

NGHIÊN CỨU KHẢO NGHIỆM ẢNH HƯỞNG CỦA TƯỚI NƯỚC MẶN ĐẾN SINH TRƯỞNG CỦA CÂY CHANH THỜI KỲ KINH DOANH TẠI LONG AN

Trần Minh Tuấn, Bùi Văn Cường, Nguyễn Văn Tường,
Luu Lý Kim Ngân, Nguyễn Bá Tiến, Lê Văn Thịnh, Ninh Văn Bình
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bài viết này trình bày kết quả khảo nghiệm sức chịu mặn của cây chanh tại tỉnh Long An bằng cách tưới nước mặn với các nồng độ 1,0g/l; 1,5g/l; 2,0g/l; 2,5g/l và 3,0g/l vào gốc chanh thời kỳ kinh doanh nhằm đánh giá ảnh hưởng của nước tưới bị nhiễm mặn lên sinh trưởng và phát triển của chanh. Khảo nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức, công thức đối chứng được tưới nước có độ mặn 0,0g/l. Sự phát triển của bộ rễ cây và cường độ quang hợp ròng qua lá được xác định sau 30 và 60 ngày sau khi tưới nước nhiễm mặn liên tục. Các kết quả cho thấy tưới với nồng độ nước mặn 2,0g/l - 3,0g/l ảnh hưởng mạnh đến sinh trưởng và phát triển của chanh, số lượng rễ phân nhánh trung bình giảm 21% - 59% và chiều dài rễ trung bình giảm 24% - 55% sau một tháng tưới nước mặn, tốc độ quang hợp ròng qua lá giảm 43,4% - 69% và 72,0% - 88,1% sau một và hai tháng tưới nước mặn liên tục tương ứng. Tưới nước mặn từ 2,0g/l - 3,0g/l làm năng suất chanh giảm 27% - 53%.

Từ khóa: Độ mặn, quang hợp, năng suất, cây chanh, tưới nước.

Summary: This article presents the results of testing the salinity tolerance of lemon trees in Long An province by watering with saline water at 1.0g/l; 1.5g/l; 2.0g/l; 2.5g/l and 3.0g/l on lemon roots during the commercial period to evaluate the effects of saline irrigation water on the growth and development of lemon trees. The test was arranged completely randomly with 3 replications for each treatment, the control treatment was watered with salinity water of 0.0g/l. The development of the plant root system and the intensity of net photosynthesis through the leaves were determined after 30 and 60 days after continuous irrigation with saline water. The results showed that irrigation with saline concentration of 2.0g/l - 3.0g/l strongly affected the growth and development of lemon, the average number of branching roots decreased by 21% - 59% and the average root length decreased by 24% - 55% after one month of saline irrigation, the actual photosynthesis rate through leaves decreased by 43.4% - 69% and 72.0% - 88.1% after one and two months of continuous saline irrigation respectively. Irrigation with saline water from 2.0g/l - 3.0g/l reduced lemon yield by 27% - 53%.

Keywords: Salinity, photosynthesis, yield, lemon tree, irrigation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng trọng điểm sản xuất nông nghiệp của Việt Nam, trong đó cây ăn quả đóng vai trò quan trọng. Theo số liệu thống kê năm 2021,

ĐBSCL có gần 390.000 ha đất trồng cây ăn trái, chiếm 54% so với tổng diện tích cây ăn trái khu vực miền Nam và chiếm 34% so với tổng diện tích cây ăn trái cả nước[2]. Trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, cùng với tác động của hiện tượng El Nino, tình trạng xâm nhập mặn trong mùa khô ngày càng gay gắt, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất cây ăn

