

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM THỰC VẬT HỌC,
SINH LÝ, HÓA SINH VÀ NHÂN GIỐNG *IN VITRO*
MỘT SỐ GIỐNG SEN (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)
TRỒNG Ở THỪA THIÊN HUẾ

Ngành: SINH LÝ HỌC THỰC VẬT

Mã số: 94.20.112

LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC

Huế, 2020

**Công trình được hoàn thành tại: Khoa Sinh học
Trường Đại Học Khoa Học, Đại Học Huế**

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS. TS. Hoàng Thị Kim Hồng

2. PGS. TS. Võ Thị Mai Hương

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp Đại học Huế
tại Đại học Huế vào hồi ... giờ ..., ngày ... tháng ... năm 201....

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Trường Đại học Khoa Học, Đại học Huế
- Thư viện Quốc gia Việt Nam

CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Nguyễn Thị Quỳnh Trang**, Hoàng Thị Kim Hồng, Võ Thị Mai Hương (2017). Điều tra thực trạng sản xuất cây sen (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ở tỉnh Thừa Thiên Huế. *Hội thảo khoa học Sinh lý thực vật toàn quốc lần 2 (Sinh lý thực vật ứng dụng trong nông nghiệp công nghệ cao)*. 1(1): 121-130.
2. **Nguyễn Thị Quỳnh Trang**, Đặng Thanh Long, Hoàng Thị Kim Hồng (2018). Nghiên cứu nhân giống *in vitro* giống Sen Trắng Trệt Lõm Huế. *Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc lần thứ 2*, 1267-1274.
3. **Nguyễn Thị Quỳnh Trang**, Hoàng Thị Kim Hồng, Võ Thị Mai Hương, Bùi Ninh, Ngô Quý Thảo Ngọc (2018). Đặc điểm hình thái và khả năng sinh trưởng, phát triển, năng suất của giống Sen Cao Sản trồng tại Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học Tự nhiên*, 1(127): 192-202.
4. **Nguyễn Thị Quỳnh Trang**, Hoàng Thị Kim Hồng, Đặng Thanh Long, Trần Thị Hương Giang, Trần Thị Mỹ Loan (2018). Nghiên cứu xây dựng sơ đồ phân bố các giống sen (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ở tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*, 13(2):165-176.
5. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Trương Thi Hieu Thao, Hoang Thi Kim Hong (2019). Study on the anatomical morphology of Lotus varieties (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) in Viet Nam. *Plant cell Biotechnology and Molecular Biology*, 20(3&4):95-105.
6. **Nguyễn Thị Quỳnh Trang**, Đặng Thanh Long, Võ Thị Mai Hương, Hoàng Thị Kim Hồng (2019). Nghiên cứu đặc điểm nông sinh học của các giống sen (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) trồng ở tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 13: 46-54.
7. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Hoang Thi Kim Hong, Vo Thi Mai Huong, Dang Thanh Long (2020). *In vitro* propagation of red lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) - an aquatic edible plant in Vietnam. *Agriculture Science Digest*. 10.18805/ag.D-257 (Online First Article).

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Cây sen (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) là loại cây thủy sinh được con người trồng và sử dụng từ rất lâu đời trên thế giới. Ở nước ta sen được trồng phổ biến ở nhiều làng quê Việt Nam.

Cây sen có nhiều giá trị quan trọng và được sử dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau trong cuộc sống của con người như làm cảnh, làm thực phẩm và làm thuốc. Điều đặc biệt là hầu như tất cả các bộ phận của cây sen đều có giá trị sử dụng.

Thừa Thiên Huế - một trong những trung tâm phật giáo lớn của Việt Nam với hàng trăm ngôi chùa cổ kính trầm mặc - giá trị cây sen không chỉ dừng lại ở ý nghĩa vật chất mà còn nhiều ý nghĩa về mặt tinh thần. Bên cạnh đó, chúng còn tạo nên vẻ đẹp hài hòa, mềm mại, vẻ duyên dáng đặc biệt cho các công trình kiến trúc truyền thống của Huế.

Tuy nhiên, hiện nay các giống sen có các đặc tính quý đang suy giảm một cách nghiêm trọng và đứng trước nguy cơ mất dần theo thời gian. Ở Thừa Thiên Huế việc nghiên cứu về cây sen chưa nhiều, chủ yếu tập trung vào các lĩnh vực thực phẩm và dược liệu dùng làm thuốc, thực phẩm chức năng thông thường. Công tác thu thập, bảo tồn, đánh giá tập đoàn cây sen dựa vào sự phân bố, đặc điểm sinh học đặc trưng của giống và nhân giống cây sen bằng kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào vẫn chưa được quan tâm đúng mức. Nghiên cứu tập đoàn sen ở Thừa Thiên Huế nhằm cung cấp đầy đủ các dữ liệu quản lý, dữ liệu mô tả, đánh giá đặc điểm thực vật học, đặc điểm sinh lý, hóa sinh, năng suất và chất lượng của các giống sen là việc làm tất yếu, cấp bách phục vụ công tác bảo tồn và khai thác tài nguyên hoa sen trong nền kinh tế hiện nay.

Xuất phát từ những cơ sở trên, chúng tôi chọn đề tài “**Nghiên cứu đặc điểm thực vật học, sinh lý, hóa sinh và nhân giống in**

***in vitro* một số giống sen (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) trồng ở Thừa Thiên Huế**". Nghiên cứu này nhằm cung cấp cơ sở dữ liệu về đặc điểm sinh học của các giống sen và nhân giống *in vitro* một số giống sen có giá trị, làm cơ sở cho việc khai thác, bảo tồn và phát triển cây sen ở Thừa Thiên Huế.

2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

2.1. Mục tiêu chung

Xác định được đặc điểm thực vật học, sinh lý, hóa sinh và nhân giống *in vitro* một số giống sen chính trồng tại Thừa Thiên Huế để làm cơ sở cho việc bảo tồn nguồn gen cây sen và phát triển cây sen có hiệu quả tại Thừa Thiên Huế.

2.2. MỤC TIÊU CỤ THỂ

- Đánh giá được thực trạng sản xuất cây sen và xây dựng sơ đồ phân bố của các mẫu giống sen trồng ở Thừa Thiên Huế.

- Đánh giá được đa dạng di truyền dựa vào kiểu hình của các mẫu giống sen trồng ở Thừa Thiên Huế nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc xác định các giống sen.

- Đánh giá được đặc điểm thực vật học (bao gồm cả hình thái bên trong và bên ngoài) của các giống sen phục vụ cho công tác nhận diện và phân biệt các giống sen.

- Cung cấp được các cơ sở dữ liệu về đặc điểm sinh lý (đặc điểm sinh trưởng, phát triển, năng suất) và hóa sinh của một số giống sen chính ở Thừa Thiên Huế.

- Nghiên cứu nhân giống *in vitro* một số giống sen địa phương - Làm cơ sở cho việc bảo tồn cây sen ở Thừa Thiên Huế.

3. Những đóng góp mới của luận án

Đề tài đã xác định được tập đoàn 66 mẫu giống sen thuộc 6 giống sen chính hiện đang được trồng ở Thừa Thiên Huế (gồm 1 giống sen nhập và 5 giống sen địa phương) với đầy đủ dữ liệu về phân bố, dữ liệu

mô tả là nguồn vật liệu di truyền quý phục vụ công tác bảo tồn và khai thác sử dụng nguồn gen cây sen ở Thừa Thiên Huế.

Đề tài đã đánh giá được đa dạng di truyền dựa vào một số kiểu hình của 66 mẫu giống sen. Từ đó, cung cấp cơ sở khoa học đáng tin cậy cho việc xác định các giống sen trồng chính ở Thừa Thiên Huế.

Đề tài đã đánh giá được đầy đủ và hệ thống các đặc điểm thực vật học, sinh lý và hóa sinh của 6 giống sen chính tại Thừa Thiên Huế như đặc điểm hình thái, đặc điểm giải phẫu; đặc điểm sinh trưởng và phát triển; năng suất và chất lượng hạt. Những kết quả nghiên cứu này đã bổ sung các dẫn liệu khoa học mới, có giá trị phục vụ cho công tác bảo tồn và khai thác hợp lý nguồn gen cây sen ở Thừa Thiên Huế.

Đề tài đã giới thiệu được 2 giống sen địa phương với nhiều đặc tính quý về màu sắc hoa, năng suất, chất lượng hạt, có tiềm năng trong sản xuất và lợi thế thị trường là giống Sen Trắng Trệt Lõm và giống sen Đỏ Ớt để bảo tồn, khai thác và phát triển.

Đề tài đã bước đầu nghiên cứu thành công việc nhân giống *in vitro* hai giống sen quý là Sen Trắng Trệt Lõm và Sen Đỏ Ớt từ tim sen. Kết quả này góp phần bảo tồn và phục tráng các giống sen quý đang bị thoái hóa tại Thừa Thiên Huế.

4. Kết cấu của luận án

Luận án gồm 150 trang (kể cả tài liệu tham khảo) chia thành các phần: Phần mở đầu 4 trang; Chương 1: Tổng quan các vấn đề nghiên cứu 30 trang; Chương 2: Vật liệu, nội dung và phương pháp nghiên cứu 18 trang; Chương 3: Kết quả và thảo luận 82 trang; Phần kết luận và kiến nghị 2 trang; Các công trình đã công bố liên quan đến luận án 1 trang; Phần tài liệu tham khảo 13 trang với 125 tài liệu tham khảo bằng tiếng Việt, tiếng Anh và Internet. Luận án có 43 bảng, 42 hình.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Luận án đã tham khảo và tổng kết về 4 vấn đề chính với các nội dung liên quan: (1) Tổng quan chung về cây sen; (2) Tình hình nghiên cứu về cây sen trên thế giới và ở Việt Nam; (3) Kỹ thuật trồng và chăm sóc cây sen; (4) Nuôi cấy mô tế bào thực vật.

Chương II. VẬT LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

- Nguồn vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu đặc điểm thực vật học, sinh lý, hóa sinh là 6 giống sen được lựa chọn từ 66 mẫu giống sen bao gồm 5 giống sen địa phương: Sen Hồng Phú Mộng, Sen Hồng Gia Long, Sen Đỏ Ớt (Sen Đỏ Vinh Thanh), Sen Trắng Trệt Lõm, Sen Trắng Trệt Lồi và 1 giống sen nhập có nguồn gốc Đồng Tháp là Sen Cao Sản.

- Nguồn vật liệu sử dụng trong nghiên cứu nhân giống *in vitro* là hạt sen tươi khoảng 23-25 ngày tuổi của 2 giống Sen Trắng Trệt Lõm và Sen Đỏ Ớt.

2.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.2.1. Điều tra tình hình sản xuất và tiêu thụ các sản phẩm từ cây sen, xây dựng sơ đồ phân bố các mẫu giống sen ở Thừa Thiên Huế.

2.2.2. Nghiên cứu đa dạng di truyền các mẫu giống sen dựa vào kiểu hình - Đánh giá nguồn vật liệu khởi đầu

2.2.3. Nghiên cứu đặc điểm thực vật học của một số giống sen ở Thừa Thiên Huế

2.2.4. Nghiên cứu đặc điểm sinh lý của một số giống sen ở Thừa Thiên Huế

2.2.5. Nghiên cứu đặc điểm hóa sinh hạt sen của một số giống sen ở Thừa Thiên Huế

2.2.6. Nhân giống *in vitro* một số giống sen địa phương được chọn lọc

2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.3.1. Phương pháp điều tra tình hình sản xuất, tiêu thụ các sản phẩm từ cây sen, xây dựng sơ đồ phân bố các mẫu giống sen ở Thừa Thiên Huế

Điều tra hiện trạng sản xuất và tiêu thụ sen

Phương pháp xây dựng sơ đồ phân bố các mẫu giống sen

2.3.2. Phương pháp phân tích đa dạng di truyền các mẫu giống sen dựa vào kiểu hình

2.3.3. Phương pháp thu thập các giống sen - tạo nguồn nguyên liệu

2.3.4. Phương pháp đánh giá đặc điểm thực vật học, sinh lý và hóa sinh của một số giống sen trồng ở Thừa Thiên Huế

Phương pháp bố trí thí nghiệm

Phương pháp đánh giá đặc điểm thực vật học của một số giống sen

Phương pháp đánh giá đặc điểm sinh lý của một số giống sen

Phương pháp đánh giá các đặc điểm hóa sinh của hạt một số giống sen

2.3.5. Phương pháp nghiên cứu nhân giống *in vitro* một số giống sen địa phương

2.3.6. Phương pháp xử lý số liệu

Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. TÌNH HÌNH SẢN XUẤT VÀ TIÊU THỤ CÁC GIỐNG SEN Ở THỪA THIÊN HUẾ

3.1.1. Địa điểm trồng sen và thành phần các giống sen trồng tại Thừa Thiên Huế

Năm 2017-2018, Thừa Thiên Huế có 66 địa điểm trồng sen với 66 mẫu giống sen, được phân thành 2 nhóm: nhóm sen nhập (1 giống Sen Cao Sản), Nhóm sen địa phương với 2 nhóm nhỏ là nhóm sen hồng (gồm 3 giống: Sen Hồng Phú Mộng, Sen Đỏ Ớt, Sen Hồng Gia Long) và nhóm sen trắng (gồm 2 giống: Sen Trắng Trệt Lõm, Sen Trắng Trệt Lồi).

3.1.2. Diện tích và cơ cấu các giống sen hiện trồng ở Thừa Thiên Huế

Bảng 3.2. Diện tích trồng sen của các khu vực điều tra ở Thừa Thiên Huế năm 2017-2018

STT	Khu vực điều tra	Tên giống sen	Diện tích (ha)	Tổng diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Khu vực bên trong Đại Nội, thành phố Huế (2 giống)	Sen Trắng Trệt Lỡm	4,49	4,57	1,34
		Sen Cao Sản	0,08		
2	Thành phố Huế (ngoài khu vực Đại Nội) (5 giống)	Sen Trắng Trệt Lỡm	7,03	19,90	5,84
		Sen Trắng Trệt Lồi	0,05		
		Sen Hồng Phú Mộng	0,05		
		Sen Đò Ớt	0,50		
		Sen Cao Sản	12,27		
3	Phong Điền (2 giống)	Sen Hồng Phú Mộng	28,50	196,70	57,66
		Sen Cao Sản	168,20		
4	Hương Trà (4 giống)	Sen Trắng Trệt Lồi	0,13	41,60	12,20
		Sen Trắng Trệt Lỡm	1,00		
		Sen Hồng Gia Long	0,97		
		Sen Cao Sản	39,50		
5	Hương Thủy (1 giống)	Sen Đò Ớt	0,15	0,15	0,04
6	Phú Vang (1 giống)	Sen Đò Ớt	64,20	64,20	18,82
7	Phú Lộc (1 giống)	Sen Cao Sản	14,00	14,00	4,10
Tổng diện tích			341,12	341,12	100

Năm 2017-2018, Thừa Thiên Huế có tổng diện tích trồng sen là 341,12 ha. Diện tích giống Sen Cao Sản đạt 234,05 ha, chiếm 68,61% và được trồng phổ biến ở cả 5 khu vực điều tra. Các giống sen địa phương có diện tích là 107,07 ha, chiếm 31,39% diện tích trồng sen toàn tỉnh và được trồng tập trung ở các hồ thuộc khu vực nội thành thành phố Huế.

3.1.3. Phương thức canh tác cây sen tại các điểm điều tra

- Về phương thức để giống: giống sử dụng cho vụ sau chủ yếu là cây giống và củ giống.

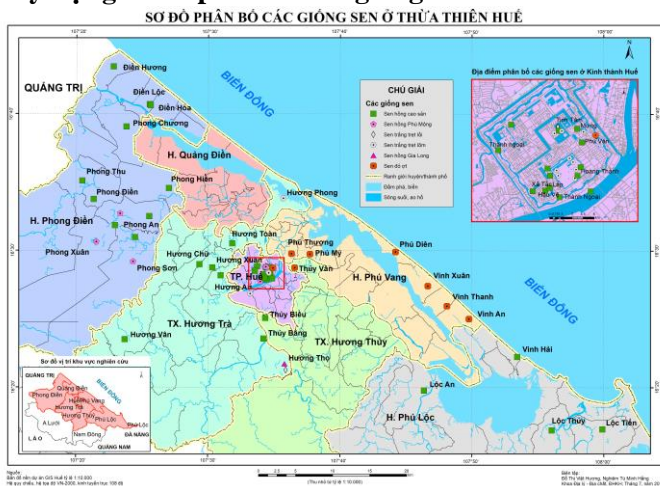
- Về thời vụ trồng: đa số sen được trồng vào vụ xuân, bắt đầu từ giữa tháng 1 đến đầu tháng 4 âm lịch.

