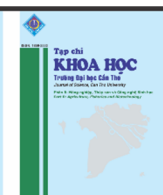




Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jvn.2018.179

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU MẶN CỦA 12 GIỐNG LÚA ĐỊA PHƯƠNG TỈNH TRÀ VINH BẰNG DẤU PHÂN TỬ DNA VÀ CHỈ TIÊU K^+/Na^+ Ở LÚA

Huỳnh Kỳ^{1*}, Văn Quốc Giang¹, Nguyễn Châu Thanh Tùng¹, Nguyễn Lộc Hiền¹ và Trần Hữu Phúc²

¹Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

²Viện Nghiên cứu và Phát triển Đồng bằng sông Cửu Long, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Huỳnh Kỳ (email: hky@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 09/05/2018

Ngày nhận bài sửa: 03/08/2018

Ngày duyệt đăng: 28/12/2018

Title:

Assessment of 12 potential rice varieties from Tra Vinh province based on SSR markers and their uptake of K^+/Na^+ ratios

Từ khóa:

Chỉ thị SSR, lúa chịu mặn, tỷ lệ K^+/Na^+

Keywords:

SSR markers, salt tolerance rice, K^+/Na^+

ABSTRACT

The study was aimed to evaluate the capability of K^+ and Na^+ uptake and survival rate of 12 potential salt tolerance rice varieties through Yoshida media supplemented with 6‰ NaCl using three SSR markers (RM336, RM10793 and RM10825) to identify the salt-tolerant genotypes. The results showed that Chim Vàng, Ba Tuc, ST5, Bạc Liêu, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, TV13 and Trang Tép have the same genotype with Pokkali positive control at RM10793 and RM10825 loci (PCR pattern at 85bp for RM10793 and 137bp for RM10825) and ratio of K^+/Na^+ uptake, respectively. The results showed that these varieties have sharing the similar salt tolerance characteristic to Pokkali variety. In addition, RM336 was the key marker to identify Tai Nguyen Hat Tron, Ba Tuc, ST5, Tai Nguyen, Bạc Liêu, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, Trang Tép tightly linked to QTL qPH7.1s (showed amplicon of 164 bp as Pokkali) and also showed plant height increasing rate under salt stress treatment at of 6‰. In which, two rice varieties (Lúa Sỏi and Một Bụi Đỏ) presented high salt-tolerant capability in plant height increasing rate and K^+/Na^+ ratio uptake. The study clearly showed that these varieties harboured the same alleles with Pokkali conferring salt tolerance trait in seedlings and served as baseline data for further study on selection of salt tolerance in rice.

TÓM TẮT

Thí nghiệm đánh giá khả năng chịu mặn của 12 giống lúa tỉnh Trà Vinh qua khả năng hấp thụ K^+/Na^+ và tỷ lệ sống sót sau khi xử lý mặn ở nồng độ 6‰ NaCl trong môi trường dinh dưỡng Yoshida kết hợp với dấu phân tử RM336, RM10825 và RM10793. Kết quả cho thấy, các giống lúa Chim Vàng, Ba Tuc, ST5, Bạc Liêu, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, TV13 và Trắng Tép có kiểu gen tại các loci RM10825 và RM10793 tương tự như giống đối chứng Pokkali (cho sản phẩm PCR là 85bp với RM10793 và 137bp với RM10825) và đều cho tỷ lệ K^+/Na^+ hấp thụ tương ứng. Chứng tỏ các giống lúa này có kiểu gen chống chịu mặn tương tự như đối chứng Pokkali. Dấu phân tử RM336 đã giúp xác định được các giống lúa Tài Nguyên Hạt Tròn, Ba Tuc, ST5, Tài Nguyên, Bạc Liêu, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, Trắng Tép có thể mang QTL qPH7.1s (cùng có band 164 bp như Pokkali) và cũng đều cho tỷ lệ tăng chiều cao tối trong điều kiện mặn ở nồng độ muối 6‰. Tuy nhiên, hai giống Lúa Sỏi và Một Bụi Đỏ cho thấy các đặc tính chịu mặn vượt trội qua khả năng tăng trưởng chiều cao cây và hấp thụ ion K^+ và Na^+ . Kết quả này cho thấy các giống lúa khảo sát hiện diện vị trí tính trạng số lượng (QTL) quy định tính chống chịu mặn như giống chuẩn chống chịu Pokkali và cũng là cơ sở cho nghiên cứu tiếp theo

Trích dẫn: Huỳnh Kỳ, Văn Quốc Giang, Nguyễn Châu Thanh Tùng, Nguyễn Lộc Hiền và Trần Hữu Phúc, 2018. Đánh giá khả năng chịu mặn của 12 giống lúa địa phương tỉnh Trà Vinh bằng dấu phân tử DNA và chỉ tiêu K^+/Na^+ ở lúa. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(9B): 41-46.

