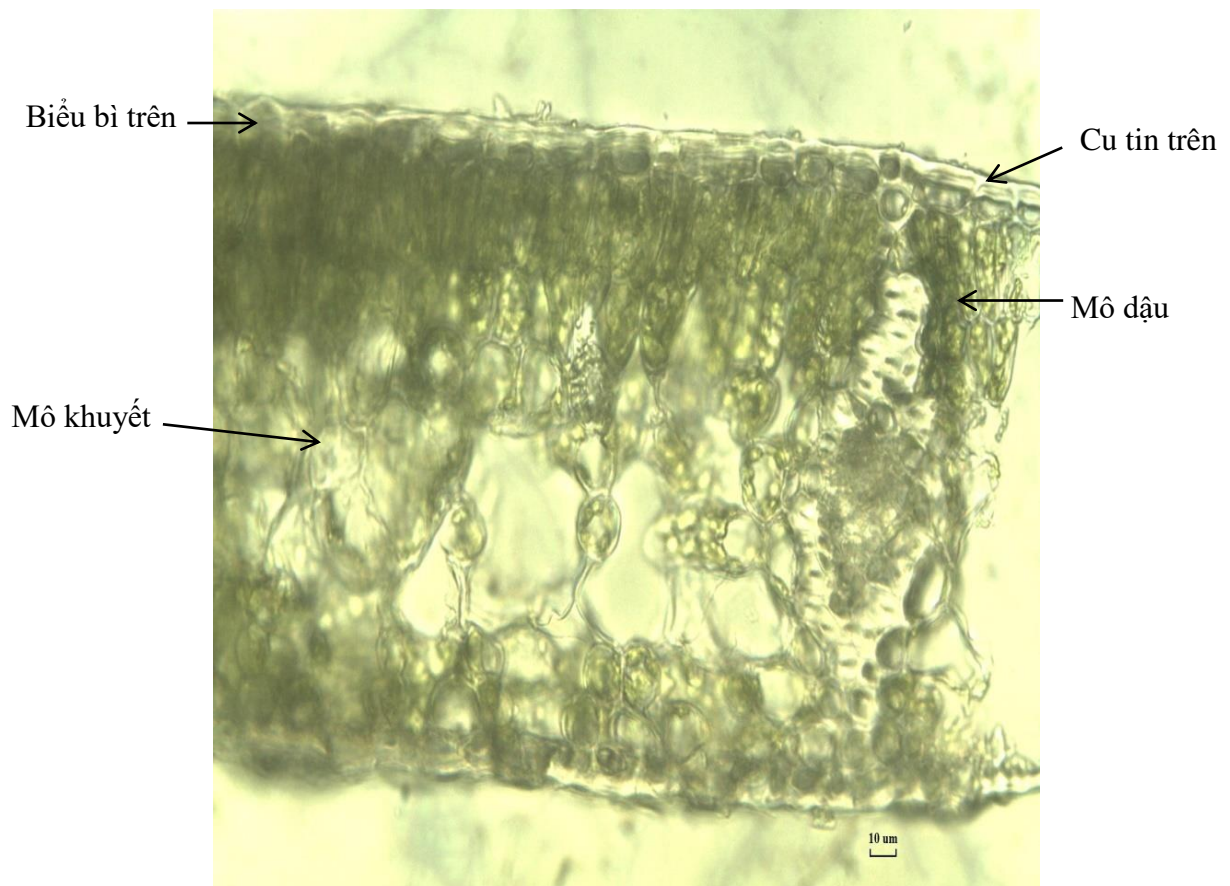
Lớp mô dậu nằm dưới lớp biểu bì trên khá dày – đây là những tế bào nhu mô với vô số lục lạp trong tế bào chất. Đó là dạng tế bào kéo dài và xếp song song rất gần nhau với không gian hẹp nhằm hấp thụ được nhiều năng lượng ánh sáng. Các tế

bào mô dậu giàu lục lạp nhất là lớp nằm ngay bên dưới của biểu bì trên của lá để đón ánh sáng mặt trời chiếu lên lá. Lớp mô dậu của lá Dẻ ăn quả tái sinh được phân thành nhiều lớp (từ 1 -3 lớp). Sát với mô dậu đồng hóa là lớp mô khuyết, đây là lớp mô chứa một phần nhỏ lục lạp và khoảng trống gian bào – nơi chứa CO₂ cung cấp cho quá trình quang hợp. Các tế bào khuyết đa số có dạng hình cầu, đôi khi có dạng kéo dài xuất hiện.

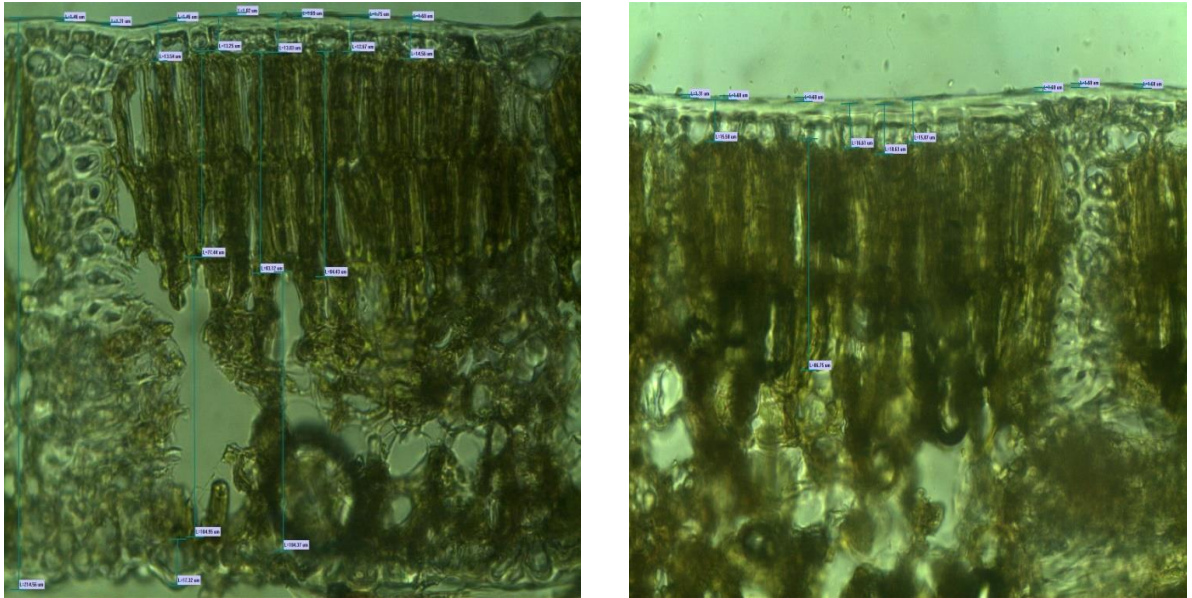
Càng gần gân chính bề dày mô dậu càng tăng, mô khuyết càng giảm. Các lá cây thí nghiệm tại khu vực nghiên cứu cho thấy càng gần gân chính, mô dậu càng có nhiều lớp hơn với hình thuôn. Theo Vũ Văn Vụ và các cộng sự (2012) [45] lá ở gần gốc thân, gốc cành thường dày hơn nhiều do sự phát triển của lớp mô dậu và mô khuyết.

Tương tự như vậy, ở vị trí gân chính lớp biểu bì có thêm lớp hạ bì. Lớp hạ bì nằm giữa mô dậu và biểu bì, vừa có tác dụng tăng cường khả năng quang hợp, mặt khác hạn chế những tác hại do ánh sáng mạnh gây nên.

Tế bào của lá Dẻ có vách rất dày.



Hình 3.40. Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ ăn quả tái sinh tại Lục Nam



Hình 3.41. Hình ảnh giải phẫu lá Dẻ ăn quả tái sinh tại Chí Linh

3.3.4.1. Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ

(1) Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ ăn quả tái sinh

Kết quả phân tích hàm lượng diệp lục của Dẻ tái sinh tại Bắc Giang và Hải Dương được thể hiện ở phụ lục 16 và tổng hợp ở bảng sau:

Bảng 3.24. Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu

Chỉ tiêu	Độ tàn che tại vị trí lấy mẫu lá	Diệp lục a (mg/g)	Diệp lục b (mg/g)	DL(a+b) (mg/g)	DL a/b
TB	0,43	1,57	0,82	2,4	1,98
Max	0,8	2,07	1,22	3,28	2,7
Min	0,1	1,01	0,43	1,45	1,53
STD	0,2	0,29	0,23	0,5	0,31
V%	49,6	18,1	27,8	20,9	15,5
N	41	41	41	41	41

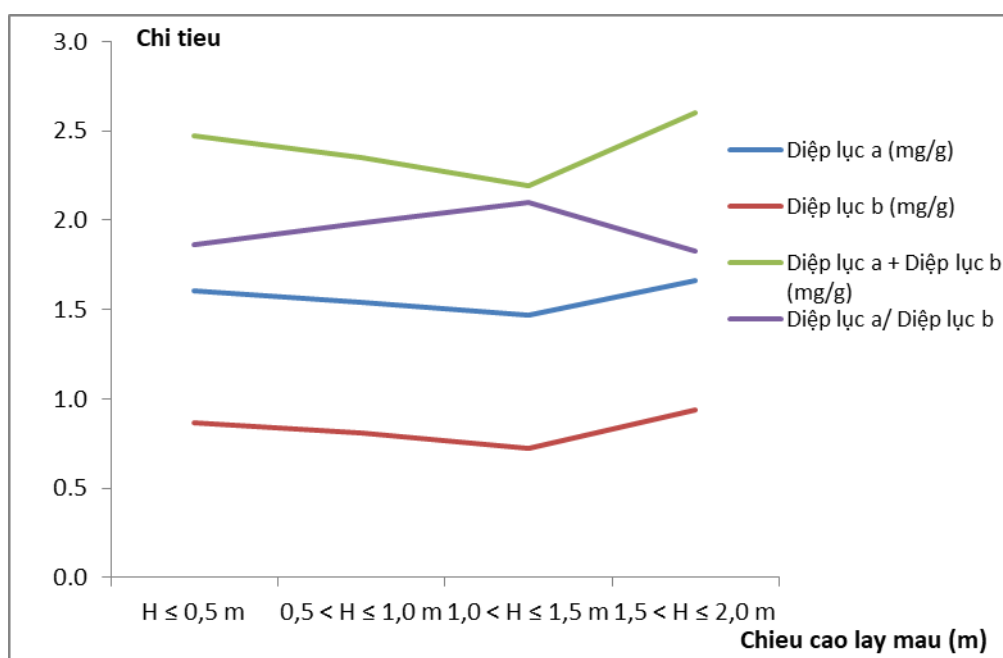
Trong đó N là số mẫu phân tích.

