

SỬ DỤNG VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍA CÓ KHẢ NĂNG CUNG CẤP EXOPOLYMERIC ĐỂ CẢI THIỆN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT MẶN THẠNH PHÚ - BẾN TRE

Nguyễn Quốc Khương^{1*}, Nguyễn Minh Nhật²,
Lê Vĩnh Thúc¹, Nguyễn Hồng Huệ¹, Trần Ngọc Hữu¹,
Đỗ Thị Xuân³, Trần Chí Nhân⁴, Lý Ngọc Thanh Xuân^{4*}

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định hiệu quả các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) tiết exopolymeric đến sinh trưởng và năng suất lúa. Thí nghiệm hai nhân tố được bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên, bốn lặp lại. Trong đó, nhân tố mức độ mặn gồm 0‰, 2‰, 3‰ và 4‰ và nhân tố PNSB gồm không vi khuẩn, E1, E2, E3, và hỗn hợp E1, E2 và E3, mật số $1,812 \times 10^5$ CFU/g đất khô. Kết quả cho thấy bổ sung dòng đơn E1, E2, E3 hoặc hỗn hợp ba dòng E1, E2 và E3 tăng chiều cao cây, số bông trên chụm, tỷ lệ hạt chắc và năng suất hạt ở độ mặn 2 - 4‰. Khối lượng lúa của nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng E1, E2 và E3 có tưới nước mặn 4‰ đạt tương đương trong điều kiện không tưới mặn và không vi khuẩn, với 12,4 và 12,0 g/chậu. Sử dụng dòng đơn hay hỗn hợp ba dòng tăng hàm lượng NH_4^+ (28,5 - 31,2 mg NH_4^+ /kg), lân dễ tiêu (10,0 - 13,3 mg P/kg) và giảm Na^+ (0,61 - 1,87 meq Na^+ /100 g) so với không vi khuẩn.

Từ khóa: đất lúa - tôm, exopolymeric, vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía.

1. MỞ ĐẦU

Tình hình xâm nhập mặn đã dẫn đến nhiều bất lợi cho canh tác lúa ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Do đó, để thích ứng với điều kiện này nhiều vùng canh tác lúa chuyên canh đã chuyển sang mô hình canh tác lúa - tôm, với nuôi tôm vào mùa nắng và trồng lúa vào mùa mưa. Cụ thể là những trở ngại của đất mặn cho canh tác lúa đã được xác định đối với mô hình lúa tôm tại Thạnh Phú - Bến Tre (Tan *et al.*, 2020). Ngoài ra, tưới nước mặn đã gây ra những bất lợi cho canh tác lúa như giảm tỷ lệ hạt chắc và năng suất (Hussain *et al.*, 2017). Chính vì vậy, việc xác định biện pháp để giảm thiểu các thiệt hại trong sản xuất lúa là cần thiết. Trong đó, áp dụng chế phẩm vi sinh là một biện pháp sinh học tiềm năng nhằm giảm thiểu thiệt hại của mặn đến năng suất lúa và

đáp ứng được canh tác lúa theo hướng bền vững (Arora *et al.*, 2020). Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) có khả năng cung cấp exopolymeric (EPS) có chứa các nhóm chức carboxyl (-COOH), hydroxyl (-OH) và amide (-NH) (Hou *et al.*, 2013). Các nhóm chức này có khả năng kết hợp với ion Na^+ (Panwichian *et al.*, 2011; Nunkaew *et al.*, 2015) giúp bất động lượng Na^+ trao đổi. Đặc biệt, vi khuẩn này tiết càng nhiều EPS trong điều kiện càng mặn (Zeng *et al.*, 2016). Bên cạnh đó, các nghiên cứu trước đây cho thấy vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng giảm được ảnh hưởng bất lợi của Na^+ và tăng năng suất lúa (Kantha *et al.*, 2015) do tiết ra galacturonic acid để liên kết với Na^+ (Nunkaew *et al.*, 2015). Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của các dòng vi khuẩn có khả năng tiết exopolymeric đến cải thiện sinh trưởng, năng suất và dưỡng chất N, P đất mặn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Đất thực hiện thí nghiệm được thu ở tầng đất mặt 0 - 20cm của đất canh tác lúa - tôm tại

¹ Bộ môn Khoa học Cây trồng, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

* Email: nqkhuong@ctu.edu.vn

² Sinh viên ngành Khoa học Cây trồng khóa 44, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

³ Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

⁴ Trường Đại học An Giang; Trường Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

* Email: Intxuan@agu.edu.vn

huyện Thạnh Phú - Bến Tre. Đất được thu vào thời điểm sau vụ tôm.