1 GIỚI THIỆU

Lúa gạo là loại cây lương thực đứng vị trí hàng đầu, có giá trị kinh tế cao và đã trở thành một trong những văn hóa ẩm thực đặc trưng trong đời sống và con người Việt Nam. Năm 2016, Việt Nam được xếp vào nước xuất khẩu gạo đứng thứ tư trên thế giới đạt 1,4 tỉ USD, chiếm khoảng 10,3% sản lượng xuất khẩu gạo trên thế giới (FAO, 2016). Tuy nhiên, Việt Nam cũng là một trong các nước chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu. Theo các báo cáo về ảnh hưởng của xâm nhập mặn lên việc sản xuất lúa gạo ở Đông Nam Á thì năm 2015 có thể được xem là năm tồi tệ nhất do ảnh hưởng của mặn xâm nhập trong suốt các thập kỷ qua (OECD và FAO, 2017). Trong năm 2016 thì nồng độ muối đo được trong đất là rất cao và gây tổn hại hơn 4% diện tích đất canh tác nông nghiệp (OECD và FAO, 2017). Thêm vào đó là các nghiên cứu về những diễn biến của kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam cho thấy đến năm 2030 diện tích lúa 3 vụ bị ảnh hưởng có thể là 22,73 ha trên địa bàn 2 tỉnh Trà Vinh và Sóc Trăng. Đến năm 2050, diện tích lúa 3 vụ bị tổn thương do 2 yếu tố mặn và ngập là khá lớn với 423,26 ha phân bố trên địa bàn 4 tỉnh Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng và Long An, trong đó tỉnh Bến Tre có diện tích bị tổn thương do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lớn nhất với 143,35 ha (Nguyễn Thị Hồng Diệp và *ctv.*, 2015). Đứng trước thực trạng đó việc nghiên cứu tìm ra giống lúa có khả năng chịu được mặn nhằm đảm bảo an toàn lương thực là vấn đề cấp thiết mà hầu hết các nhà chọn giống đã và đang rất quan tâm.

Hiện nay, các nhà khoa học trên thế giới ứng dụng phương pháp chọn giống có sự hỗ trợ của dấu phân tử (MAS) nhằm định vị chính xác các gen chịu

mặn và chuyển các gen này vào các giống năng suất cao. Lập bản đồ QTLs cho khả năng chịu mặn liên kết với dấu phân tử SSRs trong lúa đã được báo cáo bởi nhiều nhà khoa học. Dựa vào dấu chỉ thị phân tử SSR (simple sequence repeat) có thể nhận diện sớm được các nguồn gen quý như nhóm gen chống chịu được mặn, hạn hay kháng các tác nhân sinh học có trong tập đoàn lúa địa phương, từ đó các nhà khoa học có thể đưa vào các giống lúa ưu tú nhằm đáp ứng nhu cầu giống lúa của xã hội. Theo nghiên cứu của (Mohammadi *et al.*, 2013), dấu phân tử RM336 được cho là liên kết với QTL *qPH7.1s* cho tính trạng chiều cao của cây lúa nằm trên nhiễm sắc thể (NST) số 7. Hai dấu phân tử RM10793 và RM10825 trên NST số 1 được mô tả là liên kết với QTL *qSKC1*, *qSNK* và *qRNK1* quyết định có khả năng tích lũy K^+ , Na^+ và tỷ lệ K^+/Na^+ trên thân và rễ lúa (Thompson *et al.*, 2010). Nhận thấy được sự phù hợp với nghiên cứu đang thực hiện, ba dấu phân tử SSR (RM336, RM10793, RM10825) đã được chọn để khảo sát khả năng chống chịu mặn của 12 giống lúa địa phương. Đồng thời qua đó nhóm nghiên cứu muốn kiểm tra mối liên kết giữa các cặp môi SSR đến các QTL *qPH7.1s*, *qSKC1*, *qSNK* và *qRNK1* ở 12 giống lúa địa phương nhằm tuyển chọn được giống có tiềm năng cho công tác chọn tạo giống lúa chống chịu mặn hiện tại và các nghiên cứu liên quan trong tương lai.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu gồm các giống lúa địa phương ở tỉnh Trà Vinh và giống lúa từ Viện Nghiên cứu Lúa Quốc tế (IRRI) (Bảng 1), và trình tự 3 cặp môi sử dụng trong nghiên cứu này (Bảng 2).