Số liệu cho thấy hàm lượng diệp lục trung bình của Dẻ tái sinh là 2,4 mg/gam và tỷ lệ diệp lục a/b là 1,98. So với hàm lượng diệp lục tổng số và tỷ lệ diệp lục a/b của các cây lá rộng thì Dẻ tái sinh là cây chịu bóng ở mức thấp. Tổng hợp số liệu theo độ cao lấy mẫu lá được thể hiện ở bảng sau.

Bảng 3.25. Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ tái sinh theo chiều cao lấy mẫu

Chỉ tiêu		$H \leq 0,5 \text{ m}$	$0,5\text{m} < H \leq 1,0 \text{ m}$	$1,0\text{m} < H \leq 1,5 \text{ m}$	$1,5\text{m} < H \leq 2,0 \text{ m}$
Diệp lục a (mg/g)	TB	1,61	1,54	1,47	1,66
	Độ lệch chuẩn	0,36	0,3	0,29	0,26
	Hệ số biến động (%)	22,7	19,11	19,8	15,58
Diệp lục b (mg/g)	TB	0,87	0,81	0,72	0,94
	Độ lệch chuẩn	0,22	0,25	0,21	0,22
	Hệ số biến động (%)	25,49	30,98	28,52	23,81
DL a + b (mg/g)	TB	2,47	2,35	2,19	2,6
	Độ lệch chuẩn	0,59	0,53	0,48	0,47
	Hệ số biến động (%)	23,68	22,61	22,01	17,94
DL a/b	TB	1,86	1,99	2,1	1,83
	Độ lệch chuẩn	0,05	0,31	0,31	0,33
	Hệ số biến động (%)	2,88	15,42	14,93	17,84

Kết quả biểu diễn sự thay đổi các giá trị trung bình như biểu đồ dưới đây.

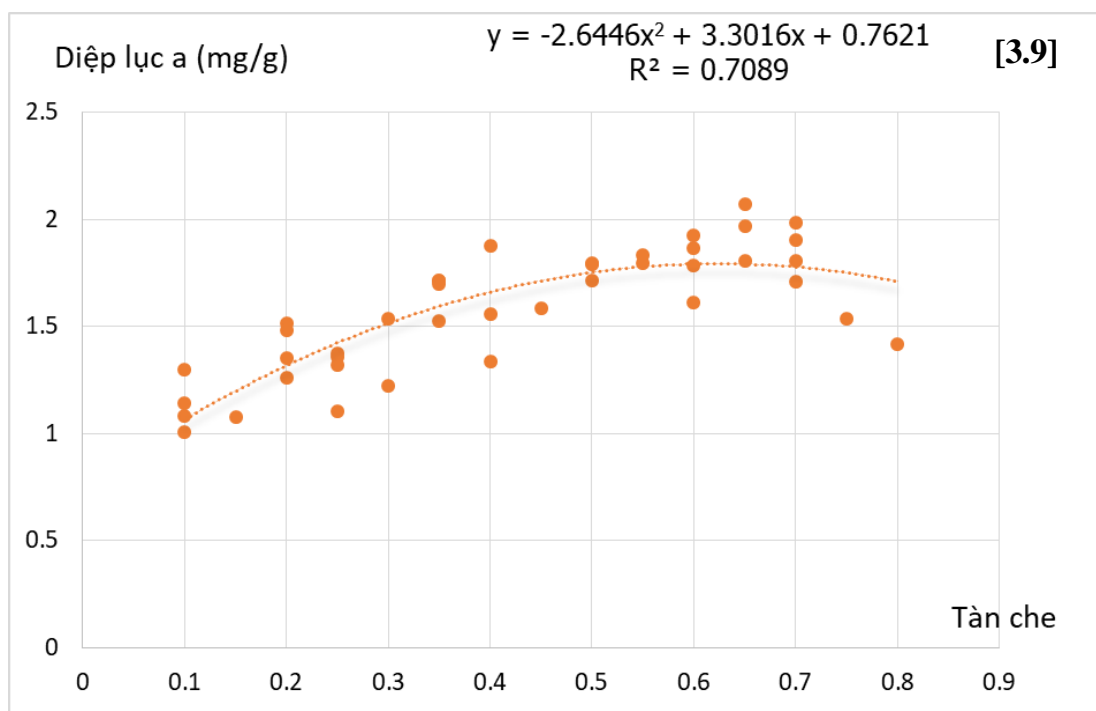


Hình 3.42. Biến đổi hàm lượng diệp lục theo chiều cao lấy mẫu

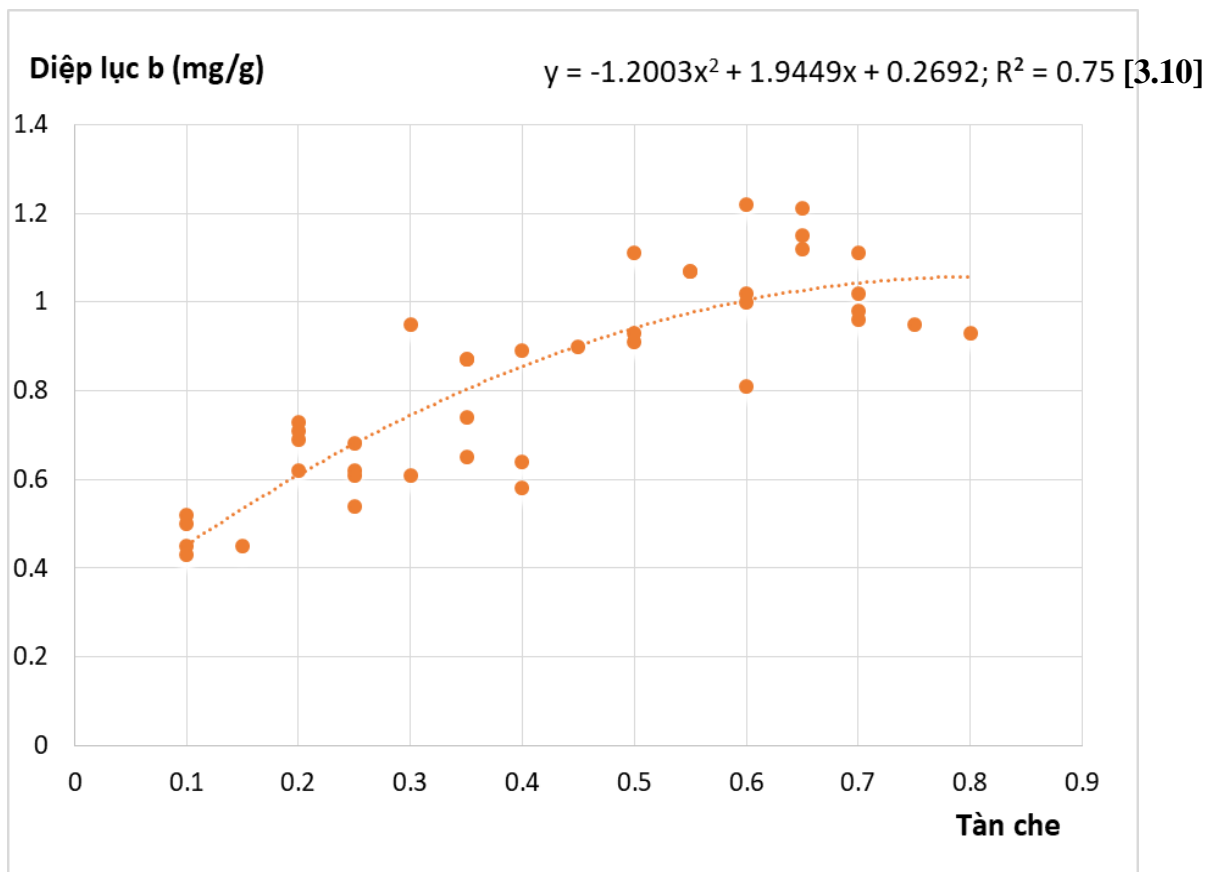
Kết quả cho thấy càng lên cao, lá nhận được càng nhiều ánh sáng thì hàm lượng diệp lục a, b càng giảm. Tuy nhiên từ độ cao 1,5 m trở lên hàm lượng diệp lục a, b lại có xu hướng tăng lên. Hệ số biến động khá lớn đạt từ 15% đến 31% đặc biệt đối với hàm lượng diệp lục b, hệ số biến động cao hơn các chỉ tiêu khác.

Hàm lượng diệp lục a luôn chiếm tỷ lệ cao hơn so với diệp lục b, chiếm trên 60% tổng lượng diệp lục. Tỷ lệ diệp lục a/b từ 1,75 – 2,4. Kết quả nghiên cứu tại khu vực cho thấy Dẻ tái sinh thuộc nhóm cây chịu bóng và trung tính. Tỷ lệ diệp lục a/b thay đổi theo độ tàn che và thay đổi theo chiều cao lấy mẫu. Kết quả thể hiện sự thay đổi rõ rệt mức chịu bóng của Dẻ tái sinh. Tỷ lệ DL a/b tăng lên từ 1,53 đến 2,7 (số liệu cụ thể xem phụ lục 16).