- Về địa hình trồng sen: diện tích sen trồng trên đất ruộng là 314,77 ha, đạt 92,28%, sen trồng trên đất hồ là 26,35 ha, đạt 7,72%.

3.1.4. Các sản phẩm từ cây sen, năng suất và hiệu quả kinh tế

Các sản phẩm được khai thác từ cây sen ở các giống địa phương rất đa dạng như gương sen, hoa sen, lá sen, hạt sen, tim sen, củ sen, ngô sen, cuống lá... Có thể nói, không bộ phận nào của cây sen là không được sử dụng. Riêng giống Sen Cao Sản chỉ được trồng chủ yếu để khai thác hạt, với giá thấp hơn nhiều so với sen địa phương.

3.1.5. Xây dựng sơ đồ phân bố các giống sen ở Thừa Thiên Huế



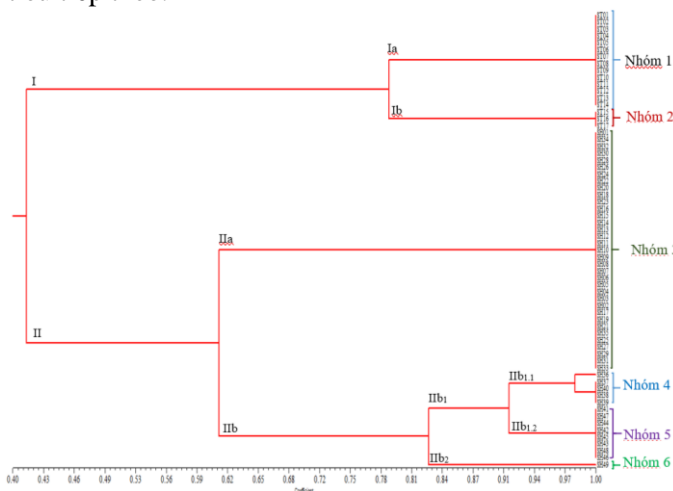
Hình 3.7. Sơ đồ phân bố 66 mẫu giống sen ở Thừa Thiên Huế năm 2017-2018

3.2. ĐÁNH GIÁ ĐA DẠNG DI TRUYỀN CỦA CÁC MẪU GIỐNG SEN DỰA VÀO KIỂU HÌNH

Hệ số tương đồng di truyền về mặt hình thái của 66 mẫu giống sen biến động từ 0,40 -1,00. Như vậy dựa trên chỉ thị hình thái mức độ đa dạng của các mẫu giống sen nghiên cứu là không cao với độ khác biệt di truyền giữa các mẫu giống đạt từ 0-60%. Ở mức tương đồng di truyền 0,93, tập đoàn 66 mẫu giống sen ở Thừa Thiên Huế được phân

thành 6 nhóm ở một số tính trạng hình thái đặc trưng bao gồm: nhóm 1 (gồm 14 mẫu giống Sen Trắng Trệt Lỗm: ST01-ST14), nhóm 2 (gồm 3 mẫu giống Sen Trắng Trệt Lồi: ST15-ST17), nhóm 3 (35 mẫu giống Sen Cao Sắn: SH01-SH35), nhóm 4 (gồm 5 mẫu giống Sen Hồng Phú Mộng: SH36-SH40), nhóm 5 (8 mẫu giống Sen Đỏ Ớt: SH41-SH48) và nhóm 6 (01 mẫu giống Sen Hồng Gia Long: SH49). Đây có thể xem là một trong những cơ sở khoa học ban đầu để nhận biết giống trong công tác bảo tồn và chọn lọc các giống sen tại Thừa Thiên Huế.

Từ các kết quả về điều tra, đặc điểm hình thái đặc trưng của giống và phân tích đa dạng di truyền dựa vào chỉ thị hình thái chúng tôi xác định được 6 giống sen (giống cây trồng) đang được trồng ở Thừa Thiên Huế: Sen Cao Sắn, Sen Hồng Phú Mộng, Sen Đỏ Ớt, Sen Trắng Trệt Lỗm, Sen Trắng Trệt Lồi, Sen Hồng Gia Long. Kết hợp với cơ sở sơ đồ phân bố các mẫu giống sen, chúng tôi thu thập 6 giống sen trên để trồng tại Hương Sơ, thành phố Huế nhằm tiến hành thí nghiệm đánh giá các chỉ tiêu tiếp theo.



Hình 3.8. Sơ đồ hình cây về mối quan hệ di truyền của 66 mẫu giống sen dựa vào kiểu hình với 17 tính trạng hình thái

3.3. ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM THỰC VẬT HỌC CỦA CÁC GIỐNG SEN Ở THỪA THIÊN HUẾ

3.3.1. Đặc điểm hình thái của các giống sen

Tổng số 52 chỉ tiêu bao gồm các tính trạng hình thái và tính trạng số lượng về đặc điểm thân, lá, rễ, nụ hoa, hoa, nhị hoa, gương sen, hạt sen của 6 giống đã được mô tả, đánh giá và phân nhóm theo các tính trạng đặc trưng (bảng 3.6-3.13).

Bảng 3.6. Đặc điểm hình thái thân, lá, rễ của các giống sen

STT	Đặc điểm và các trạng thái biểu hiện	Sen Cao Sần	Sen Hồng Phú Mộng	Sen Hồng Gia Long	Sen Đỏ Ớt	Sen Trắng Trệt Lôm	Sen Trắng Trệt Lôi		
1	Kích cỡ cây	To	-	x	x	-	-		
		Trung bình	x	-	-	-	-	x	
		Trung bình - nhỏ	-	-	-	-	x	-	
		Nhỏ	-	-	-	-	-	-	
		Rất nhỏ	-	-	-	-	-	-	
2	Màu sắc rễ non	Trắng	x	x	x	x	x		
3	Hình dạng lá mới	Gân tròn	x	x	x	x	x		
		Tím	x	-	-	-	-	-	
		Màu sắc lá mới	Xanh pha hồng	-	x	x	x	-	
4	Màu sắc lá mới	Xanh lá mạ	-	-	-	x	x		
		5	Màu lá trưởng thành	Xanh	x	x	-	x	x
		Xanh đậm	-	-	x	-	-	-	
6	Bề mặt lá	Mặt trên nhẵn bóng	x	x	x	x	x		
		Mặt dưới hơi ráp	x	x	x	x	x	x	
7	Gai trên cuống	Ít	-	-	-	x	x		
		Nhiều	x	-	-	-	-	-	
		Rất nhiều	-	x	x	x	-	-	
8	Kiểu lá	Lá dù hình phễu	x	x	x	x	x		
		Lá trái phẳng	x	x	x	x	x	x	

Chú thích: Kích cỡ cây: To: 1,5-2 m; Trung bình: 1-1,5 m, Trung bình - nhỏ: 0,5-1 m, nhỏ 20-50 cm; Rất nhỏ: < 20 cm. “x”: có đặc điểm, kí hiệu “-”: không có đặc điểm.

Bảng 3.13. Tính trạng số lượng về gương và hạt của các giống sen

Giống	Chỉ tiêu	Đường kính gương sen (cm)	Chiều dài hạt (cm)	Chiều rộng hạt (cm)
Sen Cao Sần		11,52 ^b	2,12 ^b	1,63 ^a
Sen Hồng Phú Mộng		13,12 ^a	2,05 ^{bc}	1,37 ^b
Sen Hồng Gia Long		9,85 ^c	2,43 ^a	1,55 ^a
Sen Đỏ Ớt		11,39 ^b	2,38 ^a	1,21 ^c
Sen Trắng Trệt Lôm		9,24 ^d	1,74 ^d	1,09 ^d
Sen Trắng Trệt Lôi		9,23 ^d	1,97 ^c	1,31 ^b

Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột chỉ sự sai khác có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$ (Duncan's test), chú thích này dùng chung cho tất cả các bảng (ngoại trừ bảng 3.23, 3.24).

Kết quả cho thấy: 6 giống sen biểu hiện sự sai khác ở một số tính trạng đặc trưng, có thể tóm tắt đặc điểm hình thái và dấu hiệu nhận biết 6 giống sen nghiên cứu như sau:

Giống Sen Cao Sản: kích cỡ cây trung bình, lá non màu tím, nụ hoa bầu dục dài chóp nhọn, màu tím; hoa màu hồng tím, đều màu, không thay đổi màu sắc cho đến khi hoa tàn, gương sen lõm hình cái ô; hạt hình cầu; số lượng hạt trên gương sen nhiều; sắc tố bên trong vỏ hạt có màu hồng nhẹ ở chóp, trắng dần ra phía sau.

Giống Sen Hồng Phú Mộng: Kích cỡ cây to; lá non có màu xanh pha hồng, nụ hoa bầu dục dài chóp nhọn, màu tím đỏ, hoa có màu hồng đậm ở chóp, nhạt dần xuống phía dưới, màu hồng nhạt dần đến khi hoa tàn, gương sen lõm; hạt hình bầu dục, sắc tố bên trong vỏ hạt có màu hồng đậm.

Giống Sen Hồng Gia Long: Kích cỡ cây to; lá non màu xanh pha hồng, nụ hoa bầu dục dài chóp nhọn, màu tím đỏ, hoa màu hồng tím, đậm màu, không thay đổi màu sắc khi hoa tàn, gương sen lõm, hạt hình bầu dục; sắc tố bên trong vỏ hạt có màu hồng đậm.

Giống Sen Đỏ Ớt: Kích cỡ cây to; lá non màu xanh pha hồng, nụ hoa bầu dục dài chóp nhọn, màu tím đỏ; hoa màu hồng đậm hơi ngả sang đỏ, màu hồng của hoa nhạt dần và đến ngày 4-5 thì chuyển sang màu trắng, chỉ còn phơn phớt hồng ở đầu chóp cánh hoa; gương sen lõm; hạt hình bầu dục; sắc tố bên trong vỏ hạt có màu hồng đậm.

Giống Sen Trắng Trệt Lõm: Kích cỡ cây trung bình - nhỏ; lá non màu xanh; nụ hoa bầu dục dài chóp nhọn, màu xanh non; hoa màu trắng; gương sen bằng; hạt sen hình elip, sắc tố bên trong vỏ hạt màu trắng.

Giống Sen Trắng Trệt Lồi: Kích cỡ cây trung bình; lá non màu xanh; nụ hoa bầu dục tròn chóp nhọn, màu xanh non; hoa màu trắng; gương sen lõm; hạt sen hình elip, sắc tố bên trong vỏ hạt có màu trắng.

3.3.2. Cấu tạo giải phẫu rễ, thân rễ, lá của các giống sen

3.3.2.1. Cấu tạo giải phẫu rễ

Bảng 3.14. Kích thước thành phần cấu tạo chính của rễ các giống sen

Giống	Biểu bì		Vỏ		Trụ		ĐKM (μm)
	\bar{X} (μm)	%BK	\bar{X} (μm)	%BK	\bar{X} (μm)	%BK	
Sen Cao Sản	101,00 ^{bc}	7,90 ^a	921,80 ^d	72,06 ^d	256,00 ^e	20,03 ^c	20,30 ^a 10,34 ^c
Sen Hồng Phú Mộng	124,00 ^a	7,39 ^b	1256,40 ^c	74,92 ^c	296,50 ^e	17,69 ^d	19,10 ^b 13,61 ^a
Sen Hồng Gia Long	117,50 ^a	6,82 ^c	1314,50 ^b	76,34 ^b	290,00 ^d	16,84 ^e	20,60 ^a 12,43 ^b
Sen Đỏ Ớt	103,00 ^{bc}	8,14 ^a	854,50 ^e	67,45 ^f	309,00 ^a	24,41 ^a	20,70 ^a 12,63 ^{ab}
Sen Trắng Trệt Lồm	106,50 ^b	5,91 ^d	1392,70 ^a	77,29 ^a	302,50 ^b	16,80 ^e	18,30 ^c 11,88 ^b
Sen Trắng Trệt Lồi	97,50 ^c	8,29 ^a	836,40 ^e	71,11 ^e	242,30 ^f	20,60 ^b	19,10 ^b 10,69 ^c

Chú thích: \bar{X} : Giá trị trung bình; BK: Bán kính; SLMG: Số lượng mạch gỗ; ĐKM: Đường kính mạch

3.3.2.2. Cấu tạo giải phẫu thân rễ

Bảng 3.15. Kích thước biểu bì và trụ của thân rễ các giống sen

Giống	Biểu bì		Trụ	
	\bar{X} (μm)	%BK	\bar{X} (μm)	%BK
Sen Cao Sản	120,40 ^c	2,87 ^b	4077,50 ^b	97,13 ^b
Sen Hồng Phú Mộng	120,70 ^{bc}	3,06 ^a	3830,00 ^{cd}	96,94 ^c
Sen Hồng Gia Long	121,80 ^{ab}	2,77 ^c	4280,00 ^a	97,23 ^a
Sen Đỏ Ớt	120,20 ^c	3,10 ^a	3762,50 ^d	96,90 ^c
Sen Trắng Trệt Lồm	122,80 ^a	3,05 ^a	3907,50 ^c	97,00 ^c
Sen Trắng Trệt Lồi	119,70 ^c	2,83 ^c	4122,50 ^b	97,18 ^{ab}

Chú thích: - \bar{X} : Giá trị trung bình; - BK: Bán kính

3.3.2.3. Cấu tạo giải phẫu lá

Bảng 3.16. Kích thước biểu bì và mô đồng hóa của phiến lá các giống sen

Giống	Biểu bì trên		Mô đồng hóa		Biểu bì dưới	
	\bar{X} (μm)	%BK	\bar{X} (μm)	%BK	\bar{X} (μm)	%BK
Sen Cao Sản	126 ^a	8,83 ^{bc}	1238 ^a	86,55 ^a	66 ^a	4,62 ^c
Sen Hồng Phú Mộng	119 ^{ab}	9,09 ^{bc}	1125 ^b	85,87 ^{ab}	66 ^a	5,04 ^b
Sen Hồng Gia Long	121 ^a	8,67 ^{bc}	1207 ^a	86,45 ^a	68 ^a	4,87 ^{bc}
Sen Đỏ Ớt	122 ^a	8,61 ^c	1228 ^a	86,52 ^a	69 ^a	4,86 ^{bc}
Sen Trắng Trệt Lồm	113 ^b	11,16 ^a	832 ^c	82,12 ^c	68 ^a	6,72 ^a
Sen Trắng Trệt Lồi	124 ^a	9,24 ^b	1151 ^b	85,69 ^b	68 ^a	5,07 ^b

Chú thích: - \bar{X} : Giá trị trung bình; - BK: Bán kính

3.3.2.4. Đặc điểm khí khổng ở lá

Bảng 3.17. Số lượng khí khổng trên 1 mm² diện tích bề mặt trên lá sen

Giống sen	Số lượng khí khổng ở lá dù	Số lượng khí khổng ở lá trái
Sen Cao Sắn	66,7 ^a	62,7 ^a
Sen Hồng Phú Mộng	59,3 ^b	45,3 ^c
Sen Hồng Gia Long	68,0 ^a	44,0 ^c
Sen Đỏ Ớt	60,7 ^b	62,0 ^a
Sen Trắng Trệt Lồm	58,0 ^b	56,7 ^b
Sen Trắng Trệt Lôi	59,3 ^b	48,0 ^c

Kết quả nghiên cứu về đặc điểm giải phẫu rễ, thân rễ, lá của các giống sen cho thấy sự thích nghi cao độ của cây sen đối với môi trường nước. Các thành phần cấu tạo thân rễ, rễ và lá của 6 giống sen là tương đồng nhau. Chủ yếu sự sai khác được biểu thị ở kích thước và tỉ lệ phần trăm của các thành phần. Nghiên cứu đặc điểm thực vật học với các đặc trưng liên quan đến sinh thái học là một việc làm hết sức cần thiết làm cơ sở cho các nghiên cứu sinh lý, hóa sinh và nhân giống cây sen có hiệu quả.