Bảng 1: Danh sách 14 giống lúa thí nghiệm

STT	Tên giống	Nguồn gốc
1	Pokkali (chống chịu)	Lúa chịu mặn của Bangladesh
2	IR 28 (mẫn cảm)	Viện Nghiên cứu Lúa Quốc tế (IRRI)
3	Hàm Trâu	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
4	Tài Nguyên Hạt Tròn	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
5	Chim Vàng	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
6	Lúa lai F1	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
7	Ba Túc	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
8	ST5	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
9	Tài Nguyên	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
10	Bạc Liêu	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
11	Lúa Sỏi	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
12	Một Bụi Đỏ	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
13	TV 13	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam
14	Trắng Tép	Tỉnh Trà Vinh, Việt Nam

Bảng 2: Trình tự 3 cặp mỗi SSR được dùng trong nghiên cứu này

Mục tiêu	Mỗi	Trình tự mỗi	Tm	Tác giả
RM336	RM336-R RM336-F	5'- GCTGGTTTGTTCAGGTTTCG -3' 5'- CTTACAGAGAAACGGCATCG- 3'	60°C	Mohammadi <i>et al.</i> , 2013
RM10793	RM10793-R RM10793-F	5'- TCGTCGAGTAGCTTCCCTCTCTACC- 3' 5'- GACTTGCCAACTCCTTCAATTTCG- 3'		Thompson <i>et al.</i> , 2010
RM10825	RM10825-R RM10825-F	5'- GTTTCCTTTCCATCCTTGTTCG- 3' 5'- GGACACAAGTCCATGATCCTATCC- 3'		

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Đánh giá kiểu hình tính chống chịu mặn của các giống lúa

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên 3 lần lặp lại, với 14 giống lúa (12 giống lúa thí nghiệm và 2 giống đối chứng) ở nồng độ muối 6‰. Các giống lúa thanh lọc được xử lí axit nitric, ủ ở nhiệt độ 37°C trong 48 giờ để lúa nảy mầm. Khi các hạt lúa đã nảy mầm, gắp hạt vào trong các lỗ theo qui định mỗi giống 10 hạt, mỗi hạt 1 lỗ. Trong 3 ngày đầu thanh lọc, khay được cho ít nước để hạt lúa phát triển bình thường. Khi rễ lúa đã phát triển (sau 3 ngày) thay thể nước bằng dung dịch Yoshida (Yoshida *et al.*, 1976) có nồng độ muối là 6‰, dung dịch dinh dưỡng được thay sau 1 tuần và luôn duy trì pH ổn định (pH=5). Sau khoảng 2 tuần thanh lọc tiến hành ghi nhận tính chống chịu mặn của các giống lúa (khi IR28 chết hoàn toàn).

Các chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

Chiều cao cây: đo khi giống IR28 chết gần như hoàn toàn, đo từ đáy khay đến chóp lá cao nhất, tính trung bình từng giống của từng lần lặp lại ở 4 nghiệm thức, đơn vị tính cm.

Tỷ lệ sống sót: Ghi nhận khi IR28 chết hoàn toàn cho đến ngày 19 sau khi cho vào dung dịch.

Cấp chống chịu mặn:

Cấp chịu mặn = Tổng (Cấp n x số cây cấp n) / Tổng số cá thể thanh lọc mặn (với n là cấp thiệt hại từ: 1, 3, 5, 7, 9). Dựa vào tiêu chuẩn đánh giá SES ở các giai đoạn tăng trưởng và phát triển của IRRI (Gregorio *et al.*, 1997).

Phương pháp phân tích chỉ tiêu K⁺/Na⁺

Mẫu lá thân và rễ sau khi xử lý mặn ở 6‰ được thu hoạch và sấy khô sau đó phân tích hàm lượng K⁺ và Na⁺ theo phương pháp của (Matsushita and Matoh 1991).

