

ẢNH HƯỞNG CỦA KHOẢNG CÁCH TRỒNG ĐẾN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG CỦA CÂY ÍCH MẪU

(*Leonurus japonicus* Houtt.)

Phạm Quốc Việt, Hồ Thúy Hòa, Nguyễn Thị Thúy Liễu*

Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

*Tác giả liên hệ: nguyenlieuqn@hcmuaf.edu.vn

Nhận bài: 15/09/2025 Hoàn thành phản biện: 25/11/2025 Chấp nhận bài: 28/12/2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến sinh trưởng, năng suất và giá trị dược liệu cây ích mẫu trồng tại Thành phố Hồ Chí Minh. Thí nghiệm đơn yếu tố với năm khoảng cách trồng gồm 20 × 15 (cm), 20 × 20 (cm), 30 × 10 (cm), 30 × 15 (cm) và 30 × 20 (cm). Kết quả cho thấy, khoảng cách trồng có tác động tích cực đến sinh trưởng và khả năng tích lũy hợp chất thứ cấp. Cây ích mẫu đạt chiều cao 47,2 cm, đường kính thân 4,8 mm, chỉ số SPAD 54,1, hàm lượng chlorophyll a 15,4 µg/g, sinh khối cây lớn nhất và tỷ lệ khô/tươi đạt 23% khi trồng ở khoảng cách 30 × 20 (cm). Bên cạnh đó, tăng khoảng cách trồng làm giảm năng suất thực thu cây ích mẫu do giảm mật độ trồng. Hàm lượng flavonoid cao nhất khi được trồng với khoảng cách 30 × 15 (cm). Khoảng cách trồng 30 × 20 (cm) cho hàm lượng và năng suất alkaloid cao nhất, lần lượt đạt 1,03% và 3,73 kg/ha. Kết quả này khẳng định khoảng cách 30 × 20 (cm) là phù hợp để canh tác cây ích mẫu ở Thành phố Hồ Chí Minh và khu vực Đông Nam Bộ. Nghiên cứu cung cấp cơ sở bước đầu xây dựng quy trình kỹ thuật, nâng cao chất lượng dược liệu, đồng thời định hướng phát triển vùng trồng ích mẫu bền vững nhằm đáp ứng các nhu cầu về dược phẩm.

Từ khóa: Alkaloid, Flavonoid, Ích mẫu, Khoảng cách trồng, Năng suất

EFFECT OF PLANT SPACING ON GROWTH, YIELD, AND QUALITY OF MOTHERWORT (*Leonurus japonicus* Houtt.)

Pham Quoc Viet, Ho Thuy Hoa, Nguyen Thi Thuy Lieu*

Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Ho Chi Minh City

*Corresponding author: nguyenlieuqn@hcmuaf.edu.vn

Received: 15/09/2025

Revised: 25/11/2025

Accepted: 28/12/2025

ABSTRACT

This study assessed the effects of plant spacing on the growth, yield, and medicinal value of *Leonurus japonicus* Houtt. in Ho Chi Minh City. A single-factor experiment with five spacings was arranged: 20 × 15 (cm), 20 × 20 (cm), 30 × 10 (cm), 30 × 15 (cm) and 30 × 20 (cm). Wider spacing positively influenced growth traits and secondary metabolite accumulation. At 30 cm × 20 cm spacing, plants reached an average height of 47.2 cm, stem diameter of 4.8 mm, SPAD index of 54.1, and chlorophyll a content of 15.4 µg/g. This spacing also produced the highest biomass with a dry-to-fresh ratio of 23.0%. In contrast, yield per unit area decreased with wider spacing due to lower density. The highest flavonoid content was obtained when the plants were grown at a spacing of 30 × 15 cm. Still, 30 cm × 20 cm produced the highest alkaloid content and yield, 1.03% and 3.73 kg/ha, respectively. These results suggest that 30 cm × 20 cm is the most suitable spacing for cultivating *Leonurus japonicus* Houtt. in Ho Chi Minh City and the Southeast region of Vietnam. The study provides a basis for developing technical protocols, improving medicinal quality, and supporting sustainable cultivation of motherwort to meet pharmaceutical demand.

Keywords: Alkaloid, Flavonoid, *Leonurus japonicus* Houtt., Plant spacing, Yield

1. MỞ ĐẦU

Ích mẫu (*Leonurus japonicus* Houtt.) là một loại cây dược liệu thân thảo, thuộc họ Hoa môi (*Lamiaceae*) với nhiều hoạt chất sinh học như alkaloid, flavonoid, tanin, saponin và tinh dầu. Có nguồn gốc từ Hàn Quốc, Trung Quốc, Ấn Độ và một số quốc gia Châu Á khác; ích mẫu được sử dụng chủ yếu trong việc điều trị các bệnh lý phụ khoa đối với nữ (Shang và cs., 2014). Hiện nay, do nhu cầu khai thác và sử dụng làm thuốc ngày càng tăng, nguồn ích mẫu tự nhiên không còn đủ cung ứng cho thị trường (Wang và cs., 2023). Vì vậy, việc xây dựng các vùng chuyên canh ích mẫu là yêu cầu được đặt ra cấp thiết. Tại Việt Nam, vùng Đông Nam Bộ được biết đến với cường độ ánh sáng cao (Nguyen và cs., 2021), là điều kiện thuận lợi cho sự tích lũy alkaloid trong thực vật (Liu và cs., 2023), cho thấy tiềm năng phát triển vùng canh tác ích mẫu. Để có thể xây dựng vùng canh tác bền vững, vấn đề đáng chú ý là hoàn thiện các kỹ thuật canh tác phù hợp. Một trong những kỹ thuật

