

ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ NHIỄM MẶN ĐẾN SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN CỦA MỘT SỐ GIỐNG CẢI VÀ ĐẶC TÍNH CỦA ĐẤT TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Nguyễn Minh Ngọc¹, Võ Thị Phương Thảo¹, Nguyễn Ngọc Hân¹, Tôn Thiên Giáp¹,
Phạm Ngọc Hân¹, Nguyễn Châu Thanh Tùng², Ngô Thụy Diễm Trang^{1,*}

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

*Email: ntdtrang@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng nồng độ tưới mặn (4, 6, 8‰) đến sinh trưởng cải bẹ xanh (*Brassica juncea*), cải ngọt (*Brassica integrifolia*) và sự tích lũy mặn trong đất trong điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 10/2025 đến tháng 12/2025 trong điều kiện nhà lưới. Cây được tưới mặn theo các nghiệm thức với tần suất 2 lần/ngày liên tục từ giai đoạn 28 ngày sau khi gieo (NSKG) đến thu hoạch (42 NSKG) và nghiệm thức đối chứng được tưới nước ngọt (0‰). Hai giống cải đều là đối tượng nghiên cứu, không có giống đối chứng. Việc so sánh giữa hai giống nhằm xác định giống có khả năng chịu mặn tốt hơn, làm cơ sở lựa chọn giống phù hợp cho canh tác ở vùng chịu ảnh hưởng xâm nhập mặn. Sự gia tăng độ mặn trong nước tưới đã làm giảm các chỉ tiêu sinh trưởng như: Chiều cao cây, chiều dài rễ, số lá và diện tích lá, với mức giảm từ 6,5-34,5% và giảm mạnh nhất ở các nghiệm thức 6-8‰. Khối lượng tươi thân lá của cải xanh và cải ngọt khi tưới mặn 4, 6, 8‰ giảm lần lượt 14,76; 46,50; 58,07% và 26,06; 37,65; 43,08% so với cây đối chứng không tưới mặn (305,84 và 229,53 g/cây tương ứng cải xanh và cải ngọt). Khối lượng tươi và khô của rễ cũng giảm theo độ mặn, với mức giảm 12,5-31,3% ở cải xanh và 13,0-36,2% ở cải ngọt. Chỉ số khả năng chịu mặn (STI) khi tưới mặn 4, 6, 8‰ của cải ngọt đạt 79,3; 72,4; 61,7% cao hơn so với cải xanh đạt 72,9; 53,7; 41,5%. Giá trị ECe và hàm lượng Na⁺ trong đất tăng rõ rệt và pH đất có xu hướng giảm nhẹ sau 14 ngày tưới mặn. Cụ thể, giá trị ECe trong đất tăng từ 1,1-1,2 mS/cm ở nghiệm thức không tưới mặn lên 3,2-3,4; 4,3-4,6; 5,1-5,2 mS/cm, tương ứng với các mức 4, 6, 8‰, cao hơn 2,0 - 4,8 lần so với đối chứng. Đất sau khi tưới mặn 4‰ thuộc nhóm mặn ít và tưới mặn 6-8‰ thuộc nhóm mặn trung bình đến mặn cao. Cả hai giống cải có khả năng chịu mặn đến khoảng 6‰, trong đó cải ngọt thích nghi và chịu mặn tốt hơn trong điều kiện nhiễm mặn trung bình đến mặn cao, phù hợp với điều kiện canh tác tại Đồng bằng sông Cửu Long trong bối cảnh xâm nhập mặn.

Từ khóa: Cải bẹ xanh, cải ngọt, khả năng chịu mặn, tưới nước nhiễm mặn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng sản xuất nông nghiệp trọng điểm của Việt Nam, tuy nhiên khu vực này đang chịu áp lực ngày càng gia tăng từ xâm nhập mặn (XNM). Đợt XNM lịch sử mùa khô năm 2019-2020 đã ảnh hưởng trực tiếp đến 10/13 tỉnh trong vùng với 1.688 nghìn ha, chiếm 42,5% diện tích toàn vùng [1]. Mặc dù đã triển khai nhiều biện pháp thích ứng như hệ thống công ngăn mặn, điều chỉnh lịch thời vụ và quản lý nguồn nước, vụ đông xuân năm 2023-2024 vẫn ghi nhận trên 36.000 ha lúa bị ảnh hưởng, trong đó hơn 12.000 ha thiệt hại trên 70% [2]. Những số liệu này cho thấy, XNM

không chỉ là hiện tượng cực đoan theo chu kỳ mà đã trở thành thách thức mang tính lâu dài đối với sản xuất nông nghiệp và sinh kế người dân, đặc biệt tại các vùng ven biển. Trong bối cảnh đó, các giải pháp cải tạo đất truyền thống như rửa mặn, bón vôi hoặc cày xới tuy có hiệu quả nhất định nhưng chủ yếu mang tính ngắn hạn và tiềm ẩn nguy cơ suy giảm nguồn nước [3]. Do đó, xu hướng chuyển sang các mô hình canh tác thích ứng bền vững đang được quan tâm, bao gồm: Sử dụng giống cây chịu mặn, điều chỉnh thời vụ né mặn và chuyển đổi cơ cấu cây trồng sang các loài có khả năng thích nghi tốt hơn [4]. Các biện pháp này không chỉ giúp giảm nhu cầu nước ngọt mà

còn góp phần cải thiện các tính chất hóa học đất như: pH, EC, tỷ lệ hấp thu Na^+ , phần trăm Na^+ trao đổi và hàm lượng chất hữu cơ [5-6]. XNM gia tăng trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) đã tác động mạnh mẽ đến canh tác nông nghiệp, ảnh hưởng đến hầu hết các quá trình sinh trưởng và phát triển của cây. Chính vì thế, việc tìm loài cây có khả năng chống chịu với điều kiện cực đoan cụ thể XNM trong bối cảnh BĐKH là rất cần thiết.