2.2.2 Đánh giá kiểu gen chịu mặn của các giống lúa

DNA của 14 giống lúa được ly trích theo phương pháp CTAB (Doyle and Doyle, 1990). Dung dịch ly trích được sử dụng xuyên suốt quá trình này là CTAB 2X (2% CTAB, 100 mM Tris pH 8.0, 20 mM

EDTA pH 8.0, 1.4 M NaCl). Ngoài ra còn có các chất hỗ trợ cho việc ly trích DNA thêm hiệu quả là β-Mercaptoethanol, Chloroform:Isoamyl alcohol (24:1), RNase, Isopropanol, cồn ethanol(70%). Sau khi trích xong DNA được hòa tan trong 50 μl TE (pH 8.0) và trữ ở nhiệt độ -20°C.

Phản ứng PCR

Phản ứng PCR (Polymerase Chain Reaction) hay còn gọi là phản ứng khuếch đại DNA, mỗi phản ứng bao gồm 50 μl, sử dụng bộ PCR KIT (NEXpro™ Diagnostics) gồm các thành phần 10X e-Taq Buffer, 10 mM dNTP, e-Taq DNA Polymerase, thêm vào nước tinh sạch, mỗi, và DNA. Tất cả được trộn đều trước khi cho vào máy PCR GeneAmp PCR System 2700. Phản ứng PCR được thực hiện trong 35 chu kỳ gia nhiệt, bao gồm: 5 phút ở 95°C, 30 giây ở 95°C, 30 giây ở 60°C, 30 giây ở 72°C, kéo dài chuỗi trong 5 phút ở 72°C và sản phẩm được trữ ở 10°C trong 20 phút.

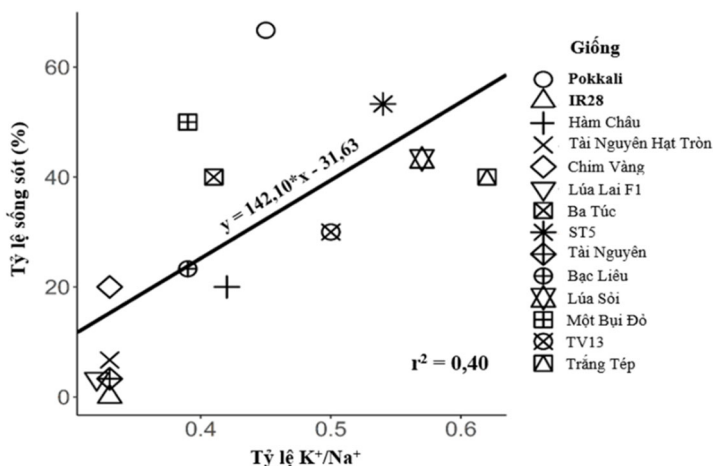
2.2.3 Phương pháp phân tích số liệu

Kích thước các band DNA đánh giá kiểu gen được tính toán bằng phần mềm GelAnalyzer (Istvan, 2010). Sử dụng phần mềm Excel xử lý số liệu thô. Phân tích thống kê các chỉ tiêu chiều cao cây, khả năng hấp thụ K⁺ và Na⁺ bằng phần mềm SPSS 21 và vẽ biểu đồ bằng phần mềm R phiên bản 3.4.4 (The R Core Team, 2008).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Sự tương quan giữa tỷ lệ sống sót trong điều kiện mặn 6‰ với tỷ lệ K⁺/Na⁺

Kết quả phân tích cho thấy sự tương quan giữa tỷ lệ sống sót (%) và tỷ lệ K⁺/Na⁺ là tương quan thuận và điều này có nghĩa là khả năng sống sót của lúa có thể liên quan đến khả năng tích lũy nồng độ K⁺ ở thân và rễ lúa (Hình 1). Theo đánh giá các giống có khả năng sống sót trên 50% ở nồng độ muối 6‰ là Một Bụi Đỏ, ST5, Ba Túc, Chim Vàng và giống chuẩn chống chịu Pokkali trên 60% (cao nhất). Các giống có khả năng sống sót thấp ở nồng độ muối 6‰ là IR28 (chuẩn nhiễm), Lúa Lai F1, Tài Nguyên và Tài Nguyên Hạt Tròn dưới 5%. Các giống còn lại với khả năng sống sót trên 10% có tỷ lệ K⁺/Na⁺ dao động ở trong khoảng 0,4 đến 0,5.