Ngày nhận bài: 21/8/2024

Ngày thông qua phản biện: 25/9/2024

Ngày duyệt đăng: 02/10/2024

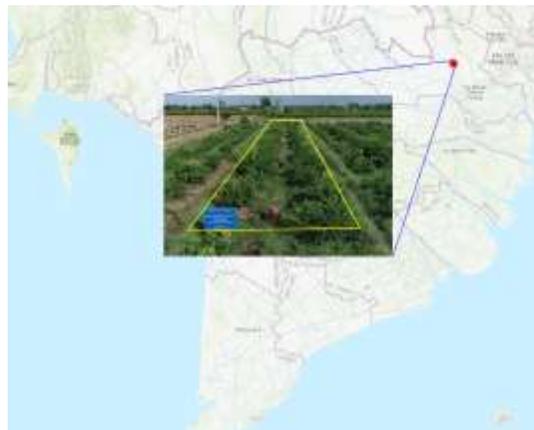
quả, đe dọa đời sống của người dân. Long An là tỉnh nằm ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long, với vị trí địa lý giáp ranh với Biển Đông, là tỉnh chịu ảnh hưởng trực tiếp từ tình trạng xâm nhập mặn ngày càng gia tăng; nguồn xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Long An thông qua cửa sông Soài Rạp vào hai sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây, hiện tượng này gây ra nhiều thách thức cho ngành nông nghiệp, đặc biệt là đối với các loại cây trồng nhạy cảm với độ mặn như cây chanh. Long An là tỉnh trồng chanh lớn nhất ở ĐBSCL, năm 2021 toàn tỉnh trồng được 11.423ha, diện tích tăng bình quân 13,53%/năm trong giai đoạn 2011-2021[3], chanh được trồng tập trung chủ yếu ở các huyện Bến Lức, Đức Huệ, Đức Hòa, Thủ Thừa và Thạnh Hóa. Trước những nguy cơ hạn hán, xâm nhập mặn xảy ra ngày càng phức tạp, khó lường như hiện nay, nhiều diện tích trồng chanh đang phải đối mặt với nguy cơ bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn, có thể dẫn đến suy giảm năng suất, chất lượng trái, thậm chí là chết cây, gây thiệt hại kinh tế cho người trồng.

Để tìm hiểu khả năng chịu mặn của cây chanh, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo nghiệm sức chịu mặn của cây chanh bằng cách tưới nước mặn vào gốc cây trong thời gian 2 tháng mùa khô; nghiên cứu sẽ giúp xác định mức độ ảnh hưởng của nước mặn đến sinh trưởng, phát triển và năng suất của cây chanh, từ đó đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm bảo vệ và phát triển cây chanh trong điều kiện hạn hán, xâm nhập mặn như hiện nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp bố trí khảo nghiệm đồng ruộng

Khu vực khảo nghiệm tại vườn chanh thời kỳ kinh doanh (trồng năm thứ 3) tại ấp 3, xã Tân Thành, huyện Thủ Thừa, tỉnh Long An. Vườn chanh có diện tích khoảng 6.400 m², bố trí 16 gốc, mỗi gốc cách nhau 3,5m và hàng cách hàng 3,5m.



Hình 1: Vị trí khu khảo nghiệm sức chịu mặn của cây chanh

Khảo nghiệm xác định ảnh hưởng của độ mặn tới sinh trưởng của cây chanh gồm 5 công thức tưới với độ mặn trong nước lần lượt là 1,0g/l; 1,5g/l; 2,0g/l; 2,5g/l; 3,0 g/l; mỗi công thức nhắc lại 3 lần. Nồng độ tưới mặn dùng nước trong ao pha với muối NaCl, các nồng độ muối khảo nghiệm tưới mặn cho chanh được pha bằng cách cân lần lượt 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 gam muối NaCl hòa tan trong 01 lít nước thành các dung dịch có độ mặn tương ứng như trên.

Thời gian tưới nước mặn 2 tháng, từ 22/03/2024 đến 22/05/2024, lượng nước tưới và khoảng cách giữa các lần tưới lấy theo thực tế nông dân đang áp dụng tại vườn, lượng nước tưới mỗi lần là 18 lít/gốc, mỗi lần tưới cách nhau 4-5 ngày.