Hiện nay, nghiên cứu về loài cây chịu mặn nhằm chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Một số giống cây trồng được ghi nhận có khả năng chịu mặn trên 4‰ như đậu nành, cải bẹ xanh, đậu bắp [6-8]. Trong nhóm cây họ cải, cải xanh được ghi nhận có khả năng thích nghi nhất định với điều kiện mặn, đồng thời có thể hấp thu Na^+ , qua đó góp phần cải thiện tính chất đất bị nhiễm mặn [6]. Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây chỉ tập trung ở mức độ mặn thấp và kết quả cho thấy, cải bẹ xanh vẫn duy trì tốt sinh khối trong điều kiện mặn 4‰ [7]. Bên cạnh đó, cải bẹ xanh và cải ngọt là những loại rau màu được canh tác phổ biến nhờ ưu điểm dễ trồng, thời gian sinh trưởng ngắn và chi phí đầu tư thấp, mang lại hiệu quả kinh tế tương đối cao cho người sản xuất. Tuy nhiên, hiện nay nồng độ mặn trong nước ngày càng tăng, gây tác động rõ rệt đến sản xuất nông nghiệp. Nghiên cứu được thực hiện với các mức nồng độ mặn cao hơn để xác định ngưỡng chịu mặn tối đa mà hai giống cải có khả năng chịu đựng, nhằm có

thêm thông tin chi tiết để làm cơ sở minh chứng đề xuất ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp thích ứng với BĐKH. Đồng thời, góp phần làm rõ ảnh hưởng của tưới mặn đến tính chất đất, từ đó hỗ trợ xây dựng các biện pháp quản lý và cải tạo đất phù hợp. Hướng nghiên cứu này có ý nghĩa thực tiễn trong việc phát triển nông nghiệp bền vững tại các vùng chịu tác động của XNM và BĐKH.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị thí nghiệm

Chuẩn bị đất: Đất thí nghiệm được thu từ tầng mặt (0 - 20 cm) tại khu đất Trại thực nghiệm, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ là loại đất sét pha thịt. Đất sau khi thu được trộn đều, để khô tự nhiên trong điều kiện nhà lưới, băm nhỏ loại bỏ tạp chất, lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu hóa học đầu vào và tiến hành cân 10 kg đất vào các chậu nhựa đã được chuẩn bị. Cho 500 mL nước sông vào chậu khoảng 2 tuần (cách 2 ngày tưới một lần) để làm mềm đất và xới để tạo độ tơi xốp cho đất.

Chuẩn bị nước tưới nhiễm mặn: Nước sông dùng để tưới cây được thu ở kênh tưới Trại thực nghiệm, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ, được trữ trong bể composite 1 m³ dùng cho toàn bộ quá trình thí nghiệm. Sau đó, pha nước ót với nước sông để đạt các nồng độ nước tưới mặn 0, 4, 6, 8‰. Một số đặc tính hóa học trong nước sông và nước tưới được xác định 3 ngày/lần, được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Đặc tính của nước ót, nước sông và nước tưới pha ở nồng độ mặn 4, 6 và 8‰

	Độ mặn (%)	pH	EC (mS/cm)	TDS (mg/L)	Na^+ (mg/L)	K^+ (mg/L)
Nước ót (%)	90	8,4	155	78	2.700	1.300
0	0	7,13±0,24	0,41±0,01	210±0,01	42,3±3,53	17,3±1,89
4	4	7,82 ±0,08	6,53±0,12	3.190±0,17	1.176±0,04	42,67±0,01
6	6	8,07±0,08	9,57±0,19	4.330±0,11	2.009±22,89	67,83±1,72
8	8	8,2±0,09	12,67±0,3	5.730±0,13	2.515±27,39	83,83±5,78

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (standard deviation; n=6).

Chuẩn bị giống: Hai giống cải thí nghiệm là cải bẹ xanh mỡ Takumi 26 và cải ngọt TLP 198 (Công ty TNHH Hạt giống Tân Lộc Phát) được mua tại cửa hàng vật tư nông nghiệp. Cải bẹ xanh có đặc điểm sinh trưởng nhanh, lá lớn, màu xanh

sáng và cho sinh khối cao; trong khi cải ngọt có lá nhỏ hơn, mềm, màu xanh đậm và thời gian sinh trưởng ngắn. Cả hai giống đều thuộc họ Brassicaceae, là nhóm rau ăn lá ngắn ngày (35-45 ngày), dễ canh tác, thích nghi tốt với điều kiện

khí hậu nhiệt đới và được trồng phổ biến và có giá trị kinh tế cho nông dân. Hai giống được lựa chọn nhằm so sánh sự khác biệt về sinh trưởng dưới các điều kiện tưới mặn khác nhau. Trong nghiên cứu này, không có giống đối chứng; nghiệm thức đối chứng là tưới nước ngọt (0‰) của từng giống để đánh giá ảnh hưởng của các nghiệm thức mặn.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 2 nhân tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 lần lặp lại trong điều kiện nhà lưới (Hình 1) từ tháng 10-12/2025. Nhân tố 1 là mức mặn trong nước tưới bao gồm 3 mức nồng độ mặn: 4, 6, 8‰ và nghiệm thức đối chứng không tưới mặn. Các mức mặn 0, 4, 6, 8‰ được lựa chọn dựa trên kết quả nghiên cứu của Lê Ngọc Phương và cs (2018) [6], Nguyễn Thị Ngọc Diệu và cs (2022) [7], cho thấy cải xanh vẫn sinh trưởng tốt ở 4 và 6‰; mức 8‰ được bổ sung nhằm khảo sát ngưỡng chịu mặn cận biên trong điều kiện xâm nhập mặn thực tế. Nhân tố 2 là giống cải bẹ xanh (*Brassica juncea*), cải ngọt (*Brassica integrifolia*) và không cây, tổng cộng có 12 nghiệm thức x 4 lần lặp lại tương ứng có 48 chậu thí nghiệm.

Trước khi gieo hạt thực hiện bón lót, sau đó hạt giống được trộn với thuốc trừ kiến, gieo trực tiếp vào chậu theo hốc, mỗi hốc 1 hạt, gieo 10 hốc. Tưới ẩm đất sau khi gieo và rải lớp tro trấu mỏng phủ hạt. Đến 14 NSKG tỉa cây (quan sát số lá trên cây), hoặc tỉa cây khi cây được 2-3 lá thật để cây cách cây với khoảng cách 10-12 cm tương ứng 2 cây/chậu [9] (Hình 1).

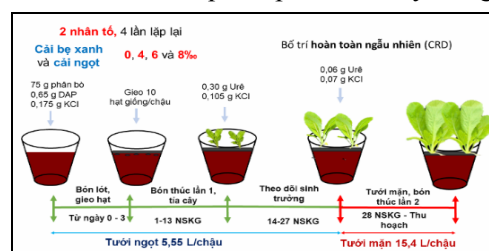
Quản lý nước tưới:

- Giai đoạn gieo hạt: Tưới ẩm cho cây 2 lần trong ngày buổi sáng và chiều mát.
- Giai đoạn cây con: Tưới nước cho cây 2 lần trong ngày buổi sáng và chiều mát.
- Giai đoạn 28 NSKG xử lý mặn [10]: Tiến hành xử lý mặn trong vòng 14 ngày.

Giai đoạn tưới mặn: Tiến hành xử lý mặn tại thời điểm cây 28 NSKG, sau khi đã ghi nhận các chỉ tiêu sinh học trên cây. Tưới đều dung dịch nước muối đã pha vào xung quanh gốc của cây cải, tưới vào buổi sáng sớm và chiều mát [6]. Tiến hành tưới mặn trong vòng 14 ngày liên tục. Sau đó tưới nước ngọt đến khi thu hoạch. Tổng lượng nước tưới ngọt là 5,55 L/chậu và lượng

nước tưới mặn là 15,4 L/chậu (tương ứng 1,1 L/chậu/ngày) cho các nghiệm thức tưới mặn (Hình 1). Riêng nghiệm thức không tưới mặn thì được tưới 15,4 L nước sông cho mỗi chậu.