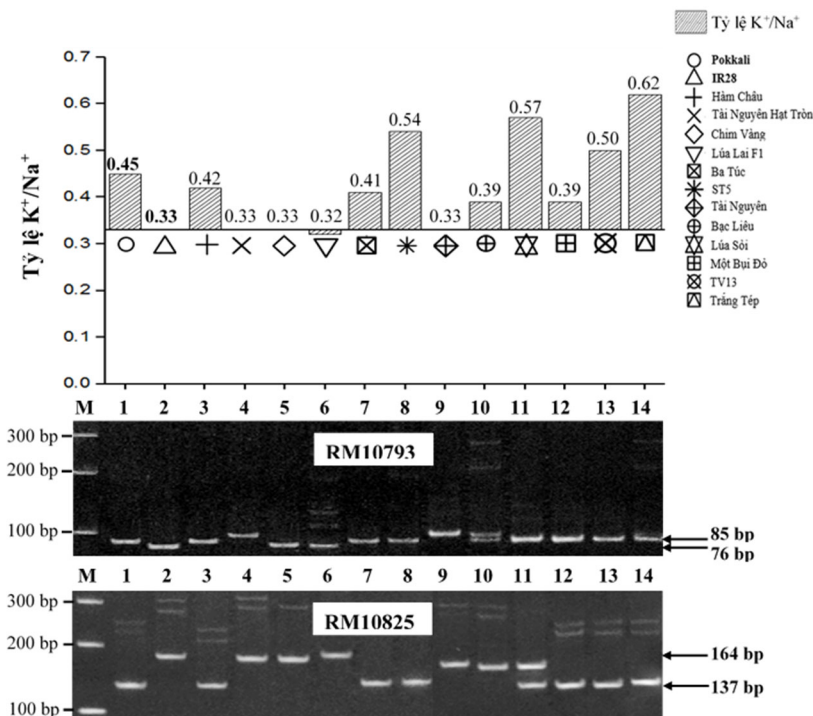


Hình 1: Tương quan giữa tỷ lệ sống sót và tỷ lệ K^+/Na^+ của 14 giống lúa

3.2 Phân tích kiểu gen chịu mặn liên quan đến tỷ lệ K^+/Na^+ trong thân và rễ của các giống lúa sử dụng chỉ thị RM10793 và RM10825

Kết quả Hình 2 cho thấy các giống lúa có kiểu gen tương tự như giống chuẩn chống chịu Pokkali (cho sản phẩm PCR là 85bp với cặp mồi RM10793 và 137bp với cặp mồi RM10825) đều có khả năng tích lũy K^+ cao và tỷ lệ K^+/Na^+ cao như: Tráng Tép,

Hàm Trâu, Ba Túc, ST5, Lúa Sỏi, Bạc Liêu và Một Bụi Đỏ. Điều này chứng tỏ 8 giống trên có kiểu hình và kiểu gen tương tự như giống Pokkali. Bốn giống còn lại cho băng hình khuếch đại tương ứng với giống chuẩn nhiễm IR28 là Tài Nguyên Hạt Tròn, Chim Vàng, Lúa Lai F1, Tài Nguyên và có tỷ lệ K^+/Na^+ ở mức bằng hoặc thấp hơn giống IR28 (Hình 2a). Kết quả cho thấy bốn giống này có thể có kiểu hình và kiểu gen giống như IR28.