2.2. Chỉ tiêu theo dõi

- Theo dõi cường độ quang hợp ròng của lá chanh:



Hình 2: Máy đo lá chanh

Cường độ quang hợp ròng của lá chanh được đo bằng máy đo quang hợp cầm tay CI-340 (do hãng CID Bio-Science sản xuất) tại các thời điểm trước khi tưới nước mặn, sau một tháng từ khi bắt đầu tưới nước mặn và sau hai tháng từ khi tưới nước mặn. Đo ngẫu nhiên 4 đến 6 lá thứ 3 tính từ trên xuống và tính giá trị trung bình. Phép đo được thực hiện trong các điều kiện bức xạ quang hợp từ 410 đến 2.495 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ và nhiệt độ từ 30-40°C.

$$W = \frac{V}{60} \times \frac{273,15}{T_a} \times \frac{P}{1,013} \times \frac{1}{22,41} \times \frac{10000}{A} = 2005,39 \times \frac{V \times P}{T_a \times A} \quad (2)$$

V: Tốc độ luồng thể tích (lít/phút)

Ta: Nhiệt độ không khí (K)

P: Áp suất khí quyển (bar)

A: Diện tích lá (cm^2)

60: Hệ số chuyển đổi phút sang giây

22,41: Thể tích một mole khí ở nhiệt độ tiêu chuẩn 273,15K và áp suất tiêu chuẩn 1,013bar (lít/mol)

10000: Hệ số chuyển đổi từ cm^2 sang m^2

- **Quan sát sự thay đổi của bộ rễ chanh:**

Sự thay đổi của bộ rễ chanh được đo bằng máy quét rễ cây CI-600 (do hãng CID Bio-Science sản xuất) tại các thời điểm trước khi tưới nước mặn, sau một tháng từ khi bắt đầu tưới nước mặn, sau hai tháng từ khi tưới nước mặn. CI-600 cung cấp hình ảnh màu, độ phân giải cao, đo rễ dưới lòng đất thông qua một ống mica trong suốt đặt cố định trong tầng rễ cây, điều này cho phép quan sát sự phát triển và hoạt động của rễ tại vị trí quan sát theo thời gian. Hệ thống ống quan sát rễ cây được đặt trong vùng rễ cây trước khi tiến hành tưới nước mặn 5 tháng đảm bảo cho bộ rễ cây phát triển bình thường xung quanh ống quan sát. Sử dụng phần mềm CI-690 RootSnap version 1.4.0.109 để phân tích tình trạng rễ, chiều dài, chu vi, diện tích của từng nhánh rễ chính và

Cường độ quang hợp ròng được tính theo công thức[7]:

$$P_n = -W \times (C_o - C_i) \quad (1)$$

Pn: Cường độ quang hợp ròng ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)

Co (Ci): Lượng CO₂ vào (ra) (ppm hoặc $\mu\text{mol}/\text{mol}$)

W: Tốc độ dòng chảy trên diện tích lá ($\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)

nhánh rễ phụ thông qua hình ảnh quét được từ máy CI-600.



Hình 3: Máy quét rễ chanh

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả theo dõi cường độ quang hợp ròng của lá chanh

Hình thái phát triển lá được phân tích qua chỉ tiêu cường độ quang hợp ròng của lá. Với độ mặn tưới nước lần lượt 1,0g/l; 1,5g/l; 2,0g/l; 2,5g/l và 3,0g/l, sau 1 tháng tưới nước mặn, cường độ quang hợp ròng (Pn) giảm tương ứng lần lượt 21%; 31,6%; 43,4%; 53,5% và 69%; sau 2 tháng tưới nước mặn, Pn giảm lần lượt 33,6%; 34,7%; 72,0%, 77,0% và 85,1%. Với nồng độ tưới nước mặn từ 2,0g/l - 3,0g/l, Pn giảm khá nhanh sau 2 tháng, chứng tỏ khi nồng độ mặn lớn hơn 2,0g/l làm ảnh hưởng lớn đến cường độ quang hợp ròng của lá (Bảng