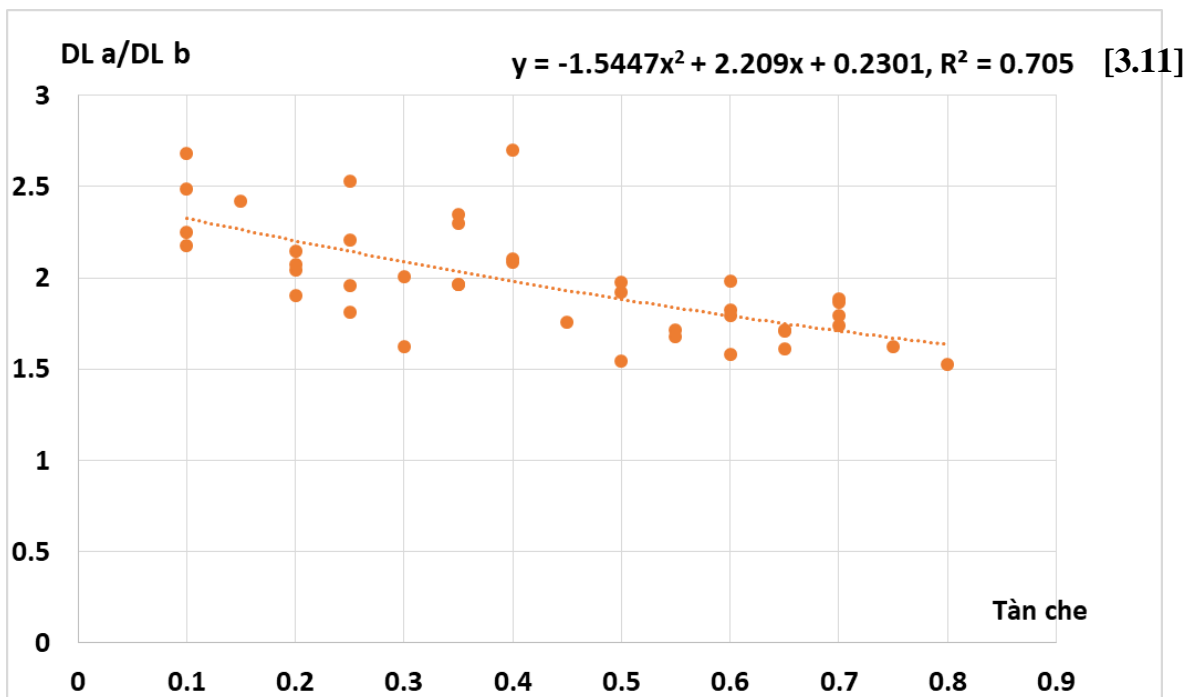
Từ số liệu ở phụ lục 16, vẽ biểu đồ biểu diễn sự thay đổi của hàm lượng diệp lục a, b và tỷ lệ diệp lục a/b theo độ tàn che, kết quả được thể hiện như sau:



Hình 3.43. Mối liên hệ giữa diệp lục a của lá Dẻ tái sinh và độ tàn che



Hình 3.44. Mối liên hệ giữa diệp lục b của lá Dẻ tái sinh và độ tàn che



Hình 3.45. Mối liên hệ giữa Diệp lục a/b của lá Dẻ tái sinh và độ tàn che

Kết quả cho thấy khi độ tàn che tăng từ 0 đến 0,7 thì hàm lượng diệp lục tổng số có xu hướng tăng, sau đó từ ngưỡng độ tàn che 0,7 hàm lượng diệp lục lại có xu hướng giảm. Điều này cho thấy lượng ánh sáng cây nhận được càng ít thì hàm lượng diệp lục a,b càng cao. Đến một ngưỡng nào đó tương ứng với độ tàn che 0,7 trở lên tức là khi ánh sáng giảm đến một ngưỡng nhất định thì diệp lục không tăng nữa và có xu hướng giảm đi. Như vậy, Dẻ tái sinh có thể điều chỉnh tăng hàm lượng diệp lục để thích nghi với điều kiện che bóng. Tuy nhiên, với phần lớn cây tái sinh Dẻ khi độ tàn che vượt quá 0,7 thì không còn khả năng tăng hàm lượng diệp lục nữa và mức độ che bóng bắt đầu ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng của chúng. Vì vậy, để xúc tiến tái sinh Dẻ dưới tán rừng nên duy trì độ tàn che tối đa là 0,7

Hàm lượng diệp lục a của lá Dẻ tái sinh đạt từ 1,01 – 2,07 mg/g, hàm lượng diệp lục b đạt từ 0,43 -1,22 mg/g, tổng hàm lượng diệp lục a và b từ 1,45 – 3,28 mg/g. So sánh với hàm lượng diệp lục tổng số của cây Đoạn lá nhỏ (*Tilia cordata*), cây *Populus nigra* trong họ Liễu và cây *Platanus acerifolia* trong họ Chò nước (Platanaceae) trong điều kiện bị che bóng (hàm lượng diệp lục tổng số của 3 cây này từ 3,71 – 4,59 mg/g) (H.K. Lichtenthaler, 2009)[63] thì hàm lượng diệp lục của Dẻ tái sinh tương đối thấp. Tỷ lệ diệp lục a/b của Dẻ dao động từ 1,53 -2,7, trung bình là 1,98, tương đối thấp so với các loài cây thường xanh nói chung, chúng thường dao động từ 2,6- 3,3 (H.K. Lichtenthaler, 2009) [63]. Nếu so sánh với hàm lượng diệp lục trong lá của cây Giáng hương từ 0,5- 2 tuổi (2,27-3,92 mg/g) được Hà Thị Mừng [22] nghiên cứu thì cây Dẻ tái sinh có hàm lượng diệp lục tổng số thấp hơn. Tuy nhiên so với loài Vạng trứng (DL a/b = 1,007) tại Núi Luôt, ĐH Lâm nghiệp thì cây Dẻ ăn quả có tỷ lệ diệp lục a/b cao hơn [40]. Hệ số biến động các chỉ tiêu liên quan đến hàm lượng diệp lục từ 15% đến 28%.

(2) Hàm lượng diệp lục của lá Dẻ trưởng thành

Kết quả phân tích hàm lượng diệp lục a, b của cây Dẻ trưởng thành đã tham gia tầng cây cao và chiếu sáng hoàn toàn được thống kê trong bảng sau.

Bảng 3.26. Hàm lượng diệp lục của cây Dẻ trưởng thành

STT	Diệp lục a (mg/g)	Diệp lục b (mg/g)	Diệp lục a+ b (mg/g)	Diệp lục a/b
1	1,75	0,67	2,42	2,61
2	1,6	0,56	2,16	2,86
3	1,5	0,52	2,02	2,88
4	1,63	0,58	2,21	2,81
5	1,42	0,49	1,91	2,90
6	0,84	0,24	1,08	3,50
7	1,03	0,4	1,43	2,58
8	1,14	0,35	1,49	3,26
9	1,1	0,4	1,5	2,75
10	1,21	0,38	1,59	3,18
11	1,48	0,53	2,01	2,79
12	1,06	0,35	1,41	3,03
13	1,01	0,4	1,41	2,53
TB	1,29	0,45	1,74	2,90
STD	0,29	0,12	0,41	2,42
V%	29	26,1	55,1	1,11

Sử dụng tiêu chuẩn U của Mann Whitney để so sánh hàm lượng diệp lục a, b, tỷ lệ diệp lục a/b, tổng diệp lục a và b trong lá của cây Dẻ ăn quả tái sinh và của cây Dẻ trưởng thành cho thấy tất cả phép so sánh đều có mức ý nghĩa P value nhỏ hơn 0,05 chứng tỏ có sự khác nhau thực sự giữa hàm lượng diệp lục của cây tái sinh và cây Dẻ tầng cây cao. Theo đó thì cây Dẻ trưởng thành được chiếu sáng hoàn toàn có hàm lượng diệp lục a, b trong lá đều thấp hơn so với lá của cây Dẻ tái sinh dưới tán rừng, trong khi đó tỷ lệ diệp lục a/b hầu hết là cao hơn so với tỷ lệ này ở lá cây tái sinh.

Như vậy, sự biến đổi tính chịu bóng của Dẻ là rất rõ rệt, chúng thay đổi đặc điểm từ chịu bóng tương đối cao ở giai đoạn cây mạ, cây con, đến chịu bóng ít ở giai đoạn cây tái sinh có triển vọng và ưa sáng ở giai đoạn cây cao trưởng thành. Do đó trong kinh doanh rừng Dẻ ăn quả điều chỉnh độ tàn che theo từng giai đoạn phát triển của cây tái sinh là biện pháp có cơ sở khoa học nhằm đáp ứng yêu cầu ánh sáng cho cây.

