

ĐÁNH GIÁ TÍNH ĐỐI KHÁNG THỰC VẬT CỦA MỘT SỐ GIỐNG LÚA QUA THÍ NGHIỆM SINH HỌC TRỰC TIẾP VÀ GIÁN TIẾP TRÊN CẢI XÀ LÁCH XOONG

Hồ Lệ Thi*, Phùng Đặng Linh Bảo, Trương Trọng Vi, Huỳnh Hoàng Hảo

Trường Nông Nghiệp, Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ: hlthi@ctu.edu.vn

Nhận bài: 27/01/2026 Hoàn thành phản biện: 12/04/2026 Chấp nhận bài: 22/04/2026

TÓM TẮT

Đối kháng thực vật là cơ chế sinh học có tiềm năng hỗ trợ quản lý cỏ dại trong hệ thống canh tác lúa bền vững. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tiềm năng đối kháng của một số giống lúa phổ biến tại Đồng bằng sông Cửu Long thông qua thí nghiệm sinh học trực tiếp cây cho–cây nhận kết hợp với thí nghiệm gián tiếp dựa trên dịch chiết thực vật trong điều kiện phòng thí nghiệm. Mười giống lúa được khảo sát, sử dụng cải xà lách xoong (*Lepidium sativum* L.) làm cây chỉ thị sinh học. Kết quả đồng nuôi cấy trong đĩa Petri cho thấy tác động ức chế khác nhau giữa các giống và biến động theo tuổi cây cho. Trong điều kiện nước cất, khi sử dụng cây lúa 3 ngày tuổi, chiều dài thân cải xà lách xoong giảm từ 14,8 mm ở đối chứng xuống 5,4 mm với OM18 và 6,5 mm với OM5451; chiều dài rễ giảm từ 7,6 mm xuống 4,5 mm. Khi sử dụng cây lúa 7 ngày tuổi, chiều dài rễ chỉ còn 1,8 mm ở các đĩa chứa OM18 và OM5451, so với 6,6 mm ở đối chứng. Thí nghiệm dịch chiết cho thấy đáp ứng phụ thuộc vào nồng độ và tuổi cây cho, trong đó một số nghiệm thức biểu hiện hormesis. Ở nồng độ $0,32 \text{ g mL}^{-1}$, dịch chiết từ cây lúa 10 ngày tuổi ức chế rễ mạnh nhất, đạt 81,67% ở OM18 và 96,32% ở OM5451. Kết quả cho thấy OM18 và OM5451 là hai giống có tiềm năng đối kháng nổi bật cho các nghiên cứu quản lý cỏ dại tiếp theo.

Từ khóa: Đối kháng thực vật, Hormesis, Giống lúa, *Lepidium sativum* L., Quản lý cỏ dại

ALLELOPATHIC EVALUATION OF SOME RICE VARIETIES BY DIRECT AND INDIRECT BIOASSAYS ON GARDEN CRESS UNDER LABORATORY CONDITIONS

Ho Le Thi*, Phung Dang Linh Bao, Truong Trong Vi, Huynh Hoang Hao

College of Agriculture, Can Tho University

*Corresponding author: hlthi@ctu.edu.vn

Received: 27/01/2026

Revised: 12/04/2026

Accepted: 22/04/2026

ABSTRACT

Allelopathy is a biological mechanism with potential to support weed management in sustainable rice-based cropping systems. This study evaluated the allelopathic potential of rice cultivars commonly grown in the Mekong Delta using direct donor–receiver bioassays and indirect extract-based bioassays under laboratory conditions. Ten rice cultivars were examined, with garden cress (*Lepidium sativum* L.) used as the indicator species. Petri dish co-cultivation showed cultivar-dependent inhibition that varied with donor seedling age. Under distilled-water conditions, when 3-day-old rice seedlings were used, shoot length of garden cress decreased from 14.8 mm in the control to 5.4 mm with OM18 and 6.5 mm with OM5451, while root length decreased from 7.6 mm to 4.5 mm. When 7-day-old rice seedlings were used, root length was reduced to 1.8 mm in dishes containing OM18 and OM5451, compared with 6.6 mm in the control. Extract-based bioassays showed that the response depended on extract concentration and donor plant age, with hormetic responses observed in some treatments. At 0.32 g mL^{-1} , extracts from 10-day-old rice plants caused the strongest root inhibition, reaching 81.67% for OM18 and 96.32% for OM5451. These results indicate that OM18 and OM5451 exhibited the most pronounced allelopathic potential and provide an initial basis for subsequent weed management studies.

Keywords: Allelopathy, *Lepidium sativum* L., Hormesis, Rice cultivars, Weed management

1. MỞ ĐẦU

Cỏ dại là một trong những thách thức lớn đối với sản xuất lúa, đặc biệt trong các hệ thống canh tác thâm canh và gieo sạ trực tiếp, nơi áp lực cỏ dại cao và sự phụ thuộc vào thuốc trừ cỏ vẫn còn phổ biến. Việc sử dụng lặp lại các hoạt chất trừ cỏ đã thúc đẩy sự hình thành và lan rộng của các quần thể cỏ dại kháng thuốc, làm suy giảm hiệu quả kiểm soát lâu dài và gia tăng rủi ro môi trường – sinh thái (Chauhan và cs., 2017; Heap, 2023). Tại Đồng bằng sông Cửu Long, nơi lúa được canh tác với cường độ cao từ hai đến ba vụ mỗi năm, nhu cầu tìm kiếm các giải pháp quản lý cỏ dại bền vững, ít phụ thuộc hóa chất ngày càng trở nên cấp thiết. Trong bối cảnh đó, đối kháng thực vật (allelopathy) được xem là một cơ chế sinh thái có tiềm năng hỗ trợ cho các chiến lược quản lý cỏ dại tổng hợp. Đối kháng thực vật được định nghĩa là tác động trực tiếp hoặc gián tiếp của thực vật lên các loài lân cận thông qua việc giải phóng các hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học (Rice, 1984; Inderjit và Duke, 2003). Ở cây lúa (*Oryza sativa* L.), nhiều nghiên cứu đã chứng minh khả năng ức chế sự nảy mầm và sinh trưởng sớm của thực vật cạnh tranh thông qua dịch tiết rễ và các hợp chất có nguồn gốc từ mô thực vật, trong đó các diterpenoid như momilactone A và B đóng vai trò quan trọng và biến động theo giống, giai đoạn sinh trưởng và điều kiện môi trường (Serra-Serra và cs., 2021; Kato-Noguchi, 2023; Rayee và cs., 2024).