co bản cần quan tâm là gieo trồng với khoảng cách tối ưu. Khoảng cách trồng thích hợp sẽ giúp thực vật tận dụng tốt ánh sáng, nước, dinh dưỡng, giảm thiểu phát sinh sâu bệnh hại nhờ đó làm tăng năng suất và chất lượng cây trồng. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng khoảng cách trồng có tác động đến sự tích lũy alkaloid của các loại cây dược liệu (Peedin và cs., 1979; Ram và cs., 2010; Lokesh và cs., 2019). Do đó, việc tiến hành nghiên cứu để xác định khoảng cách trồng thích hợp nhằm tối ưu hóa sinh trưởng, năng suất và chất lượng dược liệu ích mẫu cần được thực hiện.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành từ tháng 11 năm 2024 đến tháng 02 năm 2025 tại Trại thực nghiệm Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Đặc điểm đất thí nghiệm

Bảng 1. Đặc điểm đất thí nghiệm

Thành phần cấp hạt (%)		pH _{KCl}	Chất hữu cơ	Đạm tổng số	Lân tổng số	Kali tổng số	
Cát	Thịt	Sét	-	%	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O
71,0	17,0	12,0	4,7	1,34	0,056	0,124	0,097

Phân tích tại Bộ môn Khoa học đất và Quản lý Nguồn nước, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh (2025)

Bảng 1 cho thấy cây ích mẫu được canh tác trên nền xám có sa cấu là đất cát pha thịt (USDA, 1987), đất chua (Slavich và Petterson, 1993). Hàm lượng chất hữu cơ trung bình, đạm và kali tổng số ở mức rất thấp, nhưng hàm lượng lân tổng số ở mức cao (Rayment và Lyons, 2011). Vì thế, để sử dụng đất có hiệu quả khi sản xuất cây ích mẫu, cần tăng cường bón vôi nhằm điều chỉnh pH đất, tăng khả năng hòa tan các chất dinh dưỡng trong đất cũng như bổ sung phân hữu cơ để tăng cường hoạt động của vi sinh vật trong đất.

2.3. Vật liệu thí nghiệm

Giống: hạt giống cây ích mẫu thân xanh có tổng thời gian sinh trưởng từ 75 đến 80 ngày, được thu thập tại xã Khoái Châu, tỉnh Hưng Yên. Hạt giống được gieo trong khay với nền giá thể là đất sạch Tribat. Sau 35 ngày sau gieo cây con được đem trồng trên ruộng thí nghiệm khi có 4 lá thật, cao trên 5 cm và được thu hoạch khi có trên 50% số cây trên ô nở hoa tương ứng thời điểm 47 đến 49 NST.

Hóa chất: HCl, Bromocresol green, NaH₂PO₄, Na₂HPO₄, Chloroform, Atropine, NaNO₂, AlCl₃, NaOH, Rutin (Merck, Đức) được cung cấp bởi Công ty

TNHH Thương Mại Dịch Vụ Kỹ Thuật Quý Dương.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm đơn yếu tố được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD), với ba lần lặp lại và năm nghiệm thức tương ứng năm khoảng cách trồng: 20 cm × 15 cm (33 cây/m²), 20 cm × 20 cm (25 cây/m²) – đối chứng (Hoàng Thị Sáu và cs., 2021), 30 cm × 10 cm (33 cây/m²), 30 cm × 15 cm (22 cây/m²), 30 cm × 20 cm (16 cây/m²). Diện tích mỗi ô cơ sở là 18 m². Cây ịch mẫu được trồng trên nền phân là 15 tấn/ha phân bò ủ hoai, phân được bón vào thời điểm 10 ngày trước khi đưa cây con ra ruộng thí nghiệm.

2.5. Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

Trên mỗi ô cơ sở chọn 10 cây ngẫu nhiên làm cây theo dõi để thu thập các chỉ tiêu về sinh trưởng và các yếu tố cấu thành năng suất, không lấy cây đầu hàng và ngoài biên. Các chỉ tiêu về sinh trưởng và chỉ số SPAD được đo đếm tại thời điểm 35 ngày sau trồng (NST).

2.5.1. Chỉ tiêu sinh trưởng

Chiều cao cây (cm): dùng thước đo thân chính từ gốc đến chóp lá cao nhất trên cùng.

Đường kính thân (mm): dùng thước kẹp điện tử đo đường kính thân chính, vị trí đo cách gốc 3 cm.

Số lá/thân chính (lá): đếm toàn bộ số lá trên thân chính.

Chỉ số SPAD: Dùng máy đo diệp lục tổ cầm tay SPAD-502 Plus đo ngẫu nhiên năm lá trên cây.