3.3.4.2. Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ

(1) Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh

Kết quả phân tích cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh được thể hiện cụ thể ở phụ lục 17 và tổng hợp ở bảng sau:

Bảng 3.27. Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu

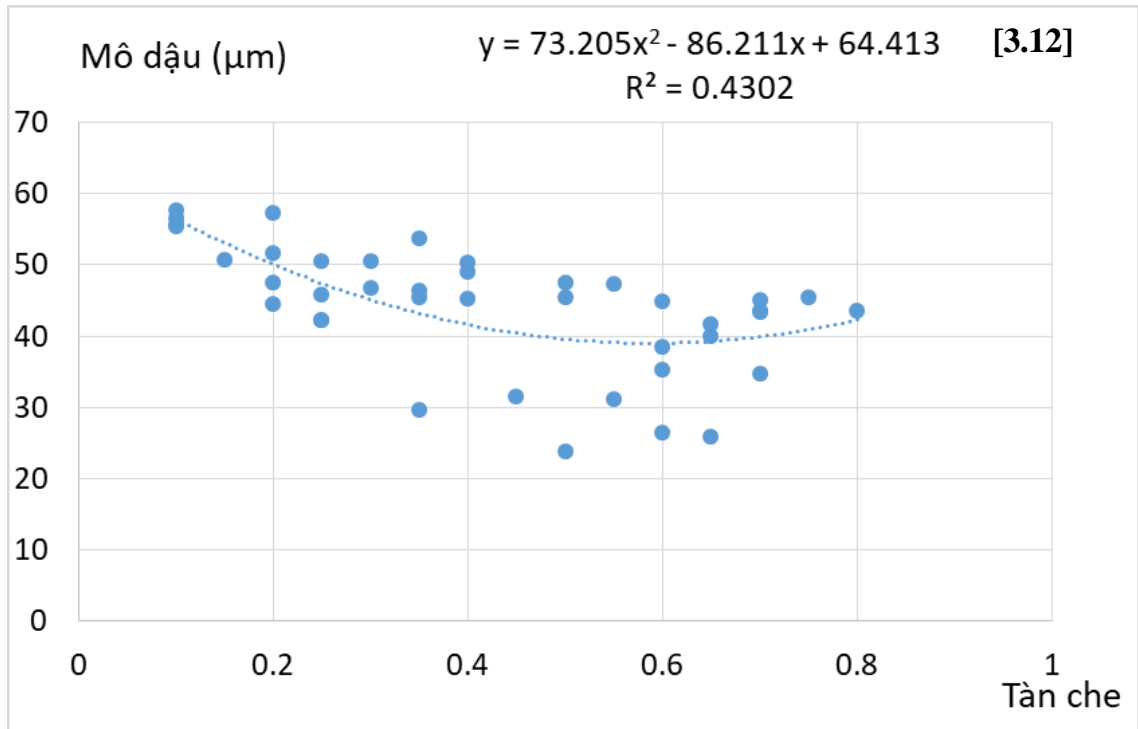
Chỉ tiêu	Bề dày các lớp cấu trúc lá (μm)							Mô đậu/mô khuyết
	Bề dày lá	Cutin trên	Biểu bì trên	Mô đậu	Mô khuyết	Biểu bì dưới	Cutin dưới	
TB	150	2,5	8	45,2	86,2	6,34	1,82	0,54
STD	12,9	0,5	1,8	9,4	10,9	1,44	0,29	0,14
V%	8,6	21,2	22,4	20,8	12,7	22,7	16,0	25,9
N	41	41	41	41	41	41	41	41

N là dung lượng mẫu phân tích.

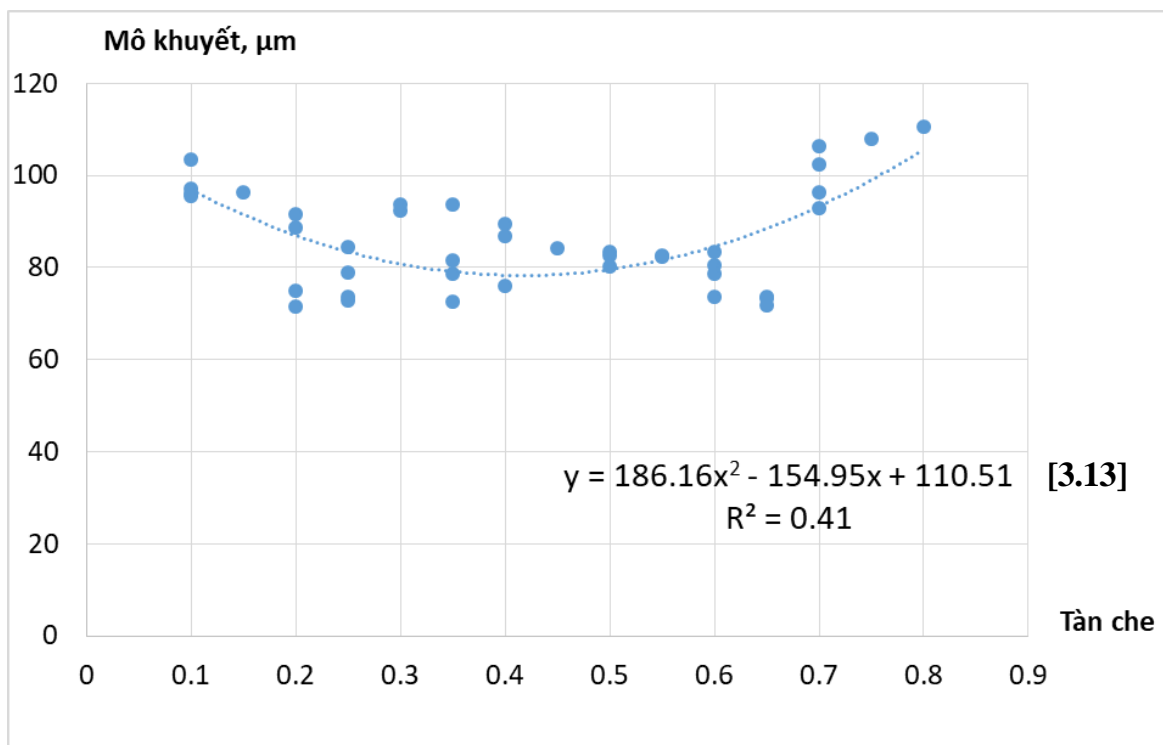
Từ số liệu ở phụ lục 17 và bảng 3.28 cho thấy phần lớn các chỉ tiêu giải phẫu lá Dẻ tái sinh đều biến đổi theo độ tàn che. Bề dày của tầng cutin và lớp biểu bì từ 10,1 μm - 28,3 μm , chiếm từ 8,2% – 15,2% tổng bề dày của lá. Giữa hai lớp biểu bì là thịt lá. Với lá Dẻ tái sinh có sự phân hóa giữa mô đậu và mô khuyết rõ rệt. Kích thước của lớp mô đậu từ 24 μm - 59 μm , mô khuyết có kích thước từ 71 μm – 110 μm , tổng mô đồng hóa chiếm 77 %- 91 % độ dày của lá. Tỷ lệ mô đậu/mô khuyết của Dẻ tái sinh là 0,54 cao hơn so với tỷ lệ này ở cây Vạng trứng (0,41), thấp hơn so với các cây Gội trắng (0,77), Lòng mang lá xẻ (0,72) và Mò lá tròn (0,55) (Nguyễn Thị Thơ, Vũ Quang Nam, 2013 [40]). Kết quả cho thấy Dẻ tái sinh có yêu cầu ánh sáng thấp hơn các cây Gội trắng, Lòng mang lá xẻ nhưng lại cao hơn so với cây Vạng trứng.

Hệ số biến động của các chỉ tiêu bề dày các lớp cấu trúc lá từ 8,6% đến 25,9%, trong đó hệ số biến động lớn nhất đối với tỷ lệ mô đậu/mô khuyết.

Từ số liệu ở bảng trên tiến hành vẽ biểu đồ biểu diễn sự mối liên hệ giữa cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh với độ tàn che. Kết quả được thể hiện như sau:



Hình 3.46. Mối liên hệ giữa bề dày mô dày và độ tần che



Hình 3.47. Mối liên hệ giữa bề dày mô khuyết và độ tần che

Nhìn chung, bề dày mô dày và mô khuyết đều có xu hướng giảm khi độ tần che tăng đến 0,7 sau đó ổn định hoặc hơi giảm đi. Điều này biểu hiện rõ rệt độ tần

che như một yếu tố điều chỉnh các chỉ tiêu giải phẫu lá và ngưỡng tối đa có thể chịu đựng được của Dẻ tái sinh ở mức 0,7 tương ứng với cường độ ánh sáng dưới tán rừng là 0,1 KWh/m².ngày

(2) Cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ trưởng thành

Để so sánh cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh với lá Dẻ trưởng thành, một số mẫu lá của cây Dẻ trưởng thành đã được phân tích, kết quả được ghi trong bảng sau.

Bảng 3.28. Cấu tạo giải phẫu lá cây Dẻ trưởng thành - các cây được chiếu sáng hoàn toàn

Tên mẫu	Cutin t (µm)	Biểu bì trên (µm)	Mô dậu (µm)	Mô khuyết (µm)	Biểu bì dưới (µm)	Cutin dưới (µm)	MD/MK	Bề dày lá (µm)
1.	3,5	5,7	107	96	4,5	1,9	1,1	218,6
2.	2,6	5,9	109,5	115,3	4,5	1,6	1,0	239,5
3.	2,6	6,4	78,7	96,4	5,4	1,7	0,8	191,1
4.	2,7	6,0	68,6	90,1	4,7	1,7	0,8	173,8
5.	2,6	5,9	94,5	83,6	4,6	1,6	1,1	192,7
6.	2,5	5,3	98,9	113,8	4,5	1,5	0,9	226,4
7.	2,9	6,4	68,8	76,8	5,8	1,9	0,9	162,6
8.	3,0	7,6	104	97,4	5,4	1,6	1,1	219
9.	2,7	7,3	112,8	91,2	6,5	1,8	1,2	222,3
10.	3,2	7,9	98,4	109,5	4,5	2,2	0,9	225,8
11.	2,9	5,4	78,3	77,4	4,2	1,7	1,0	169,8
12.	4,1	7,3	55,7	97,0	5,5	2,6	0,6	172,2
13.	2,5	5,9	68,5	85,1	4,5	1,9	0,8	168,3
TB	2,9	6,4	88	94,6	5,0	1,8	0,9	198,6

Từ các kết quả ở các bảng trên cho thấy bề dày mô dậu và mô khuyết của lá Dẻ trưởng thành, trong điều kiện chiếu sáng hoàn toàn cao hơn khá nhiều so với cây tái sinh. Tương tự tỷ lệ mô dậu/mô khuyết cao hơn gần gấp 2 lần so với tỷ lệ này ở lá cây Dẻ tái sinh. Sử dụng tiêu chuẩn thống kê U của Mann Whitney để so sánh sự khác nhau giữa các chỉ tiêu cấu tạo giải phẫu của lá Dẻ tái sinh và lá Dẻ trưởng thành cho thấy: thực sự có sự khác nhau trong các phép so sánh, thể hiện thông qua mức ý nghĩa P value luôn nhỏ hơn 0,05.