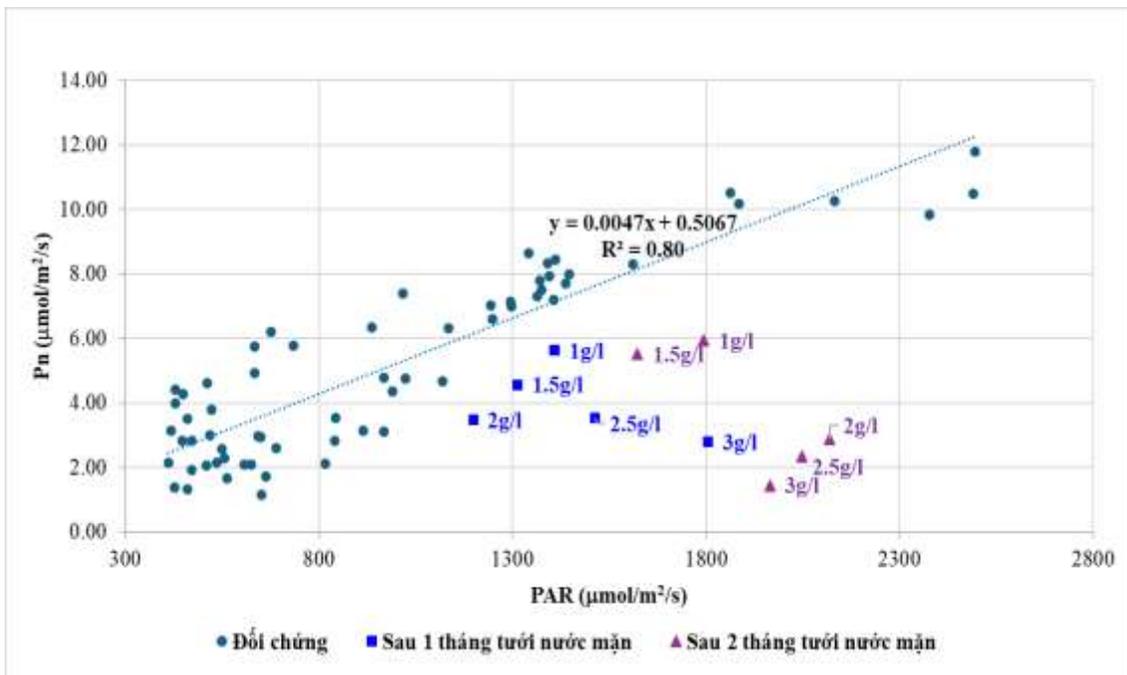
1 và Hình 4). Sự giảm tốc độ tăng trưởng của cây chủ yếu là do hàm lượng chất diệp lục giảm dẫn đến giảm khả năng quang hợp của cây khi bị nhiễm mặn [10].

Ở cây bị nhiễm mặn, sự tích tụ liên tục của các loại oxit phản ứng gây ra căng thẳng trong áp suất thẩm thấu gây giảm độ dẫn của khí khổng và sự tích tụ quá nhiều Na^+ trong tế bào làm giảm tốc độ mở rộng tế bào, giảm độ dẫn khí khổng và hạ thấp nồng độ CO_2 có sẵn, cuối cùng dẫn đến giảm tốc độ quang hợp, dẫn đến việc ánh sáng thu được bởi các sắc tố quang hợp chỉ được sử dụng một phần [9]. Cl^- là một

chất dinh dưỡng thiết yếu, điều chỉnh hoạt động của enzyme và đóng vai trò quan trọng trong quá trình quang hợp, duy trì điều hoà màng và điều chỉnh độ pH của tế bào. Tuy nhiên, ở nồng độ cao, Cl^- có thể trở nên độc hại. Nồng độ Cl^- thấp từ 4-7 mg/g biểu hiện sự hạn chế đối với các loài cây nhạy cảm với muối trong khi tác động phụ xuất hiện ở mức nồng độ Cl^- cao hơn (15-50 mg/g). Việc loại bỏ Cl^- từ rễ và hạn chế chuyển vị trí của Cl^- sang phần trên cây là quan trọng để ngăn ngừa các triệu chứng tổn thương do muối ở cây có múi [15].