Tuy nhiên, việc đánh giá trực tiếp tác động đối kháng của lúa lên các loài cỏ dại ngoài đồng thường gặp nhiều hạn chế do sự phức tạp của điều kiện môi trường và các tương tác sinh thái. Vì vậy, các nghiên cứu tiền đề thường sử dụng cây chỉ thị sinh học có tốc độ nảy mầm nhanh, sinh trưởng sớm đồng đều và phản ứng hình thái rõ để sàng lọc, so sánh tương đối tiềm năng đối kháng

giữa các giống khảo sát (Weston và Duke, 2003; Belz và cs., 2022). Cải xà lách xoong (*Lepidium sativum* L.) thường được sử dụng làm cây chỉ thị trong các thí nghiệm sinh học đánh giá đối kháng thực vật nhờ vòng đời ngắn, sinh trưởng sớm nhanh và độ nhạy tương đối cao với các hợp chất allelochemical. Trong nghiên cứu về đối kháng ở lúa, cải xà lách xoong đã được sử dụng như một loài cây nhận trong bioassay đồng nuôi cấy để đánh giá hoạt tính của dịch tiết rễ cây lúa ở giai đoạn cây con. Ngoài ra, ở một số nghiên cứu so sánh độ nhạy giữa các loài thử, cải xà lách xoong cho thấy mức đáp ứng cao trong nhóm cây hai lá mầm, và chỉ tiêu tăng trưởng rễ thường nhạy hơn tăng trưởng chồi trước tác động của dịch chiết hoặc hợp chất đối kháng (Kato-Noguchi và Ino, 2001; Gebreyohannes và cs., 2023). Việc sử dụng cây chỉ thị thay cho cỏ dại ruộng lúa ở giai đoạn này nhằm giảm biến động sinh học của phép thử và tạo cơ sở sàng lọc ban đầu; do đó, kết quả thu được cần được xem như bằng chứng tiền đề để định hướng các nghiên cứu tiếp theo trên các loài cỏ dại mục tiêu trong điều kiện nhà lưới và ngoài đồng. Vì vậy, nghiên cứu này được thiết kế nhằm đánh giá và so sánh ảnh hưởng đối kháng trực tiếp và gián tiếp của một số giống lúa trồng phổ biến tại Đồng bằng sông Cửu Long thông qua thí nghiệm sinh học sử dụng cải xà lách xoong làm cây chỉ thị.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu thực vật

Hạt giống đã được chứng nhận của các giống lúa (*Oryza sativa* L.) được cung cấp bởi Viện Nghiên cứu Lúa Đồng bằng sông Cửu Long (CLRRI), Thành phố Cần Thơ, Việt Nam. Các giống lúa được khảo sát gồm OM18, OM5451, OM6976, Đài Thơm 8, OM380, OM3536, RVT, OM4900, OM7347 và Jasmine 85, là những

giống đang được canh tác phổ biến hoặc có ý nghĩa sản xuất tại Đồng bằng sông Cửu Long. Trong phạm vi nghiên cứu này, các giống được xem như các đơn vị khảo sát độc lập để so sánh tương đối tiềm năng đối kháng trong cùng điều kiện thí nghiệm. Hạt cải xà lách xoong (*Lepidium sativum* L.) được sử dụng làm cây chỉ thị sinh học và được mua từ Cửa hàng Vật tư Nông nghiệp Trang Nông, Thành phố Cần Thơ, Việt Nam. Cây chỉ thị này được lựa chọn do thuận lợi cho chuẩn hóa thí nghiệm, nảy mầm tương đối đồng đều và cho phép đánh giá nhanh đáp ứng sinh trưởng sớm dưới tác động của cây cho hoặc dịch chiết. Trước khi bố trí thí nghiệm, hạt giống của cả cây cho và cây nhận được tuyển chọn nhằm bảo đảm kích thước, hình thái và độ đồng đều ban đầu. Toàn bộ vật liệu thực vật được xử lý và chuẩn bị theo các quy trình tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm nhằm bảo đảm tính nhất quán và khả năng lặp lại của thí nghiệm.

2.2. Thí nghiệm sinh học đối kháng trực tiếp

Ảnh hưởng đối kháng trực tiếp của cây lúa được đánh giá bằng thí nghiệm đồng nuôi cấy trong đĩa Petri, có điều chỉnh từ quy trình đã được công bố trước đây (Kato-Noguchi và Ino, 2001). Các đĩa Petri vô trùng đường kính 90 mm được lót một lớp giấy lọc Whatman số 1 và làm ẩm bằng dung dịch thử nghiệm tương ứng. Trong mỗi đĩa Petri, 20 cây lúa ở 3 hoặc 7 ngày sau nảy mầm được bố trí đều dọc theo chu vi đĩa; đồng thời, 10 hạt cải xà lách xoong vừa nứt nanh được đặt rải đều trên bề mặt giấy lọc ở vùng trung tâm đĩa nhằm duy trì khoảng cách gần giữa cây cho và cây nhận, qua đó tạo điều kiện cho tương tác trực tiếp trong cùng một không gian thí nghiệm. Nghiệm thức đối chứng gồm các hạt cải xà lách xoong được nuôi cấy trong điều kiện tương tự nhưng không có sự hiện diện của cây lúa. Ba môi trường làm ẩm gồm nước

cát, Tween 20 (0,05%, v/v) và ethanol (0,1%, v/v) được sử dụng nhằm kiểm soát nền ảnh hưởng của môi trường thử, đồng thời hỗ trợ so sánh với thí nghiệm đối kháng gián tiếp dựa trên dịch chiết. Các nghiệm thức được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với ba lần lặp lại, mỗi lần lặp tương ứng với một đĩa Petri riêng biệt.