Cây trưởng thành sống trong điều kiện chiếu sáng hoàn toàn đã có những biến đổi về mặt giải phẫu rõ rệt. Đặc biệt, bề dày lá tăng mạnh, sự tăng bề dày lá chủ yếu do sự tăng mạnh của tầng mô dậu (từ 45,2 µm đến 88 µm) trong khi mô

khuyết tăng không đáng kể. Vì vậy, tỷ lệ mô đậu/mô khuyết tăng từ 0,54 lên 0,9. Ngoài ra, tầng cutin trên có sự tăng lên rõ rệt để tăng cường khả năng bảo vệ, giảm sự thoát hơi nước qua bề mặt lá trong điều kiện ánh sáng mạnh. Điều này cho thấy, Dẻ ăn quả có khả năng thích ứng rất cao với điều kiện ánh sáng qua biến đổi cấu tạo giải phẫu lá.

3.4. Các giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của luận án, một số giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực được đề xuất như sau:

3.4.1. Điều chỉnh độ tàn che để thúc đẩy tái sinh Dẻ dưới tán rừng

Các kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của độ tàn che tới tái sinh của Dẻ ăn quả cho thấy yêu cầu ánh sáng của Dẻ tái sinh tăng dần theo chiều cao cây tái sinh. Vì vậy, điều chỉnh độ tàn che là giải pháp tốt để thúc đẩy sinh trưởng cây tái sinh.

Từ phương trình thực nghiệm [3.6] và [3.7] để xác định độ tàn che tối ưu cho Dẻ ăn quả tái sinh có chiều cao khác nhau như sau.

Bảng 3.29. Yêu cầu ánh sáng của Dẻ ăn quả tái sinh ở những chiều cao khác nhau

TT	Chiều cao cây Dẻ tái sinh (m)	Bức xạ dưới tán thích hợp (KWh/m ² .ngày)	Giới hạn độ tàn che thích hợp	ĐTC thích hợp nhất
1	0,2	0,04	0,6 - 0,88	0,76
2	0,3	0,14	0,49 - 0,78	0,66
3	0,4	0,19	0,42 - 0,71	0,6
4	0,5	0,25	0,36 - 0,65	0,54
5	0,6	0,29	0,32 - 0,60	0,5
6	0,8	0,36	0,24 - 0,53	0,43
7	1	0,41	0,19 - 0,48	0,38
8	1,2	0,45	0,14 - 0,43	0,34
9	1,6	0,51	0,07 - 0,36	0,27
10	2	0,56	0,01 - 0,30	0,22
11	2,4	0,60	0 - 0,25	0,18

Như vậy, tại những khu rừng cây tái sinh còn nhỏ giải pháp là duy trì độ tàn che cao. Theo đó cây tái sinh tăng dần về kích thước, độ tàn che sẽ được điều chỉnh theo mức phù hợp để dần tham gia hình thành rừng.

Mặc dù yêu cầu về độ tàn che của cây tái sinh thay đổi liên tục theo chiều cao nhưng chúng đều có thể thích hợp trong phạm vi tương đối rộng, trung bình là

0,3. Vì vậy, để giảm bớt tính phức tạp và chi phí, với hoạt động thực tiễn điều chỉnh độ tàn che cho cây tái sinh trong khi vẫn đáp ứng yêu cầu sinh thái của chúng và đảm bảo duy trì hoàn cảnh rừng, một phác đồ điều chỉnh độ tàn che phù hợp hơn cho sản xuất được phân tích và xác định như sau.

- Điều chỉnh độ tàn che tối đa xúc tiến tái sinh Dẻ

Độ tàn che tối đa cho cây tái sinh nên ở mức 0,7. Độ tàn che này thích hợp với cả 3 cấp chiều cao của cây mẹ và cây con. Nó phù hợp với năm đầu của xúc tiến tái sinh, đồng thời cũng phù hợp với đặc điểm sinh học của Dẻ về giới hạn thích ứng với độ che bóng cao là 0,7 của Dẻ tái sinh theo kết quả nghiên cứu ở phần trên.

- Điều chỉnh độ tàn che tối thiểu cho xúc tiến tái sinh Dẻ

Độ tàn che tối thiểu cho xúc tiến tái sinh Dẻ nên ở mức 0,4. Độ tàn che này thích hợp với cây tái có chiều cao của chúng đã vượt quá 1,5 m, có triển vọng trở thành cây tầng trên là rõ rệt. Số cây tái sinh ở chiều cao này không nhiều nên có thể chỉ điều chỉnh độ tàn che ở những nơi có cây tái sinh. Và như vậy, độ tàn che chung của rừng vẫn không thấp hơn nhiều so với yêu cầu về độ tàn che trung bình 0,5 của rừng Dẻ.

- Điều chỉnh độ tàn che 0,5 cho rừng có lớp tái sinh chủ yếu cao từ 0,5 đến 0,8m. Đây là độ tàn che thích hợp hoặc chịu đựng được với phần lớn cây tái sinh Dẻ, cũng là độ tàn che thích hợp để kinh doanh lấy quả của rừng Dẻ. Ngoài ra, độ tàn che 0,5 cũng thích hợp để phát triển lớp cây bụi thảm tươi và các loài cây lâm sản ngoài gỗ dưới tán rừng.

Như vậy, độ tàn che cần điều chỉnh để xúc tiến tái sinh trong thực tiễn sẽ thay đổi theo bảng sau.

Bảng 3.30. Độ tàn che áp dụng trong thực tiễn để xúc tiến tái sinh Dẻ

TT	Chiều cao cây Dẻ tái sinh (H, m)	Giới hạn độ tàn che thích hợp	Độ tàn che thích hợp
1	0,20	0,6 - 0,88	0,70
2	0,30	0,49 - 0,78	0,70
3	0,40	0,42 - 0,71	0,70
4	0,50	0,36 - 0,65	0,50
5	0,60	0,32 - 0,60	0,50
6	0,80	0,24 - 0,53	0,50
7	1,00	0,19 - 0,48	0,40
8	1,20	0,14 - 0,43	0,40
9	1,60	0,07 - 0,36	0,40
10	2,00	0,01 - 0,30	0,40
11	2,40	0 - 0,25	0,40

Đối với các hộ gia đình có diện tích rừng Dẻ không lớn, tái sinh Dẻ thường không đồng đều. Vì vậy, có thể điều chỉnh độ tàn che cho phù hợp với tình trạng tái sinh ở mỗi đám rừng, thậm chí ở mỗi vị trí cây tái sinh tùy thuộc vào kích thước của cây tái sinh và độ tàn che. Không nhất thiết phải điều chỉnh độ tàn che đồng loạt giống nhau trên toàn bộ khu rừng.

Theo kinh nghiệm của người dân địa phương, thì việc chặt cây hoặc tỉa cành nên thực hiện vào sau mùa thu hoạch hạt, khoảng tháng 11 dương lịch. Biện pháp này vừa có ý nghĩa xúc tiến tái sinh vừa tăng được năng suất hạt cho các cây còn lại trong lâm phần.

3.4.2. Điều chỉnh độ tàn che trong quá trình chuyển hoá rừng khác thành rừng Dẻ

Hiện nay tại khu vực cứu có một số diện tích rừng Keo tai tượng và Bạch đàn năng suất thấp, hiệu quả kinh tế không ổn định. Vì vậy, người dân có xu hướng chặt bỏ và chuyển thành rừng Dẻ. Tuy nhiên, bằng cách chặt trắng để trồng rừng Dẻ thường mất nhiều thời gian nuôi rừng, hoàn cảnh trồng trãi cũng không thích hợp bảo vệ đất để phù hợp với cây tái sinh nên chúng sinh trưởng chậm và tỷ lệ sống không cao. Vì lẽ đó, người dân thường tỉa thưa rừng Keo và Bạch đàn để phục hồi rừng Dẻ. Tuy nhiên, do

không hiểu đầy đủ về yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh nên rừng phục hồi chỗ thành công, chỗ chưa thành công. Vì vậy, áp dụng kỹ thuật để chuyển hoá những rừng Bạch đàn, Keo và cả những rừng tự nhiên hiệu quả kinh tế thấp thành rừng Dẻ ăn quả là một trong yêu cầu thực tiễn của địa phương. Từ kết quả nghiên cứu của luận án, có thể khuyến nghị với trường hợp chuyển hóa rừng khác nhưng đã có Dẻ tái sinh hoặc còn tiềm năng cho tái sinh từ nguồn giống tự nhiên như sau: Trong năm đầu của chuyển hoá rừng khác thành rừng Dẻ cần tạo và duy trì được độ tàn che ở mức 0,7. Sau 2 năm, nếu kết quả điều tra thấy đã đủ số cây tái sinh (khoảng trên 1000 cây/ha) thì cần giảm độ tàn che xuống còn 0,5 – 0,6. Đến năm thứ 3 khi cây tái sinh đã có chiều cao trung bình khoảng 0,8 – 1,0 m thì tiếp tục khai thác để độ tàn che đạt mức 0,4.

Việc giảm độ tàn che theo thời gian sẽ đáp ứng được yêu cầu ánh sáng ngày càng tăng của cây Dẻ tái sinh. Độ chiếu sáng trong từng giai đoạn của rừng chuyển hoá phụ thuộc vào chiều cao cây tái sinh.