2.5.2. Chỉ tiêu hàm lượng chlorophyll

Hàm lượng chlorophyll a và chlorophyll b phân tích tại thời điểm 35 NST: nghiền 1 g lá ịch mẫu tươi với 10 mL ethanol 95%, ly tâm 2500 vòng/ 10 phút, đo mật độ quang dịch chiết ở hai bước sóng 648 nm và 664 nm. Nồng độ chlorophyll được xác định nhờ công thức của

Lichtenthaler (1987), sau đó quy đổi về hàm lượng µg/g.

$$\text{Nồng độ chlorophyll a (µg/mL)} = 13,36 \times \text{Abs}_{664} - 5,19 \times \text{Abs}_{648}$$

$$\text{Nồng độ chlorophyll b (µg/mL)} = 27,43 \times \text{Abs}_{648} - 8,12 \times \text{Abs}_{664}$$

$$\text{Hàm lượng chlorophyll a, b (µg/g)} = (\text{Nồng độ chlorophyll} \times \text{thể tích mẫu} \times \text{độ pha loãng}) / \text{khối lượng mẫu}$$

2.5.3. Chỉ tiêu năng suất

Khối lượng trung bình cây tươi (g): cắt tại vị trí cách gốc 5 cm, cân khối lượng 10 cây chỉ tiêu trên mỗi ô thí nghiệm, sau đó tính trung bình một cây.

Khối lượng trung bình cây khô (g): 10 cây mẫu sau khi xác định khối lượng cây tươi được sấy khô ở 70°C cho đến khi khối lượng không đổi, sau đó xác định khối lượng trung bình một cây.

$$\text{Tỷ lệ khô/tươi (\%)} = (\text{khối lượng trung bình cây khô} / \text{khối lượng trung bình cây tươi}) \times 100.$$

Năng suất tươi thực thu (tấn/ha): cân khối lượng năng suất tươi toàn ô, sau đó quy về năng suất trên hecta.

Năng suất khô (tấn/ha): cân khối lượng năng suất toàn ô khi phơi khô, sau đó quy về năng suất trên hecta.

2.5.4. Chỉ tiêu chất lượng dược liệu

Thu dịch chiết: ngâm 10 mg bột thân, lá ịch mẫu với 2 mL methanol 70% trong 2 giờ, sau đó hỗn hợp được ly tâm với tốc độ 12.000 vòng trong 10 phút ở 4°C (Yang và cs., 2022).

Hàm lượng flavonoid (mg/g): cho 1 mL dịch chiết cho vào ống nghiệm, thêm 0,3 mL NaNO₂ 15%, lắc đều và để yên trong 5 phút ở nhiệt độ phòng. Sau 5 phút, thêm 0,3 mL AlCl₃ 10% lắc đều và để yên trong 5 phút. Thêm 4 mL NaOH 1M lắc đều và đo độ hấp thụ ở bước sóng 510 nm. Làm tương tự với mẫu chuẩn Rutin nồng độ 20 - 100 µg/mL ($y = 0,0079x + 0,0027$, $R^2 = 0,9885$)

để tính toán hàm lượng flavonoid (Tambe và Bhambar, 2014).

Hàm lượng alkaloid (%): pha loãng dịch chiết 2 lần, cho 1 mL dịch chiết đã pha loãng vào ống nghiệm có chứa 1 mL HCl 2N, lọc qua giấy lọc Whatman No.1 để loại bỏ cặn. Dịch lọc sau đó được chuyển sang ống nghiệm mới, bổ sung 5 mL dung dịch Bromocresol green 0,1% và 5 mL dung dịch đệm phosphate (pH = 6,6). Tiếp theo, thêm vào ống nghiệm 10 mL chloroform và lắc mạnh để tạo pha tách lớp, sau đó để ống nghiệm nghỉ cho đến khi phân tách rõ rệt. Lớp dung dịch dưới (pha chloroform) được thu và đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 470 nm. Làm tương tự với mẫu chuẩn Atropine

nồng độ 0 – 200 µg/mL ($y = 0,0049x + 0,0534$, $R^2 = 0,9865$) để tính toán hàm lượng alkaloid (Talluri và cs., 2012).

Năng suất alkaloid (kg/ha) = [Năng suất khô thực thu (tấn/ha) x hàm lượng alkaloid x 1000]/100

2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thu thập bằng phần mềm Microsoft Excel 2016, phân tích phương sai ANOVA và trắc nghiệm phân hạng LSD ở mức 0,05 bằng phần mềm R 4.2.2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến sinh trưởng của cây ịch mẫu

Bảng 2. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến chiều cao, đường kính thân, số lá/thân chính và chỉ số SPAD cây ịch mẫu tại 35 ngày sau trồng

Khoảng cách trồng (cm × cm)	Chỉ tiêu theo dõi			
	Chiều cao cây (cm)	Đường kính thân (mm)	Số lá/thân chính (lá)	SPAD
20 × 15	43,0 ^b	4,2 ^b	30,4	49,3 ^c
20 × 20 (ĐC)	42,2 ^b	4,2 ^b	31,7	49,8 ^{bc}
30 × 10	41,9 ^b	4,3 ^b	31,6	51,4 ^{abc}
30 × 15	46,7 ^a	4,5 ^b	31,8	52,5 ^{ab}
30 × 20	47,2 ^a	4,8 ^a	32,5	54,1 ^a
CV (%)	3,2	3,4	4,4	3,1
LSD _{0,05}	2,6	0,3	2,6	3,0

^{a, b, c}: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị mức sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha=0,05$; ĐC: Đối chứng

