

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN MẶN TỚI SỐ LƯỢNG, CHIỀU DÀI, CHIỀU RỘNG VÀ SỰ ĐÓNG MỞ KHÍ KHỔNG Ở MỘT SỐ GIỐNG LÚA

Võ Thị Trà My¹*, Châu Thanh Nhã¹, Trần Lộc Thụy¹,
Trần Thị Thanh Xà¹, Võ Thanh Toàn¹, Nguyễn Khắc Thắng¹,
Nguyễn Thúy Kiều Tiên¹, Trần Ngọc Thạch¹

TÓM TẮT

Để làm sáng tỏ phản ứng của khí khổng dưới điều kiện stress mặn phục vụ cho công tác chọn giống thích ứng với biến đổi khí hậu. Kết quả nghiên cứu ghi nhận được dưới ảnh hưởng của điều kiện mặn, khí khổng các giống lúa kháng và nhiễm biểu hiện phản ứng khác nhau. Về số lượng khí khổng (SLKK) dưới điều kiện mặn 6‰, các giống nhiễm có xu hướng giảm > 50% SLKK. Một số giống kháng như: Pokkali, Đốc Phụng, OM7, OM44 có SLKK gần như không đổi, các giống kháng còn lại có SLKK giảm với tỷ lệ rất thấp. Môi trường mặn làm thay đổi kích thước khí khổng (KTKK) (như tăng hoặc giảm về chiều dài và chiều rộng). SLKK tương quan nghịch với chiều dài khí khổng (CDKK) (SLKK giảm thì CDKK tăng). Về phản ứng đóng/mở của khí khổng dưới ảnh hưởng của mặn 6‰, ở các giống kháng được ghi nhận khí khổng duy trì trạng thái mở, giống nhiễm khí khổng vẫn đóng. Kết quả trên cho thấy, stress mặn làm ảnh hưởng đến cơ sở sinh lý của tế bào khí khổng và phản ứng đối nghịch của các giống kháng và nhiễm.

Từ khóa: *Indica, Japonica, lúa mùa, lúa hoang, khí khổng, mặn.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khí khổng là những lỗ nhỏ siêu hiển vi trên bề mặt lá ở khắp các mô của cây trồng và hầu hết chúng thường xuất hiện nhiều nhất ở bề mặt lá. Cấu trúc của khí khổng đóng vai trò tối ưu hóa sự trao đổi nước và khí trong tế bào lá [4, 5, 8, 10]. Chức năng chính của khí khổng cho phép hấp thu khí CO₂ sử dụng trong quá trình quang hợp và kiểm soát lượng nước thất thoát qua quá trình thoát hơi nước [17, 7]. Thay đổi những đặc tính của khí khổng có thể làm biến đổi các bon, lượng nước hấp thu ở cây trồng và góp phần ý nghĩa tạo ra cây lúa chống chịu với biến đổi khí hậu. Đóng vai trò là bộ máy điều khiển quang hợp, việc điều khiển các tính trạng liên quan đến khí khổng, đặc biệt là số lượng và kích thước của khí khổng có thể mở ra hướng nghiên cứu mới để có thể phá vỡ những trở ngại về năng suất lúa, đặc biệt là ở những khu vực thiếu nước [13]. Việc đưa tính trạng liên quan đến khí khổng vào chương trình chọn giống lúa để giúp tăng khả năng quang hợp và năng suất cây lúa. Ảnh hưởng của mặn lên các đặc tính của

khí khổng rất phức tạp như ảnh hưởng cả về phản ứng của khí khổng, độ mở, kích thước và số lượng [11, 14, 12]. Cây trồng dưới điều kiện mặn có thể giảm đáng kể số lượng khí khổng gần 30% [15, 2]. Điều này cho thấy, sự thay đổi ở số lượng khí khổng có thể là cơ chế chủ yếu mà cây trồng có thể tối ưu hóa trong việc sử dụng hiệu quả lượng nước. Tuy nhiên, cơ sở di truyền và sinh lý của các tính trạng liên quan đến khí khổng vẫn chưa được xác định rõ ràng [3]. Rất ít nghiên cứu được thực hiện để khám phá mối liên kết giữa các tính trạng liên quan giữa khí khổng và tính chống chịu mặn ở cây lúa đến thời điểm hiện tại. Chính vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm làm sáng tỏ việc kiểm soát hoạt động của khí khổng dưới điều kiện stress do mặn phục vụ cho công tác chọn giống thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Gồm 22 giống lúa (Bảng 1) cùng 2 giống lúa đối chứng kháng là Pokkali và đối chứng nhiễm IR64. Các giống dùng trong thí nghiệm này được cung cấp bởi ngân hàng gen của Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).