Kỹ thuật bón phân được áp dụng theo hướng dẫn VietGAP trong canh tác cây cải. Lượng bón lót là 75 g phân bò, 0,65 g DAP, 0,175 g KCl; bón thúc lần 1 là 0,30 g urê và 0,105 g KCl; bón thúc lần 2 là 0,06 g urê và 0,07 g KCl cho 10 kg đất/chậu (Hình 1). Tất cả lượng phân được hòa tan trong nước và tưới vào đất nhằm tăng khả năng phân bố đều và hiệu quả hấp thu của cây trồng.



Hình 1. Mô phỏng thí nghiệm và khu thí nghiệm tại nhà lưới

2.3. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Các chỉ tiêu sinh trưởng và sinh khối cây bao gồm: Chiều cao cây, số lá, diện tích lá ($\text{cm}^2/\text{lá}$), được xác định ở thời điểm 14, 28, 42 NSKG; chiều dài rễ, khối lượng tươi thân lá và rễ (g/cây) được xác định khi thu hoạch (42 NSKG). Chiều cao cây và chiều dài rễ được đo trực tiếp bằng thước; số lá được xác định bằng phương pháp đếm; diện tích lá được xác định ở lá thứ 3 tính từ trên xuống bằng ứng dụng “Easy Leaf Area”. Khối lượng tươi thân lá và rễ được xác định bằng phương pháp cân ngay sau khi thu mẫu.

Mẫu đất được thu trước khi bố trí thí nghiệm (đầu vào) và sau khi thu hoạch. Đất được phơi khô tự nhiên trong nhà lưới, sau đó nghiền qua rây 0,5 mm. Các chỉ tiêu: pHe, ECe, Na^+ hòa tan và K^+ hòa tan được xác định bằng phương pháp trích bão hòa [11], đo bằng máy cầm tay chuyên dụng Hanna HI99301 (Rumani) và bút đo Horiba Na-11, K-11.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp, tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Sử dụng phần mềm thống kê Statgraphic Centurion XV (StatPoint, Inc., Hoa Kỳ) để phân tích phương sai một nhân tố (One-way ANOVA). So sánh nồng độ tưới mặn dựa vào kiểm định Tukey ở mức 5%.

Độ mặn trong đất được tính toán theo công thức của Jackson (1978) [12]:

$$\text{Độ mặn (\%)} = 0,64 \times \text{EC (dS/m)}.$$

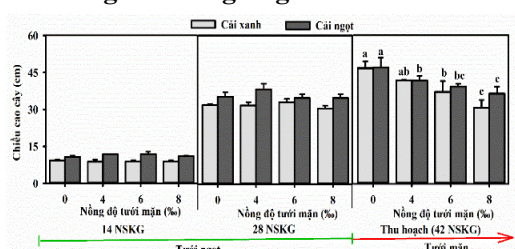
Chỉ số khả năng chịu mặn (STI) được tính toán theo công thức của Turk và Eser (2016) [13]:

$$\text{STI\%} = \left(\frac{\text{TDW}_{S_x}}{\text{TDW}_{S_0}} \right) \times 100.$$

Trong đó: TDW_{S_0} là tổng khối lượng khô ở nghiệm thức đối chứng (S_0); TDW_{S_x} là tổng khối lượng khô ở nồng độ mặn S_x .

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ tưới mặn đến sinh trưởng của hai giống cải

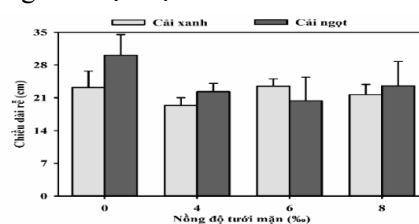


Hình 2. Diễn biến chiều cao cây của hai giống cải ở các nồng độ tưới mặn tại 14, 28 NSKG và thu hoạch (42 NSKG) trong điều kiện nhà lưới

Ghi chú: Kí hiệu a, b, c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức nồng độ mặn trong cùng một loài cây, dựa vào kiểm định Tukey HSD 5%.

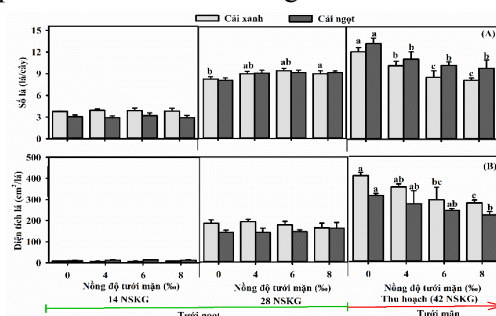
Ở giai đoạn tưới ngọt (0-28 NSKG), chiều cao cây của cải xanh và cải ngọt tăng dần theo thời gian sinh trưởng và không có sự khác nhau giữa các nghiệm thức tưới mặn (Hình 2). Tuy nhiên, khi bước vào giai đoạn tưới mặn (42 NSKG), chiều cao cây của hai giống có xu hướng giảm rõ rệt khi nồng độ mặn trong nước tưới càng tăng ($p < 0,05$; Hình 2). Cụ thể, chiều cao cây cải xanh ở các nghiệm thức tưới mặn 4, 6, 8‰ đạt lần lượt là 41,80; 37,06; 30,53 cm, giảm lần lượt 10,4; 20,5; 34,5% so với nghiệm thức không tưới mặn (46,63 cm) và ở cải ngọt lần lượt là 41,6; 36,9; 32,9 cm, giảm 11,2-29,9% so với nghiệm thức không tưới mặn (46,88 cm), cho thấy mặn gây ức chế chiều cao cây. Môi trường có độ mặn cao làm ức chế quá trình hình thành hình thái thực vật, thể hiện qua chiều cao cây bị hạn chế [14]. Kết quả nghiên cứu của Ghuge và cs (2011) [15] cho thấy, khi nồng độ NaCl tăng từ 50-200 mmol/L (khoảng 2,9-11,7‰), hai giống cải bẹ xanh Varuna và TM2 đều bị giảm đáng kể chiều

cao thân, chiều dài rễ và hàm lượng nước tương đối trong mô thực vật.