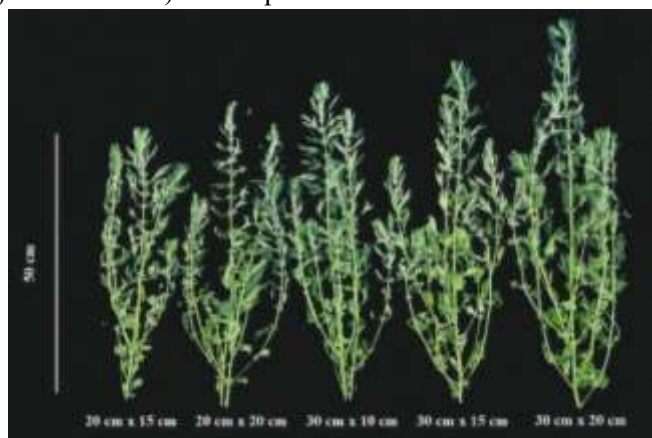
Bảng 2 cho thấy áp dụng các khoảng cách trồng khác nhau có tác động rõ rệt đến chiều cao cây, đường kính thân và chỉ số SPAD nhưng không tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa trong thống kê đối với số lá/thân chính cây ịch mẫu tại thời điểm 35 NST. Trong đó, khi áp dụng khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm, cây ịch mẫu có chiều cao cây cao nhất (47,2 cm), khác biệt không có ý nghĩa đối với khi trồng với khoảng cách 30 cm × 15 cm, nhưng khác biệt có ý nghĩa trong thống kê so với khoảng cách trồng đối chứng (20 cm × 20 cm), 20 cm × 15 cm và 30 cm × 10 cm. Kết quả này cho thấy sự tương đồng với báo cáo của Jimayu và cs. (2022), khoảng cách trồng 90 cm × 90 cm giúp cây xô thơm (*Salvia officinalis* L.) cao

hơn khi trồng với khoảng cách 30 cm × 30 cm và 60 cm × 60 cm.

Đường kính thân ịch mẫu cũng được ghi nhận đạt giá trị lớn nhất khi trồng với khoảng cách 30 cm × 20 cm là 4,8 mm, khác biệt có ý nghĩa trong thống kê so với các khoảng cách trồng còn lại. Postma và cs. (2021) cho biết mật độ trồng quá dày có ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển của đường kính thân cây trồng. Amaglo và cs. (2007) đã báo cáo rằng khoảng cách trồng rộng làm tăng sự phát triển của đường kính thân cây chùm ngây (*Moringa oleifera* Lam.). Tương tự, chỉ số SPAD cao nhất của cây ịch mẫu trong thí nghiệm là 54,1 khi áp dụng khoảng cách trồng 30 cm x 20 cm, khác biệt có ý nghĩa trong thống kê so với khi trồng với

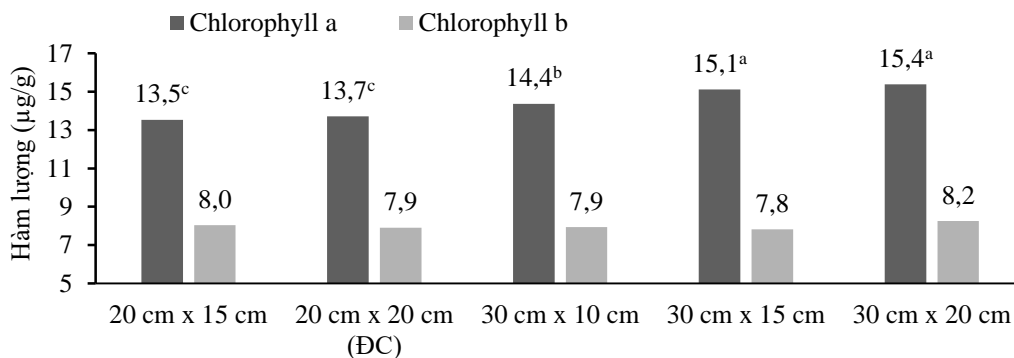
khoảng cách hàng 20 cm. Kết quả này cũng cho thấy sự tương đồng nghiên cứu của Niệu và cs. (2022), khi tăng khoảng cách hàng cách hàng từ 25 cm lên 50 cm và 75 cm sẽ làm tăng dần chỉ số SPAD của cây hoa anh thảo (*Primula officinalis* Hill.). Kết quả

phân tích của Blackmer và cs. (1993) cho biết khoảng cách trồng thưa (mật độ thấp) làm sự giảm cạnh tranh giữa các cây, do đó làm tăng chỉ số SPAD mặc dù nồng độ nitơ trong lá thay đổi không đáng kể.



Hình 1. Cây ích mẫu phân trên mặt đất tại thời điểm thu hoạch (47 NST)

3.2. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến hàm lượng chlorophyll của cây ích mẫu



[Chlorophyll a] CV (%) = 2,2; LSD_{0,05} = 0,6

[Chlorophyll b] CV (%) = 2,5; LSD_{0,05} = 3,4

^{a, b, c}: các chữ cái khác nhau biểu thị mức sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha=0,05$

Hình 2. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến hàm lượng chlorophyll cây ích mẫu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

Kết quả cho thấy hàm lượng chlorophyll a của cây ích mẫu có sự phân hóa rõ nét khi trồng ở các khoảng cách khác nhau (Hình 2). Trong đó hai khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm và 30 cm × 15 cm lần lượt cho hàm lượng chlorophyll a cao (15,4 và 15,1 µg/g), khác biệt có ý nghĩa trong thống kê so với khi trồng với các khoảng

cách trồng khác trong thí nghiệm. Hussein và cs. (2006), Refaay và cs. (2023) cũng cho biết tăng khoảng cách trồng (giảm mật độ cây) làm tăng đáng kể hàm lượng chlorophyll a của cây đầu rồng (*Dracocephalum moldavica* L.) và cây cỏ xạ hương (*Thymus vulgaris* L.).