Hình 3.48. Chuẩn bị đất cho tái sinh Dẻ sau 2 chu kỳ trồng Keo và Bạch đàn của người dân tại Lục Nam và Chí Linh

Đối với những khu rừng cần chuyển hóa nhưng không có tái sinh Dẻ hoặc xa các nguồn giống tự nhiên thì cần trồng Dẻ dưới tán rừng. Mặc dù mật độ rừng Dẻ lúc trưởng thành chỉ ở mức 300 - 500 cây/ha, nhưng để tạo điều kiện chọn lọc cây tốt vẫn nên trồng với mật độ trên 1000 cây/ha. Tùy theo kích thước của cây con mà quyết định điều chỉnh độ tàn che của rừng. Để giảm số lần xử lý điều chỉnh độ tàn che luận án khuyến nghị rằng cây con mang trồng cần có chiều cao từ 0,6 m đến 0,8

m. Những cây như vậy sẽ vượt qua được chiều cao cây bụi thảm tươi để ít chịu cạnh tranh với chúng. Mặt khác yêu cầu độ tàn che của cây tái sinh đã ở mức 0,5 – 0,6. Do đó có thể điều chỉnh độ tàn che một lần ở mức 0,5 để tạo điều kiện thuận lợi cho cây tái sinh. Trong trường hợp, chậm điều chỉnh tàn che ở giai đoạn tiếp theo cũng sẽ không ảnh hưởng quá nhiều đến tỷ lệ sống của chúng.

3.4.3. Điều chỉnh mật độ để tạo được phân bố cây Dẻ tái sinh đều trên mặt đất

Kết quả phân tích quy luật phân bố cây Dẻ tái sinh trên mặt đất cho thấy tại khu vực nghiên cứu Dẻ phân bố không đều, chủ yếu là phân bố cụm. Nguyên nhân chủ yếu liên quan đến phân bố cây Dẻ mẹ, không phải do điều kiện lập địa hay đặc điểm nhóm sinh học gây nên. Vì vậy, ở những nơi xa cây mẹ thường có mật độ tái sinh thấp hoặc không có tái sinh. Để cây Dẻ tái sinh phân bố đều có thể bứng cây con từ chỗ có mật độ cao, thường ở nơi có nhiều cây mẹ, đến nơi mật độ thấp để trồng. Tùy thuộc vào độ tàn che rừng ở nơi chuyên đến mà chọn những cây tái sinh có chiều cao thích hợp. Thông thường nên bứng những cây có chiều cao trên 0.6m, là những cây có sức sống sót cao hơn.

Kết quả nghiên cứu của luận án cũng cho thấy những nơi có số cây tái sinh từ 1m trở lên được coi là cây tái sinh có triển vọng. Vì vậy, nếu nơi nào, rừng có mật độ Dẻ tái sinh có triển vọng đảm bảo và phân bố tương đối đồng đều thì không cần bứng chuyển cây tái sinh từ nơi khác đến.

KẾT LUẬN, TỒN TẠI, KHUYẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu của luận án, một số kết luận được rút ra như sau:

1.1. Đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi Dẻ ăn quả tái sinh

Bằng các phân tích, so sánh đặc điểm tiểu hoàn cảnh nơi có rừng Dẻ phân bố về địa hình, khí hậu và thổ nhưỡng ở hai địa điểm nghiên cứu Chí Linh và Lục Nam cho thấy: Dù khác nhau về vùng địa lý sinh thái theo cách phân chia hiện hành nhưng hai địa điểm nghiên cứu có sự tương đồng và không có sự khác biệt đáng kể về điều kiện lập địa. Đối với đai cao Dẻ ăn quả phân bố chủ yếu ở độ cao dưới 150 m so với mực biển, ở những nơi có độ dốc trung bình dưới 25°. Chế độ nhiệt ẩm có sự tương đồng cao thể hiện ở chỉ số khô hạn của Thái Văn Trưng đều có 5 tháng khô hạn trong năm.

Đặc điểm thổ nhưỡng được đánh giá bằng các chỉ tiêu: độ xốp, hàm lượng mùn, hàm lượng đạm, lân dễ tiêu, độ chặt, bề dày tầng đất... các chỉ tiêu phản ánh đất trong khu vực thuộc loại từ nghèo đến trung bình. Hàm lượng mùn trung bình Bắc Giang là 2,7%, ở Hải Dương là 3,2%. Độ xốp trung bình xấp xỉ 44%. Hàm lượng đạm dễ tiêu từ 1,3 mg/100g – 4,2 mg/100g, trung bình 2,4 mg/100g. Hàm lượng lân dễ tiêu từ 2,8 ppm – 9 ppm, trung bình là 6,4 ppm, độ pH đất cho toàn khu vực là 6,2 đất thuộc loại hơi chua....

1.2. Đặc điểm cấu trúc và một số nhân tố điều tra lâm phần Dẻ ăn quả

Luận án đã khái quát hoá được cấu trúc rừng Dẻ ăn quả qua một số chỉ tiêu cơ bản như mật độ, độ tàn che, độ che phủ của cây bụi thảm tươi và một số nhân tố điều tra lâm phần. Qua đây cho thấy mật độ cây tầng cao trung bình ở Lục Nam là 482 cây/ha, Chí Linh mật độ trung bình cao hơn (558 cây/ha), với 6-7 loài tham gia vào công thức tổ thành. Các chỉ tiêu điều tra lâm phần như $D_{1.3}$, Hvn, Dt, Hdc nhìn chung ở Lục Nam cao hơn so với Chí Linh.

Luận án cũng đã xác định mật độ và tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng từ 40% - 62% tổng số cây tái sinh đã điều tra. Đồng thời luận án đã xác định được hình thái

phân bố cây Dẻ tái sinh trên mặt đất, phần lớn là dạng phân bố cụm. Phân bố số cây Dẻ tái sinh theo chiều cao có hiện tượng giảm nhanh ở chiều cao 0,6 m-1 m...

Kết quả về cấu trúc rừng và các chỉ tiêu điều tra lâm phân này là những kết quả nghiên cứu quan trọng quyết định ánh sáng dưới tán rừng và có ý nghĩa cho việc nghiên cứu yêu cầu ánh sáng của cây Dẻ tái sinh.

1.3. Yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu

Luận án đã xác định được mối liên hệ giữa bức xạ dưới tán rừng và độ tàn che qua phương trình: $Y = 0,7744 - 0,9668 TC$. Kết quả cho thấy ánh sáng dưới tán rừng chiếm trung bình 21% tổng bức xạ chiếu đến tương ứng với 0,37 KWh/m².ngày

Các phương trình thực nghiệm phản ánh biến đổi độ tàn che thích hợp nhất (TC_m), ngưỡng dưới (TC_d) và ngưỡng trên (TC_t) của phạm vi độ tàn che thích hợp theo chiều cao cây tái sinh (H,m) được xác định lần lượt như sau.

$$TC_m = - 0,298 \cdot \ln(H) + 0,3169, R^2 = 0,99$$

$$TC_d = - 0,254 \cdot \ln(H) + 0,1869, R^2 = 0,99$$

$$TC_t = - 0,252 \cdot \ln(H) + 0,4751, R^2 = 0,97$$

Dựa vào các phương trình thực nghiệm trên, bảng tra độ tàn che thích hợp với cây tái sinh Dẻ ăn quả theo chiều cao của cây tái sinh đã được xây dựng.

Bên cạnh đó luận án xác định được yêu cầu về độ tàn che của cây tái sinh trong mối liên hệ với một số yếu tố lập địa. Kết quả cho thấy các yếu tố lập địa ảnh hưởng không lớn đến yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh.

Các phương trình và biểu đồ thể hiện mối liên hệ giữa diện tích a, b, tỷ lệ diện tích a/b và tỷ lệ mô dậu/mô khuyết với theo độ tàn che được thiết lập. Chủ yếu thể hiện bằng các phương trình tuyến tính với hệ số xác định (R²) cao. Kết quả này đã phản ánh một phần ảnh hưởng của ánh sáng đến cấu tạo vi mô của lá.

1.4. Các giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả

Dựa vào các kết quả nghiên cứu luận án đã đưa ra một số giải pháp phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu. Chủ yếu các giải pháp mang tính kỹ thuật nhằm giải quyết yêu cầu ánh sáng của cây tái sinh, hỗ trợ sinh trưởng của cây Dẻ tái sinh tại khu vực nghiên cứu. Đây là những giải pháp dựa vào yêu cầu sinh thái

của loài, những giải pháp có cơ sở khoa học nhằm phục hồi rừng Dẻ ăn quả tại khu vực nghiên cứu.

2. Tồn tại

Bên cạnh những kết quả đã đạt được, luận án còn tồn tại một số điểm sau đây:

- Chưa nghiên cứu đầy đủ các khu vực phân bố của Dẻ ăn quả ở Việt Nam để nhận định đầy đủ về điều kiện lập địa phân bố Dẻ ăn quả.

- Chưa có thời gian kiểm chứng, thử nghiệm các giải pháp đề xuất để xác định tính khả thi của giải pháp.

- Chưa xác định yêu cầu ánh sáng của Dẻ ăn quả tái sinh bằng các phương pháp khác nhau, điển hình như các phương pháp xác định thông qua chỉ số mật độ photon quang hợp của cây, phương pháp xác định bức xạ quang hợp hiệu quả, phương pháp bố trí trong phòng thí nghiệm ở các chế độ chiếu sáng khác nhau...

- Chưa làm rõ nguồn gốc tái sinh có ảnh hưởng như thế nào đến yêu cầu ánh sáng của Dẻ tái sinh.

- Mặc dù lựa chọn những khu vực điều tra ít bị tác động nhất của con người, nhưng luận án cũng như chưa làm rõ được một số tác động của con người đến tái sinh của Dẻ ăn quả.

3. Khuyến nghị

Từ các tồn tại nêu trên, để các nghiên cứu tiếp theo đầy đủ hơn, một số khuyến nghị được đề xuất như sau:

Mở rộng nghiên cứu vùng phân bố của Dẻ ăn quả để đa dạng hóa các trạng thái rừng khác nhau.

Tiếp tục nghiên cứu làm rõ nguồn gốc tái sinh có ảnh hưởng như thế nào đến sinh trưởng của cây tái sinh và yêu cầu ánh sáng của loài nghiên cứu.

Kiểm nghiệm tính khả thi của các giải pháp đã đề xuất nhằm phục hồi rừng Dẻ ăn quả cho khu vực nghiên cứu, từ đó triển khai áp dụng giải pháp cho các khu vực phân bố khác của Dẻ.