Hình 3. Chiều dài rễ thời điểm thu hoạch của hai giống cải ở các nồng độ tưới mặn tại thời điểm thu hoạch (42 NSKG) trong điều kiện nhà lưới

Chiều dài rễ của hai giống cải chưa bị ảnh hưởng bởi nồng độ mặn trong nước tưới ($p > 0,05$; Hình 3). Chiều dài rễ của cải xanh và cải ngọt cây không tưới mặn là 23,21 và 30,08 cm, ở các nghiệm thức tưới mặn 4, 6, 8‰ đạt lần lượt 19,4; 23,5; 21,7 và 22,3; 20,4; 23,5 cm, giảm 6,5-16,6 và 21,8-32,4% so với nghiệm thức không tưới mặn. Kết quả này cho thấy, mặc dù cây vẫn có khả năng chịu mặn ở mức tương đối cao, nhưng khi nồng độ mặn tăng dần, sinh trưởng chiều cao cây, chiều dài rễ đã bắt đầu có xu hướng bị ức chế do ảnh hưởng của căng thẳng mặn lên quá trình hấp thu nước và dinh dưỡng.



Hình 4. Diễn biến số lá (A) và diện tích lá (B) của hai giống cải ở các mức nồng độ tưới mặn tại 14, 28 NSKG và thu hoạch (42 NSKG) trong điều kiện nhà lưới

Ghi chú: Kí hiệu a, b, c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức nồng độ mặn trong cùng một loài cây, dựa vào kiểm định Tukey HSD 5%.

Mặn làm giảm đáng kể số lá của hai giống cải ($p < 0,05$; Hình 4A). Ở giai đoạn tưới ngọt (14-28 NSKG), số lá phát triển tương đối ổn định, trung bình hai giống cải đạt 8-9 lá/cây. Sau khi tưới mặn 14 ngày liên tục (42 NSKG), số lá của hai

giống cải có xu hướng giảm càng nhiều khi nồng độ tưới mặn càng cao. Cụ thể, số lá của cải xanh các nồng độ mặn 4, 6, 8‰ là 10, 9, 8 lá/cây và cải ngọt ở các mức nồng độ mặn tương ứng là 11, 10, 9 lá/cây, giảm lần lượt 15,4; 29,2; 32,5% (cải xanh) và 16,2; 22,9; 25,8% (cải ngọt) so với nghiệm thức không tưới mặn (12 và 13 lá/cây). Theo Romero-Aranda và cs (2001) [16], độ mặn gây suy giảm đáng kể các chỉ tiêu sinh trưởng của cây, bao gồm khối lượng khô, chiều cao và số lá, ngay cả khi cây chỉ chịu tác động ở nồng độ NaCl 35 mM. Kết quả nghiên cứu hiện tại tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Diệu và cs (2022) [7], theo đó số lá của cải xanh giảm 16,7% khi tưới mặn 4‰.

Tương tự số lá, diện tích lá của hai giống cải cũng giảm khi độ mặn trong nước tưới tăng ($p < 0,05$; Hình 4B). Ở thời điểm tưới ngọt (14-28 NSKG), phiên lá của hai giống cải phát triển mạnh mẽ với diện tích lá mở rộng liên tục, cho thấy quá trình giãn nở tế bào diễn ra bình thường và không bị ức chế bởi các tác nhân thẩm thấu. Trạng thái sinh lý thuận lợi này đảm bảo khả năng tiếp nhận ánh sáng và trao đổi khí hiệu quả, tạo điều kiện lý tưởng cho việc chuyển hóa năng lượng và tích lũy sinh khối tốt hơn. Tuy nhiên, khi chuyển sang giai đoạn tưới mặn (28-42 NSKG), hai giống cải đối mặt với căng thẳng mặn làm giảm đáng kể diện tích lá. Cụ thể, diện tích lá của cải xanh và cải ngọt ở các nghiệm thức tưới mặn đạt 278,8-354,9 và 221,8-275,4 cm²/lá, giảm từ 13,3-31,8% và 12,2-29,3% so với nghiệm thức không tưới mặn (409,1 và 313,6 cm²/lá). Sự gia tăng nồng độ mặn trong nước tưới dẫn đến sự tích lũy các ion Na⁺ và Cl⁻ trong mô cây, gây rối loạn cân bằng nội môi tế bào và ức chế quá trình giãn nở của lá [17]. Môi trường có nồng độ muối cao gây ức chế đáng kể quá trình hình thành hình thái của thực vật và kìm hãm mở rộng diện tích lá [14]. Căng thẳng do muối ức chế sự kéo dài của lá và thân chính, dẫn đến chỉ số diện tích lá giảm và cây yếu, sinh trưởng chậm [18].

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ tưới mặn đến khối lượng của hai giống cải

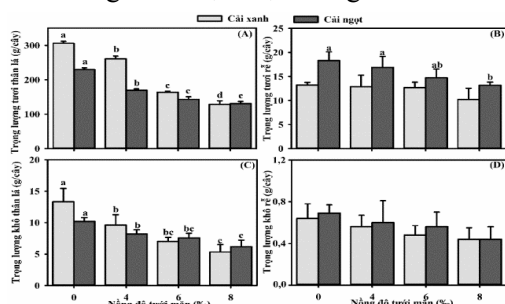
Khối lượng tươi thân lá của cải xanh và cải ngọt giảm rõ rệt khi nồng độ tưới mặn tăng ($p < 0,05$; Hình 5A). Cụ thể, ở nghiệm thức không tưới mặn, khối lượng tươi thân lá của cải xanh và cải ngọt đạt giá trị cao nhất (305,84 và 229,53

g/cây), giảm xuống còn khoảng 260,7 và 169,71 g/cây ở mức 4‰ và tiếp tục giảm còn khoảng 128,24 - 163,63 và 130,66-169,71 g/cây ở các mức 6 và 8‰. So với đối chứng, khối lượng tươi thân lá khi tưới mặn 4, 6, 8‰ giảm 14,76; 46,50; 58,07% (cải xanh) và 26,06; 37,65; 43,08% (cải ngọt), cho thấy khi độ mặn vượt ngưỡng trung bình, khả năng tích lũy sinh khối tươi của cây bị suy giảm mạnh. Nghiên cứu của Chartzoulakis và Klapaki (2000) [19] trên cây rau đã ghi nhận khối lượng tươi giảm tuyến tính theo độ mặn của nước tưới do sự hạn chế tích lũy mô non. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Qadir và cs (2003) [20] cho thấy, ở nhóm Brassica có sinh khối tươi giảm rõ rệt khi EC vượt quá ngưỡng chịu đựng của từng giống. Nghiên cứu của Negrão và cs (2017) [21] nhấn mạnh sự suy giảm sinh khối tươi là hệ quả của quá trình điều chỉnh tăng trưởng nhằm thích nghi với môi trường bất lợi. Sự giảm khối lượng tươi thân lá được ghi nhận trong thí nghiệm không chỉ phản ánh tác động trực tiếp của mặn đến khả năng hút nước và quang hợp, mà còn cho thấy cơ chế thích nghi sinh lý của cây khi phải phân bổ lại nguồn lực để tồn tại trong điều kiện căng thẳng mặn.