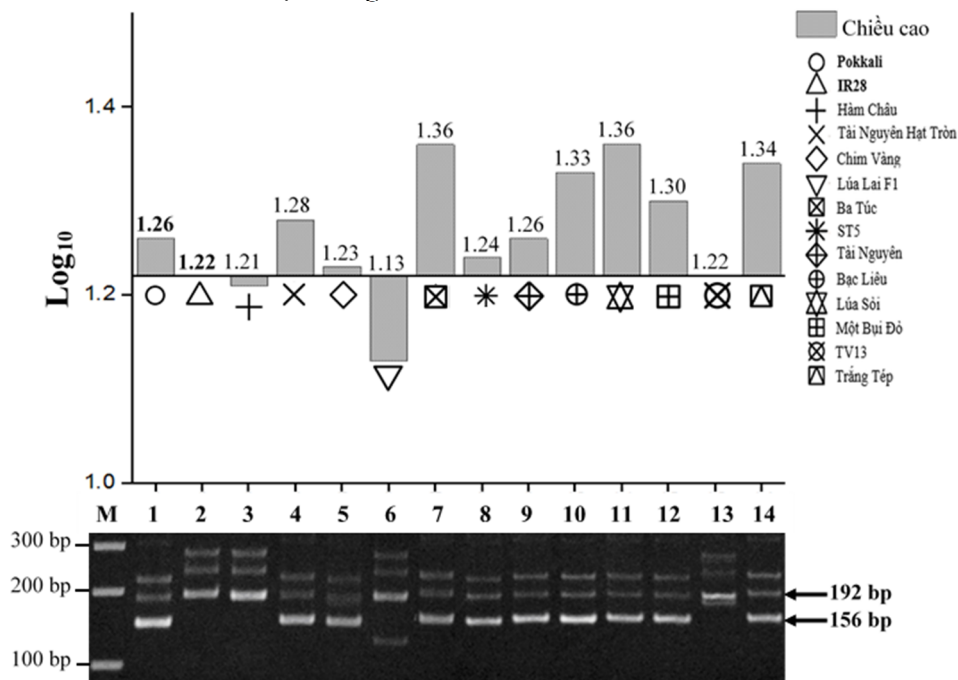
Hình 2: Mối liên kết giữa hai cặp mồi RM10793 và RM10825 với khả năng hấp thu K^+/Na^+ trên 14 giống lúa thí nghiệm

a) Biểu đồ tỷ lệ K^+/Na^+ được hấp thu ở điều kiện xử lý muối (NaCl) 6‰; b) Sản phẩm PCR của 14 giống lúa được khuếch đại bằng cặp mồi RM10793; c) Sản phẩm PCR của 14 giống lúa được khuếch đại bằng cặp mồi RM10825; M: thang chuẩn 1kb plus (NEB, UK); 1. Pokkali, 2. IR28, 3. Hàm Trâu, 4. Tài Nguyên Hạt Tròn, 5. Chim Vàng, 6. Lúa Lai F1, 7. Ba Túc, 8. ST5, 9. Tài Nguyên, 10. Bạc Liêu, 11. Lúa Sỏi, 12. Một Bụi Đỏ, 13. TV13, 14. Tráng Tép

Trong nghiên cứu của Thompson *et al.* (2010), tác giả sử dụng 140 dòng F8 của tổ hợp lai giữa IR29/Pokkali để khảo sát mối liên kết giữa 100 dấu phân tử SSR với các QTL thì trong đó ông đã chọn được hai cặp mồi RM10793 và RM10825 liên kết với QTL *qSKC1*, *qSNK*, *qRNK1*. Kết quả (Hình 2a, 2b, 2c) cho thấy sự phù hợp với kết quả của Thompson *et al.* (2010) khi chọn Pokkali làm đối chứng và đã xác định được các giống lúa Hàm Trâu, Ba Túc, ST5, Lúa Sỏi và Trắng Tép có thể mang các QTL liên kết với tỷ lệ K^+/Na^+ trong thân và rễ lúa (*qSKC1*, *qSNK*, *qRNK1*) qua đó có thể chống chịu mặn tốt ở nồng độ muối 6‰.

3.3 Phân tích kiểu gen chịu mặn liên quan đến khả năng tăng trưởng chiều cao của cây lúa trong điều kiện mặn bằng dấu phân tử RM336

Cặp mồi SSR RM336 khuếch đại 2 băng với



Hình 3: Mối liên kết của dấu phân tử RM336 liên quan khả năng tăng trưởng chiều cao của cây lúa trong điều kiện mặn trên 14 giống lúa thí nghiệm

a) Biểu đồ chiều cao tăng trưởng của 14 giống lúa khi lấy Log_{10} ở điều kiện xử lý mặn 6‰; b) Sản phẩm PCR của 14 giống lúa được khuếch đại bằng cặp mồi RM336; M: thang chuẩn 1kb plus (NEB, UK); 1. Pokkali, 2. IR28, 3. Hàm Trâu, 4. Tàì Nguyên Hạt Tròn, 5. Chim Vàng, 6. Lúa Lai F1, 7. Ba Túc, 8. ST5, 9. Tàì Nguyên, 10. Bạc Liêu, 11. Lúa Sỏi, 12. Một Bụi Đỏ, 13. TV13, 14. Trắng Tép