3.4. NGHIÊN CỨU MỘT SỐ CHỈ TIÊU SINH LÝ CỦA CÁC GIỐNG SEN

3.4.1. Thời gian sinh trưởng

Thời gian từ trồng đến khi sen tàn trung bình của các giống là 159,3 ngày, dao động từ 152-171 ngày. Giống Sen Trắng Trệt Lồm có thời gian sinh trưởng dài nhất là 171 ngày. Ngắn nhất là giống sen Đỏ Ớt với 152 ngày.

3.4.2. Động thái tăng trưởng của lá

3.4.2.1. Động thái tăng trưởng lá trái

Bảng 3.19. Động thái tăng trưởng đường kính lá trái (cm) của các giống sen qua các thời gian theo dõi

Giống	Ngày							
	0*	7	14	21	28	35	42	
Sen Cao Sắn	12,73 ^c	20,78 ^c	30,97 ^c	38,63 ^{bc}	44,06 ^c	52,30 ^d	53,73 ^c	
Sen Hồng Phú Mộng	15,66 ^b	22,36 ^b	28,87 ^d	37,90 ^c	45,22 ^c	57,67 ^b	58,20 ^b	
Sen Hồng Gia Long	13,47 ^c	22,02 ^{bc}	33,84 ^b	47,21 ^a	49,83 ^b	53,30 ^d	54,20 ^c	
Sen Đỏ Ớt	17,87 ^a	25,15 ^a	37,20 ^a	47,13 ^a	56,33 ^a	61,33 ^a	62,00 ^a	
Sen Trắng Trệt Lồm	16,15 ^b	24,02 ^a	33,99 ^b	40,13 ^b	54,95 ^a	61,24 ^a	63,60 ^a	
Sen Trắng Trệt Lôi	12,13 ^c	22,40 ^b	31,47 ^c	46,98 ^a	49,00 ^b	56,13 ^c	58,31 ^b	

Chú thích : Thời điểm bắt đầu xuất hiện lá trái

Tốc độ tăng trưởng lá trái của các giống sen tăng dần theo thời gian và tăng nhanh nhất vào các thời điểm 7 và 14 ngày. Từ 35 đến 42 ngày thì đường kính lá trái tăng rất ít, tăng khoảng 1-2 cm/7 ngày, đạt kích thước tối đa từ 53,73-63,60 cm vào giai đoạn 42 ngày, lá thối rữa dần và bắt đầu giai đoạn phát triển của lá dù.

3.4.2.2. Động thái tăng trưởng lá dù

Bảng 3.20. Động thái tăng trưởng đường kính của lá dù (cm) của các giống sen qua các thời gian theo dõi

Giống	Ngày							
	0*	7	14	21	28	35	42	
Sen Cao Sắn	15,05 ^c	34,17 ^b	43,53 ^c	49,53 ^c	52,89 ^e	57,13 ^c	60,97 ^e	
Sen Hồng Phú Mộng	18,40 ^b	43,33 ^a	51,80 ^a	57,13 ^b	62,20 ^b	65,20 ^b	68,93 ^b	
Sen Hồng Gia Long	20,67 ^a	42,33 ^a	50,90 ^a	57,03 ^b	58,53 ^c	63,33 ^c	66,07 ^c	
Sen Đỏ Ớt	18,33 ^b	35,00 ^b	48,00 ^b	59,47 ^a	67,27 ^a	74,31 ^a	81,00 ^d	
Sen Trắng Trệt Lôm	15,17 ^c	31,43 ^c	39,00 ^d	44,54 ^c	50,00 ^f	51,31 ^f	52,63 ^f	
Sen Trắng Trệt Lôi	16,45 ^c	26,31 ^d	38,21 ^d	46,43 ^d	54,63 ^d	59,85 ^d	63,39 ^d	

Chú thích: *: Thời điểm bắt đầu xuất hiện lá dù.

Đường kính lá dù ở 6 giống sen tăng mạnh nhất vào thời điểm 7 ngày đạt 26,31-43,33 cm. Đến các thời điểm 28, 35 và 42 ngày sự tăng trưởng đường kính lá dù chậm lại, trung bình mỗi tuần tăng 1,31-7,04 cm và đạt kích thước lớn nhất là 52,63-81 cm vào 42 ngày.

3.4.2.3. Động thái tăng trưởng về chiều cao cuống lá dù

Bảng 3.21. Động thái tăng trưởng chiều cao cuống lá dù (cm) của các giống sen qua các thời gian theo dõi

Giống	Ngày							
	0*	7	14	21	28	35	42	
Sen Cao Sắn	20,97 ^e	34,27 ^c	44,03 ^c	48,17 ^e	51,93 ^e	60,47 ^d	81,80 ^b	
Sen Hồng Phú Mộng	33,27 ^a	40,07 ^a	47,07 ^{ab}	56,13 ^c	62,87 ^c	69,07 ^c	71,53 ^c	
Sen Hồng Gia Long	32,53 ^b	40,80 ^a	44,53 ^c	51,93 ^d	55,23 ^d	77,00 ^b	91,07 ^a	
Sen Đỏ Ớt	24,00 ^d	31,50 ^d	46,25 ^b	59,50 ^b	70,04 ^b	80,95 ^a	91,47 ^a	
Sen Trắng Trệt Lôm	18,51 ^f	26,59 ^e	33,61 ^d	42,44 ^f	47,15 ^f	50,21 ^e	52,11 ^d	
Sen Trắng Trệt Lôi	26,09 ^c	36,53 ^b	47,70 ^a	62,43 ^a	72,43 ^a	80,86 ^a	83,03 ^b	

Chú thích: *: Thời điểm bắt đầu xuất hiện lá dù.

Qua 42 ngày theo dõi, chiều cao cuống lá dù của các giống sen tăng mạnh từ 18,51-91,47 cm. Trong đó, giống Sen Trắng Trệt Lôm có chiều cao cây thấp nhất với 52,11 cm. Giống Sen Đỏ Ớt và Sen

Hồng Gia Long có chiều cao cuống lá dù lớn nhất trong 6 giống nghiên cứu, đạt 91,07-91,47 cm.

3.4.3. Động thái tăng trưởng đường kính gương sen

Bảng 3.22. Động thái tăng trưởng đường kính gương (cm) của các giống sen qua các thời kỳ theo dõi

Giống	Ngày	0*	7	14	Thu hoạch
Sen Cao Sản		4,33 ^b	6,37 ^b	8,93 ^a	11,52 ^b
Sen Hồng Phú Mộng		4,49 ^b	6,42 ^b	7,83 ^c	13,12 ^a
Sen Hồng Gia Long		4,60 ^b	5,81 ^c	7,47 ^d	9,85 ^c
Sen Đỏ Ớt		4,50 ^b	6,53 ^b	8,50 ^b	11,39 ^b
Sen Trắng Trệt Lôm		2,90 ^c	4,61 ^d	5,77 ^e	9,24 ^d
Sen Trắng Trệt Lôi		3,51 ^a	7,15 ^a	8,20 ^b	9,23 ^d

Chú thích: Thời điểm hoa bắt đầu tàn.

3.4.4. Khối lượng tươi, khối lượng khô, cường độ tích lũy chất khô ở lá của các giống sen qua các giai đoạn sinh trưởng

Bảng 3.23. Khối lượng tươi, khối lượng khô, cường độ tích lũy chất khô ở lá của các giống sen qua các giai đoạn sinh trưởng

Giai đoạn	Chỉ tiêu	Sen Cao Sản	Sen Hồng Phú Mộng	Sen Hồng Gia Long	Sen Đỏ Ớt	Sen Trắng Trệt Lôm	Sen Trắng Trệt Lôi
Lá trải trưởng thành	P tươi (g)	51,37 ^a	40,24 ^c	48,20 ^b	43,46 ^{bc}	21,97 ^c	28,76 ^d
	P khô (g)	11,84 ^b	19,82 ^a	9,27 ^{cd}	19,26 ^a	9,11 ^d	10,68 ^{bc}
	I tích lũy chất khô (g/dm ² xngày)	0,086 ^d	0,282 ^b	0,065 ^d	0,330 ^a	0,184 ^c	0,105 ^d
Lá dù trưởng thành	P tươi (g)	40,47 ^d	53,94 ^b	52,88 ^b	80,95 ^a	46,32 ^c	45,98 ^c
	P khô (g)	10,75 ^e	32,46 ^b	20,18 ^c	42,39 ^a	15,28 ^d	11,96 ^c
	I tích lũy chất khô (g/dm ² xngày)	0,020 ^c	0,020 ^c	0,010 ^c	0,10 ^a	0,067 ^b	0,013 ^c
Tạo hạt	P tươi (g)	47,56 ^c	61,66 ^b	39,60 ^d	75,74 ^a	43,13 ^{cd}	47,86 ^c
	P khô (g)	18,72 ^{cd}	27,09 ^b	15,72 ^{de}	31,79 ^a	19,93 ^c	13,84 ^c
	I tích lũy chất khô (g/dm ² xngày)	0,037 ^c	0,027 ^c	0,040 ^c	0,413 ^a	0,023 ^c	0,107 ^b

Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng chỉ ra sự sai khác có ý nghĩa thống kê của trung bình mẫu với $p < 0,05$ (Duncan's test), P: khối lượng, I: Cường độ.

Kết quả bảng 3.23 cho thấy giống Sen Đỏ Ớt cho kết quả cao nhất về hầu hết các chỉ tiêu nghiên cứu ở cả 3 giai đoạn theo dõi. Ngoài ra, khi so sánh các chỉ tiêu sinh lý của các giống qua 3 giai đoạn, cường độ tích lũy chất khô có sự giảm mạnh khi đến giai đoạn lá dù nhưng

tăng lên lại vào giai đoạn tạo hạt, vì ở giai đoạn này cây tập trung chất dinh dưỡng để phát triển các bộ phận như hoa, gương, hạt và củ.

3.4.5. Hàm lượng chlorophyll (Chl) của các giống sen

Bảng 3.24. Hàm lượng Chl (mg/g) của lá các giống sen qua các giai đoạn sinh trưởng

Giai đoạn	Chỉ tiêu	Sen Cao Sắn	Sen Hồng Phú Mộng	Sen Hồng Gia Long	Sen Đỏ Ớt	Sen Trắng Trệt Lỗm	Sen Trắng Trệt Lồi
Lá trái trưởng thành	Chla	0,196 ^f	0,506 ^c	0,230 ^e	0,814 ^a	0,619 ^b	0,443 ^d
	Chlb	0,079 ^e	0,210 ^b	0,094 ^d	0,291 ^a	0,214 ^b	0,175 ^c
	Chla/Chlb	2,51 ^b	2,41 ^b	2,45 ^b	2,80 ^a	2,90 ^a	2,54 ^b
Lá dù trưởng thành	Chla	0,152 ^f	0,479 ^c	0,264 ^e	0,620 ^a	0,580 ^b	0,283 ^d
	Chlb	0,056 ^f	0,195 ^c	0,103 ^d	0,255 ^a	0,224 ^b	0,105 ^d
	Chla/Chlb	2,72 ^a	2,45 ^b	2,57 ^{ab}	2,43 ^b	2,59 ^{ab}	2,70 ^b
Tạo hạt	Chla	0,599 ^c	0,747 ^b	0,474 ^e	0,891 ^a	0,619 ^c	0,535 ^d
	Chlb	0,225 ^c	0,306 ^b	0,184 ^d	0,353 ^a	0,214 ^c	0,217 ^c
	Chla/Chlb	2,67 ^b	2,45 ^c	2,58 ^{bc}	2,53 ^{bc}	2,89 ^a	2,47 ^{bc}

Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng chỉ ra sự sai khác có ý nghĩa thống kê của trung bình mẫu với $p < 0,05$ (Duncan's test).

Qua 3 giai đoạn theo dõi, giống Sen Đỏ Ớt vẫn đạt kết quả cao nhất về cả hàm lượng Chla và Chlb, đây cũng là giống có khối lượng tươi, khối lượng khô và cường độ tích lũy chất khô cao nhất trong các giống sen nghiên cứu ở hầu hết các giai đoạn theo dõi.

3.4.6. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất

Bảng 3.25. Các chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất hạt của các giống sen

Giống	Số gương/ 10 m ²	Số hạt/ gương	Số hạt chắc/gur ơng	Tỷ lệ hạt chắc/gur ơng sen (%)	Khối lượng 100 hạt (g)	NSLT hạt sen (kg/10 m ²)	NSLT hạt sen (tấn/ha)
Sen Cao Sắn	75,60 ^b	36,20 ^a	29,87 ^a	82,56 ^a	202,60 ^d	4,57 ^a	4,57 ^a
Sen Hồng Phú Mộng	54,40 ^d	36,43 ^a	27,03 ^b	74,15 ^b	220,00 ^b	3,24 ^d	3,24 ^d
Sen Hồng Gia Long	41,60 ^e	28,27 ^c	9,83 ^e	35,00 ^e	210,46 ^c	0,86 ^f	0,86 ^f
Sen Đỏ Ớt	61,40 ^c	33,40 ^b	21,83 ^c	65,52 ^c	262,20 ^a	3,52 ^c	3,52 ^c
Sen Trắng Trệt Lỗm	101,60 ^a	29,13 ^c	19,07 ^d	66,39 ^c	196,00 ^e	3,80 ^b	3,80 ^b
Sen Trắng Trệt Lồi	45,40 ^e	34,20 ^b	20,53 ^{cd}	60,71 ^d	198,60 ^e	1,85 ^e	1,85 ^e

NSLT hạt sen của 6 giống đạt 0,86-4,57 tấn/ha. Giống Sen Cao Sản có năng suất cao nhất với 4,57 tấn/ha tiếp đến là giống Sen Trắng Trệt Lõm (3,80 tấn/ha), giống Sen Đỏ Ớt (3,52 tấn/ha), giống Sen Hồng Phú Mộng (3,24 tấn/ha), thấp nhất là giống Sen Trắng Trệt Lồi và giống Sen Hồng Gia Long với 1,85 và 0,86 tấn/ha.

3.5. NGHIÊN CỨU MỘT SỐ THÀNH PHẦN HÓA SINH TRONG HẠT CỦA CÁC GIỐNG SEN

3.5.1. Hàm lượng các thành phần dinh dưỡng

Bảng 3.26. Hàm lượng của một số thành phần dinh dưỡng cơ bản (g/100g) trong hạt sen khô

Giống	Chỉ tiêu	Protein	Lipid	Đường khử
Sen Cao Sản		7,00 ^e	5,39 ^a	6,29 ^d
Sen Hồng Phú Mộng		8,21 ^c	3,33 ^c	8,71 ^a
Sen Hồng Gia Long		7,90 ^d	2,21 ^d	7,09 ^c
Sen Đỏ Ớt		8,69 ^b	2,59 ^d	8,17 ^b
Sen Trắng Trệt Lõm		9,41 ^a	4,55 ^b	7,14 ^c
Sen Trắng Trệt Lồi		9,15 ^a	3,70 ^c	6,98 ^c

Ngoài hàm lượng lipid, hạt sen của giống Cao Sản luôn có giá trị thấp hơn các giống sen địa phương về hàm lượng protein, đường khử. Chứng tỏ, giá trị dinh dưỡng trong hạt sen của các giống sen địa phương cao hơn nhiều so với giống Sen Cao sản.

3.5.2. Hàm lượng một số nguyên tố khoáng

Bảng 3.27. Hàm lượng một số nguyên tố khoáng (mg/100 g) trong hạt sen khô

Giống	Chỉ tiêu	K	Ca	P
Sen Cao Sản		580,00 ^e	33,33 ^e	198,67 ^c
Sen Hồng Phú Mộng		850,00 ^b	56,67 ^b	665,67 ^b
Sen Hồng Gia Long		283,33 ^f	43,33 ^d	459,00 ^d
Sen Đỏ Ớt		726,67 ^c	51,67 ^c	462,67 ^d
Sen Trắng Trệt Lõm		890,00 ^a	60,67 ^a	705,00 ^a
Sen Trắng Trệt Lồi		663,33 ^d	61,33 ^a	555,67 ^c

Hàm lượng các nguyên tố khoáng K, Ca, P ở các giống sen địa phương đều cho kết quả cao hơn giống Sen Cao Sản. Trong đó, giống Sen Trắng Trệt Lõm đạt kết quả cao nhất trong 6 giống nghiên cứu.