Chỉ có độ mặn 8‰ của nước tưới làm giảm khối lượng tươi rễ của cải ngọt ($p < 0,05$; Hình 5B). Điều này cho thấy, hệ rễ của cải ngọt nhạy cảm hơn cải xanh trong điều kiện mặn, tuy cây vẫn có khả năng thích nghi và duy trì khối lượng tươi rễ trong điều kiện mặn thấp đến trung bình, nhưng ở nồng độ muối cao 8‰ đã bắt đầu gây ức chế sự phát triển của rễ. Sự suy giảm này có thể do áp suất thẩm thấu của dung dịch đất tăng và sự tích lũy ion Na⁺ trong vùng rễ làm hạn chế khả năng hút nước và dinh dưỡng của cây [22].

Tương tự, khối lượng tươi thân lá, độ mặn nước tưới cũng làm giảm khối lượng khô thân lá của cả hai giống cải ($p < 0,05$; Hình 5C), nhưng không ảnh hưởng đến khối lượng khô rễ ($p > 0,05$; Hình 5D). Cải xanh và cải ngọt khi không tưới mặn có khối lượng khô thân lá đạt 13,31 và 10,19 g/cây; nhưng khi tưới mặn 4, 6, 8‰ cải xanh có khối lượng khô thân lá 9,60; 7,00; 5,34 g/cây, cải ngọt đạt 8,19; 7,56; 6,17g/cây; giảm 27,82-59,85% và 19,63-39,45% so với cây đối chứng. Sự suy giảm này phản ánh trực tiếp khả năng tích lũy vật chất hữu cơ và hiệu quả đồng hóa carbon bị hạn chế dưới điều kiện căng thẳng mặn, phù

hợp với các báo cáo cho thấy, sinh khối khô phần trên mặt đất giảm theo mức tăng độ mặn do giảm quang hợp và hiệu quả sử dụng đồng hóa [22]. Ở cây họ Cải, sinh khối khô thân là chỉ tiêu nhạy cảm với độ mặn và phụ thuộc đặc tính giống [23], đồng thời phản ánh tác động lâu dài của mặn lên cân bằng trao đổi chất và tích lũy carbon [24]. Kết quả thí nghiệm cho thấy, cải xanh suy giảm sinh khối thân lá mạnh hơn khi độ mặn tăng từ 6‰ lên 8‰, trong khi cải ngọt vẫn duy trì khối lượng khô cao hơn, cho thấy khả năng thích nghi tốt hơn trong điều kiện mặn trung bình đến cao.



Hình 5. Khối lượng tươi thân lá (A), rễ (B) và khối lượng khô thân lá (C), rễ (D) thời điểm thu hoạch (42 NSKG) của hai giống cải ở các nồng độ tưới mặn trong điều kiện nhà lưới

Ghi chú: Kí hiệu a, b, c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức nồng độ mặn trong cùng một loài cây, dựa vào kiểm định Tukey HSD 5%.

Bảng 3. Một số đặc tính hóa học đất và phân loại đất mặn trong đất đầu vào và thu hoạch trong điều kiện nhà lưới

Giống cải	Nồng độ nước tưới (%)	pHe	ECe (mS/cm)	Na ⁺ (g/kg)	K ⁺ (g/kg)	Độ mặn (‰)	Phân loại đất mặn
Đầu vào							
		5,8±0,3	1,6±0,1	0,065±0,02	0,007±0,002	1,0±0,12	Không mặn
Thu hoạch							
Không cây	0	5,1 ^{aA} ±0,2	1,8 ^{dA} ±0,1	0,196 ^{dB} ±0,04	0,019 ^{aA} ±0,001	1,1 ^{dA} ±0,04	Không mặn
	4	5,2 ^{aA} ±0,1	4,6 ^{cB} ±0,1	0,520 ^{cB} ±0,03	0,024 ^{aA} ±0,001	2,9 ^{cB} ±0,08	Mặn trung bình
	6	4,9 ^{aA} ±0,1	6,9 ^{bAB} ±0,1	1,173 ^{bA} ±0,06	0,026 ^{aA} ±0,005	4,4 ^{bB} ±0,04	Mặn trung bình
	8	4,8 ^{aA} ±0,1	8,8 ^{aA} ±0,0	2,505 ^{aA} ±0,04	0,023 ^{aA} ±0,010	5,6 ^{aA} ±0,03	Mặn cao
Cải xanh	0	5,3 ^{aA} ±0,1	1,7 ^{dA} ±0,2	0,263 ^{dA} ±0,01	0,005 ^{dC} ±0,000	1,1 ^{dA} ±0,14	Không mặn
	4	4,8 ^{bB} ±0,1	5,3 ^{cA} ±0,4	0,796 ^{cA} ±0,05	0,007 ^{cB} ±0,001	3,3 ^{cA} ±0,22	Mặn trung bình
	6	4,7 ^{bA} ±0,1	6,7 ^{bB} ±0,2	1,011 ^{bB} ±0,04	0,011 ^{bB} ±0,001	4,3 ^{bB} ±0,16	Mặn trung bình
	8	4,8 ^{bA} ±0,2	7,9 ^{aB} ±0,3	2,569 ^{aA} ±0,11	0,017 ^{aA} ±0,000	5,1 ^{aB} ±0,24	Mặn trung bình
Cải ngọt	0	5,2 ^{aA} ±0,1	1,8 ^{dA} ±0,2	0,211 ^{cB} ±0,02	0,006 ^{cB} ±0,001	1,2 ^{dA} ±0,13	Không mặn
	4	4,9 ^{bB} ±0,1	4,9 ^{cAB} ±0,2	0,713 ^{bA} ±0,08	0,009 ^{cB} ±0,000	3,2 ^{cB} ±0,10	Mặn trung bình

3.3. Khả năng chịu mặn của hai giống cải

Chỉ số khả năng chịu mặn (STI) của cả hai giống cải giảm dần khi nồng độ tưới mặn tăng (Bảng 2); tuy nhiên vẫn duy trì ở mức >50% ở độ mặn 6‰. Cụ thể, ở nghiệm thức 4‰, STI của cải xanh và cải ngọt lần lượt đạt 72,9 và 79,3%; khi tăng lên 6‰, STI 53,78% (cải xanh) và 72,4% (cải ngọt), cho thấy cả hai giống vẫn duy trì trên 50% khả năng tích lũy sinh khối so với đối chứng. Điều này cho thấy, cả hai giống cải đều có khả năng chịu mặn ở mức 6‰, trong đó cải ngọt thể hiện khả năng thích nghi tốt hơn. Tuy nhiên, ở mức 8‰, STI giảm mạnh, đặc biệt ở cải xanh (41,5±7,6%), phản ánh ngưỡng chịu mặn bắt đầu bị vượt qua và sinh trưởng bị ức chế rõ rệt. Qua đó cho thấy, cải ngọt thích nghi tốt hơn với điều kiện mặn trung bình đến mặn cao, trong khi cải xanh có xu hướng bị ảnh hưởng sớm hơn khi nồng độ mặn tăng.