Ngược lại, sự khác biệt về hàm lượng chlorophyll b của cây ịch mẫu trong thí nghiệm không có ý nghĩa trong thống kê khi áp dụng các khoảng cách trồng khác nhau. Hàm lượng chlorophyll b dao động từ 7,8 đến 8,2 µg/g. Hussein và cs. (2006) cũng khẳng định khoảng cách trồng không ảnh hưởng đến hàm lượng chlorophyll b của cây đầu rồng. Khi tăng khoảng cách trồng sẽ làm tăng khả năng tiếp nhận ánh sáng của cây, do đó làm giảm kích thước anten PSII (bộ phận giàu chlorophyll b) nhưng duy trì trung tâm phản ứng của PSII/PSI (nơi

chlorophyll a chiếm ưu thế) từ đó làm tăng tỷ lệ chlorophyll a/b (Wu và cs., 2020; Sarijeva và cs., 2007). Ngoài ra, trong điều kiện ánh sáng dồi dào, chu trình chlorophyll kích hoạt chlorophyll b reductase (NYC1/NOL) nhằm chuyển đổi chlorophyll b thành chlorophyll a nhưng vẫn duy trì PSII, do đó giúp ổn định hoặc làm giảm hàm lượng chlorophyll b (Horie và cs., 2009; Sato và cs., 2018).

3.3. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến năng suất cây ịch mẫu

Bảng 3. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến khối lượng trung bình cây, tỷ lệ khô/tươi và năng suất thực thu cây ịch mẫu

Khoảng cách trồng (cm × cm)	KLTBC (g/cây)		Tỷ lệ khô/tươi (%)	NSTT (tấn/ha)	
	Tươi	Khô		Tươi	Khô
20 × 15	15,4 ^d	3,4 ^e	22,0 ^b	2,01 ^a	0,44 ^a
20 × 20 (ĐC)	16,2 ^c	3,6 ^d	22,1 ^b	1,85 ^b	0,41 ^b
30 × 10	17,1 ^b	3,8 ^c	22,3 ^b	1,78 ^b	0,40 ^b
30 × 15	17,9 ^a	4,0 ^b	22,0 ^b	1,62 ^c	0,36 ^c
30 × 20	18,1 ^a	4,2 ^a	23,0 ^a	1,57 ^c	0,36 ^c
CV (%)	1,2	0,6	1,3	2,33	2,82
LSD _{0,05}	0,4	0,04	0,5	0,08	0,02

a, b, c, d: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị mức sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha=0,05$; ĐC: Đối chứng; KLTBC: Khối lượng trung bình cây; NSTT: Năng suất thực thu.

Bảng 3 cho thấy khoảng cách trồng có ảnh hưởng rõ rệt đến các khối lượng trung bình cây ịch mẫu. Khối lượng tươi có giá trị cao nhất khi áp dụng khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm (18,1 g/cây), khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê so với trồng ịch mẫu ở khoảng cách 30 cm × 15 cm (17,9 g/cây). Tương tự khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm cho khối lượng trung bình cây khô là 4,2 g/cây, khác biệt rất có ý nghĩa trong thống kê với các khoảng cách trồng còn lại trong thí nghiệm. Massoud và cs. (2007) cũng ghi nhận rằng khi tăng khoảng cách trồng đã làm tăng sinh khối tươi và khô cây hương thảo (*Rosmarinus officinalis* L.). Ngoài ra, áp dụng khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm cũng cho tỷ lệ khô/tươi cây ịch mẫu cao nhất (23,0%), khác biệt có ý nghĩa trong thống kê so với các khoảng cách trồng còn

lại trong thí nghiệm. Xing và cs. (2024) đã cho kết quả tương tự khi kết luận mật độ trồng thưa giúp tăng khả năng tích lũy chất khô của cây đan sâm (*Salvia miltiorrhiza*).

Khác với khối lượng cây và tỷ lệ khô/tươi, Bảng 3 cho thấy năng suất của cây ịch mẫu có xu hướng giảm khi tăng khoảng cách trồng. Năng suất tươi và khô thực thu có giá trị cao nhất lần lượt là 2,01 và 0,44 tấn/ha khi áp dụng khoảng cách trồng 20 cm × 15 cm, khác biệt có ý nghĩa trong thống kê so với năng suất thực thu ở các khoảng cách trồng còn lại trong thí nghiệm. Nguyên nhân là do khoảng cách trồng giữa các cây càng lớn sẽ làm giảm mật độ cây trên một đơn vị diện tích càng nhiều, do đó năng suất cũng sẽ giảm theo. Mohamed (1997) cũng cho biết khi trồng với khoảng cách cây cách

cây 60 cm làm tăng sinh khối tươi và khô của cây cỏ xạ hương (*Thymus vulgaris* L.) nhưng năng suất được ghi nhận cao nhất khi trồng khoảng cách cây cách cây là 20 cm. Kết quả của thí nghiệm cũng cho thấy phù hợp với một nhận định của Nadjafi và cs. (2012) rằng giảm khoảng cách trồng dẫn đến năng suất cây trồng bị giảm.