Chậu nhựa có kích thước miệng x đáy x chiều cao tương ứng 23 x 17 x 18 cm.

Giống lúa: OM5451 được sử dụng.

Các dòng PNSB E1, E2 và E3 có khả năng cung cấp exopolymeric, được phân lập và

tuyển chọn từ đất lúa - tôm nhiễm mặn Thạnh Phú - Bến Tre và được lưu giữ trong điều kiện - 80°C tại Bộ môn Khoa học cây trồng, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ. Đặc tính của PNSB sử dụng trong thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Khả năng tiết exopolymeric, dinh dưỡng N, P và chất kích thích sinh trưởng thực vật của ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3

Đặc tính	Dòng vi khuẩn		
	E1	E2	E3
đ-aminolevulinic acid (ALA)	+++	+++	+++
Exopolymeric substances (EPS)	+++	+++	+++
Amoni (NH ₄ ⁺)	++	++	+++
Phốt pho (PO ₄ ³⁻)	++	++	++
Indole axetic acid (IAA)	+++	+++	+++
Siderophores	++	++	+

Ghi chú: “+++” khả năng cao nhất, “++” khả năng trung bình, “+” khả năng thấp; E1: sử dụng vi khuẩn E1, E2: sử dụng vi khuẩn E2, E3: sử dụng vi khuẩn E3.

Phân bón được sử dụng là urê (46% N), lân supe Long Thành (16% P₂O₅, 15% CaO) và phân kali clorua (60% K₂O).

2.2. Phương pháp

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm hai nhân tố được bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên, với nhân tố thứ nhất gồm (A) bốn mức độ tưới nước mặn (0‰, 2‰, 3‰ và 4‰) và nhân tố thứ hai (B) gồm các mức vi khuẩn (Không sử dụng vi khuẩn, sử dụng PNSB tiết exopolymeric gồm các dòng đơn vi khuẩn E1, E2, E3 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3) tại nhà lưới của Trại Nghiên cứu và Thực nghiệm Nông nghiệp, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Chuẩn bị đất: Đất được phơi khô trong không khí, loại bỏ dư thừa thực vật và trộn đều trước khi sử dụng. Sau đó, cân 6 kg đất khô được cho vào mỗi chậu. Kế đến, đất được cho ngập bằng nước máy trong 48 giờ và đánh bùn trước khi gieo sạ.

Xử lý hạt giống: Hạt lúa được rửa bằng ethanol và dung dịch sodium hypochlorite 1%, sau đó hạt lúa được làm sạch bằng nước khử khoáng đã thanh trùng để đảm bảo hạt lúa

được vô trùng. Tiếp theo, hạt lúa được ủ nảy mầm 24 giờ trong tối. Kế đến, 500 hạt lúa được tách ra thành 5 phần bằng nhau, sử dụng 4 phần để cho vào bốn cốc có chứa sẵn 10 mL dung dịch vi khuẩn (1 x 10⁹ CFU mL⁻¹) gồm E1, E2, E3 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 trong 1 giờ trước khi sạ. Đối với nghiệm thức đối chứng dung dịch vi khuẩn được thay bằng nước cất đã thanh trùng. Mỗi chậu gieo 6 hạt, mật số vi khuẩn đạt được 1,2 x 10⁴ CFU g⁻¹ đất khô.

Phân bón: Phân được bón theo khuyến cáo 100N - 60P₂O₅ - 30 K₂O (kg/ha). Phân lân được bón lót 100%, phân đạm bón theo tỷ lệ lần lượt là 30, 40 và 30% vào ngày 10, 20 và 45 ngày sau sạ. Phân kali bón 50% vào 10 và 45 ngày sau sạ (NSS).