Bảng 2. Chỉ số khả năng chịu mặn (STI) của hai giống cải trồng trong điều kiện nhà lưới

Giống cải	Nồng độ tưới mặn (%)		
	4	6	8
Cải xanh	72,9±11,9	53,7±3,8	41,5±7,6
Cải ngọt	79,3±5,8	72,4±7,7	61,7±9,3

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ tưới mặn đến một số đặc tính hóa học đất

	6	4,8 ^{bA} ±0,1	7,2 ^{bA} ±0,2	0,936 ^{bB} ±0,06	0,015 ^{bB} ±0,001	4,6 ^{bA} ±0,12	Mặn trung bình
	8	4,7 ^{bA} ±0,2	8,1 ^{aB} ±0,2	2,044 ^{aB} ±0,28	0,027 ^{aA} ±0,004	5,2 ^{aB} ±0,10	Mặn cao

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (standard deviation; n=4). Trong cùng giống cải có các ký tự a, b, c, d khác nhau chỉ sự khác nhau giữa các nồng độ tưới mặn; trong cùng nồng độ có các ký tự A, B, C khác nhau chỉ sự khác nhau giữa các giống cải dựa vào kiểm định Tukey HSD 5%.

Sau khi tưới mặn 14 ngày liên tục, pH đất dao động trong khoảng 4,7-5,2 và có xu hướng giảm so với đầu vào (pH=5,8) ($p<0,05$; Bảng 3). Giá trị pH giảm do sự gia tăng độ mặn trong dung dịch đất có thể thúc đẩy quá trình trao đổi cation giữa Na^+ trong dung dịch và các cation hấp phụ trên bề mặt keo đất. Khi Na^+ tăng lên và dần chiếm ưu thế trong dung dịch đất, một phần các ion H^+ và Al^{3+} có thể được giải phóng từ bề mặt keo vào dung dịch đất, làm tăng nồng độ proton và dẫn đến xu hướng giảm nhẹ pH. Quá trình này thường xảy ra trong giai đoạn đầu của quá trình mặn hóa, khi các ion hòa tan bắt đầu thay đổi trạng thái cân bằng trong hệ keo đất, dung dịch đất [25]. Ngoài ra, môi trường mặn còn có thể ảnh hưởng đến cân bằng của hệ cacbonat bicacbonat trong dung dịch đất. Sự thay đổi nồng độ ion và áp suất thẩm thấu có thể làm biến động trạng thái hòa tan CO_2 trong đất, từ đó ảnh hưởng đến quá trình hình thành và phân ly của H_2CO_3 , góp phần làm tăng nhẹ tính axit của dung dịch đất [26].

Ngược lại với pH, sau 14 ngày tưới mặn, giá trị Ece trong đất đều tăng và cao hơn trong đất đầu vào ($p<0,05$; Bảng 3), cho thấy mức độ bổ sung muối đã làm thay đổi đáng kể môi trường hóa học của đất. So với giá trị Ece ban đầu (1,6 mS/cm) thuộc nhóm đất không mặn, khi tưới nước mặn 4‰, Ece trong đất tăng lên 4,5-6,0 mS/cm (tăng 2,8 lần) và thuộc nhóm đất mặn trung bình. Khi tăng mức mặn lên 8‰, Ece đạt 7,9 mS/cm (thuộc nhóm đất mặn trung bình) ở các nghiệm thức trồng cải xanh và 8,1 mS/m (mặn cao) ở đất trồng cải ngọt và thấp hơn nghiệm thức không trồng cây (8,8 mS/cm; mặn cao). Sự gia tăng này phản ánh trực tiếp bản chất của chỉ tiêu Ece, vốn tỉ lệ thuận với tổng lượng muối hòa tan và áp suất thẩm thấu của dung dịch đất [27]. Khi NaCl hòa tan, các ion Na^+ và Cl^- làm tăng mật độ điện ly trong dung dịch đất, từ đó làm tăng khả năng dẫn điện cơ sở đo lường của Ece [26]. Sự gia tăng Ece kéo theo sự gia tăng áp suất thẩm thấu của dung dịch đất và cân

trở khả năng hút nước của rễ, gây nên căng thẳng thẩm thấu khi giá trị Ece vượt 4 dS/m [22]. Giá trị Ece cao không chỉ ảnh hưởng đến cân bằng nước, tích lũy Na^+ và Cl^- mà còn có thể gây mất cân bằng dinh dưỡng do cạnh tranh hấp thu với các cation thiết yếu như K^+ và Ca^{2+} , làm giảm hiệu quả sinh lý của cây trồng [28]. Ở các nghiệm thức có cây, Ece có xu hướng cao hơn so với nghiệm thức không cây khi tưới mặn 4 và 6‰, có thể do quá trình hút nước chọn lọc của rễ làm cô đặc muối tương đối trong dung dịch đất, đặc biệt trong điều kiện hệ thống kín của thí nghiệm chậu [22]. Tóm lại, chỉ trong 14 ngày tưới mặn, đất đã chuyển từ trạng thái không mặn sang mặn trung bình đến mặn cao (Bảng 3), phản ánh tốc độ mặn hóa nhanh và tạo nền giải thích cho sự suy giảm sinh trưởng của cải xanh và cải ngọt ở hình 5.

Hàm lượng Na^+ trong đất tăng rõ rệt khi tăng mức nồng độ tưới mặn ($p<0,05$; Bảng 3). Cụ thể, ở nghiệm thức không tưới mặn (0‰), hàm lượng Na^+ duy trì ở mức thấp, tuy nhiên khi tăng nồng độ lên 4‰, hàm lượng Na^+ đạt 0,796 và 0,713 g/kg, tương ứng cải xanh và cải ngọt; tăng 3,1-3,6 lần so với không tưới mặn và cao hơn 1,3-1,5 lần so với nghiệm thức không trồng cây (0,520 g/kg). Khi tăng nồng độ mặn lên 6-8‰, hàm lượng Na^+ đạt lần lượt 1,011-2,569 và 0,936-2,044 g/kg, tương ứng cải xanh và cải ngọt cao hơn 1,0-2,2 lần so với nghiệm thức không cây và 9,0-11,8 lần so với nghiệm thức không tưới mặn, cho thấy sự tích lũy Na^+ diễn ra nhanh chỉ sau 14 ngày tưới mặn. Theo các nghiên cứu về động thái ion trong đất mặn, khi NaCl được bổ sung liên tục, Na^+ không chỉ tồn tại ở dạng hòa tan mà còn tham gia mạnh vào quá trình trao đổi cation, làm thay đổi tỷ lệ thành phần ion trong hệ đất [29]. Ở các loài nhạy cảm như rau họ Cải, nồng độ Na^+ cao gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng. Na^+ tích tụ trong lá có thể ức chế quang hợp bằng cách làm tổn thương bộ máy quang hợp nếu ion không được phân bố đúng vào không bào, dẫn đến giảm tổng hợp diệp lục tố, suy giảm hiệu suất quang hợp và

giảm sản xuất carbohydrate, giảm khối lượng phần thân lá bên trên [30], thể hiện qua khối lượng thân lá hai giống cải giảm đáng kể khi tăng nồng độ tưới mặn (Hình 5).