3.4. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến chất lượng cây ích mẫu

Bảng 4 cho thấy, chất lượng của cây ích mẫu bị tác động bởi các khoảng cách trồng khác nhau. Hàm lượng flavonoid cao nhất là 1,72 mg/g khi trồng với khoảng cách 30 cm × 15 cm, khác biệt có ý nghĩa trong thống kê khi áp dụng khoảng cách hàng cách hàng 20 cm. Điều này có thể giải thích bởi khi tăng khoảng cách trồng, cây ích mẫu có hoạt động quang hợp tốt hơn, Xing và cs. (2024) đã khẳng định rằng quang hợp đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp các

tiền chất và năng lượng cho quá trình sinh tổng hợp các hợp chất thứ cấp thông qua con đường mevalonate và phenylpropanoid, do đó làm tăng hàm lượng flavonoid. Đồng thời kết quả này cũng cho thấy sự tương đồng với báo cáo của EL-Leithy và cs. (2017), tăng khoảng cách cây cách cây sẽ làm tăng hàm lượng flavonoid của cây kinh giới mùa hè (*Satureja hortensis* L.), tuy nhiên khoảng cách cây cách cây 30 cm cho hàm lượng flavonoid cao hơn so với khoảng cách 45 cm. Tương tự Maleki và cs. (2022) cho biết khoảng cách cây cách cây 20 và 30 cm cho hàm lượng flavonoid cao hơn so với trồng cây kinh giới gai (*Thymbra spicata* L.) với khoảng cách cây cách cây 45 cm. Từ đó cho thấy không phải khoảng cách trồng càng lớn thì hàm lượng flavonoid càng cao, việc lựa chọn được một khoảng cách trồng phù hợp sẽ tối ưu hóa được hàm lượng flavonoid của cây ích mẫu.

Bảng 4. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng đến chất lượng cây ích mẫu

Khoảng cách trồng (cm × cm)	Hàm lượng hoạt chất		Năng suất alkaloid (kg/ha)
	Flavonoid (mg/g)	Alkaloid (%)	
20 × 15	1,38 ^b	0,67 ^d	2,97 ^b
20 × 20 (ĐC)	1,43 ^b	0,71 ^d	2,90 ^b
30 × 10	1,67 ^a	0,81 ^c	3,23 ^b
30 × 15	1,72 ^a	0,92 ^b	3,29 ^{ab}
30 × 20	1,68 ^a	1,03 ^a	3,73 ^a
CV (%)	8,24	6,42	7,53
LSD _{0,05}	0,24	0,10	0,46

^{a, b, c, d}: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị mức sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha=0,05$. ĐC: Đối chứng.

Bảng 4 cũng cho biết hàm lượng alkaloid của cây ích mẫu cũng bị phân hóa bởi khoảng cách trồng, áp dụng khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm cho hàm lượng alkaloid cao nhất (1,03%), khác biệt rất có ý nghĩa về mặt thống kê khi trồng ích mẫu với các khoảng cách trồng khác. Kết quả này phù hợp với nhận định của Lokesh và cs. (2019) tăng khoảng cách hàng từ 45 cm lên 60 cm sẽ làm tăng hàm lượng alkaloid của cây cà đen (*Solanum nigrum* L.). Bên cạnh đó, Liu và cs. (2022) cũng đưa ra kết

quả rằng mật độ trồng thưa sẽ làm tăng hàm lượng alkaloid của cây *Anisodus tanguticus* (Maxim.) Pascher. Việc trồng với mật độ quá dày sẽ gây ức chế các quá trình đường phân, chu trình tricarboxylic acid, hóa đường, tinh bột và sinh tổng hợp các hoạt chất thứ cấp. Việc tăng khoảng cách trồng đã giúp cây ích mẫu giảm thiểu cạnh tranh về dinh dưỡng và nhận được lượng ánh sáng nhiều hơn do đó làm tăng hàm lượng alkaloid. Khi nghiên cứu cây dứa cạn (*Catharanthus roseus* L.), Gholizadeh và

cs. (2023) đã nhận định rằng các cây nhận được cường độ ánh sáng cao sẽ tăng cường tổng hợp và tích lũy alkaloid. Kurata và cs. (1997) cũng cho biết cường độ ánh sáng cao sẽ kích hoạt các enzyme liên quan đến quá trình sinh tổng hợp alkaloid.

Kết hợp Bảng 3 và Bảng 4 có thể thấy rằng mặc dù tăng khoảng cách trồng sẽ làm giảm năng suất thực thu cây ích mẫu nhưng làm tăng năng suất alkaloid khi canh tác cây ích mẫu. Năng suất alkaloid được ghi nhận cao nhất là 3,73 kg/ha khi áp dụng khoảng cách trồng là 30 cm × 20 cm, khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê khi trồng với khoảng cách 30 cm × 15 cm, nhưng khác biệt có ý nghĩa so với các khoảng cách trồng còn lại trong thí nghiệm. Kết quả này tương đồng với báo cáo của Liu và cs. (2022), tăng khoảng cách trồng từ 30 × 50 cm lên 40 cm × 50 cm làm tăng tổng năng suất alkaloid trên cùng một đơn vị diện tích.

