

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN NƯỚC TƯỚI ĐẾN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ SỰ SẢN SINH PROLINE CỦA CÁC GIỐNG LÚA (*Oryza sativa* L.) TRỒNG TRÊN ĐẤT NHIỄM MẶN TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Nguyễn Quốc Khương^{1*}, Cao Nguyễn Nguyên Khanh², Ngô Ngọc Hưng¹

¹Đại học Cần Thơ

²Học viên cao học Khoa học cây trồng, Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ: nqkhuong@ctu.edu.vn

Ngày gửi bài: 27.12.2017

Ngày chấp nhận: 09.10.2018

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng, năng suất lúa và sự sản sinh proline của cây lúa trên đất nhiễm mặn. Thí nghiệm hai yếu tố được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên được thực hiện trong điều kiện nhà lưới, với bốn lần lặp lại. Trong đó, yếu tố (A) gồm các giống lúa: Pokali (Chuẩn kháng mặn), IR28 (Chuẩn nhiễm mặn), OM5451, MTL547 và OM8017; yếu tố (B) gồm các nồng độ mặn của nước tưới 0 (nước sinh hoạt), 3, 4 và 5‰. Kết quả thí nghiệm cho thấy giống lúa OM8017 đạt chiều cao cây, số hạt chắc trên bông, khối lượng 1.000 hạt và năng suất hạt cao nhất, trong khi giống lúa MTL547 có khả năng sản sinh proline nhiều nhất. Ngoài ra, tưới nước mặn có nồng độ từ 3‰ đã làm giảm chiều cao cây lúa, số chồi lúa trên chấu, số hạt chắc trên bông, khối lượng 1.000 hạt và năng suất hạt lúa. Năng suất hạt lúa giảm 20,0, 57,3 và 56,6% tương ứng nồng độ mặn của nước tưới 3, 4 và 5‰ so với đối chứng tưới nước sinh hoạt. Hàm lượng proline tích lũy trong thân lúa và nồng độ Na⁺ trong đất càng tăng khi nồng độ mặn của nước tưới tăng.

Từ khóa: Đất nhiễm mặn, năng suất lúa, proline, tưới nước mặn.

Effects of Different Salinity Levels of Irrigated Water on Growth, Yield and Proline Production of Rice Varieties (*Oryza sativa* L.) Grown on Salt-Affected Soil in Greenhouse

ABSTRACT

The objective of this study was to determine effect of salinity levels of irrigated water on growth, yield and proline production of rice varieties grown on saline-affected soil. A 5 x 4 factorial experiment including 5 rice varieties (Pokali - salt tolerant, IR28 - susceptible, OM5451, MTL547 and OM8017) and 4 salinity levels (0-control, 3, 4, và 5‰) was arranged in a randomized complete block design with four replicates in greenhouse. Results showed that rice variety OM8017 gained the highest plant height, filled grain number per panicles, 1.000 grain weight, and rice yield, whereas rice variety MTL547 accumulated the highest proline production. Besides, saline irrigation water with a salt concentration of $\geq 3‰$ decreased plant height, number of panicles, filled grain number per panicle, 1.000 grain weight, and rice yield. Rice yield was reduced by 20.0, 57.3 and 56.6% when irrigated with water containing 3, 4 and 5‰ salinity, respectively. Proline accumulation in rice stalk and sodium content in soil increased with increasing salinity levels.

Keywords: Proline production, rice yield, saline-affected soil, saline water irrigation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mặn là một trong những thách thức gây giới hạn năng suất cây trồng (Acosta-Motos *et*

al., 2017). Đất mặn gây ảnh hưởng bất lợi chiếm 30% diện tích đất ngập nước và 6% tổng diện tích đất (Chaves *et al.*, 2009). Cụ thể, có khoảng 800 triệu ha đất bị ảnh hưởng mặn trong số đất

Ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng, năng suất và sự sản sinh proline của các giống lúa (*Oryza sativa* L.) trồng trên đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới

canh tác nông nghiệp trên thế giới (Munns & Tester, 2008). Vấn đề này càng trở nên nghiêm trọng đối với nông nghiệp ở Châu Á, bởi vì vùng này cung cấp 90% sản lượng lúa cho thế giới mà bị ảnh hưởng bởi mặn (320 triệu ha) (Aslam *et al.*, 1993). Đất mặn canh tác thường có hiệu quả kinh tế thấp do giảm năng suất (Shabala, 2013). Đất mặn làm giảm sinh trưởng và phát triển của cây trồng, giảm sự quang hợp và sự hô hấp (Hussain *et al.*, 2013; Mustafa *et al.*, 2014). Ngoài ra, hàm lượng Na^+ cao làm giảm hấp thu dinh dưỡng cần thiết (Flowers & Flowers, 2005) như K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} (Khan *et al.*, 2000). Điều này dẫn đến sự thiếu dinh dưỡng do sự cạnh tranh của Na^+ và Cl^- với K^+ , Ca^{2+} và NO_3^- (Hu & Schmidhalter, 2005) cũng như sự mất cân đối giữa tỉ lệ K^+/Na^+ (Perez-Alfocea *et al.*, 1996). Đây là một trong những nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm năng suất cây trồng.