¹ Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long

*Email: vothitramyag@gmail.com

Bảng 1. Danh sách 22 giống lúa được sử dụng trong nghiên cứu

STT	Tên giống	Loài phụ	Nguồn gốc
1	<i>O. officinalis</i>	Lúa hoang	Thu thập
2	<i>O. rufipogon</i>	Lúa hoang	Thu thập
3	Một Bụi Đỏ Acc0018	Lúa mùa - <i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
4	Trắng Tím	Lúa mùa - <i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
5	Một Bụi Đỏ M	Lúa mùa - <i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
6	Độc Phụng	Lúa mùa - <i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
7	Dòng Japonica 2	<i>Japonica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
8	OM2517	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
9	OM2	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
10	OM10	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
11	OM9	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
12	OM7	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
13	OM10424	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
14	OM24	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
15	OM3	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
16	OM406	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
17	OM34	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
18	OM344	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
19	OM44	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
20	OM6	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
21	OM384	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL
22	OM1	<i>Indica</i>	Viện Lúa ĐBSCL

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xử lý mặn

Xử lý mặn được thực hiện theo phương pháp của Glenn và cs (1997) [6]. Hạt lúa được đặt trên giấy lọc ẩm và ủ ở nhiệt độ 30°C trong 48 giờ cho nảy mầm. Mỗi giống lúa được gieo riêng biệt vào 10 hàng, mỗi hàng 2 hạt lúa nảy mầm vào khay xếp thành lớp có ốp lưới mặt dưới. Sau đó xếp lưới có chứa hạt lúa nảy mầm được đặt vào khay có chứa môi trường Yoshida. Thay môi trường mới sau mỗi 5 ngày và duy trì độ pH ở mức pH 5,0 - 5,3. Sau 14 ngày trong môi trường Yoshida, nồng độ muối NaCl 6‰ sẽ được thêm vào. Nồng độ pH của môi trường Yoshida và muối sẽ được kiểm tra và điều chỉnh sau mỗi 3 ngày để duy trì độ pH ở mức 5,0 - 5,3. Thời điểm đánh giá tỉ lệ sống sót được tính từ khi đối chứng nhiễm IR64 chết hoàn toàn (~21 ngày) sau khi xử lý mặn, đánh giá tỷ lệ kháng nhiễm và thu mẫu lá cho các tính trạng số lượng khí khổng (SLKK), chiều dài khí khổng (CDKK) và chiều rộng khí khổng (CRKK).

2.2.2. Số lượng và kích thước khí khổng

Số lượng và kích thước khí khổng được đo đếm theo phương pháp của Caine và cs (2019), Yin và cs

(2017) [1], [18]. Lá thứ 7 - 10 được thu thập vào ống eppendorf 2 ml có chứa sẵn nước. Các mẫu lá được để ở môi trường ngoài từ 5 ngày đến 7 ngày để tế bào thịt lá bị phân hủy. Phần biểu bì phía trên mặt lá và tế bào thịt lá được nhẹ nhàng loại bỏ bằng dao lam cho đến khi bề mặt lá hoàn toàn trong suốt. Phần lá trong suốt này được chuyển qua lam kính với nước hoặc glycerol và quan sát trực tiếp dưới kính hiển vi OLYMPUS CX41 liên kết với camera INFINITY 3 (Lumenera) với diện tích hình 0,64 μm^2 dưới độ phóng đại 10X và 40X. Số lượng, chiều dài và CRKK được đo, đếm bằng phần mềm Image J. SLKK trên bề mặt lá được xác định dựa trên SLKK có thể nhìn thấy tại 5 vùng dưới kính hiển vi dưới độ phóng đại 10X.

2.2.3. Sự đóng mở khí khổng

Sự đóng mở của khí khổng được thực hiện theo phương pháp của Scarpeci và cs (2017), Urban và cs (2017) [16], [17]. Mẫu lá được thu trước 12 giờ trong ngày, chọn những lá có đường kính lá to để thu mẫu. Chọn 3 vị trí trên bề mặt lá và chuẩn bị cao su non để lấy vết in của khí khổng. Cao su non và cao su nhẹ (Elite HD+, Zhermarck) được phủ lên bề mặt lá. Sau đó, hỗn hợp được chờ khô trong 4 phút đến 5 phút và

được lấy ra khỏi mặt lá. Vết in của khí khổng được xử lý trong lab để chuyển dấu in khí khổng sang bề mặt keo, sau đó dán trực tiếp lên lam kính. Mẫu tiêu bản được quan sát dưới kính hiển vi, kích thước khí khổng được đo bằng phần mềm Image J.