Vi khuẩn được bổ sung 3 mL có mật số 1 x 10⁹ CFU mL⁻¹ (đối với dung dịch hỗn hợp, mỗi dòng sử dụng 1 mL) cho mỗi 3 lần vào 25, 35 và 60 ngày sau gieo. Do đó, lượng vi khuẩn được bổ sung có mật số là 1,8 x 10⁶ CFU g⁻¹ đất khô. Vì vậy, tổng lượng vi khuẩn bổ sung từ hạt và dung dịch lỏng là 1,812 x 10⁵ CFU g⁻¹ đất khô. Trong khi đó, tưới 10 mL nước mặn cho mỗi chậu vào mỗi các thời điểm 20, 27, 34, 41, 48 và 55 NSS.

Chỉ tiêu theo dõi:

- Xác định sinh trưởng lúa gồm chiều cao cây và chiều dài bông: Xác định chiều cao cây lúa và chiều dài bông vào thời điểm 90 NSS. Chiều cao cây được đo từ sát mặt đất lên tới chóp lá hoặc chót bông cao nhất trên cùng, đo 4 cây trong mỗi chậu. Chiều dài bông được xác định từ cổ bông đến chóp bông, đo 8 bông cho mỗi chậu.

- Xác định các yếu tố cấu thành năng suất: Số bông/chậu: Đếm tổng số bông trên mỗi chậu; số hạt/bông: Tổng số hạt thu được/tổng số bông thu được, đếm số hạt của 8 bông cho mỗi chậu; tỷ lệ hạt chắc: (Tổng số hạt chắc/tổng số hạt) x 100%; khối lượng 1.000 hạt: Cân khối lượng 1.000 hạt chắc của mỗi nghiệm thức.

- Năng suất thực tế: Cân khối lượng hạt và đo ẩm độ vào thời điểm thu hoạch của mỗi chậu và qui đổi sang ẩm độ 14%.

Phân tích trong cây: Thu mẫu lá và thân lúa vào 45 NSS. Phân tích proline bằng phương pháp Ninhydrin của Bates *et al.* (1973).

Phân tích trong đất: Các phương pháp phân tích đất vào thời điểm thu hoạch được tổng hợp bởi Sparks *et al.* (1996), được tóm tắt như sau pH_{H₂O} được trích tỷ lệ đất:nước (1:2.5), đo bằng pH kế. Đạm hữu dụng (NH₄⁺) được xác định

bằng phương pháp hiện màu ở bước sóng 640nm. Lân dễ tiêu được xác định bằng phương pháp Bray 2, trích đất với 0,1 N HCl+0,03 N NH₄F, tỷ lệ đất:nước là 1:7, hiện màu bằng ascobic acid ở bước sóng 880nm. Phân tích hàm lượng Na⁺ trao đổi bằng cách trích với BaCl₂ 0,1 M, đo trên máy hấp thụ nguyên tử.

Xử lý số liệu: Sử dụng phần mềm SPSS phiên bản 13.0 so sánh khác biệt giữa các trung bình nghiệm thức và phân tích phương sai bằng kiểm định Duncan.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn tiết exopolymeric đến sinh trưởng lúa trồng trên đất mặn trong điều kiện nhà lưới

Chiều cao cây (cm): Tưới nước mặn có nồng độ 2 - 4‰ giảm chiều cao cây lúa so với không tưới mặn, với 62,9 - 65,7cm so với 69,2cm, theo thứ tự. Ngoài ra, việc bổ sung PNSB có khả năng tiết EPS đã góp phần tăng chiều cao cây lúa. Cụ thể, các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn E1, E2, E3 hoặc hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 đạt chiều cao cây 65,5 - 66,6cm trong khi nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn có chiều cao cây chỉ 62,9cm (Bảng 2).