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Kết quả thí nghiệm bước đầu chọn ra được các giống lúa có khả năng chống chịu mặn mang QTL *qPH7.1s* liên kết với tính trạng gia tăng chiều cao trong điều kiện mặn và QTL *qSKC1*, *qSNK* và

kích thước 156 bp và 192 bp, tương ứng với Pokkali và IR28 (Hình 3b). Các giống có tỷ lệ gia tăng chiều cao trong điều kiện mặn ở nồng độ muối 6‰ tương tự với giống chuẩn chống chịu Pokkali là Tàì Nguyên Hạt Tròn, Ba Túc, ST5, Tàì Nguyên, Bạc Liêu, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, Trắng Tép (Hình 3a). Các giống như Hàm Trâu, Chim Vàng, Lúa Lai F1, TV13 có tỷ lệ gia tăng chiều cao tương ứng với giống chuẩn nhiễm IR28 (Hình 3a). Tất cả các giống lúa khi được khuếch đại bởi cặp mồi RM336 đều cho kết quả phù hợp với nghiên cứu của Mohammadi *et al.* (2013); từ đó cho thấy các giống lúa như Tàì Nguyên Hạt Tròn, Ba Túc, ST5, Tàì Nguyên, Bạc Liêu, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, Trắng Tép rất có thể mang QTL *qPH7.1s* quy định tính trạng gia tăng chiều cao cây trong điều kiện stress mặn.

qRNK1 liên kết với khả năng tích lũy K^+ , tỷ lệ K^+/Na^+ trên thân và rễ lúa sử dụng ba dấu phân tử lần lượt là RM336, RM10793 và RM10825. Các giống lúa có khả năng chống chịu mặn được chọn là Ba Túc, ST5, Lúa Sỏi, Một Bụi Đỏ, TV13 và Trắng Tép, các giống lúa này có thể có cơ chế chịu mặn giống như Pokkali.

4.2 Đề xuất

Cần phân tích thêm nhiều dấu phân tử SSR hơn nữa để có thể đánh giá được khả năng chống chịu mặn của các giống lúa ở nhiều QTL khác.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án “Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Doyle, J.J., and Doyle, J.L., 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12(1):13-15.
- Food and Agriculture of Organization of The United Nations(2016). “EL NIÑO” Event in Viet Nam Agriculture, Food security and livelihood needs assessment in response to drought and salt water intrusion, 75 p.
- Gregorio, G.B., Senadhira, D., and Mendoza, R.D., 1997. Screening rice for salinity tolerance. IRRI Discussion Paper Series No. 22. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Istvan, L. (2010). GelAnalyzer version 2010 accessed on 1 March 2018. Available from <http://www.gelanalyzer.com>.
- Matsushita, N., and Matoh, T., 1991. Characterization of Na⁺ exclusion mechanisms of salt-tolerant reed plants in comparison with

salt-sensitive rice plants. *Physiologia Plantarum*. 83(1): 170-176.

- Mohammadi, R., Mendioro, M.S., Diaz, G.Q., Gregorio, G.B., and Singh, R.K., 2013. Mapping quantitative trait loci associated with yield and yield components under reproductive stage salinity stress in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Genetics*, 92(3): 1-12.
- Nguyễn Thị Hồng Điệp, Võ Quang Minh, Phan Kiều Diễm và Nguyễn Văn Tao, 2015. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên hiện trạng canh tác lúa vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long theo kịch bản biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, Môi trường và Biến đổi khí hậu*: 167-173.
- OECD/FAO, 2017. OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026 accessed on 1 March 2018. Available from http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-en.
- R Development Core Team, 2008. R: A language and environment for statistical computing accessed on 1 March 2018. Available from <http://www.R-project.org>.
- Thompson, M.J., Ocampo, M., Egdane, J., Rahman, M.A., Saiise, A.G., Adorada, D.L., and Raiz, E.T., 2010. Characterizing the Saltol quantitative trait locus for salinity tolerance in rice. *Rice* 3(2), 148.
- Yoshida, S. Douglas, A. F., James, H. C., and Kwanchai A. G., 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. Third Edition. The International Rice Research Institute, 82 p.