2.2.4. Phân tích số liệu

Số liệu SLKK, CDKK, CRKK được xử lý thống kê bằng phần mềm R.

2.2.5. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 7 năm 2020 – tháng 5 năm 2021 tại Bộ môn Di truyền và Chọn giống, Viện Lúa ĐBSCL.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

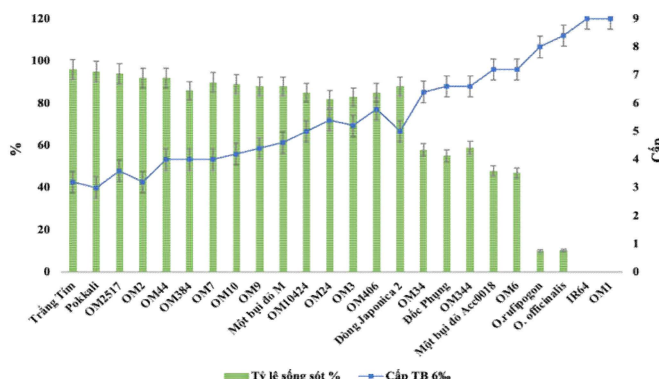
3.1. Kết quả đánh giá tính chịu mặn ở mức độ 6‰ của các giống

Kết quả đánh giá cho thấy một số giống lúa mùa và lúa OM được đánh giá tính kháng từ cấp 3 - 5. Hai giống lúa hoang và một số giống lúa OM khác được ghi nhận nhiễm với tỷ lệ sống sót thấp với cấp trung bình 8 - 9 (Hình 1).

3.2. Số lượng khí khổng, chiều dài và chiều rộng khí khổng

3.2.1. Số lượng khí khổng

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy có sự biến động ý nghĩa giữa các giống, giữa nồng độ mặn, giữa giống và nồng độ mặn đối với SLKK, tuy nhiên điều này cho thấy, ngược lại trên CDKK và CRKK (Bảng 2). SLKK, CRKK và CDKK tuân theo quy luật phân phối chuẩn, ngoại trừ CRKK ở mặn 6‰ (Hình 3A-C). Hệ số biến động (CV%) dao động từ 11,6% đến 23,4%.

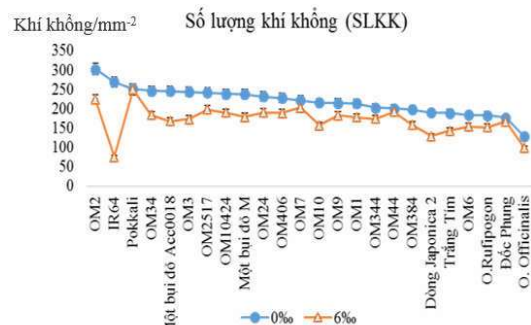


Hình 1. Tỷ lệ sống sót và cấp trung bình kháng/nhiễm ở nồng độ mặn 6‰ của tổng số 24 giống được ghi nhận sau 21 ngày nhiễm mặn ở điều kiện nhà lưới

Sau 21 ngày xử lý dưới điều kiện mặn 6‰, giống đối chứng kháng Pokkali có SLKK không thay đổi nhiều so với điều kiện không mặn (Hình 2 và 3). Riêng giống đối chứng nhiễm IR64 dưới điều kiện mặn 6‰ có SLKK giảm đi gấp 3 lần so với SLKK ở điều kiện không mặn (Hình 4A-D). Nhìn chung các giống nhiễm có xu hướng giảm SLKK, ngoại trừ một số giống kháng như Pokkali, OM2, OM7, OM44, OM2517, Đốc Phụng có SLKK trung bình không thay đổi sau 21 ngày trong môi trường muối 6‰. Trong đó, hai giống OM44 và Đốc Phụng thuộc giống có SLKK thấp, đồng thời mang tính trạng kháng mặn 6‰.