Lúa là cây mẫn cảm với mặn, vì vậy cây lúa chỉ có thể tồn tại trong điều kiện nước mặn có hàm lượng muối thấp mà không tổn hại đến sinh trưởng và năng suất lúa (Rahman *et al.*, 2017). Kết quả ghi nhận độ mặn tại cầu Cái Tư trên sông Cái Lớn khoảng 5,5 g/l vào tháng 2 năm 2016 (Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2016), trong khi độ mặn được xác định thấp hơn vào năm 2012-2013 (Lê Hồng Việt *cs.*, 2015). Đây là con sông đưa nước mặn trực tiếp vào vùng nhiễm mặn, nơi mẫu đất được thu cho thí nghiệm. Hiện nay, nhiều giống lúa chịu mặn đã được nghiên cứu. Kết quả chọn lọc giống lúa chống chịu mặn bằng kỹ thuật thanh lọc trong nhà lưới và kết hợp phân tích bằng chỉ thị phân

tử cho thấy giống MTL664 và MTL702 có khả năng chịu mặn 4-6‰ (Lê Xuân Thái và Trần Nhân Dũng, 2013). Ngoài ra, một số giống như Đốc Phụng, Lúa Sỏi, Nàng Quýt Biển có khả năng chịu mặn ở độ mặn 12,5‰ sau 16 ngày thử mặn (Quan Thị Ái Liên và *cs.*, 2012). Tuy nhiên, các giống lúa được sử dụng phổ biến ở Long Mỹ hiện nay lại là OM8017, OM5451 và MTL547 có nguồn gốc từ Viện lúa Đồng bằng sông Cửu Long và Viện Nghiên cứu Phát triển Đồng bằng sông Cửu Long (NCPTĐBSCL) của Đại học Cần Thơ (Trần Thị Cúc Hòa và *cs.*, 2016a; 2016b; Phạm Thị Phấn và *cs.*, 2010). Do đó, việc khảo sát ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến các giống lúa này trồng trên nền đất nhiễm mặn là cần thiết nhằm xác định nguồn nước tưới có độ mặn phù hợp cho duy trì năng suất lúa ở khu vực đất nhiễm mặn Long Mỹ - Hậu Giang.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Thời gian và địa điểm: Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 1 đến 4 năm 2014 trong nhà lưới tại Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng, Đại học Cần Thơ.

Giống lúa: MTL547, OM5451, OM8017, Pokali (chuẩn kháng mặn), IR28 (chuẩn nhiễm mặn).

Chậu thí nghiệm: Chậu nhựa đường kính 25 cm và chiều cao 30 cm. Mẫu đất được trộn thật đều trước khi cân, mỗi chậu chứa 5 kg đất khô, cho nước vào ngập tất cả các chậu, sau đó để ổn định hai ngày.

Bảng 1. Đặc tính sinh trưởng các giống lúa được sử dụng trong thí nghiệm

Đặc tính	Giống		
	OM8017	MTL547	OM5451
Nguồn gốc	Viện lúa ĐBSCL	Viện NCPTĐBSCL	Viện lúa ĐBSCL
Thời gian sinh trưởng (ngày)	95-100	92-95	90-95
Chiều cao cây (cm)	95-105	88-90	95-100
Năng suất (tấn/ha)	7-9	6-8	5-8
Thích nghi đất	Rộng, chịu phèn và mặn khá	Rộng, chịu phèn mặn	Chịu phèn khá, thích hợp cả 3 vụ
Khối lượng 1.000 hạt (g)	26-27	27-28	25-26

Đất thí nghiệm: Đất được thu tại đất trồng lúa bị xâm nhập mặn ở Long Mỹ - Hậu Giang. Mẫu đất được lấy ở tầng mặt 0-20 cm. Vào thời điểm trước khi bắt đầu thí nghiệm, mẫu đất được trộn đều và mang về phòng thí nghiệm, để khô tự nhiên, loại bỏ rác.

Mật độ gieo: Hạt giống được ủ nảy mầm hai ngày trước khi gieo và chỉ những hạt giống có độ nảy mầm đồng đều mới được gieo. Sau gieo 10 ngày, cây lúa sẽ được cấy vào chậu, mỗi chậu cấy 4 cây.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm hai nhân tố bố trí theo khối ngẫu nhiên hoàn toàn được thực hiện trong điều kiện nhà lưới với bốn lần lặp lại. Trong đó, yếu tố (A) gồm các giống lúa: Pokali (Chuẩn kháng mặn), IR28 (Chuẩn nhiễm mặn), OM5451, MTL547 và OM8017; yếu tố (B) gồm các nồng độ mặn của nước tưới 0 (đối chứng), 3, 4 và 5%. Tổng số chậu thí nghiệm là 80 chậu (5 giống lúa × 4 mức độ mặn × 4 lặp lại).

2.2.2. Liều lượng và thời kỳ bón phân

Công thức phân bón được sử dụng cho thí nghiệm là 100 N - 60 P₂O₅ - 30 K₂O (kg/ha). Thời điểm và lượng phân bón cho thí nghiệm được trình bày trong bảng 2. Thời điểm tưới mặn cho cây lúa là 10, 18 và 26 ngày sau khi cấy, mỗi lần tưới 500 ml/chậu. Sau đó tưới nước sinh hoạt đến cuối vụ.

2.2.3. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp phân tích

Phân tích đặc tính hóa, lý đất đầu vụ: Mẫu đất được trích bằng nước cất tỉ lệ 1 : 2,5 (đất : nước), pH được đo bằng pH kế (NANNA, HI-8314) và EC đo bằng EC kế (HANNA, HI8633). Đạm được định lượng bằng phương pháp Indophenol blue (Page *et al.*, 1982). Lân dễ tiêu (theo phương pháp Bray II), được xác định bằng cách trích đất với 0,1 N HCl + 0,03 N NH₄F, tỉ lệ đất nước 1 : 7 (Bray & Kurtz, 1945). K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ trao đổi được trích bằng BaCl₂ 0,1 M, đo trên máy hấp thụ nguyên tử (Thermo Scientific iCE 3000 Series). Thành phần cơ giới được xác định bằng phương pháp ống hút Robinson (Robinson, 1922).