Tất cả các đĩa Petri được niêm kín bằng parafilm nhằm hạn chế thất thoát ẩm và nhiễm tạp, sau đó được ủ trong buồng sinh trưởng với các điều kiện môi trường được kiểm soát: chu kỳ chiếu sáng 12 giờ sáng/12 giờ tối, cường độ ánh sáng $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, nhiệt độ ban ngày 32–35°C, nhiệt độ ban đêm 25–27°C, độ ẩm tương đối 60–70% và nồng độ CO_2 duy trì trong khoảng 400–600 ppm (Pasuquin và cs., 2013; Thi và cs., 2008). Để đánh giá ảnh hưởng của tuổi cây cho đến cường độ ức chế, cải xà lách xoong được đồng nuôi cấy trong 3 ngày với 20 cây lúa đã đạt 3 hoặc 7 ngày tuổi khi bắt đầu thí nghiệm. Sau thời gian đồng nuôi cấy, chiều dài thân và chiều dài rễ của cây cải xà lách xoong được đo độc lập trên từng đĩa. Với cách bố trí này, cây lúa đóng vai trò cây cho và đạt khoảng 6 hoặc 10 ngày tuổi khi kết thúc phép thử, cho phép so sánh tương đối hiệu ứng ức chế giữa hai tuổi cây cho trong điều kiện phòng thí nghiệm.

2.3. Thí nghiệm sinh học đối kháng gián tiếp (thí nghiệm dựa trên dịch chiết)

2.3.1. Chuẩn bị dịch chiết lúa

Cây lúa được thu hoạch ở 10 và 60 ngày sau gieo nhằm đánh giá ảnh hưởng của giai đoạn sinh trưởng đến hoạt tính đối kháng. Toàn bộ phần tươi của cây (rễ, thân và lá) được rửa sạch bằng nước cất và để ráo nhằm loại bỏ độ ẩm bề mặt. Một mẫu gộp gồm 100 g mô tươi toàn bộ phần được cắt nhỏ và tiến hành chiết tuần tự với 1 L ethanol 80% (v/v) trong 48 giờ, sau đó tiếp tục chiết với 0,5 L ethanol tuyệt đối trong

24 giờ ở nhiệt độ phòng. Các dịch chiết được gộp lại, lọc và cô đặc ở 40°C dưới áp suất thấp bằng thiết bị cô quay chân không. Phần cao chiết thô thu được được cân và hòa tan lại trong một thể tích ethanol tối thiểu để chuẩn bị dung dịch gốc phục vụ cho thí nghiệm sinh học (Thi và cs., 2014).

2.3.2. Thí nghiệm sinh học với dịch chiết

Ảnh hưởng đối kháng gián tiếp được đánh giá bằng thí nghiệm sinh học trong đĩa Petri, sử dụng cải xà lách xoong làm cây thử nghiệm. Bảy mức nồng độ dịch chiết được khảo sát, bao gồm: 0 (đối chứng), 0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,16 và 0,32 g mL⁻¹. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với ba lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức, mỗi lần lặp gồm mười hạt cải xà lách xoong đã nảy mầm trước.

Một thể tích tương ứng với nồng độ thử nghiệm trong dung dịch dịch chiết được nhỏ đều lên các đĩa Petri đường kính 60 mm đã lót giấy lọc Whatman số 1. Các đĩa được đặt trong tủ hút để dung môi bay hơi hoàn toàn. Sau khi dung môi bay hơi, 1 mL dung dịch Tween 20 (0,05%, v/v) được thêm vào mỗi đĩa nhằm bảo đảm độ ẩm đồng đều và tăng độ loang trải. Các hạt cải xà lách xoong đã nảy mầm trước được bố trí đều trên giấy lọc. Tất cả các đĩa Petri được niêm kín bằng parafilm và đặt trong buồng sinh trưởng với các điều kiện môi trường tương tự như thí nghiệm đối kháng trực tiếp. Các chỉ tiêu chiều dài thân và chiều dài rễ được ghi nhận sau thời gian xử lý theo cùng quy trình đo đạc đã mô tả ở thí nghiệm trực tiếp; đồng thời, tỷ lệ ức chế hoặc kích thích sinh trưởng so với đối chứng được tính toán cho từng nghiệm thức.

2.4. Phân tích thống kê

Thí nghiệm đối kháng trực tiếp được phân tích riêng cho từng tuổi cây cho và từng điều kiện dung môi, áp dụng phân tích phương sai một nhân tố (One-way ANOVA) để đánh giá sự khác biệt giữa các

giống khảo sát trong từng tập dữ liệu cụ thể. Cách tiếp cận này nhằm tránh suy luận vượt quá phạm vi của từng điều kiện thí nghiệm riêng lẻ. Số liệu được xử lý bằng phần mềm R, các giá trị trung bình được so sánh bằng kiểm định Duncan (DMRT) ở mức ý nghĩa 5%, 1% và 0,1%.

Phân tích mối quan hệ liều – đáp ứng được thực hiện bằng hồi quy phi tuyến sử dụng gói drc trong phần mềm R, với nồng độ xử lý được biểu diễn trên thang log₁₀. Dữ liệu ức chế sinh trưởng được mô hình hóa bằng mô hình log-logistic bốn tham số (LL.4) để ước tính các tham số đáp ứng, bao gồm giới hạn dưới, giới hạn trên, độ dốc. Đối với heatmap, dữ liệu đầu vào là tỷ lệ ức chế (%) so với đối chứng tương ứng; heatmap được sử dụng như công cụ trực quan hóa xu hướng biến động giữa giống và thời điểm theo dõi, không thay thế cho các kiểm định thống kê suy luận.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng đối kháng trực tiếp của các giống lúa ở giai đoạn 3 ngày tuổi

Ảnh hưởng đối kháng trực tiếp của các giống lúa lên sinh trưởng của cải xà lách xoong khi sử dụng cây lúa 3 ngày tuổi được trình bày trong Bảng 1. Nhìn chung, trong phần lớn nghiệm thức và điều kiện dung môi khảo sát, sự hiện diện của cây lúa làm giảm sinh trưởng thân và/hoặc rễ của cây nhận so với đối chứng không có lúa. Tuy nhiên, mức độ ức chế biến động giữa các giống, giữa các chỉ tiêu sinh trưởng và giữa các môi trường làm ẩm, cho thấy đáp ứng của cây nhận không đồng nhất trong toàn bộ hệ thí nghiệm.