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

1. Kiều Thị Dương, Vương Văn Quỳnh, Đặng Đình Chất (2017), *Nghiên cứu một số đặc điểm tái sinh của Dẻ ăn hạt (Castanopsis boisii Hickel et A.Camus) tại Bắc Giang và Hải Dương.* Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, số 6-2017, tr.170-177.

2. Kiều Thị Dương, Vương Văn Quỳnh, Nguyễn Việt Hưng (2017), *yêu cầu ánh sáng của Dẻ ăn quả (Castanopsis boisii Hickel et A.Camus) ở giai đoạn tái sinh tại Lục Nam, Bắc Giang.* Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, số 7-2017, tr.134-141.

3. Duong Kieu Thi, Quynh Vuong Van, Tho Nguyen Thi, Viet Hung Nguyen (2017), *Effect of canopy closure on chlorophyll content and anatomy structure of Castanopsis boisii leaves in the regeneration stage in Bac Giang and Hai Duong, Vietnam,* Journal of Forestry Science and Technology, No.2-2017, Page: 75-86

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Đặng Ngọc Anh, Hà Văn Hoạch (1995), *Công trình khoa học kỹ thuật điều tra quy hoạch rừng (1991- 1995)*, Viện điều tra quy hoạch rừng, chủ đề khoanh nuôi phục hồi tự nhiên rừng Dẻ Hà Bắc, Hà Nội.
2. Nguyễn Tiến Bản (1997), *Cẩm nang tra cứu và nhận biết các họ thực vật hạt kín ở Việt Nam*, Viện sinh thái và Tài nguyên sinh vật, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Nguyễn Thanh Bình (2003), *Nghiên cứu một số đặc điểm lâm học của loài Dẻ ăn quả (Castanopsis boissii Hickel et A. Camus) phục hồi tự nhiên tại tỉnh Bắc Giang*, Luận văn Thạc sỹ khoa học Lâm nghiệp, Hà Tây.
4. Bộ NN&PTNT (2006), *Tiêu chuẩn ngành 04 TCN 126 – 2006, hướng dẫn kỹ thuật trồng cây gỗ lá rộng dưới tán rừng trồng để cung cấp gỗ lớn*. (Ban hành kèm theo Quyết định số 4018 QĐ/BNN-KHCN ngày 29 tháng 12 năm 2006 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn)
5. Bộ NN&PTNT, Vụ Khoa học, công nghệ và chất lượng sản phẩm (2001), *Văn bản tiêu chuẩn kỹ thuật Lâm sinh tập II*, Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
6. Bộ NN&PTNT (2006), *Cẩm nang ngành Lâm nghiệp, Chương hệ sinh thái rừng tự nhiên Việt Nam*.
7. Bộ NN&PTNT (2004), *Cẩm nang ngành Lâm nghiệp, Chương trình hỗ trợ ngành lâm nghiệp & đối tác, Chương phân loại sử dụng, lập quy hoạch và giao đất lâm nghiệp* (Nguyễn Ngọc Bình, Ngô Đình Quế chủ biên).
8. Lê Mộng Chân, Lê Thị Huyền (2000), *Thực vật rừng*, Giáo trình Đại học Lâm nghiệp, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
9. Võ Văn Chi (2003), *Từ điển Thực vật thông dụng, tập I*, nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Thành phố Hồ Chí Minh.
10. Võ Văn Chi (2004), *Từ điển Thực vật thông dụng, tập II*, nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Thành phố Hồ Chí Minh.

11. Trần Văn Chính (chủ biên) (2006), *Giáo trình Thổ nhưỡng học*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Bộ môn Khoa học Đất, Trường ĐH Nông nghiệp I.
12. Chi Cục Kiểm Lâm Hải Dương (2017), *Báo cáo Quy hoạch, Kế hoạch BV& PTR giai đoạn 2015-2020 và định hướng đến 2020*.
13. Phạm Văn Điền, Phạm Xuân Hoàn (2016), *Giáo trình sinh thái rừng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
14. Trần Lâm Đồng, Nguyễn Bá Văn, Nguyễn Toàn Thắng, Lương Văn Dũng, 2007, *Xác định loài, vùng phân bố và đặc điểm lâm học của một số loài Dẻ ăn hạt ở Tây Nguyên*. Tạp chí NN&PTNT Số 18/2007.
15. Phạm Xuân Hoàn (chủ biên) (2004), *Một số vấn đề trong lâm học nhiệt đới*, nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội.
16. Phạm Xuân Hoàn, Phạm Minh Toại (2013), *Kỹ thuật Lâm sinh*, giáo trình Đại học Lâm nghiệp, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
17. Trần Ngọc Hải (2015), *Nghiên cứu đặc điểm giải phẫu và sinh lý loài Bương mốt*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, Số 3/2015.
18. Hà Thị Hiền (2008), “*Ảnh hưởng của mức độ che sáng đến sinh trưởng của Dẻ đỏ giai đoạn vườn ươm*”, Tạp chí khoa học lâm nghiệp, số 4.
19. Vũ Tiến Hình (2012), *Điều tra rừng*, *Giáo trình dùng cho sau đại học*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
20. Phạm Hoàng Hộ (2000), *Cây cỏ Việt Nam, Quyển II*, Nhà xuất bản trẻ, Thành phố Hồ Chí Minh.
21. Nguyễn Như Khanh, Cao Phi Bằng (2009), *Sinh lý học thực vật*, nhà xuất bản Giáo dục.
22. Hà Thị Mừng, *Kết quả nghiên cứu một số đặc điểm sinh lý, sinh thái cây Giáng Hương*, Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường Rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
23. Trần Công Minh (2007), *Khí hậu và khí tượng đại cương*, nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội, chương 8: Khí hậu và phân vùng Khí hậu trái đất.
24. Môi trường Việt Nam (2016), *Đánh giá và phân tích các chỉ tiêu môi trường đất*.

25. Hoàng Kim Ngũ, Phùng Ngọc Lan (2005), *Sinh thái rừng*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
26. Vũ Tân Phương, Hoàng Việt Anh, Nguyễn Ngọc Lung, Đỗ Đình Sâm, Nguyễn Đình Ký, Trần Việt Liễn (2012), *Phân vùng sinh thái Lâm nghiệp ở Việt Nam*, nhà xuất bản Khoa học Và Kỹ Thuật .
27. Nguyễn Văn Tiến, Nguyễn Huy Sơn (2011), *Đặc điểm lâm học quần thể và khả năng tái sinh của cây Re gừng ở VQG Xuân Sơn, Phú Thọ*, Viện khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
28. Phan Văn Thắng (2014), *Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học và biện pháp kỹ thuật chọn tạo giống và gây trồng rừng Giổi xanh (Michelia mediocris Dandy) làm cơ sở đề xuất biện pháp kỹ thuật nhằm nâng cao năng suất và chất lượng rừng*, Luận án tiến sỹ, Viện Khoa học Lâm nghiệp.
29. Nguyễn Toàn Thắng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (2012), *Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật nuôi dưỡng rừng Dẻ ăn hạt (Castanopsis boisii Hickel et Camus) tại Bắc Giang*, Báo cáo đề tài cấp Bộ, 2011.
30. Nguyễn Toàn Thắng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (2016), *Nghiên cứu một số cơ sở khoa học để phát triển loài Dẻ Anh (Castanopsis piriformis Hickel & Camus) theo hướng lấy hạt ở Tây Nguyên*, Luận án Tiến sĩ Lâm nghiệp.
31. Nguyễn Ngọc Thanh (2003), *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số nhân tố hoàn cảnh đến tái sinh loài cây Trám trắng tại Lâm trường Sơn Động II, huyện Sơn Động, tỉnh Bắc Giang*, Luận văn Thạc sỹ Khoa học Lâm nghiệp, Hà Tây.
32. Nguyễn Hữu Thước (1996), *Nghiên cứu đặc điểm thích nghi của cây Mỡ ở các điều kiện chiếu sáng khác nhau*.
33. Nguyễn Văn Thêm (2009), *Chương 4 - Vai trò sinh thái của Bức xạ mặt trời, thuộc giáo trình sinh thái rừng*, Giáo trình Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh.
34. Thái Văn Trùng (1978), *Thảm thực vật rừng Việt Nam (Trên quan điểm hệ sinh thái)*, nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

35. Nguyễn Hải Tuất, Nguyễn Trọng Bình (2005), *Khai thác và sử dụng SPSS để xử lý số liệu nghiên cứu trong lâm nghiệp*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
36. Nguyễn Hải Tuất, Vũ Tiến Hình, Ngô Kim Khôi (2006), *Phân tích thống kê trong lâm nghiệp*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
37. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (2005), *Khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật
38. Nguyễn Văn Tiền (2014), *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp quản lý côn trùng và động vật gây hại cây Dẻ gai yên thế (Castanopsis boisii Hickel & A.Camus, 1922) tại thị xã Chí Linh Hải Dương*, Luận Văn Thạc sỹ khoa học Lâm nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp.
39. Nguyễn Thanh Tiến (2004), *Nghiên cứu đặc điểm tái sinh dưới tán rừng trồng khu vực hồ Núi Cốc tỉnh Thái Nguyên*, Luận văn Thạc Sĩ Khoa học Lâm nghiệp, Hà Tây.
40. Nguyễn Thị Thơ, Vũ Quang Nam (2013), *Đặc điểm giải phẫu và sinh lý loài Vạng trứng (Endospermum chinense Benth)*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, số 4/2013.
41. Ủy ban nhân dân tỉnh Bắc Giang (2017), QĐ Vv Quy định mức hỗ trợ, khoán QL BVR, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh rừng tự nhiên trên địa bàn tỉnh Bắc Giang.
42. Vương Văn Quỳnh, Trần Tuyết Hằng (1996), *Khí tượng thủy văn rừng*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
43. Nguyễn Tử Siêm, Thái Phiên (1999), *Đất đồi núi Việt Nam - Thoái hóa và phục hồi*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
44. Đỗ Đình Sâm, Ngô Đình Quế, Nguyễn Tử Siêm, Nguyễn Ngọc Bình, *Đất và dinh dưỡng đất* (2006), Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Cẩm nang ngành Lâm nghiệp, Chương trình hỗ trợ ngành lâm nghiệp & đối tác.
45. Vũ Văn Vụ, Vũ Thanh Tâm, Hoàng Minh Tấn (2012), *Sinh lý học thực vật*, nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

46. Viện điều tra Quy hoạch rừng (1982), *Cây gỗ rừng Việt Nam, tập 5*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
47. Nguyễn Khánh Xuân (2006), *Báo cáo dự án mô hình tăng thu nhập từ rừng Dẻ để cộng đồng sử dụng và quản lý bền vững Dẻ tái sinh thuần loại*, trung tâm môi trường và lâm nghiệp nhiệt đới.