Hàm lượng K^+ trong đất có xu hướng tăng so với đầu vào, ngoại trừ nghiệm thức 0 và 4‰ ở 2 giống cải. Độ mặn trong nước tưới làm tăng hàm lượng K^+ trong đất và đạt giá trị cao nhất ở mức mặn 8‰, đặc biệt ở các nghiệm thức có trồng cải (Bảng 3). Hàm lượng K^+ ở nghiệm thức không cây dao động 0,019-0,026 g/kg, cao hơn so với nghiệm thức có cây và ít biến động hơn do không diễn ra quá trình hấp thu và thoát hơi nước, từ đó hạn chế sự dịch chuyển và biến động ion trong hệ đất. Mặc dù Na^+ có tính đối kháng với K^+ tại vị trí vận chuyển ở màng tế bào rễ, nhiều nghiên cứu cho thấy, thực vật có thể điều chỉnh cơ chế vận chuyển để duy trì hoặc tăng tích lũy K^+ nội bào khi chịu căng thẳng mặn [22]. Việc duy trì K^+ là yếu tố then chốt cho hoạt hóa enzyme, tổng hợp protein và ổn định điện thế màng. Ở cây họ Cải, khả năng duy trì tỷ lệ K^+/Na^+ là cơ chế thích nghi quan trọng khi độ mặn vượt 1,8-2,8 dS/m [31]. Tuy nhiên, việc K^+ tăng không đồng nghĩa cải thiện sinh trưởng, do Na^+ cũng tăng mạnh làm giảm tỷ lệ K^+/Na^+ , gây rối loạn cân bằng ion và ảnh hưởng tiêu cực đến quang hợp, trao đổi chất và tích lũy sinh khối.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khối lượng tươi thân lá của cải xanh và cải ngọt khi tưới mặn 4, 6, 8‰ giảm lần lượt 14,76; 46,50; 58,07% và 26,06; 37,65; 43,08% so với cây đối chứng không tưới mặn (305,84 và 229,53 g/cây tương ứng cải xanh và cải ngọt). Cả hai giống cải có khả năng chịu mặn trong nước tưới đến mức 6‰, trong đó cải ngọt thể hiện thích nghi và chịu mặn tốt hơn trong điều kiện nhiễm mặn trung bình đến mặn cao (8‰).

Tưới nước nhiễm mặn làm tăng đáng kể sự tích lũy muối trong đất. Giá trị ECe tăng từ 1,1-1,2 mS/cm ở đối chứng lên 3,2-5,2 mS/cm tại các nghiệm thức tưới mặn 4 - 8‰ (cao gấp 2,0-4,8 lần), tương ứng với mức mặn trung bình đến mặn cao.

Trong điều kiện canh tác ở những khu vực bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn, khuyến nghị sử dụng nước tưới có độ mặn $\leq 6‰$; trường hợp 6-8‰ cần áp dụng các biện pháp quản lý mặn phù hợp; khi nhiễm mặn $\geq 8‰$, không được khuyến

khích sử dụng tưới cho cải bẹ xanh và cải ngọt do ảnh hưởng bất lợi rõ rệt đến sinh trưởng và năng suất cây.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Cần Thơ, đề tài cơ sở mã số: T2025-44.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Mỹ Hằng Phương (2025). Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến phát triển nông nghiệp một số tỉnh tiểu vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Kinh tế - Tài chính*. https://nghiencuu.tapchikinhthetataichinh.vn/anh-huong-cua-xam-nhap-man-den-phat-trien-nong-nghiep-mot-so-tinh-tieu-vung-ven-bien-dong-bang-song-cuu-long-79428.html?utm_source=chatgpt.com. Truy cập ngày 24/4/2026.
- [2]. Tổng cục Thống kê (2023). *Niên giám Thống kê Việt Nam 2023*. Nxb Thống kê.
- [3]. Oster, J. D., Shainberg, I. & Abrol, I. P. (1999). Reclamation of salt affected soils. In R. W. Skaggs & J. van Schilfgaarde (Eds.), *Agricultural drainage* (pp. 659-691). ASA-CSSA-SSSA, Madison.
- [4]. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) (2020). *Forecast-based financing in Viet Nam: Enabling early actions to mitigate drought and saltwater intrusion*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- [5]. Ashraf, M. Y., Ashraf, M., Mahmood, K., Akhter, J., Hussain, F. & Arshad, M. (2010). Phytoremediation of saline soils for sustainable agricultural productivity. In M. Ashraf, M. Ozturk & M. S. A. Ahmad (Eds.). *Plant adaptation and phytoremediation* (pp. 335-355).
- [6]. Lê Ngọc Phương, Dương Hoàng Sơn, Nguyễn Đỗ Châu Giang & Nguyễn Minh Đông (2018). Tiềm năng chịu mặn và khả năng cải thiện hóa học đất phù sa nhiễm mặn của Cải xanh (*Brassica juncea* L.). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 3(88), 72-79.
- [7]. Nguyễn Thị Ngọc Diệu, Nguyễn Thị Hải Yến, Trần Thị Khánh Ly, Nguyễn Quốc Anh, Trần Thị Đào, Nguyễn Ngọc Yến Vy, Trương Thảo Vy, Nguyễn Hoàng Nguyên, Nguyễn Châu Thanh Tùng, Nguyễn Quốc Khương & Ngô Thụy Diễm Trang (2022). Ảnh hưởng của nước nhiễm

mặn đến sinh trưởng và năng suất của hai giống cải xanh tại đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2, 38-46.

[8]. Nguyễn Châu Thanh Tùng, Vũ Thị Xuân Nhường, Lữ Trương Ngọc Khuê & Ngô Thụy Diễm Trang (2024). Đánh giá khả năng chịu mặn của ba giống đậu bắp giai đoạn nảy mầm trong điều kiện thí nghiệm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 9, 16-25.

[9]. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Thành phố Hà Nội (2018). *Quyết định số 2660/QĐ-SNN ngày 29/12/2017 ban hành Quy trình kỹ thuật sản xuất cải xanh hữu cơ*.