Bảng 2. Ảnh hưởng của dòng PNSB có khả năng cung cấp exopolymeric đến sinh trưởng và thành phần năng suất lúa trồng trên đất mặn

Nhân tố		Chiều cao cây (cm)	Chiều dài bông (cm)
Độ mặn của nước tưới (A) (%)	0	69,2 ^a	19,1 ^a
	2	65,7 ^b	18,4 ^b
	3	64,1 ^{bc}	18,0 ^b
	4	62,9 ^c	18,0 ^b
Vi khuẩn (B) (1,812 x 10 ⁵ CFU g ⁻¹ đất khô)	0	62,9 ^b	17,4 ^b
	E1	66,6 ^a	18,5 ^a
	E2	65,5 ^a	18,5 ^a
	E3	66,4 ^a	18,6 ^a
	E1 + E2 + E3	66,0 ^a	19,0 ^a
Mức ý nghĩa (A)		*	**
Mức ý nghĩa (B)		*	**
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	ns
CV (%)		5,02	3,91

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*), ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; E1: sử dụng vi khuẩn E1, E2: sử dụng vi khuẩn E2, E3: sử dụng vi khuẩn E3; E1+E2+E3: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1 + E2 + E3.

Chiều dài bông (cm): Ở các nghiệm thức tưới mặn dẫn đến giảm chiều dài bông. Cụ thể là nghiệm thức không tưới mặn có chiều dài bông dài nhất 19,1 cm, trong khi đó, các nghiệm thức tưới mặn 2 - 4‰ có chiều dài bông 18,0 - 18,4 cm. Đối với các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn cho thấy bổ sung dòng đơn vi khuẩn E1, E2, E3 hoặc hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 có chiều dài bông tương đương nhau, với 18,5 - 19,0 cm, cao hơn so với các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn, với chiều dài bông 17,4 cm (Bảng 2).

3.2. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn tiết exopolymeric đến thành phần năng suất và năng suất lúa trồng trên đất mặn trong điều kiện nhà lưới

3.2.1. Thành phần năng suất lúa

Số bông trên chậu: Nồng độ mặn của nước tưới 4, 3, 2, và 0‰ có số bông trên chậu khác biệt có ý nghĩa thống kê 5%. Trong đó, số bông trên chậu đạt lần lượt là 10,9 > 9,95 > 8,70 > 8,00 bông/chậu ở nồng độ tương ứng 0, 2, 3 và 4‰. Hơn nữa, bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 đạt số bông 11,5 bông/chậu cao hơn các nghiệm thức bổ sung các dòng đơn E1, E2 hoặc E3 (8,50 - 9,75 bông/chậu). Điều này cho thấy các nghiệm thức bổ sung các dòng đơn và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn đều có số bông trên chậu cao hơn so với các nghiệm thức không chủng vi khuẩn (7,94 bông/chậu). Trong các dòng đơn PNSB, dòng vi khuẩn E3 có số bông cao nhất (9,75 bông/chậu), kế đến là dòng vi khuẩn E1 (9,19 bông/chậu) và thấp nhất là dòng vi khuẩn E2 (8,50 bông/chậu) (Bảng 3).

Số hạt trên bông: Số hạt trên bông giảm dần qua các nồng độ tưới mặn, cao nhất là ở nghiệm thức không tưới mặn 40,2 hạt bông⁻¹ và thấp nhất là các nghiệm thức tưới mặn có nồng độ mặn 4‰, với 32,2 hạt bông⁻¹. Đối với nồng độ tưới mặn 2 và 3‰ có số hạt tương đương nhau (35,0 - 37,0 hạt bông⁻¹), thấp khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với không tưới mặn. Ngoài ra, số hạt trên bông của các nghiệm thức bổ sung các dòng PNSB khác biệt có ý nghĩa thống kê 5%. Trong đó, nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn E1 hoặc E2 có số hạt trên bông tương đương nghiệm thức

bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3, với 36,0 - 37,4 hạt bông⁻¹ so với 38,6 hạt bông⁻¹. Nhìn chung, các nghiệm thức bổ sung các dòng vi khuẩn đạt 36,0 - 38,6 hạt bông⁻¹ cao hơn so với không bổ sung vi khuẩn 32,6 hạt bông⁻¹ (Bảng 3).