Trong số các giống được khảo sát, OM18 và OM5451 là hai giống thể hiện xu hướng ức chế nổi bật hơn trong nhiều điều kiện khảo sát đối với sinh trưởng của cải xà lách xoong. Ở điều kiện nước cất, chiều dài thân giảm từ 14,8 mm ở đối chứng xuống còn 5,4 mm ở OM18 và 6,5 mm ở OM5451;

chiều dài rễ giảm từ 7,6 mm xuống còn 4,5 mm ở OM18 và 4,9 mm ở OM5451. Xu hướng ức chế cũng được ghi nhận trong các nghiệm thức Tween 20 và ethanol, mặc dù cường độ tác động thay đổi theo từng giống và từng chỉ tiêu. Kết quả này cho thấy sự khác biệt tương đối giữa các giống khảo sát về khả năng gây ức chế sinh trưởng trong điều kiện đối kháng trực tiếp tại phòng thí nghiệm.

Ngược lại, các giống như Jasmine 85, OM7347 và OM4900 nhìn chung thể hiện mức ức chế yếu hơn hoặc biến động hơn tùy điều kiện khảo sát, với một số chỉ tiêu có giá trị xấp xỉ hoặc cao hơn đối chứng. Điều này cho thấy hiệu ứng trong hệ thống đối kháng

trực tiếp không hoàn toàn đồng nhất giữa các giống và cần được diễn giải trên cơ sở từng chỉ tiêu, từng điều kiện dung môi cụ thể.

Đáng chú ý, sinh trưởng rễ nhìn chung nhạy cảm hơn sinh trưởng thân trong phần lớn nghiệm thức, thể hiện qua mức giảm tương đối lớn hơn ở nhiều trường hợp. Nhận định này phù hợp với các nghiên cứu trước đây cho rằng rễ thường là cơ quan tiếp xúc trực tiếp với môi trường chứa chất ức chế và vì vậy có thể biểu hiện đáp ứng sớm, rõ hơn trước tác động của các hợp chất đối kháng (Weston và Duke, 2003; Inderjit và Duke, 2003).

Bảng 1. Ảnh hưởng đối kháng trực tiếp của các giống lúa khi cây cho ở giai đoạn 3 ngày tuổi lên sinh trưởng thân và rễ của cải xà lách xoong dưới các điều kiện dung môi khác nhau

Dung môi/ Giống lúa	Tween 20 (0,05%)		Nước cất		Ethanol (0,1%)	
	CD thân	CD rễ	CD thân	CD rễ	CD thân	CD rễ
Đối chứng	12,9 ^a	6,5 ^b	14,8 ^a	7,6 ^b	9,9 ^a	9,1 ^a
OM18	4,7 ⁱ	4,7 ^g	5,4 ⁱ	4,5 ^g	3,7 ⁱ	3,5 ^g
OM5451	5,5 ^h	3,3 ⁱ	6,5 ^g	4,9 ^f	5,2 ^h	3,1 ^h
OM6976	5,7 ^g	4,1 ^h	8,2 ^e	6,5 ^c	6,6 ^e	6,3 ^e
Đài Thơm 8	5,8 ^{fg}	5,0 ^f	7,6 ^e	7,3 ^c	6,5 ^e	5,1 ^{ef}
OM380	5,9 ^f	4,8 ^g	4,3 ⁱ	4,2 ^h	6,6 ^e	5,1 ^{ef}
OM3536	6,8 ^e	5,3 ^e	6,7 ^f	6,7 ^{de}	6,2 ^f	5,2 ^e
RVT	7,1 ^d	6,3 ^c	6,0 ^h	5,0 ^f	5,5 ^g	4,9 ^f
OM4900	7,2 ^d	6,0 ^d	7,9 ^d	6,7 ^d	8,7 ^b	5,9 ^d
OM7347	8,5 ^c	7,4 ^a	8,2 ^c	6,7 ^d	7,0 ^d	7,2 ^b
Jasmine 85	10,6 ^b	7,5 ^a	11,8 ^b	9,4 ^a	7,8 ^c	5,9 ^d
CV (%)	1,36	1,81	1,33	1,68	1,49	1,90

Các giống lúa được sử dụng làm cây cho - cải xà lách xoong là loài nhận. Giá trị thể hiện chiều dài trung bình của thân và rễ (mm) của cây nhận sau khi đồng nuôi cấy. CD: chiều dài. Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $P \leq 0,05$.

3.2. Ảnh hưởng đối kháng trực tiếp của các giống lúa ở giai đoạn 7 ngày tuổi

Khi sử dụng cây lúa 7 ngày tuổi (Bảng 2), mức ức chế quan sát được nhìn chung cao hơn so với nghiệm thức sử dụng cây lúa 3 ngày tuổi ở nhiều giống khảo sát; tuy nhiên, do hai tuổi cây cho được phân tích riêng, sự khác biệt này chỉ được diễn giải ở mức mô tả. Chiều dài thân và rễ của cải xà lách xoong giảm ở nhiều nghiệm thức, cho thấy tuổi cây cho có thể liên quan đến cường độ ức chế trong hệ thí nghiệm.

Trong tập dữ liệu cây lúa giai đoạn 7 ngày tuổi, OM18 và OM5451 vẫn là hai giống thể hiện xu hướng ức chế mạnh ở nhiều điều kiện khảo sát, đặc biệt đối với chỉ tiêu sinh trưởng rễ. Một số giống khác như OM3536, OM380 và RVT cũng biểu hiện mức ức chế đáng kể ở một số môi trường làm ẩm. Kết quả này gợi ý rằng mức độ đáp ứng của cây nhận có thể thay đổi theo tuổi cây cho, song vẫn cần các thí nghiệm chuyên sâu hơn để khẳng định cơ chế và mức độ ổn định của hiện tượng giữa các giống.