Xác định chỉ tiêu nông học, thành phần năng suất và năng suất:

Chiều cao cây (cm): Dùng thước đo từ mặt đất đến chóp lá cao nhất hay chóp bông cao nhất của cây lúa, đo bốn cây cho mỗi chậu.

Số chồi: Đếm tổng số chồi trong chậu.

Năng suất hạt: Cân năng suất lúa và đo ẩm độ, sau đó qui đổi năng suất về ẩm độ 14%.

Số hạt/bông: Tổng số hạt thu được/tổng số bông thu được trên chậu.

Khối lượng 1.000 hạt: Cân khối lượng 1.000 hạt của mỗi nghiệm thức.

Phân tích trong cây: Phân tích proline bằng phương pháp Ninhydrin của Bates *et al.* (1973).

2.2.4. Đánh giá số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS 16.0 để phân tích phương sai hai nhân tố và so sánh khác biệt giữa các giá trị trung bình bằng kiểm định Duncan.

Bảng 2. Thời điểm bón phân và lượng phân bón cho thí nghiệm

NSKT	Liều lượng (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	50	0
10	30	50	50
20	40	0	0
45	30	0	50

Ghi chú: NSKT - ngày sau khi trồng

Ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng, năng suất và sự sản sinh proline của các giống lúa (*Oryza sativa* L.) trồng trên đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính đất vùng nghiên cứu

Đặc tính hóa lý đất đầu vụ của thí nghiệm được trình bày ở bảng 3. Giá trị EC của tầng đất mặt (0-20 cm) và tầng kế tiếp (20-40 cm) dao động 1,44-2,02 mS/cm. Đất thí nghiệm thuộc nhóm đất nhiễm mặn với giá trị pH bé hơn 4,50. EC tầng mặt được đánh giá chưa ảnh hưởng đến năng suất cây trồng trong khi giá trị này ở tầng 20-40 cm được đánh giá làm suy giảm năng suất đối với những cây trồng mặn cảm (2-4 mS/cm) dựa trên thang đánh giá của Abrol *et al.* (1988). EC tăng lên đến 5, 6 và 8 mS/cm năng suất lúa sẽ giảm tương ứng 10, 20 và 50% (Bernstein, 1964). Hàm lượng Na^+ , K^+ , Ca^{2+} và Mg^{2+} tương ứng là 3,20; 0,41; 4,03 và 10,00 meq/100 g đất ở tầng 0-20 cm và 3,41; 0,67; 4,11 và 9,73 meq/100 g đất ở tầng 20-40 cm. Tuy nhiên, tỉ lệ $\text{Na}^+ : \text{Ca}^{2+}$ tương ứng 1 : 5 được đánh giá tốt cho sự phát triển của cây lúa (Alam, 2007; Wu & Wang, 2012). Hàm lượng đạm và lân trong đất được xác định tương ứng là 20,7-21,8 mg/kg và 7,0-8,3 mg/kg. Kết quả phân tích hàm lượng sét, thịt và cát của đất thu thập từ xã Lương Nghĩa, huyện Long Mỹ được phân loại là sa cấu sét cho tầng 0-20 cm và sét pha thịt tầng 20-40 cm.

3.2. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến sinh trưởng các giống lúa

3.2.1. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến chiều cao cây lúa

Bảng 4 cho thấy chiều cao cây lúa có sự khác biệt ($P < 0,01$) giữa các giống lúa và giữa các nồng độ mặn của nước tưới vào các thời điểm khảo sát khác nhau (20, 40 và 65 NSKT), ngoại trừ chiều cao cây lúa giữa các nồng độ mặn của nước tưới. Vào thời điểm 20 NSKT, chiều cao cây lúa dao động 42,5-57,4 cm đối với các giống lúa ở các nồng độ mặn của nước tưới khác nhau. Ngoài ra, số chồi ở 40 NSKT là 56,8-69,3 cm ở các giống lúa khác nhau và chiều cao cây lúa không khác biệt ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) giữa các mức độ mặn khác nhau. Vào 65 NSKT, các giống có chiều cao cây có sự khác

biệt ý nghĩa 1% ($P < 0,01$). Trong đó, giống OM8017, MTL547, OM5451, chuẩn kháng mặn Pokali và chuẩn nhiễm mặn IR28 đạt chiều cao lần lượt là 77,8, 71,6, 70,0, 69,3 và 66,1 cm. Tưới nước mặn đã làm giảm chiều cao cây lúa ($P < 0,01$). Trong đó, các nghiệm thức tưới nước mặn 3-5‰ đạt chiều cao 68,6-71,0 cm trong khi nghiệm thức đối chứng không tưới nước mặn là 73,5 cm. Chiều cao cây lúa chịu sự ảnh hưởng bởi các nồng độ mặn của nước tưới và các giống lúa thí nghiệm thông qua sự tương tác của hai yếu tố trên.

Sau thời gian dài tiếp xúc với mặn, sinh trưởng cây lúa bị giảm (Summart *et al.*, 2010; Bhusan *et al.*, 2016). Mặn giảm sức trương của mô tế bào, hạn chế trực tiếp sinh trưởng và phát triển của cây và dẫn đến làm giảm năng suất hạt (Mansour *et al.*, 2003; Chinnusamy *et al.*, 2007; Lauchi & Grattan, 2007). Kết quả nghiên cứu về sự giảm chiều cao cây của đề tài cũng phù hợp với các kết quả nghiên cứu trên.