Bảng 2. Phân tích ANOVA giữa các tính trạng SLKK, CRKK, CDKK

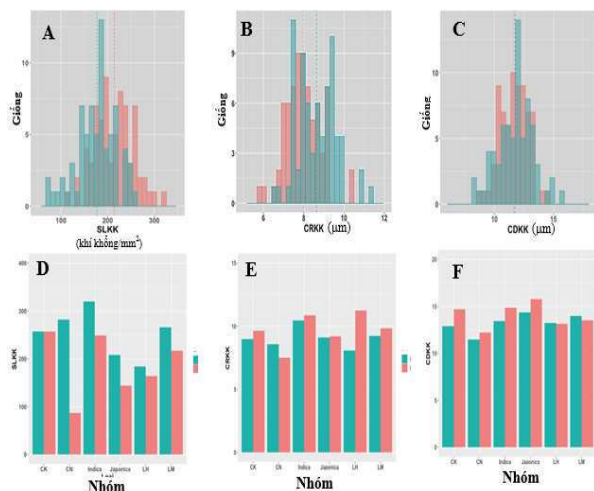
Biến số	SLKK (mm ²)	CRKK (μm)	CDKK (μm)
Khoảng	68 - 320	5,7 - 11,2	8,1 - 15,8
Trung bình	195,6	8,3	11,7
Độ biến động (CV%)	23,4	12,1	11,6
Hệ số di truyền (H ² _{bs})	0,75	0,28	0,35
Giống	14***	1,1ns	0,6ns
Nồng độ mặn	128,8***	17,2***	0,2ns
Giống x nồng độ mặn	9,2***	0,7ns	0,5ns



Hình 2. SLKK ở các giống lúa sau 21 ngày dưới điều kiện mặn 6‰

Xét về nhóm, ở nhóm chuẩn kháng không thay đổi về SLKK khi so sánh giữa hai điều kiện mặn và đối chứng. Các nhóm còn lại SLKK giảm ít nhiều, đối với nhóm chuẩn nhiễm, SLKK giảm gần 4 lần sau khi xử lý mặn, ba nhóm còn lại là nhóm *Indica* (gồm các giống OM), nhóm lúa mùa và nhóm lúa hoang có tỷ lệ SLKK giảm ít hơn khi ở điều kiện mặn so với điều kiện đối chứng (Hình 3D). Về CRKK, nhóm *Japonica* có kích thước chiều rộng thay đổi nhiều hơn so với các nhóm còn lại, tăng hơn so với đối chứng sau khi xử lý mặn và so với điều kiện đối chứng không xử lý mặn. Riêng đối với nhóm nhiễm, CRKK giảm hơn so với điều kiện thường (Hình 3E). Xét về CDKK, theo xu hướng chung các nhóm đều tăng sau khi xử lý

mặn (Hình 3F). Hệ số di truyền (H^2_{bs}) của tính trạng SLKK đạt 0,75, chứng tỏ tính trạng này quan trọng cho quá trình chọn giống chống chịu stress phi sinh học. Phân tích hệ số tương quan Pearson giữa các tính trạng cho thấy có sự tương quan nghịch có ý nghĩa giữa SLKK và CDKK.



Hình 3. Biểu đồ phân phối chuẩn và biểu đồ so sánh SLKK, CRKK, CDKK giữa hai điều kiện đối chứng và mặn 6‰