Bảng 2. Ảnh hưởng đối kháng trực tiếp của các giống lúa khi cây cho ở giai đoạn 7 ngày tuổi lên sinh trưởng thân và rễ của cải xà lách xoong dưới các điều kiện dung môi khác nhau

Dung môi/ Giống lúa	Tween 20 (0,05%)		Nước cất		Ethanol (0,1%)	
	CD thân	CD rễ	CD thân	CD rễ	CD thân	CD rễ
Đối chứng	10,1 ^a	5,4 ^a	12,8 ^a	6,6 ^a	11,4 ^a	5,9 ^a
OM18	4,5 ^c	2,3 ^c	2,8 ^h	1,8 ^h	2,7 ^c	1,6 ^{de}
OM5451	3,2 ^c	1,1 ^g	2,9 ^h	1,8 ^h	2,4 ^f	1,5 ^{ef}
OM6976	3,1 ^{ef}	1,3 ^f	4,4 ^e	2,7 ^d	3,3 ^c	1,9 ^e
Đài Thơm 8	3,6 ^d	1,6 ^e	3,7 ^f	2,4 ^f	3,7 ^b	2,1 ^b
OM380	3,0 ^f	1,5 ^e	5,1 ^c	3,3 ^c	2,6 ^e	1,7 ^d
OM3536	2,5 ^g	1,1 ^g	3,3 ^g	2,5 ^{ef}	2,3 ^{fg}	1,7 ^d
RVT	4,4 ^c	1,8 ^d	3,7 ^f	2,6 ^{de}	2,3 ^{fg}	1,4 ^f
OM4900	3,6 ^d	1,5 ^e	7,6 ^b	5,2 ^b	2,2 ^g	1,17 ^g
OM7347	5,3 ^b	3,3 ^b	4,3 ^c	3,4 ^c	3,0 ^d	1,9 ^c
Jasmine 85	3,6 ^d	1,6 ^e	4,6 ^d	2,2 ^g	3,4 ^c	1,5 ^{ef}
Mức ý nghĩa	**	**	**	**	**	**
CV (%)	2,48	4,89	1,99	3,19	2,8	5,21

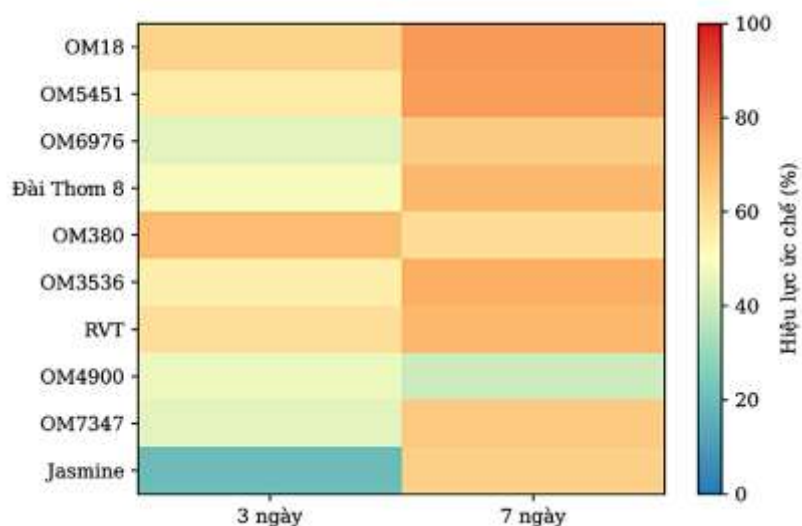
Các giống lúa được sử dụng làm cây cho - cải xà lách xoong là loài nhận. Giá trị thể hiện chiều dài trung bình của thân và rễ (mm) của cây nhận sau khi đồng nuôi cấy. Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $P \leq 0,05$.

3.3. Kết quả tổng hợp dựa trên phân tích heatmap

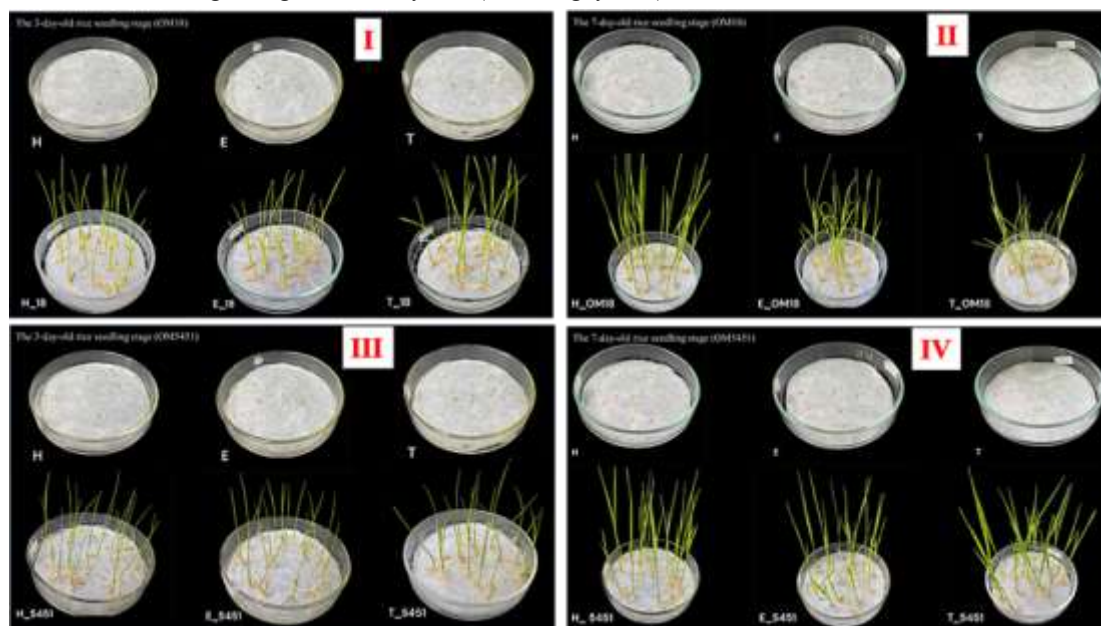
Các xu hướng tổng thể về mức độ ức chế đối kháng trực tiếp được tóm tắt trong Hình 1 và Hình 2, thể hiện tỷ lệ ức chế cây cải xà lách xoong ở hai tuổi cây cho trên các giống lúa khác nhau. Heatmap cho phép trực quan hóa mẫu hình biến động của dữ liệu và gợi ý rằng cường độ ức chế khi cây cho 7 ngày tuổi thường cao hơn so với cây cho 3 ngày tuổi ở nhiều giống, đặc biệt ở OM18 và OM5451. Đồng thời, heatmap cũng cho thấy chỉ tiêu rễ thường biểu hiện mức đáp ứng mạnh hơn chỉ tiêu thân trong

nhiều trường hợp, phù hợp với xu hướng định lượng trình bày ở Bảng 1, Bảng 2 và Hình 2.