Hạt chắc trên bông: Tưới nước mặn ở các nồng độ dẫn đến giảm số hạt chắc trên bông. Cụ thể, nghiệm thức không tưới mặn có số hạt chắc là 28,4 hạt chắc bông⁻¹, nghiệm thức tưới mặn 2‰ có số hạt chắc là 23,4, với 3‰ có số hạt là 22,1 hạt chắc bông⁻¹ và thấp nhất là 20,5 hạt chắc bông⁻¹ ở độ mặn của nước tưới 4‰. Bên cạnh đó, số hạt chắc trên bông của các nghiệm thức chủng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3, dòng đơn vi khuẩn E2, dòng đơn vi khuẩn E1, dòng đơn vi khuẩn E3 và không bổ sung dòng vi khuẩn đạt số hạt chắc trên bông lần lượt là 29,1 > 25,1 > 22,3 ~ 22,9 > 19,6 hạt chắc bông⁻¹ (Bảng 3).

Tỷ lệ hạt chắc: Các nghiệm thức tưới mặn 0‰ đạt tỷ lệ hạt chắc cao nhất, với 70,9% trong khi đó tăng nồng độ tưới mặn 2 - 4‰ đã giảm tỷ lệ hạt chắc, với chỉ 63,2 - 63,7%. Trong đó, các nồng độ nước mặn tưới 2, 3 và 4‰ có tỷ lệ hạt chắc tương đương nhau. Bên cạnh đó, bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 có tỷ lệ hạt chắc cao hơn các nghiệm thức bổ sung dòng đơn E1 và dòng đơn E3, với 72,7% so với 61,4 - 65,5%, theo thứ tự. Tuy nhiên, nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn E2 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 đạt tỷ lệ hạt chắc tương đương nhau (Bảng 3).

Khối lượng 1.000 hạt: Ở các nghiệm thức tưới mặn có nồng độ 0, 2, 3 và 4‰ và các nghiệm thức bổ sung các dòng PNSB cung cấp EPS có khối lượng 1.000 hạt là tương đương nhau, với khối lượng trung bình là 19,1g (Bảng 3).

3.2.2. Khối lượng hạt lúa

Khối lượng hạt lúa của các nghiệm thức có nồng độ nước mặn tưới 2 - 4‰ thấp khác biệt ý nghĩa thống kê 5% so với không tưới mặn. Cụ thể, năng suất hạt lúa được ghi nhận giảm theo trật tự sau 12,2, 11,6, 11,4, và 10,3g chậu⁻¹ tương ứng cho các nồng độ mặn 0, 2, 3 và 4‰. Ngoài ra, năng suất lúa ở các nghiệm thức bổ sung cả ba dòng vi khuẩn đạt cao nhất 13,4 g

chậu⁻¹, khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn E3, E1, E2, với khối lượng hạt 12,2 > 11,4 >

10,0 g⁻¹, cao khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với các nghiệm thức không chủng vi khuẩn (Bảng 3).

Bảng 3. Ảnh hưởng của dòng PNSB có khả năng cung cấp exopolymeric đến sinh trưởng và thành phần năng suất lúa trồng trên đất mặn

Nhân tố	Số bông chậu ⁻¹ (bông)	Số hạt bông ⁻¹ (hạt)	Hạt chắc bông ⁻¹ (hạt)	Tỷ lệ hạt chắc (%)	Khối lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất (g chậu ⁻¹)	Proline (μmol g ⁻¹ DW)	
Độ mặn của nước tưới (A) (%)	0	10,9 ^a	40,2 ^a	28,4 ^a	70,9 ^a	19,2	12,2 ^a	1,46 ^b
	2	9,95 ^b	37,0 ^b	23,4 ^b	63,7 ^b	20,2	11,6 ^b	1,84 ^a
	3	8,70 ^c	35,0 ^b	22,1 ^b	63,2 ^b	19,2	11,4 ^b	1,87 ^a
	4	8,00 ^d	32,2 ^c	20,5 ^c	63,7 ^b	17,6	10,3 ^c	1,86 ^a
Vi khuẩn (B) (1,812 x 10 ⁵ CFU g ⁻¹ đất khô)	0	7,94 ^e	32,6 ^c	19,6 ^d	59,4 ^d	20,7	10,0 ^d	2,18 ^a
	E1	9,19 ^c	36,0 ^{ab}	22,3 ^c	61,4 ^c	18,0	11,4 ^c	1,62 ^b
	E2	8,50 ^d	37,4 ^{ab}	25,1 ^b	67,7 ^{ab}	20,1	10,0 ^d	1,67 ^b
	E3	9,75 ^b	35,3 ^b	22,9 ^c	65,5 ^{bc}	18,5	12,2 ^b	1,72 ^b
E1 + E2 + E3	11,5 ^a	38,6 ^a	29,1 ^a	72,7 ^a	20,3	13,4 ^a	1,60 ^b	
Mức ý nghĩa (A)	*	*	*	*	ns	*	*	
Mức ý nghĩa (B)	*	*	*	*	ns	*	*	
Mức ý nghĩa (A*B)	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	
CV (%)	7,01	10,2	9,57	11,3	16,9	6,10	24,9	