3.5.3. Hàm lượng enzyme catalase và vitamin C

Bảng 3.28. Hàm lượng của vitamin C và catalase trong 100 g hạt sen khô

Giống	Chỉ tiêu	Catalase (U/mg protein)	Vitamin C (%)
Sen Cao Sản		0,26 ^b	0,011 ^c
Sen Hồng Phú Mộng		0,40 ^a	0,033 ^{ab}
Sen Hồng Gia Long		0,26 ^b	0,031 ^{ab}
Sen Đỏ Ớt		0,42 ^a	0,039 ^a
Sen Trắng Trệt Lõm		0,25 ^b	0,026 ^b
Sen Trắng Trệt Lồi		0,25 ^b	0,022 ^{bc}

3.5.4. Thành phần các hoạt chất của cao chiết hạt sen

Đã xác định được sự hiện diện của 27 hợp chất chủ yếu trong cao chiết của các giống sen nghiên cứu. Trong đó, giống Sen Hồng Phú Mộng và Đỏ Ớt có 20 hợp chất, giống Sen Hồng Gia Long và Sen Cao Sản đều có 19 hợp chất và giống Sen Trắng Trệt Lõm có 18 hợp chất, giống Sen Trắng Trệt Lồi có 17 hợp chất. Trong 27 hợp chất có mặt ở 6 giống sen nghiên cứu, có một số hợp chất đã được xác định hoạt tính sinh học trong các nghiên cứu trước đây.

3.5.5. Các chỉ tiêu liên quan đến độ bở, độ dẻo của hạt sen

3.5.5.1. Hàm lượng amylose

Bảng 3.30. Hàm lượng Amylose (g) trong 100g hạt sen khô

Giống	Chỉ tiêu	Amylose
Sen Cao Sản		7,70 ^{bc}
Sen Hồng Phú Mộng		8,28 ^b
Sen Hồng Gia Long		8,97 ^a
Sen Đỏ Ớt		7,39 ^{cd}
Sen Trắng Trệt Lõm		9,15 ^a
Sen Trắng Trệt Lồi		6,98 ^d

3.5.5.2. Độ bền gel và độ trở hồ

Bảng 3.31. Đánh giá độ bền gel và độ trở hồ ở các giống sen

Chi tiêu	Độ bền gel		Độ trở hồ
	Kích thước gel (mm)	Đánh giá	Điểm theo thang điểm chuẩn
Giống sen			
Sen Cao Sản	152, 67 ^d	Gel rất mềm	2
Sen Hồng Phú Mộng	162,33 ^b	Gel rất mềm	3**
Sen Hồng Gia Long	157,00 ^c	Gel rất mềm	3*
Sen Đỏ Ớt	150,00 ^e	Gel rất mềm	3**
Sen Trắng Trệt Lồm	138,67 ^f	Gel rất mềm	3
Sen Trắng Trệt Lồi	169,33 ^a	Gel rất mềm	3

Kích thước gel của các giống sen nghiên cứu khá lớn từ 150-162,33 mm, nằm ngoài khoảng so với các chỉ tiêu gel, do đó chúng tôi xếp chúng vào dạng gel rất mềm. Kết quả về độ bền gel và độ trở hồ cho thấy khả năng bị cứng sau khi để nguội của hạt sen ở các giống sen nghiên cứu là rất thấp.

3.5.6. Đánh giá khả năng kháng oxy hóa trong dịch chiết và cao chiết thô từ hạt sen khô

3.5.6.1. Đánh giá khả năng kháng oxy hóa trong dịch chiết hạt sen

Bảng 3.33. Giá trị IC₅₀ của dịch chiết từ hạt sen trong dung môi methanol 70%

Giống	Đơn vị	R ²	IC ₅₀
Sen Cao Sản		0,964	11,23 ^c
Sen Hồng Phú Mộng		0,952	11,85 ^b
Sen Hồng Gia Long	mg chiết	0,975	10,80 ^d
Sen Đỏ Ớt	chuaát/ mL	0,996	15,67 ^a
Sen Trắng Trệt Lồm		0,980	11,81 ^b
Sen Trắng Trệt Lồi		0,998	8,20 ^e
Acid ascorbic	µg/mL	0,963	3,20 ^f

Kết quả cho thấy, để khử 50% gốc tự do DPPH của dịch chiết thì cần từ 8,20-15,67 (mg/mL) hạt sen, thấp hơn nhiều so với ascorbic acid (3,2 µg/mL). Trong đó, giống Sen Trắng Trệt Lồi có giá trị IC₅₀ thấp nhất với 8,20 mg/mL, chứng tỏ khả năng chống oxy hóa của giống này là cao nhất, tiếp đến là giống Sen Hồng Gia Long

và giống Sen Cao Sản, 2 giống Sen Hồng Phú Mộng và Sen Trắng Trệt Lõm có khả năng chống oxy hóa như nhau và thấp nhất là giống Sen Đỏ Ớt với 15,67 mg/mL hạt sen mới khử được 50% gốc tự do.

3.5.6.2. Đánh giá khả năng kháng oxy hóa có trong cao chiết hạt sen

Bảng 3.35. Giá trị IC₅₀ của cao chiết từ hạt sen trong dung môi methanol 70%

Giống	Đơn vị	R ²	IC ₅₀
Sen Cao Sản		0,988	1,160 ^b
Sen Hồng Phú Mộng		0,978	1,036 ^c
Sen Hồng Gia Long	mg cao	0,988	1,006 ^d
Sen Đỏ Ớt	chiết/ mL	0,971	1,286 ^a
Sen Trắng Trệt Lõm		0,996	1,005 ^d
Sen Trắng Trệt Lồi		0,953	0,850 ^e
Acid ascorbic	µg/mL	0,963	3,200 ^f

Tương tự với dịch chiết, khả năng bắt gốc tự do của giống Sen Trắng Trệt Lồi cũng cao nhất với IC₅₀ đạt 0,85 mg cao chiết/mL, thấp nhất vẫn là giống Sen Đỏ Ớt với IC₅₀ đạt 1,286 mg cao chiết/mL. So với ascorbic acid (3,2 µg/mL), cao chiết hạt sen có khả năng bắt gốc tự do thấp hơn từ 265-401 lần (Bảng 3.35).

3.6. NGHIÊN CỨU NHÂN GIỐNG *INVITRO* MỘT SỐ GIỐNG SEN HUẾ ĐƯỢC CHỌN LỌC

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu về đặc điểm thực vật học, sinh lý và hóa sinh của 6 giống sen hiện đang được trồng ở Thừa Thiên Huế, chúng tôi lựa chọn 2 giống sen địa phương là giống Sen Trắng Trệt Lõm và giống Sen Đỏ Ớt có nhiều đặc điểm nổi bật về năng suất, chất lượng hạt, màu sắc hoa đẹp, sản phẩm khai thác rất đa dạng và phong phú...để nghiên cứu nhân giống *in vitro* nhằm góp phần lưu trữ, bảo tồn các giống sen địa phương hiện nay.

3.6.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian khử trùng

So với các thời gian thẩm dò khác thì khử trùng mẫu hạt bằng HgCl₂ trong 16 phút cho kết quả tốt nhất với tỷ lệ mẫu sống đạt 86-88%, tỷ lệ mẫu nhiễm giảm còn 10%, tỷ lệ mẫu chết thấp chỉ 2-4%.

Bảng 3.36. Ảnh hưởng của thời gian khử trùng mẫu bằng $HgCl_2$ 0,1%

Giống sen	Thời gian khử trùng bằng $HgCl_2$ (phút)	Tỷ lệ mẫu nhiễm (%)	Tỷ lệ mẫu chết (%)	Tỷ lệ mẫu sống (%)
Sen Trắng Trệt Lồm	6	74,29	0	25,71
	7	51,06	0	48,94
	9	38,78	0	61,22
	11	33,33	0	66,67
	13	27,08	0	72,92
	15	22,50	0	77,50
	16	10,00	4,00	86,00
	17	8,75	12,50	78,75
Sen Đỏ Ớt	6	65,71	0	34,29
	7	48,57	0	51,43
	9	39,58	0	60,42
	11	34,04	0	65,96
	13	30,00	0	70,00
	15	25,00	0	75,00
	16	10,00	2,00	88,00
	17	6,67	16,66	76,67

3.6.2. Ảnh hưởng của BAP đến khả năng tái sinh chồi**Bảng 3.37.** Ảnh hưởng của BAP đến khả năng tái sinh chồi và cụm chồi

Giống sen	Môi trường MS bổ sung BAP (mg/L)	Số chồi	Chiều cao chồi (cm)	Số lá/cụm chồi	Tỷ lệ tạo chồi (%)
Sen Trắng Trệt Lồm	0,0	3,00 ^a	1,43 ^a	6,13 ^a	100
	0,5	2,30 ^b	1,25 ^b	4,87 ^b	100
	1,0	1,47 ^c	1,35 ^a	4,47 ^b	100
	1,5	1,37 ^c	1,14 ^b	5,07 ^b	100
	2,0	1,33 ^c	1,10 ^b	5,20 ^{ab}	100
Sen Đỏ Ớt	0,0	2,53 ^a	1,65 ^a	5,87 ^a	100
	0,5	1,43 ^b	1,00 ^b	4,20 ^b	100
	1,0	1,23 ^b	0,90 ^{b,c}	3,43 ^c	100
	1,5	1,30 ^b	0,75 ^{c,d}	3,37 ^c	100
	2,0	1,23 ^b	0,67 ^d	3,20 ^c	100

Ở môi trường MS cơ bản, mẫu có khả năng tạo chồi và cụm chồi cao nhất với 3,0 chồi/mẫu (Sen Trắng Trệt Lồm) và 2,53 chồi/mẫu (Sen Đỏ Ớt). Đồng thời, chiều cao chồi và số lá/chồi ở cả 2 giống trên môi trường MS cũng cho kết quả tốt nhất. Như vậy, môi trường MS cơ bản là môi trường thích hợp nhất để tái sinh chồi cả 2 giống sen nghiên cứu.

3.6.3. Khảo sát khả năng nhân chồi

3.6.3.1. Ảnh hưởng của BAP và KIN đến khả năng nhân chồi

Bảng 3.38. Ảnh hưởng của BAP và KIN đến khả năng nhân chồi

Giống sen	Nồng độ (mg/L)	BAP				Trạng thái chồi	KIN				
		Số chồi	Chiều cao chồi/mẫu (cm)	Số lá/cụm chồi	Tỷ lệ phát sinh chồi (%)		Số chồi	Chiều cao chồi/mẫu (cm)	Số lá/cụm chồi	Tỷ lệ phát sinh chồi (%)	
Sen Trắng Trệt Lôm	0,0	2,33 ^c	1,08 ^c	2,53 ^c	73,33	Kém	2,33 ^d	1,08 ^b	2,53 ^c	81,25	Kém
	0,5	3,87 ^b	1,24 ^{bc}	3,07 ^b	78,26	TB	3,53 ^a	1,30 ^a	4,23 ^a	81,81	Tốt
	1,0	12,20^a	1,75^a	8,33^a	100	Tốt	3,10 ^b	1,28 ^a	3,37 ^b	85,19	TB
	1,5	2,53 ^c	1,18 ^b	2,77 ^{bc}	81,25	Tốt	2,63 ^{bcd}	1,08 ^b	2,67 ^c	85,71	Tốt
	2,0	2,40 ^c	1,23 ^{bc}	2,97 ^b	93,75	Tốt	2,73 ^{bc}	1,19 ^{ab}	2,83 ^c	90,00	Tốt
Sen Đỏ Ớt	0,00	2,73 ^c	0,96 ^b	3,37 ^b	100	TB	2,50 ^{ab}	0,96 ^a	3,37 ^a	86,67	Tốt
	0,50	5,10^a	1,56^a	4,50^a	100	Tốt	3,07 ^a	0,90 ^{ab}	1,83 ^b	93,33	TB
	1, 00	3,90 ^b	0,89 ^b	2,43 ^c	100	Tốt	1,87 ^b	0,73 ^{bc}	1,47 ^b	76,67	TB
	1,50	3,57 ^{bc}	1,17 ^b	2,37 ^c	100	Tốt	2,13 ^b	1,03 ^a	1,67 ^b	83,33	Tốt
	2,00	3,23 ^{bc}	1,03 ^b	2,63 ^{bc}	96,67	Tốt	2,57 ^{ab}	0,69 ^c	2,00 ^b	83,33	Tốt

Chú thích: - Kém: Chồi gãy, lá xanh nhạt; Trung bình: chồi mập, lá xanh nhạt; Tốt: chồi mập, lá xanh đậm

Môi trường thích hợp nhất cho sự nhân chồi ở 2 giống sen là môi trường MS bổ sung 1,0 mg/L BAP (Sen Trắng Trệt Lôm với 12,20 chồi/mẫu) và 0,5 mg/L BAP (Sen Đỏ Ớt với 5,10 chồi/mẫu).

3.6.3.2. Ảnh hưởng của BAP phối hợp α -NAA đến khả năng nhân chồi

Bảng 3.39. Ảnh hưởng của BAP phối hợp NAA đến khả năng nhân chồi

Giống sen	BAP (mg/L)	α -NAA (mg/L)	Số chồi/mẫu	Chiều cao chồi/mẫu (cm)	Số lá/cụm chồi	Tỷ lệ phát sinh chồi (%)	
Sen Trắng Trệt Lôm	0,5	0,1	0,67 ^f	0,41 ^f	0,80 ^f	62,50	
		0,5	1,73 ^d	1,44 ^b	2,47 ^c	100	
	1,0	0,1	3,27 ^b	1,20 ^c	5,47 ^b	73,73	
		0,5	2,30 ^c	1,06 ^{cd}	1,33 ^{ef}	90,00	
	1,5	0,1	4,40 ^a	1,81 ^a	7,13 ^a	94,44	
		0,5	1,60 ^{de}	1,47 ^b	1,93 ^d	76,92	
	2,0	0,1	1,27 ^e	0,76 ^e	1,13 ^{ef}	75,00	
		0,5	1,33 ^e	0,83 ^{de}	1,47 ^{de}	53,14	
	Sen Đỏ Ớt	0,5	0,1	3,60 ^a	1,22 ^a	3,03 ^a	96,67
			0,5	2,30 ^b	1,03 ^{ab}	2,87 ^{ab}	93,33
1,0		0,1	1,00 ^d	0,94 ^b	2,40 ^{bc}	76,67	
		0,5	1,53 ^c	0,98 ^b	2,17 ^c	83,33	
1,5		0,1	2,00 ^{bc}	0,67 ^{cd}	2,00 ^c	86,67	
		0,5	1,53 ^c	0,60 ^d	1,03 ^d	76,67	
2,0		0,1	1,77 ^c	0,55 ^d	1,40 ^d	76,67	
		0,5	1,83 ^c	0,83 ^{bc}	0,97 ^d	80,00	

Kết quả cho thấy việc bổ sung phối hợp giữa BAP với α -NAA làm giảm khả năng nhân chồi, chiều cao cây và số lá/cụm chồi ở cả 2 giống sen nghiên cứu so với các mẫu nuôi cấy trên môi trường chỉ bổ sung riêng lẻ BAP.

3.6.3.3. Ảnh hưởng của BAP và nước dừa đến khả năng nhân chồi

Bảng 3.40. Ảnh hưởng của BAP và nước dừa đến khả năng nhân chồi

Giống sen	BAP (mg/L)	Nước dừa (%)	Số chồi/mẫu	Chiều cao chồi/mẫu (cm)	Số lá/cụm chồi	Tỷ lệ phát sinh chồi (%)
Sen Trắng Trệt Lõm	1,0	0	12,20 ^a	1,75 ^a	8,33 ^a	100,00
	1,0	5	4,80 ^b	1,37 ^b	3,07 ^b	93,18
	1,0	10	3,50 ^c	1,19 ^c	1,77 ^d	81,81
	1,0	15	3,20 ^{cd}	0,90 ^d	1,57 ^d	92,31
	1,0	20	2,73 ^d	1,26 ^{bc}	2,43 ^c	90,57
Sen Đỏ Ớt	0,5	0	5,10 ^a	1,56 ^a	4,50 ^a	100,00
	0,5	5	4,07 ^b	1,13 ^b	3,43 ^b	90,00
	0,5	10	1,93 ^c	0,68 ^c	1,07 ^c	60,00
	0,5	15	2,37 ^c	0,77 ^c	1,70 ^c	66,67
	0,5	20	1,90 ^c	0,66 ^c	1,67 ^c	56,67

Từ kết quả trên cho thấy với 1,0 mg/L BAP (giống Sen Trắng Trệt Lõm) và nồng độ 0,5 mg/L BAP (giống Sen Đỏ Ớt) bổ sung vào môi trường nuôi cấy MS cho tỷ lệ nhân chồi tốt mà không cần thiết bổ sung thêm nước dừa. Nồng độ nước dừa càng tăng càng làm ức chế khả năng nhân chồi của mẫu các giống sen nuôi cấy.