Kết quả tổng hợp cho thấy mức ức chế biến động theo giống và tuổi cây cho. Nhiều giống ức chế cây nhận mạnh hơn khi cây cho 7 ngày tuổi, đặc biệt đối với sinh trưởng rễ; tuy nhiên, do hai tuổi cây cho được phân tích riêng, xu hướng này chỉ mang tính mô tả. Các kết quả này cho thấy khả năng đối kháng đã biểu hiện từ giai đoạn mạ sớm và cung cấp cơ sở lựa chọn vật liệu để tiếp tục xác nhận trên các loài cỏ dại mục tiêu trong điều kiện gần thực tế hơn.



Hình 1. Heatmap thể hiện mức độ ức chế đối kháng trực tiếp (%) của các giống lúa lên cây cải xà lách xoong khi cây lúa cho ở 3 và 7 ngày tuổi. Giá trị biểu thị tỷ lệ ức chế (%) so với đối chứng không xử lý. Thang màu thể hiện cường độ ức chế: màu nóng (vàng–đỏ) biểu thị ức chế mạnh, màu lạnh (xanh lá–xanh dương) biểu thị mức ức chế yếu hoặc không đáng kể. Tên các giống lúa được trình bày trên trục tung, trong khi tuổi cây cho (3 và 7 ngày tuổi) được thể hiện trên trục hoành



Hình 2. Ảnh hưởng đối kháng thực vật trực tiếp của hai giống lúa OM18 và OM5451 tại các thời điểm 3 và 7 ngày tuổi lên sinh trưởng của cải xà lách xoong. (Ghi chú: Các ô I và II thể hiện hiệu lực đối kháng của giống OM18 lần lượt ở giai đoạn 3 và 7 ngày tuổi; các ô III và IV tương ứng với giống OM5451 ở giai đoạn 3 và 7 ngày tuổi. Cây lúa được sử dụng làm cây cho và cải xà lách xoong làm cây nhận. Thí nghiệm đồng nuôi được tiến hành dưới ba điều kiện dung môi tạo ẩm: nước cất (H), Tween 20 0,05% (T) và ethanol 0,1% (E). Cải xà lách xoong trồng riêng trong cùng điều kiện dung môi được sử dụng làm đối chứng cây nhận).

3.4. Ý nghĩa bước đầu đối với định hướng quản lý cỏ dại

Trong phạm vi thí nghiệm phòng thí nghiệm, việc OM18 và OM5451 thể hiện xu hướng ức chế nổi bật hơn trên cây chỉ thị cho thấy hai giống này có tiềm năng được ưu tiên trong các nghiên cứu tiếp theo về đối kháng thực vật ở lúa. Sự ức chế sớm đối với sinh trưởng của cây nhận, đặc biệt trên chỉ tiêu rễ, gợi ý rằng các giống này có thể tạo ra lợi thế cạnh tranh sinh học ở giai đoạn đầu. Vì vậy, ý nghĩa ứng dụng của nghiên cứu nên được xem là cơ sở ban đầu cho việc lựa chọn vật liệu và xây dựng các thí nghiệm tiếp theo trên cỏ dại mục tiêu, trong điều kiện đất, nhà lưới và đồng ruộng.

3.5. Đối kháng gián tiếp của dịch chiết lúa (OM18 và OM5451)

Dựa trên kết quả thí nghiệm đối kháng trực tiếp (Bảng 1–2; Hình 1), OM18 và OM5451 được lựa chọn cho các thí

nghiệm dịch chiết vì là hai giống thường thể hiện mức ức chế cao hơn trong nhiều điều kiện khảo sát, phù hợp cho bước nghiên cứu tiếp theo về đặc điểm đáp ứng liều.

Ở cả hai giống, đáp ứng sinh trưởng của cải xà lách xoong phụ thuộc rõ vào nồng độ và tuổi cây cho (10 và 60 ngày sau gieo) (Bảng 3–4). Ở nồng độ thấp, dịch chiết có thể gây kích thích sinh trưởng thân; ngược lại, ở nồng độ cao, tác động ức chế tăng rõ trên cả thân và rễ, phản ánh dạng đáp ứng hai pha (hormesis) thường gặp trong nghiên cứu allelopathy (Cedergreen và cs., 2005; Duke và cs., 2006). Đối với OM18, dịch chiết từ cây 10 ngày tuổi tạo hiệu ứng kích thích rõ hơn ở liều thấp, trong khi dịch chiết từ cây 60 ngày tuổi có xu hướng chuyển nhanh hơn sang trạng thái ức chế. Điều này cho thấy tuổi cây cho có ảnh hưởng đáng kể đến cường độ và chiều hướng đáp ứng sinh học của dịch chiết.

Bảng 3. Ảnh hưởng đối kháng thực vật gián tiếp của dịch chiết cây lúa OM18 (10 và 60 ngày sau gieo – DAS) lên sinh trưởng của cải xà lách xoong

Nồng độ (g mL ⁻¹)	Giai đoạn 10 ngày sau gieo		Giai đoạn 60 ngày sau gieo	
	Ức chế thân (%)	Ức chế rễ (%)	Ức chế thân (%)	Ức chế rễ (%)
0,00	0,00 ^d	0,00 ^e	0,00 ^f	0,00 ^f
0,01	-21,85 ^e	10,00 ^d	2,66 ^e	10,94 ^e
0,02	-23,28 ^e	23,33 ^c	7,79 ^d	22,62 ^d
0,04	-33,35 ^f	23,33 ^c	10,21 ^c	34,23 ^c
0,08	-15,78 ^c	28,33 ^c	12,30 ^b	34,86 ^{bc}
0,16	12,65 ^b	43,33 ^b	13,16 ^b	38,68 ^b
0,32	72,41 ^a	81,67 ^a	57,37 ^a	65,18 ^a
CV (%)	2,30	3,92	1,43	3,44

Các giá trị thể hiện phần trăm ức chế (%) sinh trưởng thân và rễ của cải xà lách xoong so với đối chứng không xử lý. Giá trị âm biểu thị hiện tượng kích thích sinh trưởng. Dịch chiết được chuẩn bị từ cây lúa OM18 ở hai giai đoạn sinh trưởng (10 và 60 ngày sau gieo – DAS). Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,001$.