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*), ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; E1: sử dụng vi khuẩn E1, E2: sử dụng vi khuẩn E2, E3: sử dụng vi khuẩn E3; E1+E2+E3: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1+E2+E3. Ghi chú: DW là khối lượng khô.

Tương tác khác biệt ý nghĩa thống kê 5% về khối lượng lúa giữa hai nhân tố tưới các nồng độ mặn và bổ sung vi khuẩn. Khối lượng hạt lúa của nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 trong điều kiện tưới nước mặn 4‰ đạt 12,4g chậu⁻¹ tương đương với năng suất của nghiệm thức không tưới mặn và không bổ sung vi khuẩn đạt 12,0 g chậu⁻¹ (Bảng 3).

Trong điều kiện tưới nước mặn có nồng độ 2 - 4‰ đã tăng khả năng tiết proline so với điều kiện không tưới nước mặn, với hàm lượng 1,46 và 1,84 - 1,87 μmol g⁻¹ khối lượng khô. Bên cạnh đó, hàm lượng proline giữa các dòng đơn vi khuẩn E1, E2, E3 và hỗn hợp các dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 khác biệt có ý nghĩa thống kê %, với hàm lượng 2,18 μmol g⁻¹ khối lượng khô ở các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn so với 1,60 - 1,72 μmol g⁻¹ khối lượng khô ở các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn. Tuy nhiên, hàm lượng proline giữa sử dụng dòng đơn hay

hỗn hợp các dòng vi khuẩn có hàm lượng proline tương đương nhau (Bảng 3).

3.3. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn tiết exopolymeric đến đặc tính đất mặn trong điều kiện nhà lưới

Tưới các nồng độ nước mặn khác nhau chưa ảnh hưởng đến các đặc tính đất canh tác lúa. Trong đó, giá trị pH_{H2O}, pH_{KCl}, NH₄⁺ và P_{ođ} tiêu trung bình lần lượt là 5,80, 5,17, 33,9 mg NH₄⁺/kg và 42,0 mg P kg⁻¹. Tuy nhiên, bổ sung dòng đơn hoặc hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2, E3 đã cải thiện các đặc tính trên. Giá trị pH_{H2O}, pH_{KCl} ghi nhận ở các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn 5,82 - 5,95, 5,23 - 5,42 cao hơn tương ứng đối với các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn 5,64 và 4,58. Đối với dưỡng chất NH₄⁺, bổ sung các dòng đơn vi khuẩn E1, E2, E3 hoặc hỗn hợp 3 dòng E1, E2 và E3 có hàm lượng tương đương nhau (38,3 - 41,0 mg NH₄⁺ kg⁻¹), cao hơn các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (9,76 mg NH₄⁺ kg⁻¹). Tương tự, hàm

lượng lân dễ tiêu trong đất được cải thiện giữa các nghiệm thức có bổ sung dòng đơn vi khuẩn hay hỗn hợp ba dòng so với các nghiệm thức

không bổ sung vi khuẩn, với 42,9 - 46,2 so với 32,9 mg P kg⁻¹, theo cùng thứ tự (Bảng 4).