Bảng 1: Quan hệ giữa giữa bức xạ hoạt động quang hợp (PAR) và cường độ quang hợp ròng (Pn) của lá chanh trong trường hợp sau 1 tháng, 2 tháng tưới nước mặn

Sau tưới nước mặn 1 tháng			Sau tưới nước mặn 2 tháng		
Công thức	PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Pn ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Công thức	PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Pn ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)
1,0 g/l	1.408,93	5,63	1,0 g/l	1.794,59	5,94
1,5 g/l	1.313,99	4,57	1,5 g/l	1.623,35	5,51
2,0 g/l	1.198,39	3,48	2,0 g/l	2.119,22	2,90
2,5 g/l	1.513,99	3,54	2,5 g/l	2.047,98	2,33
3,0 g/l	1.805,67	2,79	3,0 g/l	1.964,84	1,45



Hình 4: Quan hệ giữa bức xạ hoạt động quang hợp (PAR) và cường độ quang hợp ròng (Pn) của lá chanh trong trường hợp không tưới nước mặn và sau 1 tháng, 2 tháng tưới nước mặn



a) Độ mặn tưới 1,0 g/l



b) Độ mặn tưới 1,5 g/l



c) Độ mặn tưới 2,0 g/l



d) Độ mặn tưới 2,5 g/l



e) Độ mặn tưới 3,0 g/l



f) Không tưới nước mặn

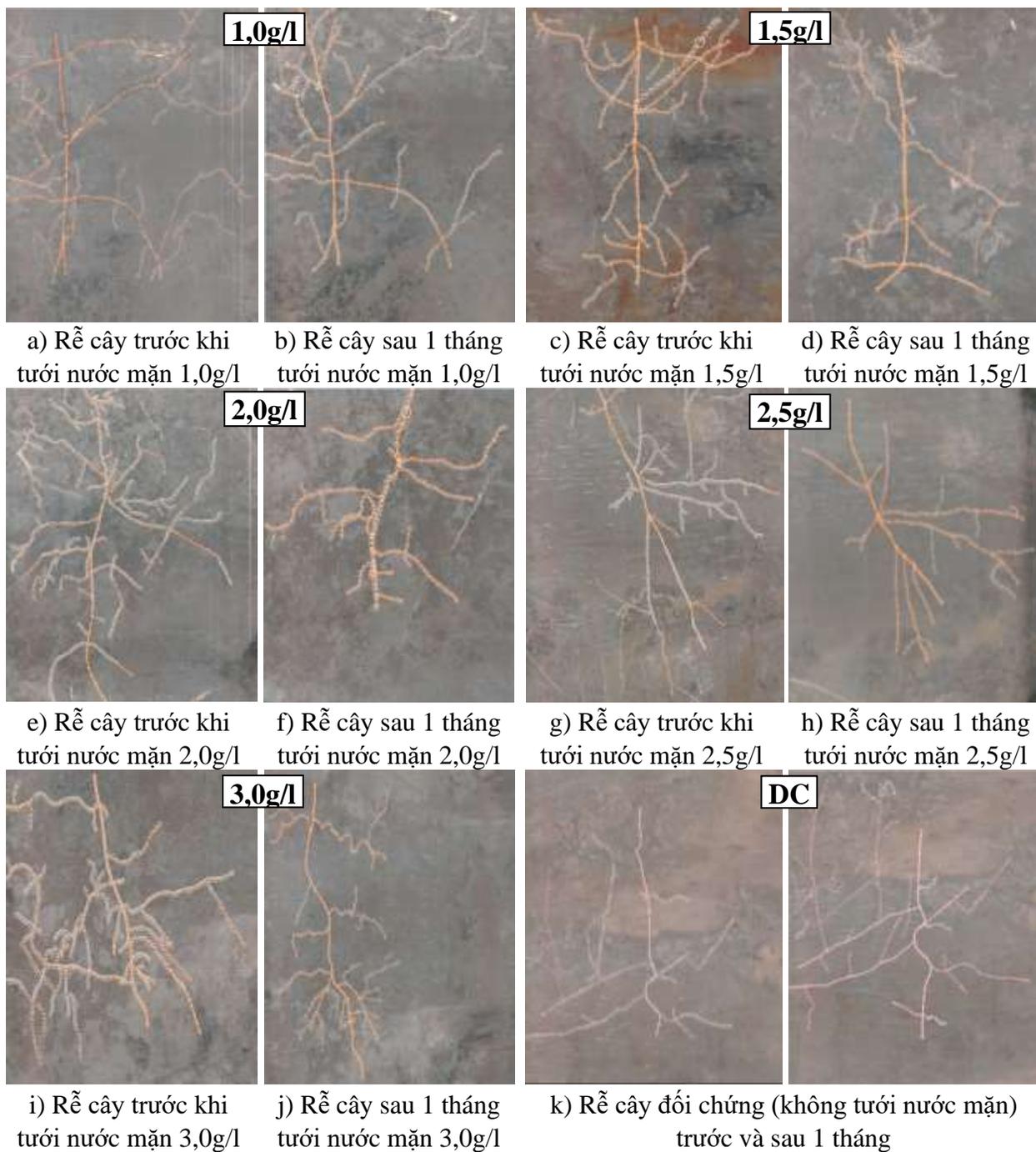
Hình 5: Phát triển của lá chanh sau 2 tháng tưới nước mặn và không tưới nước mặn