Một xu hướng tương tự được ghi nhận ở giống OM5451. Dịch chiết từ cây 10 ngày tuổi kích thích sinh trưởng thân ở nồng độ thấp và chuyển sang ức chế mạnh ở nồng độ cao, trong khi dịch chiết từ cây 60 ngày tuổi biểu hiện xu hướng ức chế sớm hơn theo nồng độ. Kết quả này cho thấy đáp ứng của cây nhận không chỉ phụ thuộc vào nồng độ dịch chiết mà còn liên quan đến giai đoạn sinh trưởng của cây cho.

Hiện tượng kích thích ở liều thấp phù hợp với đáp ứng hormesis, do dịch chiết thô chứa hỗn hợp các chất chuyển hóa có thể đóng vai trò điều hòa sinh trưởng ở nồng độ thấp nhưng chiếm ưu thế ức chế ở nồng độ cao (Calabrese và Baldwin, 2003; Belz và Cedergreen, 2010). Trên cả hai giống, sinh trưởng rễ nhìn chung nhạy cảm hơn sinh trưởng thân ở hầu hết các nồng độ khảo sát (Inderjit và Duke, 2003; Weston và cs.,

2013). Ở 0,32 g mL⁻¹, dịch chiết 10 ngày tuổi gây ức chế rễ mạnh hơn dịch chiết 60 ngày tuổi ở cả OM18 (81,67 so với 65,18%)

và OM5451 (96,32 so với 55,89%); tuy nhiên, xu hướng theo tuổi cây không nhất quán ở các nồng độ thấp hơn.

Bảng 4. Ảnh hưởng đối kháng thực vật gián tiếp của dịch chiết cây lúa OM5451 (10 và 60 ngày sau gieo – DAS) lên sinh trưởng của cải xà lách xoong

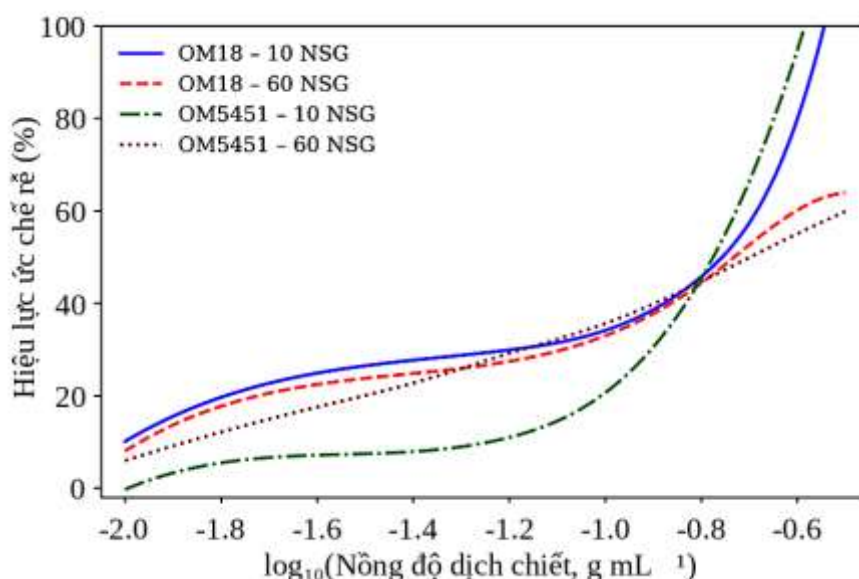
Nồng độ (g mL ⁻¹)	Giai đoạn 10 ngày sau gieo		Giai đoạn 60 ngày sau gieo	
	Ức chế thân (%)	Ức chế rễ (%)	Ức chế thân (%)	Ức chế rễ (%)
0,00	0,00 ^c	0,00 ^e	0,00 ^c	0,00 ^f
0,01	-30,67 ^e	0,00 ^e	-32,63 ^d	10,05 ^e
0,02	-31,84 ^e	3,66 ^e	-33,42 ^d	14,53 ^e
0,04	-55,04 ^f	6,14 ^d	-30,79 ^{de}	29,01 ^d
0,08	-23,09 ^d	23,93 ^c	-27,66 ^d	35,21 ^c
0,16	14,99 ^b	30,69 ^b	5,38 ^b	43,05 ^b
0,32	62,84 ^a	96,32 ^a	31,79 ^a	55,89 ^a
CV (%)	3,11	4,15	1,94	3,93

Các giá trị thể hiện phần trăm ức chế (%) sinh trưởng thân và rễ của cải xà lách xoong so với đối chứng không xử lý. Giá trị âm biểu thị hiện tượng kích thích sinh trưởng. Dịch chiết được chuẩn bị từ cây lúa OM5451 ở hai giai đoạn sinh trưởng (10 và 60 ngày sau gieo – DAS). Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,001$.

Mặc dù Bảng 3–4 trình bày các ước lượng rời rạc tại từng nồng độ, các đường cong đáp ứng liều (Hình 3) cho phép khái quát cấu trúc tổng thể của phản ứng sinh học. Sự khác biệt về độ dốc của đường cong phản ánh mức độ nhạy khác nhau trước sự thay đổi nồng độ, trong khi sự tách biệt giữa các đường cong của dịch chiết từ cây 10 và 60 ngày tuổi ở vùng nồng độ cao gợi ý vai trò của tuổi cây trong việc chi phối cường độ ức chế tối đa. Do đó, việc diễn giải sự khác biệt giữa OM18 và OM5451 trong phần này được đặt trên cơ sở xu hướng dữ liệu quan sát kết hợp với mô hình đáp ứng

liều, thay vì chỉ dựa vào từng giá trị riêng lẻ trong bảng.

Xét tổng thể, OM18 và OM5451 đại diện cho hai kiểu đáp ứng có giá trị cho nghiên cứu tiếp theo. OM18 biểu hiện rõ hơn xu hướng chuyển tiếp từ kích thích sang ức chế theo nồng độ, trong khi OM5451 cho thấy mức ức chế rễ rất mạnh ở liều cao, đặc biệt ở giai đoạn 10 ngày tuổi. Những đặc điểm này cho thấy hai giống có thể là nguồn vật liệu phù hợp cho các nghiên cứu tiếp theo về phân đoạn dịch chiết, phân tích hóa học và làm rõ cơ chế tác động của các hợp chất đối kháng ở lúa.