Bảng 4. Ảnh hưởng của dòng PNSB tiết exopolymeric đến đặc tính đất mặn trồng lúa

Nhân tố		pH _{H₂O}	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	P _{dễ tiêu} (mg/kg)	Na _{trao đổi} (meq/100g)
Độ mặn nước tưới (A) (%)	0	32,9	5,87	42,7	6,40 ^d
	2	34,2	5,75	43,1	7,97 ^c
	3	32,3	5,72	39,7	8,55 ^b
	4	36,1	5,87	42,4	9,00 ^a
Vi khuẩn (B) (1,812 x 10 ⁵ CFU g ⁻¹ đất khô)	0	9,76 ^b	5,64 ^b	32,9 ^b	8,74 ^a
	E1	40,1 ^a	5,86 ^a	42,9 ^a	8,48 ^a
	E2	38,3 ^a	5,95 ^a	46,2 ^a	8,13 ^b
	E3	40,1 ^a	5,82 ^a	44,0 ^a	7,71 ^c
	E1 + E2 + E3	41,0 ^a	5,87 ^a	43,8 ^a	6,87 ^d
Mức ý nghĩa (A)		ns	ns	ns	*
Mức ý nghĩa (B)		*	*	*	*
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	*	ns	*
CV (%)		4,58	22,8	13,1	5,99

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*), ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; E1: sử dụng vi khuẩn E1, E2: sử dụng vi khuẩn E2, E3: sử dụng vi khuẩn E3; E1+E2+E3: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1 + E2 + E3.

Hàm lượng Na⁺ trao đổi ở các nồng độ tưới mặn khác biệt có ý nghĩa thống kê 5%. Cụ thể là, nghiệm thức không tưới mặn có hàm lượng Na⁺ trao đổi 6,40 meq Na⁺ 100 g⁻¹ trong khi các nghiệm thức có tưới mặn có hàm lượng Na⁺ trao đổi từ 7,97 - 9,00 meq Na⁺ 100 g⁻¹. Đối với bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn giảm Na⁺ trao đổi tốt hơn so với dòng đơn vi khuẩn E1, E2 hoặc E3, với hàm lượng được ghi nhận theo thứ 6,87 < 7,71 < 8,13 < 8,48 meq Na⁺ 100 g⁻¹. Tất cả các nghiệm thức này đều có hàm lượng Na⁺ trao đổi thấp hơn các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (8,74 meq Na⁺ 100 g⁻¹) (Bảng 4).

Bổ sung hỗn hợp 3 dòng vi khuẩn cho khối lượng hạt cao hơn dòng đơn vi khuẩn có thể do sự hiệp lực của các dòng vi khuẩn vì mỗi dòng vi khuẩn có các chức năng khác hỗ trợ cho sinh trưởng (Bảng 1). Ngoài ra, hàm lượng Na⁺ ở các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn thấp hơn do vi khuẩn có khả năng tiết ra galacturonic acid (Nunkaew *et al.*, 2015). Đồng thời, các dòng vi khuẩn này giúp cải thiện pH, tăng đạm NH₄⁺ và P hữu dụng do có khả năng cố định đạm và hòa

tan lân ở Bảng 1. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Khuong *et al.* (2018; 2020), các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 có khả năng cố định đạm và hòa tan lân đã tăng hàm lượng N hữu dụng và lân dễ tiêu trong đất.