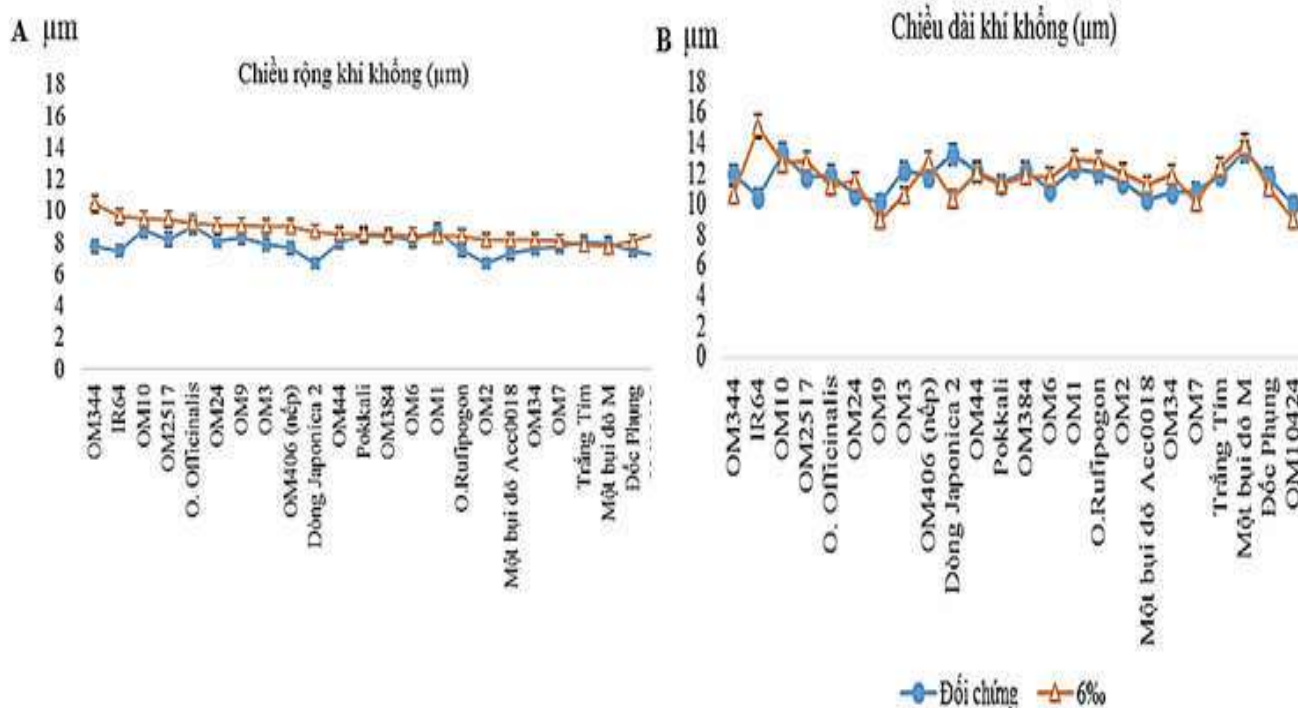
Ghi chú: A: Phân bố về SLKK, B: Phân bố về CRKK, C: Phân bố về CDKK, D: Phân nhóm SLKK, E: Phân nhóm CRKK, F: Phân nhóm CDKK.

3.2.2. Chiều dài và rộng của khí khổng

Phản ứng sinh lý của khí khổng dưới độ mặn 6‰ làm thay đổi kích thước của khí khổng. Một số giống kháng tăng kích thước khí khổng dưới điều kiện 6‰ cả về chiều rộng lẫn chiều dài như giống OM344, OM9, OM3, OM406, dòng *Japonica 2*.

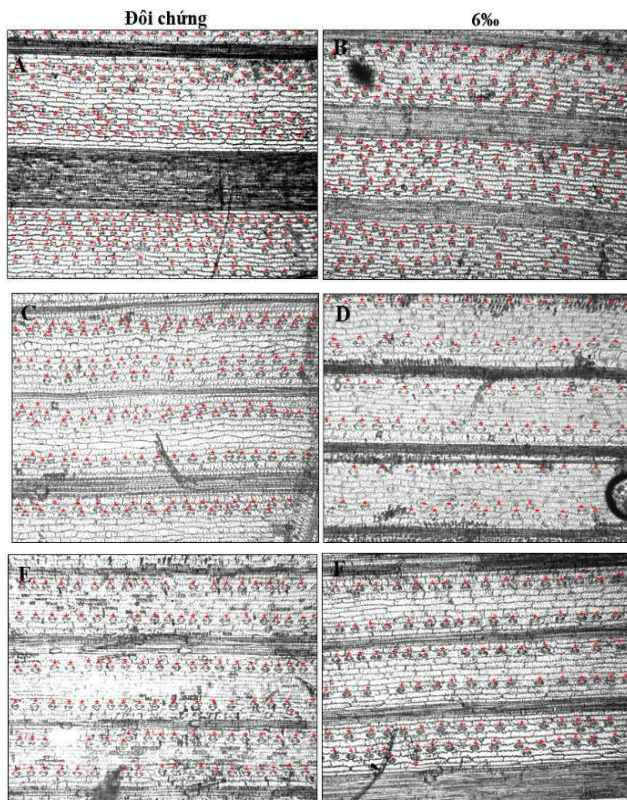
Về CRKK, các giống Pokkali, OM44, OM384, OM1, OM34, OM7, Trắng Tím, Một Bụi Đỏ M, Đốc Phụng kích thước không thay đổi trước và sau xử lý mặn. Trong khi các giống còn lại kích thước chiều rộng đều tăng lên sau khi xử lý mặn 6‰.