3.2.2. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến số chồi lúa

Theo kết quả trình bày ở bảng 5, có sự khác biệt về số chồi lúa giữa các giống lúa và các nồng độ mặn của nước tưới vào các thời điểm khảo sát khác nhau ($P < 0,01$). Vào thời điểm 20 NSKT, số chồi lúa dao động trong khoảng 5,19-9,13 chồi/chậu đối với các giống lúa trong khi số chồi dao động 5,65-7,85 chồi/chậu đối với các nồng độ mặn khác nhau. Tương tự, số chồi ở 40 NSKT là 6,31-9,25 và 6,15-8,85 chồi/chậu, theo cùng thứ tự trên. Đến thời điểm 65 NSKT, giống chuẩn kháng mặn Pokali đạt số chồi cao nhất (7,31 chồi/chậu), các giống lúa OM5451, MTL547 và OM8017 thử nghiệm đạt thấp hơn với 5,56-6,44 chồi/chậu. Số chồi giảm khi tăng nồng độ mặn của nước tưới đến 4‰ ($P < 0,01$). Nghiệm thức tưới mặn ở nồng độ 3‰ và đối chứng không tưới mặn có số chồi tương đương (6,50-7,00). Khi nồng độ nước tưới lên đến 4-5‰, số chồi lúa chỉ đạt 5,25-5,65 chồi/chậu. Giữa các giống lúa và các nồng độ mặn của nước tưới có sự tương tác có ý nghĩa ($P < 0,01$) về số chồi vào thời điểm 65 NSKT.

Bảng 3. Đặc tính hóa lý đất đầu vụ được sử dụng trong thí nghiệm

Độ sâu (cm)	pH _{H2O} (1:2,5)	EC (1:2,5) mS/cm	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	P (mg/kg)	Cation trao đổi (meq/100 g)				Sa cấu (%)		
					Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cát	Thịt	Sét
0-20	4,47	1,44	20,7	7,0	3,20	0,41	4,03	10,00	0,90	38,9	60,2
20-40	4,17	2,02	21,8	8,3	3,41	0,67	4,11	9,73	0,90	40,5	58,6

Bảng 4. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến chiều cao cây lúa (cm) trồng trên đất nhiễm mặn

	Yếu tố	NSKT		
		20	40	65
Giống lúa (A)	Pokali (Chuẩn kháng mặn)	57,4 ^a	65,0 ^b	69,3 ^d
	IR28 (Chuẩn nhiễm mặn)	42,5 ^d	56,8 ^d	66,1 ^e
	OM5451	42,7 ^d	59,9 ^c	70,0 ^c
	MTL547	45,8 ^c	64,6 ^b	71,6 ^b
	OM8017	49,5 ^b	69,3 ^a	77,8 ^a
Nồng độ mặn của nước tưới (%) (B)	0 (Đối chứng)	48,0 ^a	64,0	73,5 ^a
	3	47,1 ^b	63,1	70,7 ^b
	4	47,3 ^{ab}	63,4	71,0 ^b
	5	47,9 ^a	61,8	68,6 ^c
F(A)		**	**	**
F(B)		*	ns	**
F(A*B)		**	**	**
CV (%)		4,7	5,1	5,2

Ghi chú: Trong cùng một cột các chữ cái theo sau giống nhau thì không khác biệt thống kê, ns: không khác biệt ý nghĩa, * khác biệt ý nghĩa 5%, ** khác biệt ý nghĩa 1% theo phép thử Duncan.

Bảng 5. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến chồi lúa (chồi) trồng trên đất nhiễm mặn

	Yếu tố	NSKT		
		20	40	65
Giống lúa (A)	Pokali (Chuẩn kháng mặn)	9,13 ^a	9,25 ^a	7,31 ^a
	IR28 (Chuẩn nhiễm mặn)	7,25 ^b	7,50 ^b	6,44 ^b
	OM5451	5,19 ^d	6,31 ^c	5,63 ^{bc}
	MTL547	5,69 ^d	6,87 ^c	5,69 ^{bc}
	OM8017	6,63 ^c	6,69 ^c	5,56 ^c
Nồng độ mặn của nước tưới (%) (B)	0 (Đối chứng)	7,85 ^a	8,85 ^a	7,00 ^a
	3	7,00 ^b	7,45 ^b	6,50 ^a
	4	5,65 ^c	6,30 ^c	5,65 ^b
	5	6,60 ^b	6,15 ^c	5,25 ^b
F(A)		**	**	**
F(B)		**	**	**
F(A*B)		*	ns	**
CV (%)		4,5	4,7	4,3

Ghi chú: Trong cùng một cột các chữ cái theo sau giống nhau thì không khác biệt thống kê, ns: không khác biệt ý nghĩa, * khác biệt ý nghĩa 5%, ** khác biệt ý nghĩa 1% theo phép thử Duncan.

Ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng, năng suất và sự sản sinh proline của các giống lúa (*Oryza sativa* L.) trồng trên đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới

Một số nghiên cứu cũng cho thấy số chồi bị ảnh hưởng đáng kể bởi các mức độ mặn của nước tưới khi so sánh với đối chứng ở nhiều giống lúa khác nhau (Hakim *et al.*, 2014b). Kết quả tương tự cũng cho thấy số chồi lúa giảm đáng kể dưới điều kiện mặn (Motamed *et al.*, 2008).