4. KẾT LUẬN

Tưới mặn ở nồng độ từ 2‰ đã làm giảm chiều cao cây, chiều dài bông, số bông trên chấu, số hạt trên bông, tỷ lệ hạt chắc và năng suất hạt lúa trên nền đất mặn. Tuy nhiên, bổ sung dòng đơn vi khuẩn E1, dòng đơn vi khuẩn E2, dòng đơn vi khuẩn E3 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 đã giúp cải thiện chiều cao cây, chiều dài bông, số bông trên chấu, số hạt trên bông, tỷ lệ hạt chắc và năng suất hạt lúa trong điều kiện mặn. Năng suất lúa của nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E1, E2 và E3 đạt 12,4 g chấu⁻¹ trong điều kiện tưới nước mặn 4‰ trong khi đó năng suất lúa của nghiệm thức không tưới mặn và không bổ sung vi khuẩn đạt 12,0 g chấu⁻¹.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arora, N.K., Fatima, T., Mishra, J., Mishra, I., Verma, S., Verma, R., Verma, M., Bhattacharya, A., Verma, P., Mishra, P., Bharti, C., 2020. Halo-tolerant plant growth promoting rhizobacteria for improving productivity and remediation of saline soils. *Journal of Advanced Research*. 26, 69 - 82.
2. Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 39(1), 205 - 207.
3. Hussain, S., Zhang, J.H., Zhong, C., Zhu, L.F., Cao, X.C., Yu, S.M., Bohr, J.A, Hu, J.J., Jin, Q.Y., 2017. Effects of salt stress on rice growth, development characteristics, and the regulating ways: A review. *Journal Integrative. Agriculture*. 16(11), 2357 - 2374.
4. Nunkaew, T., Kantachote, D., Nitoda, T., Kanzaki, H., Ritchie, R.J., 2015. Characterization of exopolymeric substances from selected *Rhodospseudomonas palustris* strains and their ability to adsorb sodium ions. *Carbohydrate Polymers*. 115, 334 - 341.
5. Panwichian, S., Kantachote, D., Wittayaweerarak, B., Mallavarapu, M., 2011. Removal of heavy metals by exopolymeric substances produced by resistant purple nonsulfur bacteria isolated from contaminated shrimp ponds. *Electronic Journal of Biotechnology*. 14(4), 2 - 2.
6. Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E., 1996. *Methods of soil analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Soil Science Society America Book Series. 5.3. Soil Science Society America, America Society Agronomy.
7. Zeng, J., Gao, J.M., Chen, Y.P., Yan, P., Dong, Y., Shen, Y., Guo, J.S., Zeng, N., Zhang, P., 2016. Composition and aggregation of extracellular polymeric substances (EPS) in hyperhaline and municipal wastewater treatment plants. *Scientific Reports*. 6, 1 - 9.

SUMMARY

Use of purple nonsulfur bacteria releasing exopolymeric to improve rice growth and yield under saline soil Thanh Phu - Ben Tre

Nguyen Quoc Khuong¹, Nguyen Minh Nhat²,
Le Vinh Thuc¹, Nguyen Hong Hue¹, Tran Ngoc Huu¹,
Do Thi Xuan³, Tran Chi Nhan⁴, Ly Ngoc Thanh Xuan⁴

¹ Department of Crop Science, College of Agricultural, Can Tho University

² BSC Student

³ Institute of Biotechnology Development, Can Tho University

⁴ An Giang University, Hochiminh City National University

Objective of this study was to determine the efficiency of potential strains of purple nonsulfur bacteria (PNSB) releasing exopolymeric on rice plant growth and yield in saline soil. A 4 x 5 factorial experiment consisted of levels of irrigated salinity (0‰, 2‰, 3‰, 4‰) and PNSB (None, E1, E2, E3, mixture of E1, E2, E3 containing 1.812×10^5 CFU g⁻¹ dry soil weight) was arranged in a randomized complete block design in saline soil, with four replications. Results showed that the supplement of each single strain E1, E2, E3 or mixture of strains E1, E2, E3 enhanced plant height, number of panicles per pot, percentage of filled grain and rice yield in saline soil with salt irrigation at 2 - 4‰. Rice grain yield of mixed PNSB supplement in conditions of saline water irrigation at 4‰ equally obtained treatment no saline water irrigation and no added PNSB, with 12.4 và 12.0 g pot⁻¹. Moreover, the use of single strain or mixture of strains E1, E2, E3 enhanced concentrations of available ammonium (28.5 - 31.2 mg NH₄⁺/kg), soluble phosphorus (10,0 - 3,3 mg P/kg), and reduced exchangeable sodium (.61 - 1,87 meq Na⁺/100 g) as compared to no PNSB.

Keywords: δ-aminolevulinic acid, purple nonsulfur bacteria, rice-shrimp saline soil.

Người phản biện: TS. Nguyễn Minh Đông
Email: nmdong@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 09/7/2021

Ngày thông qua phản biện: 25/8/2021

Ngày duyệt đăng: 06/9/2021