3.6.4. Ảnh hưởng của IBA và α -NAA đến khả năng tạo rễ

Môi trường MS bổ sung phối hợp giữa IBA (1,0mg/L) và α -NAA (0,5 mg/L) thích hợp nhất đối với Sen Trắng Trệt Lõm (8,90 rễ/mẫu) và môi trường MS chỉ bổ sung α -NAA (0,5 mg/L) là thích hợp nhất đối với Sen Đỏ Ớt (18,17 rễ/mẫu) cho quá trình tạo rễ trong nhân giống *in vitro*.

Bảng 3.41. Ảnh hưởng của IBA và α -NAA đến khả năng tạo rễ

Giống sen	IBA (mg/L)	NAA (mg/L)	Số rễ/mẫu	Chiều dài rễ/mẫu (cm)	Tỷ lệ tạo rễ (%)
Sen Trắng	0,5	0	0,73 ^d	0,55 ^a	28,57
Trệt Lõm	1,0	0	3,00 ^c	1,57 ^d	58,33
	0	0,5	6,00 ^b	5,67 ^a	72,22
	0,5	0,5	3,40 ^c	2,20 ^c	75,54
	1,0	0,5	8,90^a	2,87 ^b	78,57
	0,5	0	12,30 ^b	1,36 ^{abc}	100
Sen Đỏ Ớt	1,0	0	15,83 ^{ab}	1,17 ^c	96,67
	0	0,5	18,17^a	1,64 ^a	100
	0,5	0,5	11,67 ^b	1,08 ^c	100
	1,0	0,5	14,63 ^{ab}	1,41 ^{ab}	96,67

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

1. KẾT LUẬN

1. Năm 2017-2018, tỉnh Thừa Thiên Huế có 66 địa điểm trồng sen với tổng diện tích là 341,12 ha. Tập đoàn 66 mẫu giống sen được phân thành 2 nhóm là nhóm sen nhập (giống Sen Cao Sản) và nhóm sen địa phương (gồm 5 giống là Sen Hồng Phú Mộng, Sen Hồng Gia Long, Sen Đỏ Ớt, Sen Trắng Trệt Lõm, Sen Trắng Trệt Lồi). Giống Sen Cao Sản có diện tích lớn nhất với 234,05 ha chiếm 68,61% diện tích trồng sen toàn tỉnh, các giống sen còn lại có diện tích 107,07 ha chiếm 31,39%.

2. Có sự khác biệt di truyền giữa các mẫu giống sen về kiểu hình. Hệ số tương đồng di truyền của 66 mẫu giống dao động từ 0,40-1,00. Tập đoàn 66 mẫu giống sen được phân thành 6 nhóm khác biệt nhau ở một số tính trạng hình thái đặc trưng.

3. Giữa 6 giống sen có sự biến động lớn về đặc điểm hình thái bên ngoài. Đa số các tính trạng nghiên cứu biểu hiện sự đa dạng cao giữa các giống, có thể sử dụng làm cơ sở cho việc nhận diện các giống sen ở Thừa Thiên Huế.

4. Các giống sen trồng ở Thừa Thiên Huế có thời gian sinh trưởng từ 152-171 ngày. Các chỉ tiêu sinh lý đã phản ánh được quá trình sinh trưởng, phát triển của các giống sen. Giống Sen Đỏ Ớt là giống có kết quả cao nhất về hầu hết các chỉ tiêu nghiên cứu.

5. NSLT hạt sen của 6 giống đạt từ 0,86-4,57 tấn/ha, tỷ lệ hạt chắc chiếm 35-82,56%. Giống Sen Cao Sản có năng suất cao nhất với 4,57 tấn/ha tiếp đến là giống Sen Trắng Trệt Lõm đạt 3,80 tấn/ha, giống Sen Đỏ Ớt đạt 3,52 tấn/ha, giống Sen Hồng Phú Mộng đạt 3,24 tấn/ha, giống Sen Trắng Trệt Lồi (1,85 tấn/ha), thấp nhất là giống Sen Hồng Gia Long với 0,86 tấn/ha.

6. Đã xác định được thành phần hóa sinh trong hạt của 6 giống sen. Các giống sen địa phương thường cho kết quả cao hơn giống Sen Cao Sản ở hầu hết các chỉ tiêu nghiên cứu. Hai giống Sen Trắng là những giống cho kết quả tốt nhất về thành phần chất lượng và khả năng kháng oxy hóa.

7. Đề tài đã xác định được 2 giống sen địa phương có giá trị về màu sắc hoa, năng suất, chất lượng hạt và có tiềm năng trong sản xuất là giống Sen Trắng Trệt Lõm và Sen Đỏ Ớt để bảo tồn, khai thác và phát triển.

8. Bước đầu nghiên cứu thành công việc nhân giống *in vitro* 2 giống Sen Trắng Trệt Lõm và Sen Đỏ Ớt từ tim sen bao gồm xác định thời gian khử trùng, môi trường thích hợp để tái sinh chồi, nhân chồi, tạo rễ và phát triển thành cây sen *in vitro* hoàn chỉnh.

2. ĐỀ NGHỊ

- Nên sử dụng hiệu quả nguồn giống sen tại Thừa Thiên Huế theo các định hướng sau: Giống Sen Cao Sản nên được trồng ở qui mô đồng ruộng để kinh doanh hạt sen. Hai giống Sen Trắng Trệt Lõm, Sen Đỏ Ớt và Sen Hồng Phú Mộng có nhiều đặc điểm vượt trội nên được sản xuất trên qui mô lớn để tạo vùng nguyên liệu nhằm kinh doanh, chế biến và phát triển thành các dòng sản phẩm sen chủ lực ở Thừa Thiên Huế. Sen Trắng Trệt Lồi và Sen Hồng Gia Long có sản lượng hạt không cao nhưng có hoa đẹp, do vậy nên ưu tiên trồng hai giống sen này nhằm bảo tồn và phát triển gắn với du lịch sinh thái, tôn tạo cảnh quan ở các khu di tích và hồ lắng tắm ở Thừa Thiên Huế.

- Tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện giai đoạn đưa cây sen *in vitro* của hai giống Sen Trắng Trệt Lõm và Sen Đỏ Ớt trong giai đoạn vườn ươm và trồng ngoài thực tiễn nhằm tạo ra lượng lớn cây trồng sạch bệnh và đồng đều về độ tuổi phục vụ cho việc bảo tồn *in vitro*, đồng thời phát triển và sử dụng bền vững hai giống sen này ở Thừa Thiên Huế.

HUE UNIVERSITY
UNIVERSITY OF SCIENCES

NGUYEN THI QUYNH TRANG

**STUDY CHARACTERISTICS OF BOTANY,
PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY AND *IN VITRO*
PROPAGATION OF SOME LOTUS VARIETIES
(*NELUMBO NUCIFERA* GAERTN.) GROWN IN
THUA THIEN HUE**

Major: Plant Physiology

No.: 94.20.112

PH. D. THESIS OF BIOLOGY

Hue, 2021

The research was completed at:
Biology Department
University of Sciences, Hue University

Supervisors:

- 1. Assoc. Prof. Hoang Thi Kim Hong**
- 2. Assoc. Prof. Vo Thi Mai Huong**

Reviewer 1:.....

Reviewer 2:

Reviewer 3:

Thesis will be presented at the Hue University Examination Committee
Meeting at ... date ... month ... year 2021

The thesis can be found at:

1. National Library of Vietnam
2. Library Information Center of University of Sciences, Hue University

PUBLICATIONS RELATED TO THE THESIS

1. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Hoang Thi Kim Hong, Vo Thi Mai Huong (2017). Investigation of production status of Lotus (*Nelumbo Nucifera* Gaertn) in Thua Thien Hue province. *2nd National Plant Physiology Scientific Conference (Plant physiology applied in high-tech agriculture)*. 1(1): 121-130.
2. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Đàng Thanh Long, Hoang Thi Kim Hong (2018). *In vitro* propagation of Hue's white concave lotus (*Nelumbo Nucifera* Gaertn) from fresh seed. *2nd National Biotechnology Conferency*, 1267-1274.
3. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Hoang Thi Kim Hong, Vo Thi Mai Huong, Bui Ninh, Ngo Quy Thao Ngoc (2018). Morphological characteristics, growth, development, and productivity of High-yield Lotus cultivated in Thua Thien Hue province. *Hue University Journal of Science: Natural Science*, 1(127): 192-202.
4. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Hoang Thi Kim Hong, Đàng Thanh Long, Tran Thi Huong Giang, Tran Thi My Loan (2018). Study on the distribution map of lotus varieties in Thua Thien Hue province. *Journal of Science and Technology, Hue University of Sciences*, 13(2):165-176.
5. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Trương Thi Hieu Thao, Hoang Thi Kim Hong (2019). Study on the anatomical morphology of Lotus varieties (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) in Viet Nam. *Plant cell Biotechnology and Molecular Biology*, 20(3&4): 95-105.
6. **Nguyễn Thị Quỳnh Trang**, Đàng Thanh Long, Vo Thi Mai Huong, Hoang Thi Kim Hong (2019). Agrobiological characteristics of lotus cultivated in Thua Thien Hue province. *Science and Technology Journal of Agriculture & Rural Development*, 13: 46-54.
7. **Nguyen Thi Quynh Trang**, Hoang Thi Kim Hong, Vo Thi Mai Huong, Dang Thanh Long (2020). *In vitro* propagation of red lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) - an aquatic edible plant in Vietnam. *Agriculture Science Digest*. 10.18805/ag.D-257 (Online First Article).

INTRODUCTION

1. The necessity of the thesis

Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) is a potential perennial aquatic plant, commonly grown in many countries all over the world. In Vietnam, lotus is grown popularly in the countryside.

Lotus is valuable aquatic plant, not only as a food and ornamental flower but also as a source of herbal medicine. Almost every parts of lotus can be used for different purposes.

In Thua Thien Hue, the capital city of Vietnam in the old days, lotus is associated with several famous sights, such as the Imperial City, the King's tombs, pagodas and temples. Lotus is considered to contribute to the unique beauty of Hue's architecture by adding a soft and graceful touch on these places. The values of the lotus are even more significant to Hue inner city, where the Imperial City, a UNESCO World Heritage, is located. In this area, lotus brings much more than just a materialistic value. It is also a spiritual symbol representing Buddhism spirit. Lotus is a Buddhism symbol, which is dedicated for worshipping purpose in the most solemn places.

However, in recent years, lotus varieties with precious characteristics are seriously declining and facing the risk of disappearing over time. In Thua Thien Hue, there is not much research on lotus. The existing ones mainly focus on the fields of food and medicinal products. Collecting, conserving and evaluating the lotus group based on the distribution and biological characteristics of the variety and propagation of lotus plants by tissue-cell culture techniques have not been given adequate attention in Thua Thien Hue. Therefore, it is necessary to study about lotus conglomerate in Thua Thien Hue to provide full descriptive data for research and management, to evaluate botanical, physiological, biochemical characteristics, yield and quality

of lotus varieties. This is an indispensable and urgent job for the conservation and exploitation of lotus resources in the current economy.

Based on this rationale, we chose the desertaion entitled “**Study characteristics of botany, physiology, biochemistry and *in vitro* propagation of some lotus varieties (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) grown in Thua Thien Hue**”. This study provides important database about biochemical characteristics of different lotus varieties and *in vitro* propagation plants for the conservation and development of local lotus varieties in Thua Thien Hue province.

2. OBJECTIVES OF STUDY

2.1. General objectives

Identify the botanical, physiological, biochemical characteristics and *in vitro* propagation of some major lotus varieties grown in Thua Thien Hue to serve as the basis for the conservation of lotus genetic resources and effective development of lotus plants in Thua Thien Hue.

2.2. Detailed objectives

- To evaluate the current status of lotus production and to build distribution diagram of lotus varieties grown in Thua Thien Hue.

- To evaluate genetic diversity based on the phenotype of lotus varieties grown in Thua Thien Hue to provide a scientific basis for the identification of lotus varieties.

- To evaluate the botanical characteristics (including internal and external morphology) of lotus varieties for the purpose of identifying and distinguishing lotus varieties.

- To provide database on physiological characteristics (growth, development, yield) and biochemistry of some major lotus varieties in Thua Thien Hue.

- To research on *in vitro* propagation of some local lotus varieties, providing basis for the conservation and development of local lotus varieties in Thua Thien Hue province.

3. Key findings

- The research identified a group of 66 lotus varieties belonging to 6 main lotus varieties currently being grown in Thua Thien Hue (including 1 non-local lotus variety and 5 local lotus varieties) with complete data on distribution and description data. This is important genetic material resource for the conservation, exploitation and utilization of lotus genetic resources in Thua Thien Hue.

- The research evaluated genetic diversity based on some phenotypes of 66 lotus varieties, providing a reliable scientific basis for the identification of the main cultivated lotus varieties in Thua Thien Hue.

- The thesis fully and systematically evaluated the botanical, physiological and biochemical characteristics of 6 main lotus varieties in Thua Thien Hue such as morphological characteristics, anatomical features; growth and development characteristics; seed yield and quality. These research results have added new and valuable scientific data for the conservation and rational exploitation of lotus genetic resources in Thua Thien Hue.

- The research introduced 2 local lotus varieties with many valuable characteristics such as flower color, yield and seed quality, with potentials in production and market advantage, namely Convex White Lotus variety and Light Red Lotus variety for preservation, exploitation and development.

- The research initially successfully researched the *in vitro* propagation of two precious lotus varieties, the Convex White Lotus and the Light Red Lotus from lotus embryo. This result contributes to the conservation and restoration of degraded precious lotus varieties in Thua Thien Hue.

4. The overall structure of the thesis

There were 150 pages, divided into sections: Forewords, 4 pages; Chapter 1: Literature review, 30 pages; Chapter 2: Materials, contents and methods, 18 pages; Chapter 3: Results and Discussion, 82 pages; Conclusions and recommendations, 2 pages; Section: List of publication

related to the dissertation, 1 page; Section: Reference, 13 pages with 127 reference documents in Vietnamese, English and from the internet. The thesis includes 43 tables and 42 figures.

Chapter I. LITERATURE REVIEW

The thesis referred and summarized on 4 main issues related to: (1) Overview of the lotus; (2) Situation of research on the lotus in the world and Vietnam; (3) lotus planting and care techniques; (4) plant cell tissue culture.

Chapter II. MATERIALS, CONTENTS AND METHODS

2.1. MATERIALS

Materials used to study botanical, physiological and biochemical characteristics are 6 lotus varieties, selected from 66 lotus varieties including 5 local lotus varieties: Gia Long Pink Lotus, Phu Mong Pink Lotus, Light Red Lotus (Vinh Thanh Red Lotus), Concave White Lotus, Convex White Lotus and the High-yield Lotus that originated in Dong Thap.

Materials used in the study of *in vitro* propagation is mature lotus seeds (23 to 25 days old) of 2 lotus varieties: Concave White Lotus and Light Red Lotus.