Quan sát lá cây chanh tưới ở độ mặn 2,0 - 3,0 g/l cho thấy tốc độ sinh trưởng giảm mạnh, lá có màu xanh đen, xoắn lại và ít trướng nở hoặc méo mó hơn so với lá ở cây không tưới nước mặn. Ngộ độc Clorua, bao gồm các vùng hoại tử ở mép lá, là một trong những tổn thương phổ biến nhất có thể nhìn thấy được do muối; nồng độ Clorua trong lá có liên quan trực tiếp đến độ mặn của nước tưới; triệu chứng ngộ độc thường xuất hiện khi nồng độ clo của lá đạt khoảng 1% trọng lượng khô của lá. Mức độ độc hại xuất hiện khi hàm lượng Na của lá đạt 0,10- 0,25% trọng lượng khô của lá [5]. Việc tăng nồng độ muối trong đất đã làm tăng sự rụng lá, giảm sự tạo mới của lá, giảm trọng lượng tươi, giảm chỉ số diệp lục tố, giảm độ mở khẩu, cường độ quang hợp theo thời gian.

3.2. Kết quả theo dõi sự thay đổi của bộ rễ chanh

Hình thái phát triển rễ được quan sát và phân tích qua chiều dài rễ và số lượng rễ phân nhánh xung quanh một ống quan sát khu vực tầng rễ cây với các độ mặn tưới tương ứng như Hình 6.

Kết quả phân tích hình ảnh rễ cây trong một ống quan sát với độ mặn tưới nước 1,0g/l, số lượng rễ phân nhánh tăng nhẹ 3% và giảm 1% so với đối chứng; với các độ mặn trong nước tưới lần lượt là 1,5g/l; 2,0g/l; 2,5g/l và 3,0g/l, số lượng rễ phân nhánh giảm tương ứng là 9%, 21%, 47% và 59%. Có thể nhận thấy, với nồng độ mặn trong nước tưới từ 2g/l trở lên, số lượng rễ phân nhánh giảm rất mạnh (Bảng 2).



Hình 6: Phát triển của 1 chùm rễ chanh trước và sau 1 tháng tưới nước mặn

Bảng 2: Mức độ phân nhánh rễ và tăng trưởng rễ trung bình sau 1 tháng thực nghiệm

Do mặn	Số lượng rễ phân nhánh trung bình (nhánh)		Tăng/giảm (%)	Chiều dài rễ trung bình (cm)		Tăng/giảm (%)
	Trước khi tưới mặn	Sau 1 tháng tưới mặn		Trước khi tưới mặn	Sau 1 tháng tưới mặn	
Đối chứng	50,0	52,0	4%	237,7	242,1	2%
1,0g/l	63,3	65,0	3%	201,5	196,5	-2%
1,5g/l	96,0	87,0	-9%	301,9	283,9	-6%
2,0g/l	45,3	36,0	-21%	157,3	118,9	-24%

Độ mặn	Số lượng rễ phân nhánh trung bình (nhánh)		Tăng/giảm (%)	Chiều dài rễ trung bình (cm)		Tăng/giảm (%)
	Trước khi tưới mặn	Sau 1 tháng tưới mặn		Trước khi tưới mặn	Sau 1 tháng tưới mặn	
2,5g/l	83,0	43,7	-47%	237,0	143,9	-39%
3,0g/l	88,7	36,7	-59%	269,4	120,5	-55%