3.3. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến thành phần năng suất và năng suất các giống lúa

- Số hạt chắc trên bông

Giữa các giống lúa có sự khác biệt về số hạt chắc trên bông trong điều kiện tưới mặn, dao động từ 7,11 đến 25,88 hạt ($P < 0,01$). Trong đó, cả ba giống lúa được sử dụng phổ biến ở địa phương đều có số hạt chắc trên bông cao hơn so với giống lúa chuẩn kháng mặn Pokali (15,39 hạt) và chuẩn nhiễm mặn IR28 (7,11 hạt). Ngoài ra, số hạt chắc trên bông giảm có sự khác biệt khi tăng nồng độ mặn của nước tưới ($P < 0,01$). Có sự tương tác giữa nồng độ mặn của nước tưới và giống lúa, vì vậy nồng độ mặn của nước tưới càng tăng thì số hạt chắc trên bông

càng giảm đối với các giống lúa OM5451, MTL547 và OM8017 (Bảng 6).

Số hạt chắc trên bông của các giống lúa khác nhau đều bị ảnh hưởng bởi mặn (Hakim *et al.*, 2014b), ngoài ra nó cũng bị giảm đáng kể khi tăng nồng độ mặn (Mohammadi *et al.*, 2010). Tuy nhiên theo Aref & Rad (2012), số hạt chắc trên bông không bị ảnh hưởng bởi các mức độ mặn khác nhau. Ngoài ra, sự thụ phấn là một đặc tính rất quan trọng bị ảnh hưởng bởi độc chất ion trong điều kiện mặn mà đặc tính này chi phối đến năng suất hạt vào thời điểm chính sinh lý (Mohammadi *et al.*, 2010).

- Khối lượng 1.000 hạt

Các giống lúa có khối lượng 1.000 hạt khác nhau ($P < 0,01$). Giống lúa OM8017 và OM5451 có khối lượng 1.000 hạt lớn nhất (21,13-21,15 gam), sau đó là giống lúa MTL547 (20,40 g) và hai giống lúa đối chứng gồm giống chuẩn kháng mặn Pokali (16,60 g) và chuẩn nhiễm mặn IR28 (8,08 g). Bên cạnh đó, khối lượng 1.000 hạt cũng khác nhau khi tưới các nồng độ mặn khác nhau ($P < 0,01$). Nghiệm thức tưới nước mặn 4-5‰ giảm đáng kể so với nồng độ nước tưới 3‰ và

Bảng 6. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến số hạt chắc/bông (hạt), khối lượng 1.000 hạt (g) và năng suất lúa (g/chậu) của các giống lúa trồng trên đất nhiễm mặn

Yếu tố		Số hạt chắc/bông (hạt)	Khối lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất hạt lúa (g/chậu)
Giống lúa (A)	Pokali (Chuẩn kháng mặn)	15,39 ^d	16,60 ^c	1,25 ^c
	IR28 (Chuẩn nhiễm mặn)	7,11 ^e	8,06 ^d	1,20 ^c
	OM5451	20,12 ^c	21,13 ^a	3,47 ^b
	MTL547	22,41 ^b	20,40 ^b	3,53 ^b
	OM8017	25,88 ^a	21,15 ^a	4,72 ^a
Nồng độ mặn của nước tưới (‰) (B)	0 (Đối chứng)	21,75 ^a	20,62 ^a	4,26 ^a (0,0)
	3	20,15 ^b	19,97 ^b	3,41 ^b (20,0)
	4	15,96 ^c	14,65 ^c	1,82 ^c (57,3)
	5	14,87 ^d	14,64 ^c	1,85 ^c (56,6)
F(A)	**	**	**	
F(B)	**	**	**	
F(A*B)	**	**	**	
CV (%)		4,96	4,63	4,99

Ghi chú: Trong cùng một cột các ký tự theo sau giống nhau thì không khác biệt thống kê, ns: không khác biệt ý nghĩa, * khác biệt ý nghĩa 5%, ** khác biệt ý nghĩa 1% theo phép thử Duncan.

đối chứng nước sinh hoạt. Do đó, khi tăng nồng độ mặn của nước tưới thì giảm khối lượng 1.000 hạt. Có sự tương tác giữa các nồng độ mặn của nước tưới từ 3-5% và các giống lúa thí nghiệm OM5451, MTL547 và OM8017 (Bảng 6).

Phần trăm năng suất giảm so với đối chứng được thể hiện trong dấu ngoặc đơn. Nhiều kết quả nghiên cứu trước đây cũng cho thấy khối lượng 1.000 hạt giảm đáng kể khi nồng độ mặn của nước tưới tăng (Hakim *et al.*, 2014b; Mahmood *et al.*, 2009). Mặn ảnh hưởng đến khối lượng hạt là do sự giảm kích thước vỏ (Fabre *et al.*, 2005).

- Năng suất hạt lúa

Năng suất hạt của các giống lúa khác nhau ở điều kiện tưới mặn khác nhau ($P < 0,01$). Giống lúa OM8017 đạt năng suất cao nhất (4,72 g/chậu) và khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với các giống lúa còn lại. Giống lúa MTL547 và OM5451 đạt năng suất dao động trong khoảng 3,53-3,47 g/chậu. Tuy nhiên, giống chuẩn kháng mặn Pokali và chuẩn nhiễm mặn IR28 đạt năng suất thấp nhất với năng suất tương ứng là 1,25 và 1,20 g/chậu. Năng suất của giống lúa dễ bị tổn thương bởi mặn (dhan29) và giống lúa có khả năng chịu mặn vừa phải (Binadhan8) đều bị giảm trong điều kiện sốc mặn (Ali, 2015).