2.2. RESEARCH CONTENTS

2.2.1. Investigation of production and consumption status of lotus, building distribution diagram of lotus varieties in Thua Thien Hue

2.2.2. Study on genetic diversity based on morphological characteristics of lotus varieties - Evaluating the starting material

2.2.3. Study on the botanical characteristics of some lotus varieties in Thua Thien Hue

2.2.4. Study on the physiological characteristics of some lotus varieties in Thua Thien Hue

2.2.5. Study on the biochemical characteristics of some lotus varieties in Thua Thien Hue

2.2.6. *In vitro* propagation of selected local lotus varieties

2.3. Research methods

2.3.1. Investigation of production and consumption status of lotus, building distribution diagram of lotus varieties in Thua Thien Hue

Investigation of production and consumption status of lotus

Building distribution diagram of lotus varieties in Thua Thien Hue

2.3.2. Study on genetic diversity based on morphological characteristics of lotus samples varieties

2.3.3. Collection method of lotus varieties – material creation

2.3.4. Method of study on the botanical, physiological, biochemical characteristics of some lotus varieties in Thua Thien Hue

Design of experiments

Study on the botanical characteristics of some lotus varieties

Study on the physiological characteristics of some lotus varieties

Study on the biochemical characteristics of some lotus varieties

2.3.5. Study on *in vitro* propagation of some local lotus varieties

2.3.6. Data analysis

Chapter III. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. CURRENT STATUS OF PRODUCTION AND CONSUMPTION OF LOTUS VARIETIES IN THUA THIEN HUE

3.1.1. Location and composition of lotus varieties grown in Thua Thien Hue

In 2017-2018, Thua Thien Hue had 66 lotus planting sites with 66 lotus varieties, divided into 2 groups: non-local lotus group (High-yield Lotus variety), local lotus group with 2 sub-groups: the pink lotus group (3 varieties: Gia Long Pink Lotus, Phu Mong Pink Lotus, Light Red Lotus) and the white lotus group (2 varieties: Concave White Lotus, Convex White Lotus).

3.1.2. Area and structure of the lotus varieties currently planted in Thua Thien Hue

Table 3.2. Lotus cultivation area of surveyed areas in Thua Thien Hue in 2017-2018

No.	Investigation area	Planted lotus varieties name	Area (ha)	Total areas (ha)	Ratio (%)
1	The area inside the Citadel, Hue city (2 varieties)	Concave White Lotus	4.49	4.57	1.34
		High-yield Lotus	0.08		
2	Hue city (outside the Citadel area) (5 varieties)	Concave White Lotus	7.03	19.90	5.84
		Convex White Lotus	0.05		
		Phu Mong Pink Lotus	0.05		
		Light Red Lotus	0.50		
		High-yield Lotus	12.27		
3	Phong Dien (2 varieties)	Phu Mong Pink Lotus	28.50	196.70	57.66
		High-yield Lotus	168.20		
4	Huong Tra (4 varieties)	Convex White Lotus	0.13	41.60	12.20
		Concave White Lotus	1.00		
		Gia Long Pink Lotus	0.97		
		High-yield Lotus	39.50		
5	Huong Thuy (1 variety)	Light Red Lotus	0.15	0.15	0.04
6	Phu Vang (1 variety)	Light Red Lotus	64.20	6.20	18.82
7	Phu Loc (1 variety)	High-yield Lotus	14.00	14.00	4.10
Sum			341.12	341.12	100

In 2017-2018, the total area of lotus planting in the whole Thua Thien Hue province is 341.12 ha, of which High-yield Lotus variety is 234.05 ha, occupying 68.61% and the local lotus varieties are 107.07 ha occupying 31.39% of the total lotus area in Thua Thien Hue province.

3.1.3. Lotus cultivation methods at survey areas

- *Regarding method of seeding:* varieties used for the next crop are mainly seedlings and tubers.

- *Regarding the planting season:* most lotus is planted in the spring crop, starting from mid January to early April of the lunar

calendar.

- *Regarding the terrain of lotus cultivation:* the area of lotus planted on field land is 314.77 ha, accounting for 92.28%; of lotus growing on lake land is 26.35 ha, accounting for 7.72%.

3.1.4. Lotus products, yield and economic efficiency

Products exploited from lotus plants of local varieties are diverse such as seedpod, flower, lotus leaf, lotus seed, lotus embryo, lotus root, lotus petiole, etc. It can be said that all parts of the lotus can be used, except High-yield Lotus which is only grown for seeds, at a much lower price than the local lotus.

3.1.5. Developing distribution map of lotus varieties in Thua Thien Hue

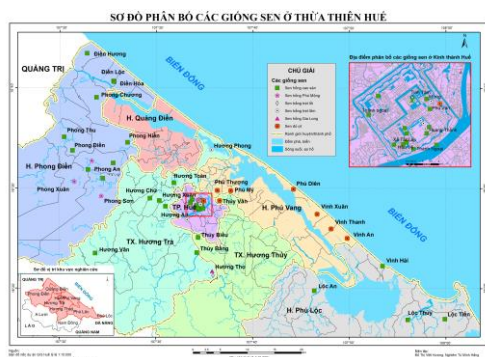


Figure 3.7. Distribution map of 66 lotus varieties in Thua Thien Hue in 2017-2018

3.2. ANALYSIS OF GENETIC DIVERSITY OF LOTUS ACCESSIONS BASED ON PHENOTYPE

Genetic similarity coefficient based on morphology traits of 66 lotus varieties accessions ranged from 0.40 to 1.00, diversity of researched lotus germplasm is not high with genetic difference coefficient from 0 to 60%.

At the coefficient similarity level of 0.93, the sixty-six lotus varieties in Thua Thien Hue were classified into 6 main groups according to some morphology traits including group 1 (consists of 14 samples of Concave White Lotus varieties, ST01-ST14), group 2 (consists of 3 samples of Convex White Lotus varieties, ST15-ST17),

group 3 (consists of 35 samples of High-yield Lotus varieties, SH01-SH35), group 4 (consists of 5 samples of Phu Mong Pink Lotus varieties, SH36-SH40), group 5 (consists of 8 samples of Light Red Lotus varieties, SH41-SH48), and group 6 (consists of 1 samples of Gia Long Pink Lotus variety, SH49). This can be seen as one of the initial scientific bases for variety identification for the conservation and selection of lotus varieties in Thua Thien Hue.

Based on the results of the investigation, the typical morphological characteristics of the varieties and the results of genetic diversity analysis based on phenotype, we identified 6 lotus varieties (plant varieties) being planted in Thua Thien Hue: High-yield Lotus, Phu Mong Pink Lotus, Light Red Lotus, Gia Long Pink Lotus, Concave White Lotus, Convex White Lotus. Combining with the distribution map of the lotus varieties, we collected the above-mentioned six lotus varieties to plant in Huong So, Hue city to conduct experiments to evaluate the next criteria.

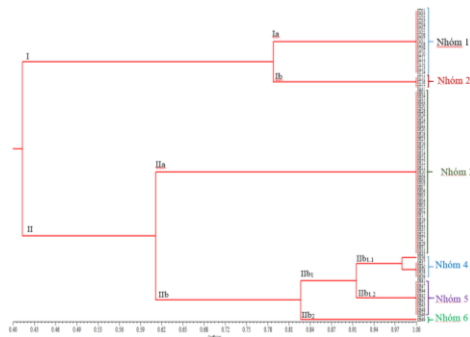


Figure 3.8. Dendrogram showing the results of a cluster analysis based on 17 morphological characteristics of 66 lotus germplasms

3.3. EVALUATION OF SOME BOTANICAL CHARACTERISTICS OF THE LOTUS VARIETIES IN THUA THIEN HUE

3.3.1. Morphological characteristics of the lotus varieties

Total 52 indicators, including morphological and quantitative traits of 6 lotus varieties as leaf petioles, leaves, buds, flowers, stamens, seedpods and seeds have been described, evaluated and classified by distinct characteristics (Table 3.6-3.13).

Table 3.6. Morphological characteristics of the stem and leaf, root of the lotus varieties

No	Characterizations	High-yield Lotus	Phu Mong Pink Lotus	Gia Long Pink Lotus	Light Red Lotus	Concave White Lotus	Convex White Lotus	
1	Plant size *	Large	-	x	x	x	-	
		Medium	x	-	-	-	x	
		Small-Medium	-	-	-	-	x	-
		Small	-	-	-	-	-	-
		Very small	-	-	-	-	-	-
2	Young root color	White	x	x	x	x	x	
3	Shape of emerging leaf	Nearly round	x	x	x	x	x	
4	Young leaf color	Purple	x	-	-	-	-	
		Pinky green	-	x	x	x	-	
		Light green	-	-	-	-	x	x
5	Mature leaf color	Green	x	x	-	x	x	
		Dark green	-	-	x	-	-	-
6	Leaf surface	Smooth top surface	x	x	x	x	x	
		Rough under surface	x	x	x	x	x	x
7	Pickles on petiole	Little	-	-	-	-	x	x
		Many	x	-	-	-	-	-
		Plenty	-	x	x	x	-	-
8	Leaf pose	Funnel shaped	x	x	x	x	x	
		Plat extended	x	x	x	x	x	x

Note: Plant size*: Large: 1,5-2m; Medium: 1-1,5m, Small-Medium: 0,5-1m, Small: 20-50cm, Very small <20cm. "x": characteristic observed, "-": characteristic not observed.

Table 3.13. The seedpod and seed quantitative trait of lotus varieties

Lotus variety	Criteria	Seedpod diameter (cm)	Seed length (cm)	Seed width (cm)
High-yield Lotus		11.52 ^b	2.12 ^b	1.63 ^a
Phu Mong Pink Lotus		13.12 ^a	2.05 ^{bc}	1.37 ^b
Gia Long Pink Lotus		9.85 ^c	2.43 ^a	1.55 ^a
Light Red Lotus		11.39 ^b	2.38 ^a	1.21 ^c
Concave White Lotus		9.24 ^d	1.74 ^d	1.09 ^d
Convex White Lotus		9.23 ^d	1.97 ^c	1.31 ^b

Note: * Different letters in the same column indicate significant differences in Duncan's test (p -value ≤ 0.05), The note is the same for all table except table 3.23, 3.24

The results showed that 6 varieties of lotus are different in some specific traits, morphological characteristics and signs for recognition of 6 lotus varieties can be summarized as follows:

High-yield Lotus: medium plant size; purple young leaves; purple, long pointed oval flower buds; purple-pink flowers which are uniform in color; flowers color does not change until the flower withers; the seedpod is umbrella shaped; spherical seeds; high number of seeds in the seedpod; the pigment inside the seed coat is light pink at the tip, and whitens towards the end.

Phu Mong Pink Lotus: big plant size; young leaves are pinkish green; flower buds are long, pointed oval and purple red; flowers are dark pink at the tip, fading downward; flowers become pale pink as they wither; seedpod is convex; seeds are oval shaped; the pigment inside of the seed coat is dark pink.

Gia Long pink lotus: big plant size; young leaves are pinkish green; flower buds are long, pointed oval and purple red; flowers are sharp purple-pink in color and do not change color as they wither; seedpods are convex; the seeds are oval shaped; the pigment inside the seed coat is dark pink.

Light Red Lotus: big plant size; young leaves are pinkish green; flower buds are long, pointed oval and purple red; dark pink flowers with a slight sign of red; as the flowers wither, the pink gradually fades and eventually turns white after 4-5 days with only a faint sign of pink

at the tip of petals left; seedpods are convex; seeds are oval shaped; the pigment inside the seed coat is dark pink.

Concave White Lotus: small to medium plant size; young leaves are green; flower buds are long, pointed oval and light green; white flowers; seedpods are flat; lotus seeds are elliptical; the pigment inside the seed coat is white.

Convex White Lotus: medium plant size; young leaves are green; flower buds are round oval with pointed tips and light green; white flowers; convex seedpods; lotus seeds are elliptical, and the pigment inside the seed coat is white.

3.3.2. Anatomical structure of root, rhizomes, leaves of the lotus varieties

3.3.2.1. Anatomical structure of root

Table 3.14. Size of main structural compositions of lotus roots

Lotus variety	Epidermis		Cortex		Pericycle			
	\bar{X} (μm)	R (%)	\bar{X} (μm)	R (%)	\bar{X} (μm)	R (%)	No. WV	DWV (μm)
High-yield Lotus	101.00 ^{bc}	7.90 ^a	921.80 ^d	72.06 ^d	256.00 ^e	20.03 ^c	20.30 ^a	10.34 ^c
Phu Mong Pink Lotus	117.50 ^a	6.82 ^c	1314.50 ^b	76.34 ^b	290.00 ^d	16.84 ^e	20.60 ^a	12.43 ^b
Gia Long Pink Lotus	103.00 ^{bc}	8.14 ^a	854.50 ^e	67.45 ^f	309.00 ^a	24.41 ^a	20.70 ^a	12.63 ^{ab}
Light Red Lotus	124.00 ^a	7.39 ^b	1256.40 ^c	74.92 ^c	296.50 ^c	17.69 ^d	19.10 ^b	13.61 ^a
Concave White Lotus	106.50 ^b	5.91 ^d	1392.70 ^a	77.29 ^a	302.50 ^b	16.80 ^e	18.30 ^c	11.88 ^b
Convex White Lotus	97.50 ^c	8.29 ^a	836.40 ^c	71.11 ^e	242.30 ^f	20.60 ^b	19.10 ^b	10.69 ^c

Note: \bar{X} : Mean; R: Radius; No. WV: Number of wood vessels; DWV: Diameter of wood vessels

3.3.2.2. Anatomical structure of rhizomes

Table 3.15. The size of epidermis and pericycle of the lotus rhizomes

Lotus variety	Epidermis		Pericycle	
	\bar{X} (μm)	R (%)	\bar{X} (μm)	R (%)
High-yield Lotus	120.40 ^c	2.87 ^b	4077.50 ^b	97.13 ^b
Phu Mong Pink Lotus	121.80 ^{ab}	2.77 ^c	4280.00 ^a	97.23 ^a
Gia Long Pink Lotus	120.20 ^c	3.10 ^a	3762.50 ^d	96.90 ^c
Light Red Lotus	120.70 ^{bc}	3.06 ^a	3830.00 ^{cd}	96.94 ^c
Concave White Lotus	122.80 ^a	3.05 ^a	3907.50 ^c	97.00 ^c
Convex White Lotus	119.70 ^c	2.83 ^c	4122.50 ^b	97.18 ^{ab}

Note: \bar{X} : Mean; R: Radius

3.3.2.3. Anatomical structure of leaves

Table 3.16. The size of epidermis and anabolic tissue of the lotus leaves

Lotus variety	Upper epidermis		Anabolic tissue		Lower epidermis	
	\bar{X} (μm)	R (%)	\bar{X} (μm)	R (%)	\bar{X} (μm)	R (%)
High-yield Lotus	126 ^a	8.83 ^{bc}	1238 ^a	86.55 ^a	66 ^a	4.62 ^c
Phu Mong Pink Lotus	121 ^a	8.67 ^{bc}	1207 ^a	86.45 ^a	68 ^a	4.87 ^{bc}
Gia Long Pink Lotus	122 ^a	8.61 ^c	1228 ^a	86.52 ^a	69 ^a	4.86 ^{bc}
Light Red Lotus	119 ^{ab}	9.09 ^{bc}	1125 ^b	85.87 ^{ab}	66 ^a	5.04 ^b
Concave White Lotus	113 ^b	11.16 ^a	832 ^c	82.12 ^c	68 ^a	6.72 ^a
Convex White Lotus	124 ^a	9.24 ^b	1151 ^b	85.69 ^b	68 ^a	5.07 ^b

Note: \bar{X} : Mean; R: Radius

3.3.2.4. Stomatierous characteristics of the lotus leaf

Table 3.17. The number of stomata per 1mm² surface area on lotus leaf

Lotus variety	The number of stomata in standing leaves	The number of stomata in floating leaves
High-yield Lotus	66.7 ^a	62.7 ^a
Phu Mong Pink Lotus	68.0 ^a	44.0 ^c
Gia Long Pink Lotus	60.7 ^b	62.0 ^a
Light Red Lotus	59.3 ^b	45.3 ^c
Concave White Lotus	58.0 ^b	56.7 ^b
Convex White Lotus	59.3 ^b	48.0 ^c

Results from structural anatomy of the stem, leaf and root of the six lotus varieties show that there is a high level of adaptability of the lotus plant to its aquatic environment. The composition of the stem, roots and leaves are similar among the six lotus varieties. The main differences are found in the size and the proportion of this component. This may be due to genetic characteristics of each variety. Research on botanical characteristics with features related to ecology is essential as the basis for effective research on physiology, biochemistry and propagation of lotus plants.

3.4. STUDY ON SOME PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LOTUS VARIETIES IN THUA THIEN HUE

3.4.1. Growth time

The average time from planting to withering (dry leaves) of the varieties is 159.3 days, ranging from 152-171 days. Concave White Lotus has the longest growing time of 171 days. The shortest is Light Red Lotus with 152 days.