4. KẾT LUẬN

Khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm giúp cây ích mẫu sinh trưởng vượt trội với chiều cao trung bình đạt 47,2 cm, đường kính thân 4,8 mm và chỉ số SPAD 54,1, đều cao hơn khi so sánh với các khoảng cách trồng khác. Hàm lượng chlorophyll a đạt giá trị cao nhất là 15,4 µg/g khi áp dụng khoảng cách trồng 30 cm x 20 cm, qua đó chứng minh khả năng quang hợp của ích mẫu được tăng cường khi cây ít chịu cạnh tranh ánh sáng. Bên cạnh đó, khoảng cách trồng 30 cm × 15 cm cho hàm lượng flavonoid cao nhất là 1,72 mg/g. Đặc biệt, khoảng cách 30 cm × 20 cm cho hàm lượng alkaloid cao (1,03%) và năng suất alkaloid đạt 3,73 kg/ha. Do đó, khoảng cách trồng 30 cm × 20 cm được xác định là khoảng cách trồng thích hợp để nâng cao giá trị dược liệu của cây ích mẫu khi canh tác trên nền đất xám

tại khu vực Đông Nam Bộ nói chung và Thành phố Hồ Chí Minh nói riêng.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn TS. Nguyễn Duy Năng, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ hóa chất và các thiết bị phân tích đất, chất lượng dược liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Hoàng Thị Sáu, Lê Hùng Tiến và Phạm Văn Năm. (2021). Đánh giá sinh trưởng, phát triển và năng suất, chất lượng của 2 dòng ích mẫu (*Leonurus Heterophyllus* Sweet) tại Thanh Hóa. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Hồng Đức*, 55, 116-124.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

Amaglo, N. K., Timpo, G. M., Ellis, W. O., & Bennett, R. N. (2007). Effect of spacing and harvest frequency on the growth and leaf yield of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), a leafy vegetable crop. *Proceedings of the International Workshop: Moringa and other highly nutritious plant resources: Strategies, standards and markets for a better impact on nutrition in Africa*, 16-18.

Blackmer, T. M., Schepers, J. S., & Vigil, M. F. (1993). Chlorophyll meter readings in corn as affected by plant spacing. *Agronomy Journal*, 85(6), 2507-2512.

EL-Leithy, A. S., EL-Hanafy, S. H., Khatib, M. E., Ahmed, S. S., & EL-Sayed, A. A. A. (2017). Effect of nitrogen fertilization rates, plant spacing and their interaction on essential oil percentage and total flavonoid content of summer savory (*Satureja hortensis* L.) plant. *Egyptian Journal of Chemistry*, 60(5), 805-816.

Gholizadeh, F., Darkó, É., Benczúr, K., Hamow, K. Á., Dernovics, M., Nagy, K., Janda, T., Rady, M. R., Gohari, G., Pál, M., Le, V. N., & Szalai, G. (2023). Growth light substantially affects both primary and secondary metabolic processes in *Catharanthus roseus* plants. *Photosynthetica*, 61(4), 451-460. DOI: <https://doi.org/10.32615/ps.2023.037>

Horie, Y., Ito, H., Kusaba, M., Tanaka, R., & Tanaka, A. (2009). Participation of chlorophyll b reductase in the initial step of the degradation of light-harvesting

- chlorophyll a/b-protein complexes in *Arabidopsis*. *Journal of Biological Chemistry*, 284(26), 17449-17456. DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.M109.008912>
- Hussein, M. S., El-Sherbeny, S. E., Khalil, M. Y., Naguib, N. Y., & Aly, S. M. (2006). Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Scientia Horticulturae*, 108(3), 322-331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.035>
- Jimayu, G., & Gebre, A. (2022). Effects of plant spacing and harvesting age on growth and yield of sage (*Salvia officinalis* L.). *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 11(1), 27-31. DOI: <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2022.004>
- Kurata, H., Matsumura, S., & Furusaki, S. (1997). Light irradiation causes physiological and metabolic changes for purine alkaloid production by a *Coffea arabica* cell suspension culture. *Plant Science*, 123(1-2), 197-203. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(96\)04588-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(96)04588-8)
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382. DOI: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)
- Liu, N., Chen, C., Wang, B., Chen, K., Feng, S., Zhang, D., & Zhou, G. (2022). Effects of different planting densities and harvesting periods on the growth and major alkaloids of *Anisodus tanguticus* (Maxim.) Pascher on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Agriculture*, 12(11), 1881. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12111881>
- Liu, Y., Singh, S. K., Pattanaik, S., Wang, H., & Yuan, L. (2023). Light regulation of the biosynthesis of phenolics, terpenoids, and alkaloids in plants. *Communications Biology*, 6, 1055.
- Lokesh, M. D., Gangadharappa, P. M., Hiremath, J. S., Nadukeri, S., & Kulkarni, S. (2019). Plant geometry and nutrients on herbage yield and alkaloid content in Makoi (*Solanum nigrum* L.) under northern dry zone of Karnataka. *International Journal of Chemical Studies*, 7(2), 912-914.
- Maleki, F. M., Abbasi, N., Ashoorabadi, E. S., Zare, M. J., & Barary, M. (2022). Investigating the effect of plant density on biochemical characteristics and essential oil in wild thyme (*Thymbra spicata* L.). *Plant Productions*, 44(4), 573-586.
- Massoud, H. Y. A., Abd El-Shafy, M. K., & El-Eraky, M. (2007). Influence of planting dates and distances on growth and essential oil productivity of *Rosmarinus officinalis* L. plant. *Journal of Agricultural Science, Mansoura University*, 32(4), 2937-2955.
- Mohamed, M. A. (1997). Effect of plant density and date of cutting on *Thymus vulgaris* L. plants. *Egyptian Journal of Horticulture*, 24(1), 1-6.
- Nadjafi, F., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., & Honermeier, B. (2012). First experiments on cultivation of *Nepeta binaludensis* Jamzad – An example of domestication of a highly endangered medicinal plant of Iran. *Journal of Medicinal and Spice Plants*, 17(2), 64-71.
- Nguyen, D. B., Doan, T. T. Y., Phi, T. C. M., Ngo, T. A., Vu, L. D. H., & Dang, D. K. (2021). *Arthrospira* production in Vietnam: Current status and prospects. *Bioresource Technology Reports*, 15, 100803. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100803>
- Nițu, S., Barascu, N., & Constantinescu, E. (2022). Results on the influence of planting distance and measurement date, on SPAD values in *Primula officinalis* Hill. species. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22(1), 501-506.
- Peedin, G. F., Davis, R. L., & Ross, H. F. (1979). Plant spacing effects on some agronomic-economic considerations of conventional burley tobacco production. *Tobacco Science*, 23(42), 143-147.
- Postma, J. A., Hecht, V. L., Hikosaka, K., Nord, E. A., Pons, T. L., & Poorter, H. (2021). Dividing the pie: A quantitative review on plant density responses. *Plant, Cell & Environment*, 44(4), 1072-1094. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.13968>
- Ram, M., Ram, B., & Kumar, S. (2010). Plant spacing and the yield of leaves and alkaloids in *Duboisia myoporoides*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 3(3), 77-80. DOI: https://doi.org/10.1300/J044v03n03_10