Hình 3. Đường cong đáp ứng liều của dịch chiết từ cây lúa đối với sự ức chế sinh trưởng rễ của cải xà lách xoong (Các đường cong thể hiện mối quan hệ đáp ứng liều đã được làm trơn giữa nồng độ dịch chiết ($\log_{10}$) và mức ức chế rễ (%)).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này cho thấy hoạt tính đối kháng thực vật ở lúa biến động theo giống khảo sát, tuổi cây cho và nồng độ tiếp xúc trong các phép thử tương ứng. Thông qua việc kết hợp thí nghiệm cây cho – cây nhận và phân tích đáp ứng liều dựa trên dịch chiết, OM18 và OM5451 được xác định là hai giống có tiềm năng đối kháng đáng chú ý trong hệ thống thí nghiệm này.

Các phản ứng đối kháng quan sát được thường biểu hiện mô hình đáp ứng liều có cấu trúc, bao gồm cả hiện tượng hormesis. Trong phần lớn nghiệm thức, sinh trưởng rễ là chỉ tiêu nhạy hơn so với sinh trưởng thân. Các kết quả từ heatmap và mô hình LL.4 góp phần làm rõ xu hướng biến động của dữ liệu và đặc điểm đáp ứng liều của dịch chiết. Nhìn chung, nghiên cứu này cung cấp cơ sở ban đầu cho việc lựa chọn vật liệu phục vụ các nghiên cứu tiếp theo về cơ chế đối kháng của lúa, đồng thời gợi mở hướng đánh giá trên cỏ dại mục tiêu trong các điều kiện gần thực tế hơn như nhà lưới, đất trồng và đồng ruộng.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này là một phần kết quả của Đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, Đại học Cần Thơ, mã số T2025-91. Tác giả xin chân thành cảm ơn Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ kinh phí và tạo điều kiện để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Belz, R. G., Duke, S. O., & Cedergreen, N. (2022). Dose–response relationships in allelopathy research. In *Allelopathy* (pp. 41–66). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003169125>
- Belz, R., and Cedergreen, N. (2010). Parthenin hormesis in plants depends on growth conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 69(3), 293–301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.04.010>
- Calabrese, E. J., and Baldwin, L. A. (2003). Hormesis: The dose–response revolution. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 43, 175–197. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pharmtox.43.100901.140223>
- Cedergreen, N., Ritz, C., and Streibig, J. C. (2005). Improved empirical models describing hormesis. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(12), 3166–

3172. DOI: <https://doi.org/10.1897/05-014R.1>
- Chauhan, B. S., Matloob, A., Mahajan, G., Aslam, F., Florentine, S. K., & Jha, P. (2017). Emerging challenges and opportunities for education and research in weed science. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1537. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01537>
- Duke, S. O., Cedergreen, N., Velini, E. D., & Belz, R. G. (2006). Hormesis: Is it an important factor in herbicide use and allelopathy? *Outlooks on Pest Management*, 17(1), 29–33. DOI: <https://doi.org/10.1564/17feb09>
- Gebreyohannes, L., Egigu, M. C., Manikandan, M., & Sasikumar, J. M. (2023). Allelopathic potential of *Lantana camara* L. leaf extracts and soils invaded by it on the growth performance of *Lepidium sativum* L. *The Scientific World Journal*, 2023, 6663686. <https://doi.org/10.1155/2023/6663686>
- Heap, I. (2023). *International survey of herbicide resistant weeds*. WeedScience.org. Retrieved April 11, 2026, from <https://www.weedscience.org>
- Inderjit, & Duke, S. O. (2003). Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, 217, 529–539. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1054-z>
- Ismail, A. M., Johnson, D. E., Ella, E. S., Vergara, G. V., and Baltazar, A. M. (2012). Adaptation to flooding during emergence and seedling growth in rice and weeds, and implications for crop establishment. *AoB PLANTS*, pls019. DOI: <https://doi.org/10.1093/aobpla/pls019>
- Kato-Noguchi, H. (2023). Momilactones A and B as defensive allelochemicals in rice. *Plants*, 12(3), 574. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12030574>
- Kato-Noguchi, H., & Ino, T. (2001). Assessment of allelopathic potential of root exudate of rice seedlings. *Biologia Plantarum*, 44(4), 635–638. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013731828945>
- Le Thi, H., Lin, C. H., Smeda, R. J., Leigh, N. D., Wycoff, W. G., & Fritsch, F. B. (2014). Isolation and identification of an allelopathic phenylethylamine in rice. *Phytochemistry*, 108, 109–121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.08.019>
- Le Thi, H., Toshiaki, T., Kiyotake, S., Van Chin, D., & Kato-Noguchi, H. (2008). Allelopathy and the allelopathic activity of a phenylpropanol from cucumber plants. *Plant Growth Regulation*, 56(1), 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-008-9289-0>
- Pasuquin, E. M., Hasegawa, T., Eberbach, P., Reinke, R., Wade, L. J., & Lafarge, T. (2013). Responses of eighteen rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to temperature tested using two types of growth chambers. *Plant Production Science*, 16(3), 217–225. DOI: <https://doi.org/10.1626/pps.16.217>
- Rayee, R., Anh, L. H., Khanh, T. D., & Xuan, T. D. (2024). Potential momilactones in rice stress tolerance and health advantages. *Agronomy*, 14(3), 405. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14030405>
- Rice, E. L. (1984). *Allelopathy* (2nd ed.). Academic Press.
- Serra-Serra, N., Shanmuganathan, R., & Becker, C. (2021). A story of momilactones: Allelopathy and beyond. *Journal of Experimental Botany*, 72(11), 4022–4037. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erab084>
- Weston, L. A., Alsaadawi, I. S., & Baerson, S. R. (2013). Sorghum allelopathy—from ecosystem to molecule. *Journal of Chemical Ecology*, 39(2), 142–153. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0245-8>
- Weston, L. A., & Duke, S. O. (2003). Weed and crop allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(3–4), 367–389. DOI: <https://doi.org/10.1080/713610861>