3.4.2. Leaf growth dynamics

3.4.2.1. Growth movement of flat extended leaves

Table 3.19. The dynamics of growth in leaf diameter (cm) of the lotus varieties over the monitoring time

Lotus variety	Day	0*	7	14	21	28	35	42
High-yield Lotus		12.73 ^c	20.78 ^c	30.97 ^c	38.63 ^{bc}	44.06 ^c	52.30 ^d	53.73 ^c
Phu Mong Pink Lotus		15.66 ^b	22.36 ^b	28.87 ^d	37.90 ^c	45.22 ^c	57.67 ^b	58.20 ^b
Gia Long Pink Lotus		13.47 ^c	22.02 ^{bc}	33.84 ^b	47.21 ^a	49.83 ^b	53.30 ^d	54.20 ^c
Light Red Lotus		17.87 ^a	25.15 ^a	37.20 ^a	47.13 ^a	56.33 ^a	61.33 ^a	62.00 ^a
Concave White Lotus		16.15 ^b	24.02 ^a	33.99 ^b	40.13 ^b	54.95 ^a	61.24 ^a	63.60 ^a
Convex White Lotus		12.13 ^c	22.40 ^b	31.47 ^c	46.98 ^a	49.00 ^b	56.13 ^c	58.31 ^b

Notes *: time when flat extended leaves appear

The growth rate of flat extended leaves of the lotus varieties increases gradually over time, with the fastest rate at the 7th and 14th day milestone. From the 35th to the 42th day, the leaf diameter increases very little, on average of about 1-2 cm/7 days. The leaf diameter reaches the maximum size of 53.73-63.60 cm. On the 42th day, the leaves start to gradually wither, marking the beginning of the development of funnel shaped leaves.

3.4.2.2. Growth movement of funnel shaped leaves

Bảng 3.20. The dynamics of growth in funnel shaped leaves diameter (cm) of the lotus varieties over the monitoring time

Lotus variety	Day	0*	7	14	21	28	35	42
High-yield Lotus		15.05 ^c	34.17 ^b	43.53 ^c	49.53 ^c	52.89 ^e	57.13 ^e	60.97 ^e
Phu Mong Pink Lotus		18.40 ^b	43.33 ^a	51.80 ^a	57.13 ^b	62.20 ^b	65.20 ^b	68.93 ^b
Gia Long Pink Lotus		20.67 ^a	42.33 ^a	50.90 ^a	57.03 ^b	58.53 ^c	63.33 ^c	66.07 ^c
Light Red Lotus		18.33 ^b	35.00 ^b	48.00 ^b	59.47 ^a	67.27 ^a	74.31 ^a	81.00 ^a
Concave White Lotus		15.17 ^c	31.43 ^c	39.00 ^d	44.54 ^e	50.00 ^f	51.31 ^f	52.63 ^f
Convex White Lotus		16.45 ^c	26.31 ^d	38.21 ^d	46.43 ^d	54.63 ^d	59.85 ^d	63.39 ^d

Note *: time when funnel shaped leaves appear

Funnel shaped leaves diameter of the six lotus varieties increases most strongly at the 7th day, reaching 26.31-43.33 cm. At the 28th, 35th and 42th day, the growth of leaf diameter slows down, on an average increase of 1.31-7.04 cm per week and reaches the maximum size of 52.63-81 cm on the 42th day.

3.4.2.3. The dynamics of growth of petioles of funnel shaped leaves

Table 3.21. The dynamics of height growth of funnel shaped leaves petiole (cm) of the lotus varieties over the monitoring time

Lotus variety	Day	0*	7	14	21	28	35	42
High-yield Lotus		20.97 ^c	34.27 ^c	44.03 ^c	48.17 ^e	51.93 ^c	60.47 ^d	81.80 ^b
Phu Mong Pink Lotus		33.27 ^a	40.07 ^a	47.07 ^{ab}	56.13 ^c	62.87 ^c	69.07 ^c	71.53 ^c
Gia Long Pink Lotus		32.53 ^b	40.80 ^a	44.53 ^c	51.93 ^d	55.23 ^d	77.00 ^b	91.07 ^a
Light Red Lotus		24.00 ^d	31.50 ^d	46.25 ^b	59.50 ^b	70.04 ^b	80.95 ^a	91.47 ^a
Concave White Lotus		18.51 ^f	26.59 ^e	33.61 ^d	42.44 ^f	47.15 ^f	50.21 ^e	52.11 ^d
Convex White Lotus		26.09 ^c	36.53 ^b	47.70 ^a	62.43 ^a	72.43 ^a	80.86 ^a	83.03 ^b

Note *: time when funnel shaped leaves appear

Through 42 days of observing, the petiole height of the funnel shaped leaves increases sharply from 18.51-91.47 cm. In which, Concave White Lotus has the lowest plant height of 52.11 cm. Red Lotus variety and Gia Long Pink Lotus have the largest petiole height of the 6 varieties studied, at 91.07-91.47 cm.

3.4.3. The diameter growth of the seedpods

Table 3.22. The growth dynamics of seedpod diameter (cm) of the lotus varieties over the monitoring periods

Lotus variety	Day	0*	7	14	Harvest
High-yield Lotus		4.33 ^b	6.37 ^b	8.93 ^a	11.52 ^b
Phu Mong Pink Lotus		4.49 ^b	6.42 ^b	7.83 ^c	13.12 ^a
Gia Long Pink Lotus		4.60 ^b	5.81 ^c	7.47 ^d	9.85 ^c
Light Red Lotus		4.50 ^b	6.53 ^b	8.50 ^b	11.39 ^b
Concave White Lotus		2.90 ^c	4.61 ^d	5.77 ^e	9.24 ^d
Convex White Lotus		3.51 ^a	7.15 ^a	8.20 ^b	9.23 ^d

Notes *: time when flowers start to wither

3.4.4. Fresh weight, dry weight, dry matter accumulation intensity in the leaves of the lotus varieties through the growth stages

Table 3.23. Fresh weight, dry weight, dry matter accumulation intensity in the leaves of the lotus varieties through the growth stages

Stages	Criteria	High-yield Lotus	Phu Mong Pink Lotus	Gia Long Pink Lotus	Light Red Lotus	Concave White Lotus	Convex White Lotus
Mature standing leaves	Fresh weight (g)	51.37 ^a	40.24 ^c	48.20 ^b	43.46 ^{bc}	21.97 ^e	28.76 ^d
	Dry weight (g)	11.84 ^b	19.82 ^a	9.27 ^{cd}	19.26 ^a	9.11 ^d	10.68 ^{bc}
	Dry Matter Accumulation intensity (g/dm ² xday)	0.086 ^d	0.282 ^b	0.065 ^d	0.330 ^a	0.184 ^c	0.105 ^d
	Fresh weight (g)	40.47 ^d	53.94 ^b	52.88 ^b	80.95 ^a	46.32 ^c	45.98 ^c
Mature floating leaves	Dry weight (g)	10.75 ^e	32.46 ^b	20.18 ^c	42.39 ^a	15.28 ^d	11.96 ^e
	Dry Matter Accumulation intensity (g/dm ² xday)	0.020 ^c	0.020 ^c	0.010 ^c	0.10 ^a	0.067 ^b	0.013 ^c
	Fresh weight (g)	47.56 ^c	61.66 ^b	39.60 ^d	75.74 ^a	43.13 ^{cd}	47.86 ^c
	Dry weight (g)	18.72 ^{cd}	27.09 ^b	15.72 ^{de}	31.79 ^a	19.93 ^c	13.84 ^e
Seed formation	Dry Matter Accumulation intensity (g/dm ² xday)	0.037 ^c	0.027 ^c	0.040 ^c	0.413 ^a	0.023 ^c	0.107 ^b

Note: * Different letters in the same row indicate significant differences in Duncan's test (p -value ≤ 0.05).

The results in Table 3.23 show that Light Red Lotus variety gives the highest results on most of the research indicators in all three observing periods. In addition, when comparing the physiological indicators of the varieties over three stages, the intensity of dry matter accumulation decreases sharply when it reaches the leaf stage but increases again at the seeding stage. The reason is that at this stage the plants mainly use their nutrients to grow parts such as flowers, seedpods, seeds, and rhizomes.

3.4.5. Chlorophyll contents (Chl) of lotus varieties

Bảng 3.24. Chlorophyll contents (Chl) of lotus varieties leaves through the growth stages

Stages	Criteria	High-yield Lotus	Phu Mong Pink Lotus	Gia Long Pink Lotus	Light Red Lotus	Concave White Lotus	Convex White Lotus
Mature standing leaves	Chla	0.196 ^f	0.506 ^c	0.230 ^e	0.814 ^a	0.619 ^b	0.443 ^d
	Chlb	0.079 ^e	0.210 ^b	0.094 ^d	0.291 ^a	0.214 ^b	0.175 ^c
	Chla/Chlb	2.51 ^b	2.41 ^b	2.45 ^b	2.80 ^a	2.90 ^a	2.54 ^b
Mature floating leaves	Chla	0.152 ^f	0.479 ^c	0.264 ^e	0.620 ^a	0.580 ^b	0.283 ^d
	Chlb	0.056 ^f	0.195 ^c	0.103 ^d	0.255 ^a	0.224 ^b	0.105 ^d
	Chla/Chlb	2.72 ^a	2.45 ^b	2.57 ^{ab}	2.43 ^b	2.59 ^{ab}	2.70 ^b
Seed formation	Chla	0.599 ^c	0.747 ^b	0.474 ^e	0.891 ^a	0.619 ^c	0.535 ^d
	Chlb	0.225 ^c	0.306 ^b	0.184 ^d	0.353 ^a	0.214 ^c	0.217 ^c
	Chla/Chlb	2.67 ^b	2.45 ^c	2.58 ^{bc}	2.53 ^{bc}	2.89 ^a	2.47 ^{bc}

Note: * Different letters in the same row indicate significant differences in Duncan's test (p -value ≤ 0.05)

Through three research stages, Red Light Lotus variety still achieves the highest results in both Chla and Chlb content. This is also the variety with the highest fresh weight, dry weight and dry matter accumulation intensity among the lotus varieties studied at most of the research stages.

3.4.6. Productivity and its components

Table 3.25. Components of yield and seed yield of lotus varieties

Lotus variety	Number of seedpod/10m ²	Number of fruit/seedpod	fruit setting/Seedpod	Ratio of fruit setting/Seedpod (%)	100 fruits weight (g)	Fruit theoretical yield (kg/10m ²)	Fruit theoretical yield (tone/ha)
High-yield Lotus	75.60 ^b	36.20 ^a	29.87 ^a	82.56 ^a	202.60 ^d	4.57 ^a	4.57 ^a
Phu Mong Pink Lotus	54.40 ^d	36.43 ^a	27.03 ^b	74.15 ^b	220.00 ^b	3.24 ^d	3.24 ^d
Gia Long Pink Lotus	41.60 ^e	28.27 ^c	9.83 ^e	35.00 ^e	210.46 ^c	0.86 ^f	0.86 ^f
Light Red Lotus	61.40 ^c	33.40 ^b	21.83 ^c	65.52 ^c	262.20 ^a	3.52 ^c	3.52 ^c
Concave White Lotus	101.60 ^a	29.13 ^c	19.07 ^d	66.39 ^c	196.00 ^e	3.80 ^b	3.80 ^b
Convex White Lotus	45.40 ^e	34.20 ^b	20.53 ^{cd}	60.71 ^d	198.60 ^e	1.85 ^e	1.85 ^e

Theoretical yield of seeds of six lotus varieties reaches from 0.86 to 4.57 tons/ha. The High-yield Lotus has the highest yield of 4.57 tone/ha, next to Concave White Lotus (3.80 tons/ha), Light Red Lotus (3.52 tons/ha), Phu Mong Pink Lotus (3.24 tons/ha), the lowest result belongs to Convex White Lotus and Gia Long Pink Lotus with 1.85 and 0.86 tons/ha.

3.5. STUDY ON CHEMICAL AND BIOLOGICAL COMPOSITION IN SEEDS OF LOTUS VARIETIES

3.5.1. Nutrition content

Table 3.26. Content of some basic nutritional components (g/100g) in dried lotus seeds

Criteria	Protein	Lipid	Reducing sugar
Lotus variety			
High-yield Lotus	7.00 ^c	5.39 ^a	6.29 ^d
Phu Mong Pink Lotus	8.21 ^c	3.33 ^c	8.71 ^a
Gia Long Pink Lotus	7.90 ^d	2.21 ^d	7.09 ^c
Light Red Lotus	8.69 ^b	2.59 ^d	8.17 ^b
Concave White Lotus	9.41 ^a	4.55 ^b	7.14 ^c
Convex White Lotus	9.15 ^a	3.70 ^c	6.98 ^c

Apart from the lipid content, the lotus seeds of High-yield Lotus are always lower in value than the local lotus varieties in terms of protein content and reducing sugar. This proves that the nutritional values in lotus seeds of the local lotus varieties is much higher than that of the High-yield Lotus variety.

3.5.2. Composition of mineral elements

Table 3.27. Composition of some mineral elements (mg/100 g) in dried lotus seeds

Criteria	K	Ca	P
Lotus variety			
Highyield Lotus	580.00 ^e	33.33 ^e	198.67 ^c
Phu Mong Pink Lotus	850.00 ^b	56.67 ^b	665.67 ^b
Gia Long Pink Lotus	283.33 ^f	43.33 ^d	459.00 ^d
Light Red Lotus	726.67 ^c	51.67 ^c	462.67 ^d
Concave White Lotus	890.00 ^a	60.67 ^a	705.00 ^a
Convex White Lotus	663.33 ^d	61.33 ^a	555.67 ^c

Composition of mineral elements K, Ca, P in the local lotus varieties is higher than those of High-yield Lotus. In which, Concave White Lotus achieves the highest result among the 6 varieties studied.

3.5.3. Composition of catalase enzyme and vitamin C

Table 3.28. Composition of vitamin C and catalase in 100 g of dried lotus seeds

Criteria	Catalase (U/mg protein)	Vitamin C (%)
Lotus variety		
Highyield Lotus	0.26 ^b	0.011 ^c
Phu Mong Pink Lotus	0.40 ^a	0.033 ^{ab}
Gia Long Pink Lotus	0.26 ^b	0.031 ^{ab}
Light Red Lotus	0.42 ^a	0.039 ^a
Concave White Lotus	0.25 ^b	0.026 ^b
Convex White Lotus	0.25 ^b	0.022 ^{bc}

3.5.4. Chemical constituents of the condensed lotus seed extract

The presence of twenty-seven main phytochemical constituents in extracts of studied lotus varieties was identified. In which, the Phu Mong Pink Lotus and the Light Red Lotus have twenty compounds, the Gia Long Pink Lotus and High-yield Lotus have nineteen compounds, the White lotus varieties has eighteen compounds, the Convex White Lotus has seventeen compounds. The biological activities of a number of the twenty-seven compounds present in six varieties studied were reported in previous studies.

3.5.5. Indicators relating to friability and plasticity of lotus seeds

3.5.5.1. Amylose contents

Table 3.30. Amylose (g) contents in 100 g dried lotus seeds

Criteria	Amylose
Lotus variety	
High-yield Lotus	7.70 ^{bc}
Phu Mong Pink Lotus	8.28 ^b
Gia Long Pink Lotus	8.97 ^a
Light Red Lotus	7.39 ^{cd}
Concave White Lotus	9.15 ^a
Convex White Lotus	6.98 ^d

3.5.5.2. Gel strength level and resistance level

Table 3.31. Evaluating gel strength and resistance in different lotus varieties

Lotus variety	Criteria	Gel strength level		Resistance level
		Gel size (mm)	Evaluation	Benchmark
High-yield Lotus		152.67 ^d	Gel rất mềm	2
Phu Mong Pink Lotus		162.33 ^b	Gel rất mềm	3**
Gia Long Pink Lotus		157.00 ^c	Gel rất mềm	3*
Light Red Lotus		150.00 ^e	Gel rất mềm	3**
Concave White Lotus		138.67 ^f	Gel rất mềm	3
Convex White Lotus		169.33 ^a	Gel rất mềm	3

Gel size of the studied lotus varieties is quite large from 150-169.33 mm, which is outside the range of gel parameters, so we classify them as very soft gel. Results on gel strength and gel resistance showed that the ability of lotus seeds to harden after cooling in the studied lotus varieties was very low.

3.5.6. Evaluation of antioxidant activities of methanol liquid and condensed extract seed from six lotus varieties in Viet Nam.