- Rayment, G.E., & Lyons, D.J. (2011). *Soil chemical methods - Australasia*. CSIRO, Collingwood, Australia.
- Refaay, M. S., Mohamed, Y. F. Y., Dewidar, A. A., & Mohamed, S. M. (2023). Response of *Thymus vulgaris* L. plant to planting distances and fertilization treatments. *Journal of Plant Production*, 14(7), 345-356.
- Sarijeva, G., Knapp, M., & Lichtenthaler, H. K. (2007). Differences in photosynthetic activity, chlorophyll and carotenoid levels, and in chlorophyll fluorescence parameters in green sun and shade leaves of Ginkgo and Fagus. *Journal of Plant Physiology*, 164(7), 950-955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.09.002>
- Sato, T., Shimoda, Y., Matsuda, K., Tanaka, A., & Ito, H. (2018). Mg-dechelation of chlorophyll a by Stay-Green activates chlorophyll b degradation through expressing Non-Yellow Coloring 1 in Arabidopsis thaliana. *Journal of Plant Physiology*, 222, 94-102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.01.010>
- Shang, X., Pan, H., Wang, X., He, H., & Li, M. (2014). *Leonurus japonicus* Houtt.: Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of an important traditional Chinese medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 152(1), 14-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.052>
- Slavich, P.G., & Petterson, G.H. (1993). Estimating the critical conductivity of saturated paste extracts from 1:5 soil: water suspensions and texture. *Australian Journal of Soil Research* 31, 73-81.
- Talluri, M. R., Rao, B. G., & Rao, Y. V. (2012). Antioxidant activity of *Spilanthes acmella* extracts. *International Journal of Phytopharmacology*, 3(2), 216-220.
- Tambe, V. D., & Bhambar, R. S. (2014). Estimation of total phenol, tannin, alkaloid and flavonoid in *Hibiscus tiliaceus* Linn. *Wood extract Research and Reviews: Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4, 41-47.
- United States Department of Agriculture (USDA). (1987). *Soil mechanics level I - Module 3 USDA Textural classification study guide. National Employee Development Staff Soil Conservation Service*. United States Department of Agriculture, Government Printing Office, Washington, DC.
- Wang, Y., Xie, L., Zhou, X., Chen, R., Zhao, G., & Zhang, F. (2023). Prediction of the potentially suitable areas of *Leonurus japonicus* in China based on future climate change using the optimized MaxEnt model. *Ecology and Evolution*, 13(10), 10597. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.10597>
- Wu, G., Ma, L., Sayre, R. T., & Lee, C.-H. (2020). Identification of the optimal light harvesting antenna size for high-light stress mitigation in plants. *Frontiers in Plant Science*, 11, 505. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00505>
- Xing, Z., Bi, G., Li, T., Zhang, Q., & Knight, P. R. (2024). Effect of plant density on growth and bioactive compounds in *Salvia miltiorrhiza*. *Agronomy*, 14(6), 1157. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061157>
- Yang, D.-J., Yan, M.-X., Li, P., Liu, P., Gao, Y., Jiang, Y., He, Z.-K., Kong, Y., Zhong, X., Wu, S., Yang, J., Wang, H.-X., Huang, Y.-B., Wang, L., Chen, X.-Y., Hu, Y.-H., Zhao, Q., & Xu, P. (2022). Comparative genomic analysis between *Leonurus japonicus* and *Leonurus sibiricus*. *BioRxiv*. DOI: <https://doi.org/10.1101/2022.11.27.518111>