[10]. Ahmad, P., Hashem, A., Abd-Allah, E. F., Alqarawi, A. A., John, R., Egamberdieva, D. & Guzel, S. (2015). Role of *Trichoderma harzianum* in mitigating NaCl stress in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) through antioxidative defense system. *Front. Plant Sci*, 6, 868. DOI: 10.3389/fpls.2015.00868.

[11]. USDA (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agriculture Handbook no. 60. United States Salinity Laboratory, Riverside, CA.

[12]. Jackson, M. L. (1978). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi. 498 pp.

[13]. Turk, M. & Eser, O. (2016). Effects of salt stress on germination of some silage maize (*Zea mays* L.) cultivar. Scientific papers. *Series A. Agronomy*, 9, 446-469.

[14]. Yi, Y. Y., Wang R., Liu X. Q. & Deng Z. J. (2021). The effects of drought stress and salt on the seed germination and seedling growth of *Metasequoia glyptostroboides*. *Seed*, 40, 45-49. Doi: 10.16590/j.cnki.1001-4705.2021.07.045.

[15]. Ghuge, S. A., Rai, A. N., Khandagale, B. G. & Penna, S. (2011). Salt-induced stress responses of *Brassica juncea* genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 34(2), 127-136. <https://doi.org/10.1080/03650340903296793>.

[16]. Romero-Aranda, R., Soria, T. & Cuartero, J. (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160(2), 265-272. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(00\)00388-5](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00388-5).

[17]. Su, H., Li, Y., Liu, L. & Xu, H. (2016). Physiological responses and ion accumulation of plants under salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(9), 214. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2226-7>.

[18]. Hong J., Gao H. D., Liu X. & Wu M. R. (2020). The influence of alkaline salt stress on the seed germination and seedling growth of the *Cymbidium goeringii*. *J. Southwest Forestry Univ.*, 40, 23-28.21w.

[19]. Chartzoulakis, K. & Klapaki, G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86(3), 247-260. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00151-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00151-5).

[20]. Qadir, M., Ghafoor, A. & Murtaza, G. (2003). Amelioration strategies for saline soils: A review. *Land Degradation & Development*, 14(4), 357-372. <https://doi.org/10.1002/ldr.558>.

[21]. Negrão, S., Schmöckel, S. M. & Tester, M. (2017). Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of Botany*, 119(1), 1-11. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw191>.

[22]. Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>.

[23]. Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Salerno, A. & Rea, E. (2012). The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental and Experimental Botany*, 68(3), 283-291. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.11.005>.

[24]. Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M. M., Bhowmik, P. C., Hossain, M. A., Rahman, M. M., Prasad, M. N. V., Ozturk, M. & Fujita, M. (2018). Potential use of halophytes to remediate saline soils. *BioMed Research International*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2018/5893418>.

[25]. Brady, N. C. & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson Education.

[26]. Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613-620. <https://doi.org/10.1071/FP09249>.

[27]. Tất Anh Thư (2006). *Đất mặn và ảnh hưởng của độ mặn đến cây trồng*. Nxb Nông nghiệp.

[28]. Shrivastava, P. & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(2), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>.

[29]. Sparks, D. L. (2003). *Environmental soil chemistry* (2nd ed.). Academic Press.

[30]. Munns, R., Day, D. A., Fricke, W., Watt, M., Arsova, B., Barkla, B. J., ... & Shabala, S. (2016). Energy costs of salt tolerance in crop plants. *New Phytologist*, 225(3), 1072-1090. <https://doi.org/10.1111/nph.15864>.

[31]. Pavlović, I., Pajević, S., Đorđević, A., Kostić, L. & Nikolić, N. (2019). Salinity effects on growth and ion accumulation in Brassica species. *Agriculture*, 9(4), 69. <https://doi.org/10.3390/agriculture9040069>.

EFFECT OF SALINITY ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MUSTARD VARIETIES AND SOIL PROPERTIES UNDER NETHOUSE CONDITIONS

**Nguyen Minh Ngoc¹, Vo Thi Phuong Thao¹, Nguyen Ngoc Han¹,
Ton Thien Giap¹, Pham Ngoc Han¹, Nguyen Chau Thanh Tung², Ngo Thuy Diem Trang¹**

¹*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

²*College of Agriculture, Can Tho University*

Abstract

The study was conducted to evaluate the effects of saline irrigation concentrations (4, 6, 8‰) on the growth of mustard greens (*Brassica juncea*) and leaf mustard (*Brassica integrifolia*) and accumulation of salinity in soil under nethouse conditions. The experiment was conducted from October to December 2025 under nethouse conditions. The plants were irrigated with saline water at twice daily from 28 days after sowing (DAS) until harvest (42 DAS), while the control treatment received fresh water (0‰). Two mustard varieties were studied with no control variety. The comparison between the two varieties aimed to identify the one with superior salt tolerance, serving as a basis for selecting suitable variety for cultivation in areas affected by saltwater intrusion. The increase in salinity in irrigation water reduced growth parameters such as plant height, root length, number of leaves, and leaf area, with reductions ranging from 6.5-34.5% and the most significant reductions were observed in the treatments with salinity levels of 6-8‰. The fresh weight of shoots of mustard greens and leaf mustard irrigated with salinity of 4, 6, 8‰ decreased by 14.76, 46.50, 58.07% and 26.06, 37.65, 43.08%, respectively, compared to the control plants not irrigated with salinity (305.84 and 229.53 g/plant for mustard greens and leaf mustard, respectively). The fresh and dry weight of roots also decreased with salinity, with a reduction of 12.5-31.3% in mustard greens and 13.0-36.2% in leaf mustard. The salt tolerance index (STI) values of leaf mustard at salinity levels of 4, 6, 8‰ were 79.3, 72.4, 61.7%, respectively, which were higher than those of mustard greens at 72.9, 53.7, 41.5%, respectively. The E_{Ce} value and Na⁺ content in the soil increased significantly while soil pH tended to decrease slightly after 14 days of salinity irrigation. Specifically, the E_{Ce} value in the soil increased from 1.1-1.2 mS/cm in the non-salinity irrigation treatment to 3.2-3.4, 4.3-4.6 and 5.1-5.2 mS/cm at salinity levels of 4, 6, 8‰, respectively, which was 2.0-4.8 times higher than the control. Soil irrigated with a salinity of 4‰ belonged to the low-salinity group, while that with a salinity of 6-8‰ belonged to the medium to high-salinity group. Both mustard varieties had a salinity tolerance of up to approximately 6‰, in which leaf mustard adapted and tolerated salinity better in moderate to high salinity conditions, making it suitable for cultivation in the Mekong Delta in the context of saltwater intrusion.

Keywords: *Brassica juncea*, *Brassica integrifolia*, salt-tolerance, irrigation with saline water.

Ngày nhận bài: 5/5/2026

Ngày chuyển phản biện: 14/5/2026

Ngày thông qua phản biện: 22/6/2026

Ngày duyệt đăng: 30/7/2026