3.5.6.1. Evaluation of antioxidant activities of methanol liquid extract from lotus seeds

Table 3.33. IC₅₀ value of lotus seed extract in 70% methanol solvent

Lotus variety	Unit	R ²	IC ₅₀
High-yield Lotus		0.964	11.23 ^c
Phu Mong Pink Lotus		0.952	11.85 ^b
Gia Long Pink Lotus	mg extract/	0.975	10.80 ^d
Light Red Lotus	mL	0.996	15.67 ^a
Concave White Lotus		0.980	11.81 ^b
Convex White Lotus		0.998	8.20 ^e
Acid ascorbic	µg/mL	0.963	3.20 ^f

IC₅₀, the amount exhibiting 50% of DPPH, of methanol liquid extract six lotus seed varieties was 8.20-15.67 mg/mL, which was many times lower than that of Ascorbic acid 3,2 µg/mL. In which, the Concave White Lotus has the lowest IC₅₀ of 8.20 mg/mL, so DPPH radical scavenging activity of this lotus variety is the highest, next to Gia Long Pinks Lotus (10.80 mg/mL) and High-yield Lotus (11.23

mg/mL), Phu Mong Pink Lotus and Convex White Lotus have similar antioxidant activity with 15,67 mg/mL.

3.5.6.2. *Evaluating the antioxidant activity in condensed lotus seed extract*

Similar to the extract, the ability to capture free radicals of the Concave White Lotus variety was also highest with IC₅₀ at 0.85 mg extract/mL, the lowest was still Light Red Lotus variety with IC₅₀ at 1.286 mg condensed extract/mL. Compared with ascorbic acid (3.2 µg/mL), lotus seed condensed extract had the ability to capture free radicals 265-401 times lower (Table 3.35).

Bảng 3.35. IC₅₀ content of lotus seed extract in 70% methanol solvent

Lotus variety	Unit	R ²	IC ₅₀
High-yield Lotus		0.988	1.160 ^b
Phu Mong Pink Lotus		0.978	1.036 ^c
Gia Long Pink Lotus	mg	0.988	1.006 ^d
Light Red Lotus	condensed	0.971	1.286 ^a
Concave White Lotus	extract/mL	0.996	1.005 ^d
Convex White Lotus		0.953	0.850 ^e
Acid ascorbic	µg/mL	0.963	3.200 ^f

3.6. *IN VITRO* PROPAGATION OF SELECTED LOTUS VARIETIES IN HUE

Based on the research results about the botanical, physiological and biochemical characteristics of six lotus varieties currently being grown in Thua Thien Hue, we chose two local lotus varieties, namely Convex White Lotus and Light Red Lotus, which have many outstanding features in terms of yield, seed quality, beautiful flower colors, diversified and plentiful exploitation products, etc. to study *in vitro* propagation to contribute to the storage and conservation of the current local lotus varieties.

3.6.1. The effect of sterilization time

Table 3.36. The effect of sterilization time by 0.1% HgCl₂ solution

Lotus variety	Sterilization time with HgCl ₂ (minute)	infected sample rate (%)	Death sample rate (%)	Survival sample rate (%)
Concave White Lotus	6	74.29	0	25.71
	7	51.06	0	48.94
	9	38.78	0	61.22
	11	33.33	0	66.67
	13	27.08	0	72.92
	15	22.50	0	77.50
	16	10.00	4.00	86.00
Light Red Lotus	6	65.71	0	34.29
	7	48.57	0	51.43
	9	39.58	0	60.42
	11	34.04	0	65.96
	13	30.00	0	70.00
	15	25.00	0	75.00
	16	10.00	2.00	88.00
	17	6.67	16.66	76.67

Compared to other exploration times, sterilizing seed samples with HgCl₂ for 16 minutes gave the best results with the survival rate of 86-88%, the contaminated sample rate reduced to 10%, the death rate was only 2-4%.

3.6.2. The effects of BAP on shoot regeneration

Table 3.37. The effects of BAP on shoot regeneration

Lotus variety	BAP (mg/l)	Shoot number/explant	Leave number/shoot clumps	Shoot height (cm)	Shoot formation (%)
Concave White Lotus	0.0	3.00 ^a	1.43 ^a	6.13 ^a	100
	0.5	2.30 ^b	1.25 ^b	4.87 ^b	100
	1.0	1.47 ^c	1.35 ^a	4.47 ^b	100
	1.5	1.37 ^c	1.14 ^b	5.07 ^b	100
	2.0	1.33 ^c	1.10 ^b	5.20 ^{ab}	100
Light Red Lotus	0.0	2.53 ^a	1.65 ^a	5.87 ^a	100
	0.5	1.43 ^b	1.00 ^b	4.20 ^b	100
	1.0	1.23 ^b	0.90 ^{bc}	3.43 ^c	100
	1.5	1.30 ^b	0.75 ^{cd}	3.37 ^c	100
	2.0	1.23 ^b	0.67 ^d	3.20 ^c	100

The results show that the maximum number of shoot was formed from explant on MS medium containing 30 g sucrose, 8g/L agar without BAP with 3.0 shoot per explant (Concave White Lotus) and 2.53 shoot per explant (Light Red Lotus). In addition, the height of shoots and the number of leaves per sample were also the highest results in these two lotus varieties. Thus, basic MS medium is the most suitable medium for shoot regeneration of both studied lotus varieties.

3.6.3. Investigate the ability to multiply shoot

3.6.3.1. The effects of BAP and KIN on multiple shoot clumps induction

Table 3.38. The effects of BAP and KIN on multiple shoot clumps induction

Lotus variety	Concentration of plant growth regulator (mg/L)	BAP					KIN				
		Shoot Number	Leave Number/shoot	Shoot height	Shoot Formation	Shoot status	Shoot Number	Leave Number/shoot	Shoot height	Shoot Formation	Shoot status
			clumps	(%)	(%)			clumps	(%)	(%)	
Concave White Lotus	0.0	2.33 ^c	1.08 ^c	2.53 ^c	73.33	Poor	2.33 ^d	1.08 ^b	2.53 ^c	81.25	Poor
	0.5	3.87 ^b	1.24 ^{bc}	3.07 ^b	78.26	Medium	3.53 ^a	1.30 ^a	4.23 ^a	81.81	Good
	1.0	12.20^a	1.75^a	8.33^a	100	Good	3.10 ^b	1.28 ^a	3.37 ^b	85.19	Medium
Light Red Lotus	1.5	2.53 ^c	1.18 ^b	2.77 ^{bc}	81.25	Good	2.63 ^{bcd}	1.08 ^b	2.67 ^c	85.71	Good
	2.0	2.40 ^c	1.23 ^{bc}	2.97 ^b	93.75	Good	2.73 ^{bc}	1.19 ^{ab}	2.83 ^c	90.00	Good
Light Red Lotus	0.00	2.73 ^c	0.96 ^b	3.37 ^b	100	Medium	2.50 ^{ab}	0.96 ^a	3.37 ^a	86.67	Good
	0.50	5.10^a	1.56^a	4.50^a	100	Good	3.07 ^a	0.90 ^{ab}	1.83 ^b	93.33	Medium
Light Red Lotus	1.00	3.90 ^b	0.89 ^b	2.43 ^c	100	Good	1.87 ^b	0.73 ^{bc}	1.47 ^b	76.67	Medium
	1.50	3.57 ^{b,c}	1.17 ^b	2.37 ^c	100	Good	2.13 ^b	1.03 ^a	1.67 ^b	83.33	Good
	2.00	3.23 ^{b,c}	1.03 ^b	2.63 ^{bc}	96.67	Good	2.57 ^{ab}	0.69 ^c	2.00 ^b	83.33	Good

Notes: - Poor: Thin buds, light green leaves; Medium: fat bud, pale green leaves; Good: fat bud, dark green leaves

The most suitable medium for the propagation of the two lotus varieties was MS medium supplemented with 1.0 mg/L BAP (Convex White Lotus with 12.20 shoots/sample) and 0.5 mg/L BAP (Light Red Lotus with 5.10 shoots/sample).

3.6.3.2. The effects of various combination of BAP and α -NAA on multiple shoot clumps induction

Table 3.39. The effects of various combination of BAP and α -NAA on multiple shoot clumps induction

Lotus variety	BAP (mg/L)	α -NAA (mg/L)	Shoot number/explant	Shoot height/explant (cm)	Leave/shoot clumps	Shoot formation (%)
Concave White Lotus	0.5	0.1	0.67 ^f	0.41 ^f	0.80 ^f	62.50
		0.5	1.73 ^d	1.44 ^b	2.47 ^c	100
	1.0	0.1	3.27 ^b	1.20 ^c	5.47 ^b	73.73
		0.5	2.30 ^c	1.06 ^{cd}	1.33 ^{ef}	90.00
	1.5	0.1	4.40 ^a	1.81 ^a	7.13 ^a	94.44
		0.5	1.60 ^{de}	1.47 ^b	1.93 ^d	76.92
	2.0	0.1	1.27 ^e	0.76 ^e	1.13 ^{ef}	75.00
		0.5	1.33 ^e	0.83 ^{de}	1.47 ^{de}	53.14
Light Red Lotus	0.5	0.1	3.60 ^a	1.22 ^a	3.03 ^a	96.67
		0.5	2.30 ^b	1.03 ^{ab}	2.87 ^{ab}	93.33
	1.0	0.1	1.00 ^d	0.94 ^b	2.40 ^{bc}	76.67
		0.5	1.53 ^c	0.98 ^b	2.17 ^c	83.33
	1.5	0.1	2.00 ^{bc}	0.67 ^{cd}	2.00 ^c	86.67
		0.5	1.53 ^c	0.60 ^d	1.03 ^d	76.67
	2.0	0.1	1.77 ^c	0.55 ^d	1.40 ^d	76.67
		0.5	1.83 ^c	0.83 ^{bc}	0.97 ^d	80.00

The results show that the supplementation of the combination of BAP with α -NAA reduced the ability to multiply shoot, plant height and number of leaves/shoot clusters in both studied lotus varieties compared with the samples cultured on the medium supplemented BAP individually.

3.6.3.3. The effects of various combination of BAP and fresh coconut on multiple shoot clumps induction

Concentration of coconut water increased, inhibiting the ability to multiply shoots of cultured lotus varieties. From the above results, it shows that with 1.0 mg/L BAP (Convex White Lotus variety) and a concentration of 0.5 mg/L BAP (Light Red Lotus variety) added to MS culture medium resulted in a good rate of shoot multiplication without the need for additional coconut water.

Table 3.40. The effects of various combination of BAP and fresh coconut on multiple shoot clumps induction

Lotus variety	BAP (mg/L)	Coconut water (%)	Shoot number/explant	Shoot height/explant (cm)	Leave Number/shoot clumps	Shoot formation (%)
Concave White Lotus	1.0	0	12.20 ^a	1.75 ^a	8.33 ^a	100.00
	1.0	5	4.80 ^b	1.37 ^b	3.07 ^b	93.18
	1.0	10	3.50 ^c	1.19 ^c	1.77 ^d	81.81
	1.0	15	3.20 ^{cd}	0.90 ^d	1.57 ^d	92.31
	1.0	20	2.73 ^d	1.26 ^{bc}	2.43 ^c	90.57
Light Red Lotus	0.5	0	5.10 ^a	1.56 ^a	4.50 ^a	100.00
	0.5	5	4.07 ^b	1.13 ^b	3.43 ^b	90.00
	0.5	10	1.93 ^c	0.68 ^c	1.07 ^c	60.00
	0.5	15	2.37 ^c	0.77 ^c	1.70 ^c	66.67
	0.5	20	1.90 ^c	0.66 ^c	1.67 ^c	56.67

3.6.4. The effects of various combination of α -NAA, IBA on root induction of multiple shoot clumps

Table 3.41. The effects of various combination of α -NAA, IBA on root induction of multiple shoot clumps

Lotus variety	IBA (mg/L)	α -NAA (mg/L)	Root Number/shoot clumps	Root length/explant (cm)	Root formation (%)
Concave White Lotus	0.5	0	0.73 ^d	0.55 ^a	28.57
	1.0	0	3.00 ^c	1.57 ^d	58.33
	0	0.5	6.00 ^b	5.67 ^a	72.22
	0.5	0.5	3.40 ^c	2.20 ^c	75.54
	1.0	0.5	8.90 ^a	2.87 ^b	78.57
Light Red Lotus	0.5	0	12.30 ^b	1.36 ^{abc}	100
	1.0	0	15.83 ^{ab}	1.17 ^c	96.67
	0	0.5	18.17 ^a	1.64 ^a	100
	0.5	0.5	11.67 ^b	1.08 ^c	100
	1.0	0.5	14.63 ^{ab}	1.41 ^{ab}	96.67

MS medium supplemented with the combination of IBA (1.0mg/L) and α -NAA (0.5 mg/L) is the most suitable for Convex White Lotus (8.90 roots/sample) and MS medium supplementation of α -NAA (0.5 mg/L) is most suitable for Light Red Lotus (18.17 roots/ample) for rooting in *in vitro* propagation.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. Conclusions

1. In 2017-2018, Thua Thien Hue had sixty-six locations to cultivate lotus with a total area of 341.12 hectares. Sixty-six lotus varieties are divided into two groups: non-local lotus group (High-yield Lotus variety originally from Dong Thap) and local lotus group (including five lotus varieties: Gia Long Pink Lotus, Phu Mong Pink Lotus, Light Red Lotus, Concave White Lotus, Convex White Lotus). The High-yield variety area is the largest of 234.05 ha, accounting for 68.61% of the lotus growing area in the province. The remaining lotus varieties have an area of 107.07 ha, accounting for 31.39%.

2. There are genetic differences of phenotype amongst the lotus varieties. The similarity coefficient of 66 varieties ranged from 0.40 to 1.00. The 66 lotus varieties are divided into six different groups based on their typical morphological characteristics.

3. Six lotus varieties are dramatically ranged in external morphological characteristics. Most of the studied traits exhibit a high diversity between varieties, which can be used to make the basis for the identification of lotus varieties in Thua Thien Hue

4. The lotus varieties grown in Thua Thien Hue have a growth period of 152-171 days. Physiological criteria reflecting the growth and development process of lotus varieties. In particular, the Light Red Lotus has the highest results on most of the research indicators.

5. The six varieties' seeds theoretical yield reached from 0.86 to 4.57 tons/ha, with firm seeds accounting for 35-82.56%. Particularly, the High-yield Lotus has the highest yield of 4.57 tons/ha next to Concave White Lotus (3.80 tons/ha), Light Red Lotus (3.52 tons/ha), Phu Mong Pink Lotus (3.24 tons/ha), Convex White Lotus (1.85 tons/ha). The lowest result belongs to Gia Long Pink Lotus with 0.86 tons/ha.

6. The study identified biochemical composition in dried lotus seeds of the six lotus varieties. The local lotus varieties usually have higher results than the High-yield Lotus in most of the research

indicators. Two white lotus varieties have the best results in quality and antioxidant ability.

7. The study introduced two local lotus varieties with many valuable characteristics such as flower color, yield and seed quality, with potentials in production and market advantage, namely Convex White Lotus variety and Light Red Lotus variety for preservation, exploitation and development.

8. The research initially successfully studied the *in vitro* propagation of two varieties (Convex White Lotus and Light Red Lotus) from the lotus embryo including the determination of the sterilization time, suitable environment for *in vitro* shoot regeneration, multiple shoot clumps induction, root induction and *in vitro* complete lotus development.

Recommendations

- It is recommended to efficiently use the lotus resources in Thua Thien Hue according to the following orientations: The High-yield variety should be grown on a field scale for lotus seeds business. The two varieties of Convex White Lotus, Light Red Lotus, and Phu Mong Pink Lotus have many outstanding features, so they should be produced on a large scale to create a raw material area to trade, process and develop into the main lotus product in Thua Thien Hue. Concave White Lotus and Gia Long Pink Lotus do not have high seed yields but beautiful flowers, so the priority should be given to planting these two varieties of lotus to preserve and develop in association with ecotourism and landscape improvement, monuments and mausoleums in Thua Thien Hue.

- Continue to research and complete the *in vitro* stage of the two varieties, the Convex White Lotus and the Light Red Lotus in the nursery and field planting stage in order to create a large number of plants that are disease-free and uniform in age to serve *in vitro* conservation, at the same time, to serve for the development and sustainable use of these two lotus varieties in Thua Thien Hue.