Về CDKK, sau khi xử lý mặn 6‰ được chia thành 3 nhóm: nhóm các giống không thay đổi kích thước khí khổng sau xử lý mặn gồm Pokkali, OM44, OM10, OM384, OM1, Trắng Tím, Một Bụi Đỏ M, Đốc phụng; nhóm các giống có CDKK dài hơn so với điều kiện đối chứng gồm IR64, OM2517, OM24, OM406, OM6, OM34, *O. rufipogon*, OM2 và nhóm các giống còn lại có CDKK ngắn hơn so với cùng điều kiện đối chứng *O. officinalis*, OM9, OM3, dòng *Japonica*, OM7, OM10424, OM344, Đốc phụng (Hình 4).



Hình 4. Biểu đồ so sánh kích thước khí khổng của các giống dưới điều kiện đối chứng và điều kiện mặn 6‰

A: CRKK, B: CDKK.



Hình 5. SLKK ở các giống đối chứng, lúa mùa, lúa hoang và OM dưới điều kiện đối chứng và mặn 6‰ dưới độ phóng đại 10X, kích thước 50 μ m

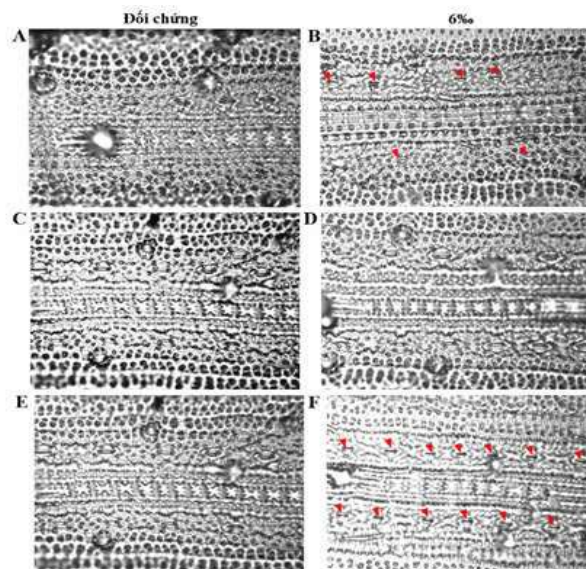
Ghi chú: A và B SLKK của giống Pokkali dưới điều kiện đối chứng và điều kiện mặn 6‰. C và D SLKK của giống IR64 dưới điều kiện đối chứng và mặn 6‰. E và F SLKK của giống lúa hoang O. officinalis dưới điều kiện đối chứng và mặn 6‰. Vị trí dấu sao là vị trí của khí khổng trên bề mặt lá.

3.3. Sự đóng mở khí khổng dưới điều kiện mặn

Các giống sau khi xử lý mặn được tiến hành lấy vết in khí khổng và quan sát dưới kính hiển vi với độ phóng đại 40X. Kết quả quan sát cho thấy, khí khổng vẫn duy trì trạng thái mở ở các giống kháng như Pokkali và giống lúa mùa Trắng Tím (Hình 6 A-B, E-F) và một số giống kháng OM dưới điều kiện mặn 6‰ so với điều kiện không mặn. Riêng giống nhiễm IR64 và các giống nhiễm khác khí khổng đóng hoàn toàn ở cả hai điều kiện đối chứng không mặn và mặn 6‰ (Hình 6C-D).

Theo Kiani - Pouya và cs (2020) [9], cây lúa sẽ chống chịu được điều kiện khô hạn và mặn thông qua việc kiểm soát được các kênh đóng và mở của khí khổng, tăng khả năng sống sót, cải thiện được năng suất hạt. Các giống mẫn cảm với điều kiện mặn có xu hướng né tránh trong điều kiện stress mặn

bằng cách giảm SLKK để bảo tồn lượng nước. Ngược lại, ở những giống chống chịu mặn có khuynh hướng bảo tồn hay không thay đổi SLKK. SLKK cao ở các giống kháng dẫn đến hiệu quả sử dụng nước cao dưới điều kiện mặn. Hơn nữa, những giống chịu mặn có khả năng sử dụng Na^+ giúp cho sự chuyển động của khí khổng [12]. Điều này đúng với kết quả thí nghiệm trên, SLKK giảm rất đáng kể ở giống đối chứng nhiễm IR64. Một số giống kháng SLKK cũng giảm so với đối chứng. Chiều dài và CRKK của các giống kháng không thay đổi nhưng có sự thay đổi rõ rệt có ý nghĩa trong số các giống nhiễm mặn. Mặt khác, về sự đóng mở của khí khổng dưới điều kiện mặn, giống đối chứng kháng Pokkali và các giống kháng khác biểu hiện khí khổng mở so với giống đối chứng IR64 (khí khổng đóng hoàn toàn dưới điều kiện mặn).