Năng suất hạt lúa giảm khi tưới nước mặn và bị ảnh hưởng đáng kể khi tăng nồng độ mặn của nước tưới lên khoảng 4-5% ($P < 0,01$). Năng suất hạt lúa đạt cao nhất ở nghiệm thức tưới nước sinh hoạt (4,26 g/chậu) và giảm thấp khi nồng độ mặn của nước tưới ở ngưỡng 3% (3,41 g/chậu), giảm mạnh so với các nghiệm thức tưới nước mặn 4% và 5%, với 1,82 và 1,85 g/chậu, theo thứ tự. Tưới nước mặn từ 3% đã làm giảm chiều cao cây lúa, số chồi lúa trên chậu, số hạt chắc trên bông, khối lượng 1.000 hạt và năng suất hạt lúa. Năng suất hạt lúa giảm 20,0, 57,3 và 56,6% tương ứng nồng độ mặn của nước tưới 3, 4 và 5 % so với đối chứng tưới nước sinh hoạt. Giữa các nồng độ mặn và các giống lúa có sự tương tác ý nghĩa ($P < 0,01$) về năng suất hạt lúa (Bảng 6).

Kết quả nghiên cứu trước đây cũng cho thấy năng suất lúa giảm khi gia tăng mức độ mặn (Aref, 2013; Siddique *et al.*, 2015). Tuy nhiên, trong điều kiện mặn mà được bổ sung proline qua lá cũng góp phần làm tăng sinh trưởng, năng suất lúa (Siddique *et al.*, 2015). Sự suy giảm thành phần năng suất dẫn đến sự giảm năng suất hạt lúa (Shereen *et al.*, 2005).

3.4. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến khả năng sản sinh proline

Kết quả phân tích hàm lượng proline (Bảng 7) cho thấy mỗi thời điểm khác nhau thì khả năng sản sinh proline của các giống lúa khác nhau. Giống lúa chuẩn kháng mặn Pokali đạt sự tích lũy proline cao nhất vào thời điểm 40 NSKT nhưng giống lúa MTL547 có sự tích lũy cao nhất vào thời điểm 20 và 65 NSKT. Cụ thể, vào thời điểm 20 NSKT, hàm lượng proline của giống lúa MTL547 là 5,99 $\mu\text{mol/g}$, cao khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với các giống lúa còn lại. Giống lúa OM8017 có sự tích lũy proline tương đương với giống lúa chuẩn kháng mặn Pokali. Hàm lượng proline thấp nhất đối với giống lúa OM5451 và giống lúa chuẩn nhiễm mặn IR28 (3,19-3,40 $\mu\text{mol/g}$). Vào 40 NSKT, giống lúa chuẩn kháng mặn Pokali đạt 1,96 $\mu\text{mol/g}$, kế đến là giống lúa MTL547 và OM8017. Hàm lượng proline của giống lúa OM5451 và giống chuẩn nhiễm mặn IR28 cũng đạt thấp (0,78-0,86 $\mu\text{mol/g}$). Vào 65 NSKT, các giống có hàm lượng proline khác biệt ý nghĩa thống kê 1%. Trong đó, giống lúa MTL547, chuẩn kháng mặn Pokali, OM8017, OM5451 và chuẩn nhiễm mặn IR28 có hàm lượng proline lần lượt là 3,72, 2,81, 2,30, 1,75 và 1,49 $\mu\text{mol/g}$. Proline đóng vai trò quan trọng đối với cây trồng, nó giúp cây trồng phục hồi một cách nhanh chóng từ các điều kiện sốc khác nhau (Hayat *et al.*, 2012). Hàm lượng proline bị ảnh hưởng bởi các mức độ mặn khác nhau của nước tưới, proline tăng với sự gia tăng của độ mặn ở các giống lúa khác nhau (MR33, MR52, MR211, MR219 và MR232) (Hakim *et al.*, 2014a).

Trong điều kiện tưới nước mặn, cây lúa đã có sự tích lũy nồng độ proline cao hơn. Các nghiệm

Ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng, năng suất và sự sản sinh proline của các giống lúa (*Oryza sativa* L.) trồng trên đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới

Bảng 7. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến sự tích lũy proline ($\mu\text{mol/g DW}$) của các giống lúa trồng trên đất nhiễm mặn

Yếu tố		NSKT		
		20	40	65
Giống lúa (A)	Pokali (Chuẩn kháng mặn)	5,10 ^b	1,96 ^a	2,81 ^b
	IR28 (Chuẩn nhiễm mặn)	3,19 ^c	0,78 ^c	1,49 ^e
	OM5451	3,40 ^c	0,86 ^c	1,75 ^d
	MTL547	5,99 ^a	1,57 ^b	3,72 ^a
	OM8017	5,02 ^b	1,59 ^b	2,30 ^c
Nồng độ mặn của nước tưới (%) (B)	0 (Đối chứng)	0,87 ^d	0,90 ^c	0,89 ^c
	3	5,56 ^c	1,30 ^b	1,99 ^b
	4	5,80 ^{ab}	1,23 ^b	3,39 ^a
	5	5,94 ^a	1,99 ^a	3,39 ^a
F(A)	**	**	**	
F(B)	**	**	**	
F(A*B)	**	**	**	
CV (%)		10,1	19,7	9,35

Ghi chú: Trong cùng một cột các chữ cái theo sau giống nhau thì không khác biệt thống kê, ns: không khác biệt ý nghĩa, * khác biệt ý nghĩa 5%, ** khác biệt ý nghĩa 1% theo phép thử Duncan. DW: khối lượng khô