Chiều dài rễ cây đo được giảm tương ứng 2%, 6%, 24%, 39% và 55% sau một tháng tưới nước mặn. Có thể nhận thấy, với nồng độ mặn trong nước tưới từ 2g/l trở lên, số lượng rễ phân nhánh và chiều dài rễ trung bình giảm rất mạnh (Bảng 2). Nhìn chung, rễ các cây thuộc ô khảo nghiệm ở nồng độ mặn lớn hơn 2g/l bị đứt đoạn nhiều và giảm mạnh khả năng sinh trưởng. Căng thẳng do muối ảnh hưởng đến sự phát triển của rễ và thân, đồng thời cản trở sự hấp thu và vận chuyển chất dinh dưỡng [14]. Độ mặn làm chậm quá trình hấp thụ nước của cây bằng cách tăng áp suất thẩm thấu của dung dịch đất. Cây bị nhiễm mặn phải đối mặt với việc không thể lấy được lượng nước sẵn có, căng thẳng thẩm thấu gây ra tình trạng thiếu nước ở đất mặn rất giống với ảnh hưởng của hạn hán. Sự căng thẳng về áp suất thẩm thấu đóng vai trò quan trọng trong giai đoạn đầu của quá trình ức chế tăng trưởng ở thực vật bị ảnh hưởng bởi muối trong khi muối vẫn còn tồn tại bên ngoài cây. Giai đoạn thứ hai bắt đầu bằng việc muối xâm nhập vào bên trong cây. Nếu rễ không loại trừ muối hiệu quả, muối sẽ tích tụ đến mức độc hại gây ra một loạt các bất thường sinh lý cụ thể liên quan đến các ion. Sự dư thừa Na^+ làm thay đổi tính chất cực của màng tế bào, ngăn chặn quá trình tiêu thụ chủ động của các chất dinh dưỡng. Độ mặn làm chậm và ức chế sự xuất hiện, giảm sinh khối rễ [12]. Căng thẳng muối làm tăng cao hoạt tính của IAA (Indoleacetic acid) và giảm hoạt tính GA (Gibberellic acid) dẫn đến làm giảm sự tạo mới và kéo dài rễ [1].

3.3. Phân tích về độ mặn ảnh hưởng đến năng suất

Kết quả kiểm nghiệm cho thấy, năng suất

chanh giảm lần lượt 2%, 11%, 27%, 45% và 53% so với đối chứng khi độ mặn tưới nước lần lượt 1,0g/l; 1,5g/l; 2,0g/l; 2,5g/l và 3,0g/l. Căng thẳng về độ mặn hạn chế sự sinh trưởng và phát triển của thực vật bằng cách ảnh hưởng xấu đến các quá trình sinh lý và sinh hóa khác nhau, việc tạo ra các loại oxy phản ứng được tăng cường gây ra do căng thẳng mặn sau đó làm thay đổi các đại phân tử như lipid, protein và axit nucleic và do đó hạn chế năng suất cây trồng [11]. Các nghiên cứu liên quan đến sự tăng trưởng và giảm năng suất do nhiễm mặn quá mức cho thấy, khi năng suất quả giảm mà không có sự tích tụ quá mức Cl^- hoặc Na^+ và không có bất kỳ triệu chứng độc tính rõ ràng nào, tác động chủ yếu là áp lực thẩm thấu [6],[8]. Giới hạn độ mặn của nước không làm ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cam và bưởi lần lượt là 0,70 và 0,77 g/l [4]. Năng suất cam giảm 13,5% và 18,9% khi tưới nước mặn tương ứng 1,8g/l và 2,2g/l; giới hạn chịu đựng độ mặn trong vùng rễ của cam 'Valencia' được ước tính ở mức là 1,6 - 2,0 g/l [5]. Năng suất của cây chanh và cam giảm 10%, 25% và 50% khi độ mặn trong nước tưới đạt ngưỡng lần lượt tương ứng 1,47g/l; 2,1g/l và 3,1g/l [13],[16].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh tác động tiêu cực của độ mặn trong nước tưới đối với sự sinh trưởng và phát triển của cây chanh. Với độ mặn 1,5g/l đã làm giảm đáng kể đến cường độ quang hợp ròng của lá, sự phát triển của rễ và năng suất của chanh. Đặc biệt khi nồng độ mặn trong nước từ 2,0g/l trở lên, ở các mức độ mặn này, cây bị ức chế phát triển nghiêm trọng, thể hiện ở sự suy giảm nhanh cường độ

quang hợp rỗng, giảm chiều dài rễ và số lượng rễ phân nhánh. Điều này dẫn đến giảm tốc độ tăng trưởng và năng suất của cây chanh.