Tiếng nước ngoài

48. Bertamini M, Muthuchelian K, Nedunchezian N (2006). *Shade effect alters leaf pigments and photosynthetic responses in Norway spruce (Picea abies) grown under field conditions*. *Photosynthetica*, 44(2): 227-234
49. Bi, J., J.A. Blanco, J.P. Kimmins, Y. Ding, B. Seely, C. Welham (2007), *Yield decline in Chinese Fir plantations: A simulation investigation with implications for model complexity*. *Can. J. For. Res.* 37: 1615 - 1630.
50. Chanh Samone Phonguodume, Don Koo Lee, Silavanh Sawathvong, Yeong Dae Park, Wai Mun Ho and Edwin A. Combalicer (2012), *Effects of Light Intensities on Growth Performance, Biomass Allocation and Chlorophyll Content of Five Tropical Deciduous Seedlings in Lao PDR* *Journal of Environmental Science and Management* 60-67 (Special Issue 1-2012).
51. David I Forrester, Ruben Guisasola, Xiaolu Tang, Axel T Albrecht, Tran Lam Dong, Gueric Le Maie (2014), *Using a stand – level model to predict light absorption in stands with vertically and horizontally heterogeneous canopies*. *Forest Ecosystem Journal*.
52. Dusan Rozenbergar, Jurij Diaci (2014). *Architecture of Fagus sylvatica regeneration improves over time in mixed old-growth and managed forests*, *Forest Ecology and Management* 318 (2014)334- 340.
53. Duy Hung Vuong, Nian-He Xia (2014), *Two new species in Castanopsis (Fagaceae) from Vietnam and their leaf cuticular features*, *Phytoxata* 186 (1):029-041.
54. Engelbrecht B.M.J, Herz H.M (2001), *Evaluation of different methods to estimate understorey light conditions in tropical forests*, *Journal Tropical Ecology*. 17 (2001) 207- 224.

55. Favaretto VF, Martinez CA, Soriani HH, Furriel RPM (2011), *Differential responses of antioxidant enzymes in pioneer and late successional tropical tree species grown under sun and shade conditions*. Environ Exp Bot, 70(1): 20-28.
56. Hadi Fadaei, Mahdi Kolahi (2008), *Transect-plot inventory, a method for arid and semi arid forests (A New Edition Method)*, Conference Paper, Conference: the international conference of linking Forest inventory and optimization.
57. Han S, Cheng FL (2013), *Research Progress in Plant Response to Weak Light*. Plant Physiology Journal, 49 (4): 309-316.
58. Hessenmoller D., Elsenhans A.S., Schulze E.D., (2013), *Sampling forest tree regeneration with a transect approach*, Annals of Forest research, Ann. For. Res. 56(1): 3-14, 2013
59. Ira James Sutherland (2015), *Research assistant, University of British Columbia - Vancouver* · Department of Forest Sciences, Vancouver, Canada
60. Lecomte M.H (1929-1931) *Flore generale de L' Indo – China, Tome VI, Fascicule 9*, Masson et Cie editeues. Boul. Fagaceae. Page 937-1033.
61. Liu SL, Ma MD, Pan YZ, Wei LL, He CX, Yang KM (2013). *Effects of light regime on growth and photosynthetic characteristics of Alnus formosana and A.cremastogyne seedlings*. Chinese Journal of Applied Ecology, 24(2): 351-358.
62. Lile Hu, Boqian Yan, Xiaopu Wu, Junsheng Li (2010), *Calculation method for sunshine duration in canopy gaps and its application in analyzing gap light regimes*, Forest Ecology and Management 259 (2010) 350-359.
63. Lichtenthaler.Hartmut K. (2009), *Biosynthesis and Accumulation of Isoprenoid Carotenoids and Chlorophylls and Emission of Isoprene by Leaf Chloroplasts*, bulletin of the georgian National Academy of Sciences, vol. 3, no. 3, 2009,
64. Min Zhang, Jiaojun Zhu, Mingcai Li, Guangqi Zhang, Qiaoling Yan (2013), *Different light acclimation strategies of two coexisting tree species seedlings*

- in a temperate secondary forest along five natural light levels. Journal Forest Ecology and Management* 306 (2013) 234 -242.
65. Nguyen Toan Thang, Tran Van Do, Tamotsu Sato, Nguyen Trong Binh, Osamu Kozan, Ngo Van Cam (2016), *Yield and nutrient content of chestnut (castanopsis piriformis) in Natural Central Highlands Forests, Vietnam, Small- scale Forestry*, Springer (2016) 15:229- 239.
66. R.H.M.J. Lemmens, I. Soerianegara and W.C.Wong, Prosea (1995), *Plant Resources of South – East Asia 5 (Timber trees: Minor commercial timbers)*, Bogor Indonesia, 1995. Pages: 108- 113.
67. R. A. Montgomery · R. L. Chazdon (2002), *Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps*, ecophysiology, DOI: 10.1007/s00442-002-0872-1,
68. Ou ZY, Pang SL, Tan ZQ, Zheng W, He QF, Shen WH. (2017), Effects of forest structure on natural regeneration of *Excentrodendron hsienmu* population in Southwest Guangxi, China, 2017 Oct;28(10):3181-3188. DOI: 10.13287/j.1001-9332.201710.001, Article in Chinese
69. Qingsong Shao, Hongzhen Wang, Haipeng Guo, Aicun Zhou, Yuqiu Huang, Yulu Sun, Mingyan Li (2014), *Effects of shade treatments on Photosynthetic characteristics, chloroplast ultrastructure, and physiology of anoectochilus roxburghii*, PLoS ONE 9(2): e85996. doi:10.1371/journal.pone.0085996, 2014 .
70. Girma. A., R. Mosandl, Hany El Kateb & F. Masresha (2010), *Restoration of degraded secondary forest with native species: a case study in the highland of Ethiopia*. Scandinavian Journal of Forest Research, 2010; 25 (Suppl 8): 86 – 91
71. Takhtajan A (1996), *Diversity and classification of Flowering Plants*, Columbia University Press, New York.
72. Tinoco-Ojanguren and R. W. Pearcy (1995), *Functional Ecology (A Comparison of Light Quality and Quantity Effects on the Growth and Steady-State and Dynamic Photosynthetic Characteristics of Three Tropical Tree Species*, Vol. 9, No. 2 (Apr, 1995), pp. 222-230.

73. Thomas T. Lei, R. Tabuchi, M. Kitao, T. Koike (1996), *Functional relationship between chlorophyll content and leaf reflectance, and light-capturing efficiency of Japanese forest species*, an International Journal for Plant Biology.
74. Tran Lam Dong, David I. Forrester, Chris Beadle, Richard Doyle, Nguyen Huy Hoang, Nguyen Xuan Giap & Dale Worledge (2017), *Effects of light availability on crown structure, biomass production, light absorption and light-use efficiency of Hopea odorata planted within gaps in Acacia hybrid plantations*, Plant Ecology & Diversity, <http://dx.doi.org/10.1080/17550874.2016.1262471>
75. Kroot Aasamaa, Pedro Jose Aphalo (2017), *The acclimation of Tilia cordata stomatal opening in response to light, and stomatal anatomy to vegetational shade and its components*, Tree Physiology Journal, Volume 37, Issue number 2, pages: 209-219.
76. Sarijeva G, Knapp M, Lichtenthaler HK (2007), *Differences in photosynthetic activity, chlorophyll and carotenoids levels and in chlorophyll fluorescence parameters in green sun and shade leaves of Ginkgo and Fagus*. Journal of Plant Physiology, 164(7): 950-955.
77. Shafiqur Rehiman Khan, Robin Rose, Diane. Haase, Thomas E. Sabin (2000), *Effects of shade on morphology, chlorophyll concentration and chlorophyll fluorescence of four Pacific Northwest Conifer species*. New forest, Volume 19, Issue 2
78. Viviane F. Favaretto, Carlos A. Martinez, Hilda H. Soriani, Rosa P.M. Furriel (2011), *Differential responses of antioxidant enzymes in pioneer and late-successional tropical tree species grown under sun and shade conditions*, Environmental and Experimental Botany, Volume 70, Issue 1, January 2011, Pages 20–28.
79. Vuong Duy Hung, Xia Nian He (2014), *Castanopsis gamblei* (Fagaceae), A newly recorded species from Vietnam, Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2014,22(2):138-142.

80. Xaydala K (2004), *Research on morphological and ecological characteristics of some main species of Fagaceae in Laos*. In: PhD. Dissertation. Vietnamese Academy of Forest Sciences, Ha Noi, Vietnam.

Website:

81. Flora of China <http://flora.huh.harvard.edu/china//PDF/PDF04/castanopsis.pdf>)

82. http://www.sfrc.ufl.edu/extension/florida_forestry_information/forest_management/inventory.html; Bogdan Jaroszewicz (2015), University of Warsaw, Head of Białowieża Geobotanical Station, Forest Inventory, University of Florida,

83. https://www.researchgate.net/profile/Norma_Fowler: Professor (Full), Norma Fowler, University of Texas at Austin | UT, Department of Integrative Biology, Austin, TX, 2018

84. <http://www.theplantlist.org/>

85. <https://solarpower.vn/cuong-do-buc-xa-nang-luong-mat-troi-tai-cac-khu-vuc-viet-nam/2018>.