Thí nghiệm tưới nước mặn từ 3-5‰ có hàm lượng proline trong thân, lá cao hơn so với thí nghiệm tưới nước ngọt (đối chứng) ở cả ba thời điểm khảo sát ($P < 0,01$). Vào thời điểm 20 NSKT, các thí nghiệm tưới nước mặn 3-5‰ có hàm lượng proline trong khoảng 5,56-5,94 $\mu\text{mol/g}$ so với đối chứng 0,87 $\mu\text{mol/g}$. Tương tự, thời điểm 40 NSKT proline đạt 1,23-1,30 $\mu\text{mol/g}$ so với đối chứng 0,90 $\mu\text{mol/g}$, còn ở thời điểm 65 NSKT giá trị proline là 1,99-3,39 $\mu\text{mol/g}$ (Bảng 7). Có sự tương tác về hàm lượng proline giữa các nồng độ mặn từ 3-5‰ và các giống lúa thí nghiệm OM5451, MTL547 và OM8017. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây cho rằng sốc mặn làm tăng sự tích lũy proline trong cây lúa (Summart *et al.*, 2010).

3.5. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến hàm lượng Na^+ trong đất

Kết quả phân tích hàm lượng Na^+ trong đất cho thấy không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) về hàm lượng Na^+ giữa các đất nhiễm mặn, dao động trong khoảng 3,16-4,60 cmol/kg .

Tuy nhiên, khi tưới mặn từ 3‰ đã làm tăng tích lũy hàm lượng Na^+ trong đất (các thí nghiệm tưới nước mặn có hàm lượng 3,98-5,53 cmol/kg trong khi thí nghiệm tưới nước ngọt chỉ 1,95 cmol/kg) (Bảng 8).

4. KẾT LUẬN

Hai giống lúa triển vọng đã được xác định: Giống lúa OM8017 đạt chiều cao cây, số hạt chắc trên bông, khối lượng 1.000 hạt và năng suất hạt lúa cao nhất trong khi giống lúa MTL547 có khả năng sản sinh proline nhiều nhất.

Tưới nước mặn có nồng độ từ 3‰ đã làm giảm chiều cao cây lúa, số chồi lúa trên chậu, số hạt chắc trên bông, khối lượng 1.000 hạt và năng suất hạt lúa. Năng suất hạt lúa giảm 20,0; 57,3 và 56,6% tương ứng nồng với độ mặn của nước tưới 3, 4 và 5‰ so với đối chứng tưới nước sinh hoạt.

Hàm lượng proline tích lũy trong thân lúa và nồng độ Na^+ trong đất càng tăng khi nồng độ mặn của nước tưới tăng.

Bảng 8. Ảnh hưởng của các nồng độ mặn nước tưới đến hàm lượng Na⁺ trong đất nhiễm mặn

	Yếu tố	Na ⁺ (cmol/kg)
Giống lúa (A)	Pokali (Chuẩn kháng mặn)	3,78
	IR28 (Chuẩn nhiễm mặn)	3,16
	OM5451	4,15
	MTL547	4,60
	OM8017	4,25
Nồng độ mặn của nước tưới (%) (B)	0 (Đối chứng)	1,95 ^b
	3	3,98 ^a
	4	4,50 ^a
	5	5,53 ^a
F(A)		ns
F(B)		*
F(A*B)		ns
CV (%)		15

Ghi chú: Trong cùng một cột các chữ cái theo sau giống nhau thì không khác biệt thống kê, ns: không khác biệt ý nghĩa, * khác biệt ý nghĩa 5%, ** khác biệt ý nghĩa 1% theo phép thử Duncan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abrol I.P., Yadav J.S.P. and Massoud F.I. (1988). Salt-affected soils and their management (No. 39). FAO Soil Bulletin 39.
- Acosta-Motos J.R., Ortuño M.F., Bernal-Vicente A., Diaz-Vivancos P., Sanchez-Blanco M.J. and Hernandez, J.A. (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. *Agrono.*, 7(1): 18.
- Alam S., Huq S.I., Kawai S. and Islam A. (2007). Effects of applying calcium to coastal saline soils on growth and mineral nutrition of rice varieties. *J. Plant Nutr.*, 25(3): 561-576.
- Ali M.A. (2015). Effect of soil salinity and exogenous proline application on rice growth, yield, biochemical and antioxidant enzyme activities. *EC Agric.*, 2: 229-240.
- Aref F. (2013). Effect of saline irrigation water on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, 12(22): 3503-3513.
- Aref F. and Rad, H.E. (2012). Physiological characterization of rice under salinity stress during vegetative and reproductive stages. *Indian J. Sci. Technol.*, 5(4): 2578-2586.
- Aslam M., Qureshi R.H. and Ahmed N. (1993). A rapid screening technique for salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Soil*, 150(1): 99-107.
- Bates L.S., Waldren R.P. and Teare I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, 39(1): 205-207.
- Bernstein L. (1964). Salt tolerance of plants. United States Department of Agriculture. Information Bulletin 283.
- Bhusan D., Das D.K., Hossain M., Murata Y. and Hoque M.A. (2016). Improvement of salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by increasing antioxidant defense systems using exogenous application of proline. *Aust. J. Crop Sci.*, 10(1): 50-56.
- Bray R.H. and Kurtz L.T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, 59(1): 39-46.
- Chaves M.M., Flexas J. and Pinheiro C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann. Bot-London*, 103(4): 551-560.
- Chinnusamy V., Jagendorf A. and Zhu J.K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Sci.*, 45(2): 437-448.
- Fabre D., Siband P. and Dingkuhn M. (2005). Characterizing stress effects on rice grain development and filling using grain weight and size distribution. *Field Crop. Res.*, 92(1): 11-16.
- Flowers T.J. and Flowers S.A. (2005). Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agric. Water Manage*, 78(1-2): 15-24.
- Hakim M.A., Juraimi A.S., Hanafi M.M., Ismail M.R., Selamat A., Rafii M.Y. and Latif M.A. (2014a). Biochemical and anatomical changes and yield reduction in rice (*Oryza sativa* L.) under varied

Ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng, năng suất và sự sản sinh proline của các giống lúa (*Oryza sativa* L.) trồng trên đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới

- salinity regimes. Biomed Res. Int., <http://dx.doi.org/10.1155/2014/208584>
- Hakim M.A., Juraimi A.S., Hanafi M.M., Ali E., Ismail M.R., Selamat A. and Karim S.R. (2014b). Effect of salt stress on morpho-physiology, vegetative growth and yield of rice. *J. Environ. Biol.*, 35(2): 317-326.
- Hayat S., Hayat Q., Alyemeni M.N., Wani A.S., Pichtel J. and Ahmad A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signaling & Behavior*, 7(11): 1456-1466.
- Hu Y. and Schmidhalter U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Pl. Nutr. Soil Sci.*, 168(4): 541-549.
- Hussain S., Khaliq A., Matloob A., Wahid M.A. and Afzal I. (2013). Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. *Soil Environ.*, 32(1): 36-43.
- Khan M.A., Ungar I.A. and Showalter A.M. (2000). Effects of salinity on growth water relations and iron accumulation in the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii*, vr. *Stocksii*. *Annu. Bot.*, 85(2): 225-232.
- Lauchi A. and Grattan S.R. (2007). Plant growth and development under salinity stress. In: *Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops*. EDs.: Jenks M.A., Hasegawa P.M. and Jain S.M. Springer, Dordrecht, pp. 1-32.
- Lê Hồng Việt, Đỗ Bá Tân, Châu Minh Khôi (2015). Khảo sát hiện trạng xâm nhập mặn trong nước và đất sản xuất nông nghiệp tại huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 38: 48-54.
- Lê Xuân Thái, Trần Nhân Dũng (2013). Chọn lọc giống lúa chống chịu mặn ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 28: 79-85.
- Mahmood A., Latif T. and Khan M.A. (2009). Effect of salinity on growth, yield and yield components in basmati rice germplasm. *Pak. J. Bot.*, 41(6): 3035-3045.
- Mansour M.M.F., Salama K.H.A. and Al-Mutawa M.M. (2003). Transport proteins and salt tolerance in plants. *Plant Sci.*, 164(6): 891-900.
- Mohammadi N.G., Singh R.K., Arzanic A., Rezaie A.M., Sabourid H. and Gregoriob. G.B. (2010). Evaluation of salinity tolerance in rice genotypes. *Int. J. Plant Prod.*, 4(3): 199-207.
- Motamed M.K., Asadi R., Razaie M. and Amiri E. (2008). Response of high yielding rice varieties to NaCl salinity in greenhouse circumstances. *Afr. J. Biotechnol.*, 7: 3866-3873.
- Munns R. and Tester M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant Biol.*, 59: 651-681.
- Mustafa Z., Pervez M.A., Ayyub C.M., Matloob A., Khaliq A., Hussain S., Ihsan M.Z. and Butt M. (2014). Morpho-physiological characterization of chilli genotypes under NaCl salinity. *Soil Environ.*, 33(2): 133-141.
- Page L., Miller R.H. and Keeney R.D. (1982). *Methods for Soils Analysis, Part 2: Chemical and Microbial properties*, 2nd edition. American Society of Agronomy Incorporation. USA.
- Perez-Alfocea F., Balibrea M.E., Santa Cruz A. and Estan M.T. (1996). Agronomic and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. *Plant Soil*, 180(2): 251-257.
- Phạm Thị Phần, Lê Xuân Thái, Lê Thu Thủy, Ông Huỳnh Nguyệt Ánh. (2010). Chọn tạo giống lúa chất lượng cao cho đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2006-2008. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 13: 246-254.
- Quan Thị Ái Liên, Võ Công Thành, Nguyễn Thị Huyền Nhung (2012). Đánh giá khả năng chịu mặn và phẩm chất của giống lúa sồi, một bụi hồng và năng suất quýt biển. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 24a: 281-289.
- Rahman A., Nahar K., Al Mahmud J., Hasanuzzaman M., Hossain M.S. and Fujita M. (2017). Salt Stress Tolerance in Rice: Emerging Role of Exogenous Phytoprotectants. In *Advances in International Rice Research*. Jin Quan Li, IntechOpen, pp. 139-174.
- Robinson G.W. (1922). A new method for the mechanical analysis of soils and other dispersions. *J. Agric. Sci.*, 12(3): 306-321.
- Shabala S. (2013). Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. *Ann. Bot-London.*, 112(7): 1209-1221
- Shereen A., Mumtaz S., Raza S., Khan M.A. and Solangi S. (2005). Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice lines. *Pak. J. Bot.*, 37(1): 131-139.
- Siddique A.B., Islam M.R., Hoque M.A., Hasan M.M., Rahman M.T. and Uddin M.M. (2015). Mitigation of salt stress by foliar application of proline in rice. *Univers. J. Agr. Res.*, 3(3): 81-88.
- Summart J., Thanonkeo P., Panichajakul, S. Prathepha P. and McManus, M.T. (2010). Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Khao Dawk Mali 105, callus culture. *Afr. J. Biotechnol.*, 9(2): 145-152.