LỜI CẢM ƠN: Bài báo được kế thừa từ kết quả Đề tài cấp tỉnh “Nghiên cứu xây dựng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- khung quản lý tổng hợp hạn hán, xâm nhập mặn nhằm chủ động phòng, chống hạn, mặn phục vụ sản xuất nông nghiệp và dân sinh trên địa bàn tỉnh Long An”.*
- [1] Huỳnh Chí Hiếu, Trần Thị Thanh Hiền, Đỗ Thường Kiệt (2022). Khảo sát khả năng chịu mặn của cây chanh không hạt *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Khoa học Tự nhiên, 6(2):2023-2033.
 - [2] Cục Thủy lợi (2024). Tài liệu hướng dẫn tạm thời kỹ thuật trữ nước phân tán, tưới hiệu quả cho cây ăn trái vùng Đồng bằng sông Cửu long – áp dụng trong điều kiện xâm nhập mặn mùa khô năm 2023-2024, NXBNN.
 - [3] Cục Thống kê Long An (2021). Niên giám thống kê tỉnh Long An, năm 2021.
 - [4] TCCS 01:2024/TT (2024). Cây trồng nông nghiệp – ngưỡng chịu mặn của một số loài cây trồng, Hà Nội.
 - [5] Adnan AI-Yassin (2004). Influence of salinity on Citrus: a review paper. *Journal of Central European Agriculture*. 5 (4): 263-272.
 - [6] Cerda, A., M. Nieves., and M. G. Guillen. (1990). Salt tolerance of lemon trees as affected by rootstock. *Irrig. Sci.* 11: 245-249.
 - [7] CI-340 Handheld Photosynthesis System, Operation Manual, CID Bio-Science, 2011.
 - [8] Dasberg S., H. Bielorai, A. Haimowitz, and Y. Erner. (1991). The effect of saline irrigation water on “Shamouti” orange trees. *Irrigation. Science.* 12: 205-211.
 - [9] Huapeng Zhou, Haifan Shi, Yongqing Yang, Xixian Feng, Xi Chen, Fei Xiao, Honghui Lin, Yan Guo (2024). Insights into plant salt stress signaling and tolerance. *Journal of Genetics and Genomics*. 51: 16-34.
 - [10] Netondo, G. W., Onyango, J. C., and Beck, E. (2004). Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Sci.* 44, 806–811. doi: 10.2135/cropsci2004.8060.
 - [11] Pooja Singh, Krishna Kumar Choudhary, Nivedita Chaudhary, Shweta Gupta, Mamatamayee Sahu, Boddu Tejaswini, Subrata Sarkar (2022). Salt stress resilience in plants mediated through osmolyte accumulation and its crosstalk mechanism with phytohormones. Published online 2022 Sep 26. doi: 10.3389/fpls.2022.1006617.
 - [12] Prabodh Chander Sharma¹, Anshuman Singh (2017). Fruit cultivation in salt-affected soils: constraints and management options. Winter School “Doubling income through advance approaches for fruits and vegetables in the arid region” 28 Oct – 17 Nov 2017, pp 342-359.
 - [13] R. S. Ayers, D. W. Westcot (1976). Water quality for agriculture. Food and agriculture organization of the united nations. *Irrigation and drainage paper*. 29.
 - [14] Shrivastava, P., and Kumar, R. (2015). Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J. Biol. Sci.* 22, 123–131. doi: 10.1016/j.sjbs.2014.12.001.
 - [15] Tavakkoli, E., Rengasamy, P. and McDonald, G. K. (2010). High concentrations of Na⁺ and Cl⁻ ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean

under salinity stress. *Journal of Experimental Botany*. 61: 4449-4459.

[16] https://www.growingcapsicums.com.au/pdf/6_salinity/measuring_soil_salinity.pdf