Hình 6. So sánh sự mở của khí khổng dưới điều kiện mặn

Ghi chú: A - B giống đối chứng kháng Pokkali dưới điều kiện đối chứng và mặn 6‰. C - D IR64 giống đối chứng nhiễm dưới cả 2 điều kiện 0‰ và 6‰. E - F giống lúa mùa Trắng Tím dưới cả hai điều kiện 0‰ và 6‰. Vị trí dấu tam giác là vị trí khí khổng mở.

4. KẾT LUẬN

Về SLKK dưới điều kiện mặn 6‰, các giống nhiễm có xu hướng giảm SLKK như giống đối chứng nhiễm IR64 có SLKK giảm đi gấp 3 lần so với SLKK ban đầu ở điều kiện bình thường. Bên cạnh đó, một số giống kháng như: Pokkali, Trắng Tím, Đốc Phụng, dòng Japonica 2, OM384, OM7, OM44,

OM2517 có SLKK ít bị ảnh hưởng bởi mặn. Chiều dài và CRKK của các giống kháng không thay đổi (Pokkali, OM9, OM3, OM406, dòng *Japonica* 2, OM44, OM384, OM34, OM7, Trắng Tím, Một Bụi Đỏ M, Đốc Phụng). Các giống còn lại thuộc nhóm nhiễm có sự thay đổi rõ rệt có ý nghĩa về kích thước khí khổng.

Về phản ứng đóng/mở của khí khổng dưới ảnh hưởng của mặn, kết quả ở nồng độ 6‰ ở các giống kháng quan sát thấy khí khổng dần mở ra (đại diện giống là Pokkali và Trắng Tím). Riêng ở các giống nhiễm như IR64 khí khổng hoàn toàn không thay đổi (khí khổng đóng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Caine R. S., Yin X., Sloan J., Harrison E. L., Mohammed U., Fulton T., et al. (2019). Rice with reduced stomatal density conserves water and has improved drought tolerance under future climate conditions. *New Phytol.* 221 371 - 384. doi:10.1111/nph.15344.
2. Chatterjee, J., Thakur, V., Nepomuceno, R. et al. (2020). Natural Diversity in Stomatal Features of Cultivated and Wild *Oryza* Species. *Rice* 13. <https://doi.org/10.1186/s12284-020-00417-0>.
3. Chen H, Zhao X, Zhai L, Shao K, Jiang K, Shen C, Chen K, Wang S, Wang Y, Xu J., (2020). Genetic Bases of the Stomata - Related Traits Revealed by a Genome-Wide Association Analysis in Rice (*Oryza sativa* L.). *Front Genet.* 2020 Jun 9; 11: 611. doi: 10.3389/fgene.2020.00611. PMID: 32582301; PMCID: PMC7296080.
4. Cowan IR. (1977). Stomatal behaviour and environment. *Adv Bot Res* 4:117 – 228.
5. Farquhar GD, Schulze ED, Küppers M. (1980). Responses to humidity by stomata of *Nicotiana glauca* and *Corylus avellana* L. are consistent with the optimization of carbon dioxide uptake with respect to water loss. *Aust. J. Plant Physiol* 7: 315-327.
6. Glenn, B. Gregorio, D. Senadhira and R. D. Mendoza. (1997). Screening rice for salinity tolerance International Rice Research Institute, Manila, Philippines. Discussion paper, No. 22: 1 - 30.
7. Huang X. Y., Chao D. Y., Gao J. P., Zhu M. Z., Shi M., Lin H. X., (2009). A previously unknown zinc finger protein, DST, regulates drought and salt tolerance in rice via stomatal aperture control. *Genes Dev.*, 23, pp. 1805 - 1817.
8. Kanemura T, Homma K, Ohsumi A, Narisu H, Shiraiwa T, Ebana K, Uga Y, Kojima Y, Fukuoka S. (2005). Analysis of genetic variability in yield-related traits of rice using global core collection. II Leaf photosy.
9. Kiani-Pouya, A., Rasouli, F., Rabbi, B., Falakboland, Z., Yong, M., Chen, Z.-H., ... Shabala, S. (2020). Stomatal traits as a determinant of superior salinity tolerance in wild barley. *Journal of Plant Physiology*, 153108. doi: 10.1016/j.jplph.
10. Lawson T, Simkin AJ, Kelly G, Granot D. (2014). Mesophyll photosynthesis and guard cell metabolism impacts on stomatal behavior. *New Phytol* 203: 1064 - 1081.
11. Liu X., Mak M., Wang F., Chen G., Veljanoski F., Wang G., Shabala S., Zhou M., Chen Z. H. (2014). Linking stomatal traits and expression of slow anion channel genes HvSLAH1 and HvSLAC1 with grain yield for increasing salinity tolerance in barley. *Front Plant Sci* 5: 634.
12. Ohsumi A, Kanumura T, Homma K, Horie T, Shiraiwa T. (2007). Genotypic variation of stomatal conductance in relation to stomatal density and length in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Prod Sci* 10 (3): 322 – 328.
13. Xu Y, This D, Pausch RC, Vonhof WM, Coburn JR, Comstock JP, McCouch SR. (2009). Leaf - level water use efficiency determined by carbon isotope discrimination in rice seedlings: genetic variation associated with population structure and QTL mapping. *Theor Appl Genet* 118: 1065 - 1081.
14. Peng, S., Laza, R. C., Khush, G. S., Sanico, A. L., Visperas, R. M., and Garcia, F. V. (1998). Transpiration efficiencies of indica and improved tropical japonica rice grown under irrigated conditions. *Euphytica* 103, 103 – 108.
15. Shabala, S., Munns, R. (2012). Salinity stress: physiological constraints and adaptive mechanisms. *Plant stress physiology* 1 (1), 59 – 93.
16. Scarpeci, T. E., Zanor, M. I. and Valle, E. M. (2017). Estimation of Stomatal Aperture in *Arabidopsis thaliana* Using Silicone Rubber

Imprints. *Bio-protocol* 7(12):
10.21769/BioProtoc.2347.

17. Urban J, Ingwers MW, McGuire MA, Teskey RO. (2017). Increase in leaf temperature opens stomata and decouples net photosynthesis from stomatal conductance in *Pinus taeda* and *Populus deltoides* x *nigra*. 2017. *J Exp Bot. Mar* 1; 68 (7): 1757-1767. doi: 10.1093/jxb/erx052. PMID: 28338959; PMCID: PMC5444456.

18. Yin X. J., Biswal A. K., Dionora J., Perdigon K. M., Balahadia C. P., Mazumdar S., Chater C., Lin H. C., Coe R. A., Kretschmar T. *et al.* (2017). CRISPR - Cas9 and CRISPR - Cpf1 mediated targeting of a stomatal developmental gene *EPFL9* in rice. *Plant Cell Reports* 36: 745– 757.

EFFECT OF SALINITY STRESS ON STOMATAL DENSITY, LENGTH, WIDTH AND APERTURE IN RICE VARIETIES

**Vo Thi Tra My, Chau Thanh Nha, Tran Loc Thuy,
Tran Thi Thanh Xa, Vo Thanh Toan, Nguyen Khac Thang,
Nguyen Thuy Kieu Tien, Tran Ngoc Thach**

Summary

To elucidate the response of stomata under salinity stress for climate change adaptation. This study showed that under the influence of salinity conditions, the stomata of resistant and susceptible rice varieties showed different responses. The number of stomata in sensitive varieties under a 6‰ salinity condition decreased by > 50% stomata density. Some resistant varieties such as Pokkali, Doc Phung, OM7 and OM44 had almost unchanged stomata density, while the remaining resistant varieties had a low reduction in stomata density. The salinity condition changes the stomatal size (such as increasing or decreasing in length and width). Stomata density is negatively correlated with stomatal length. Regarding the opening/closing response of stomata under the influence of 6‰ salinity, the resistant varieties stayed open while the susceptible varieties remained closed at the same salinity condition. These results show that salinity stress affects the physiological basis of stomata cells and the opposing responses of resistant and infected varieties.

Keywords: *Indica, Japonica, landrace, wild rice, stomata, salinity.*

Người phản biện: PGS.TS. Lã Tuấn Nghĩa

Ngày nhận bài: 11/6/2021

Ngày thông qua phản biện: 12/7/2021

Ngày duyệt đăng: 19/7/2021