

ẢNH HƯỞNG CỦA VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍA TIẾT EXOPOLYMERIC ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT MẶN TẠI HUYỆN TRẦN ĐỀ, TỈNH SÓC TRĂNG

Lý Ngọc Thanh Xuân¹, Nguyễn Hoàng Anh², Nguyễn Quốc Khương^{3,*}

TÓM TẮT

Mục tiêu nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) tiết exopolymeric đến sinh trưởng và năng suất lúa trong điều kiện mặn. Thí nghiệm hai nhân tố được bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên, bốn lần lặp lại. Trong đó, nhân tố thứ nhất (A) bốn mức độ mặn (i) 0‰, (ii) 2‰, (iii) 3‰, (iv) 4‰ và nhân tố thứ hai (B) PNSB tiết exopolymeric gồm (i) không vi khuẩn, (ii) dòng đơn E-TD16, (iii) dòng đơn E-TD25, (iv) dòng đơn E-TD43, (v) hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 (mật số vi khuẩn $1,812 \times 10^5$ CFU/g đất khô). Kết quả cho thấy tưới mặn ở nồng độ 2 - 4‰ dẫn đến giảm chiều cao cây, chiều dài bông, số bông trên chấu, tỷ lệ hạt chắc và năng suất hạt lúa so với không tưới mặn. Bổ sung dòng đơn vi khuẩn E-TD16, E-TD25, E-TD43 hoặc hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 tăng chiều cao cây, chiều dài bông, số bông trên chấu, 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 E-TD16, E-TD25 và E-TD43 trong điều kiện tưới nước mặn 4‰ đạt cao hơn trong điều kiện không tưới mặn và không bổ sung vi khuẩn, với 21,0 và 18,6 g chấu⁻¹, theo thứ tự. Bổ sung dòng đơn hay hỗn hợp ba dòng vi khuẩn góp phần tăng pH_{H2O}, NH₄⁺, P dễ tiêu, với 2,30 - 3,60%, 183,6 - 243,5%, 36,0 - 49,9%, theo thứ tự. Bổ sung dòng đơn E-TD16, E-TD43 hay hỗn hợp ba dòng vi khuẩn giảm Na⁺ (7,43 - 14,6%) so với không bổ sung vi khuẩn.

Từ khóa: *Đất mặn, exopolymeric, năng suất lúa, vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ¹

Canh tác lúa (*Oryza sativa* L.) bị ảnh hưởng bởi mặn ở nhiều vùng sinh thái nông nghiệp. Lúa đặc biệt nhạy cảm với nồng độ muối cao vì mặn ảnh hưởng đến quang hợp, hô hấp, đồng hóa, héo và khô, cuối cùng dẫn đến chết toàn bộ các bộ phận của cây [1]. Xâm nhập mặn là một vấn đề trở ngại ở đồng bằng sông Cửu Long [2], vì không có đủ nước ngọt để tưới lúa và nước mặn đã được sử dụng thay thế; điều này đã ảnh hưởng đến sinh

trưởng và năng suất lúa [3]. Chính vì vậy, việc xác định biện pháp canh tác hiệu quả trong điều kiện mặn là cần thiết. Trong đó, áp dụng chế phẩm vi sinh là một biện pháp tiềm năng nhằm giảm thiểu ảnh hưởng bất lợi của mặn đến năng suất lúa và đáp ứng được mục tiêu canh tác lúa theo hướng bền vững [4]. Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) tiết exopolymeric (EPS) có chứa các nhóm chức carboxyl (-COOH), hydroxyl (-OH) và amide (N-H). Các ion này kết hợp với ion Na⁺ [5], [6], gây bất động Na⁺. Đặc biệt, vi khuẩn này tiết càng nhiều EPS trong điều kiện càng mặn [7]. Bên cạnh đó, PNSB có khả năng giảm được ảnh hưởng bất lợi của Na⁺ và tăng năng suất lúa [8], [9], [10], [11] do tiết ra galacturonic axit để liên kết với Na⁺ [5]. Do đó, nghiên cứu được thực

¹ Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

² Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Cửu Long

³ Khoa Khoa học cây trồng, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

* Email: ngkhương@ctu.edu.vn

hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymeric đến cải thiện sinh trưởng, năng suất và độ phì nhiêu đất mặn trồng lúa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Đất thực hiện thí nghiệm được thu ở tầng 0 - 20 cm của đất canh tác lúa - tôm tại huyện Trần Đề, tỉnh Sóc Trăng.

Chậu có kích thước đáy lớn x đáy nhỏ x chiều cao tương ứng 23 x 17 x 18 cm.

Giống lúa: OM5451.

Các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía E-TD16, E-TD25 và E-TD43 tiết exopolymeric, được phân lập và tuyển chọn từ đất lúa - tôm nhiễm mặn và được lưu giữ trong điều kiện -80°C tại Trường Đại học An Giang.

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

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm hai nhân tố 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 E-TD16, E-TD25 và E-TD43 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43) được bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên tại nhà lưới của Trại Nghiên cứu và Thực nghiệm nông nghiệp, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Đất được phơi khô trong không khí đến khi khô hoàn toàn, loại bỏ dư thừa thực vật và trộn đều trước khi sử dụng. Cân 6 kg đất khô cho vào mỗi chậu, bổ sung nước ngọt cho ngập đất, để sau 48 giờ đánh bùn và gieo sạ.

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 và 500 hạt lúa được tách ra thành 5 phần bằng nhau để cho vào bốn cốc có chứa sẵn 10 mL dung dịch vi khuẩn (1 x 10⁹ CFU mL⁻¹) gồm E-TD16, E-TD25 và E-TD43 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 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.

Bảng 1. Vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 tiết exopolymeric, dinh dưỡng N, P và chất kích thích sinh trưởng thực vật

Đặc tính \ Dòng vi khuẩn	E-TD16	E-TD25	E-TD43
δ-aminolevulinic axit (ALA)	++	+++	+++
Exopolymeric (EPS)	++	+++	+++
Amoni (NH ₄ ⁺)	++	+++	+++
Phốt pho (PO ₄ ³⁻)	++	++	+++
Indole axetic axit (IAA)	++	+++	+++
Siderophores	++	++	+++

Ghi chú: “+++” khả năng cao nhất, “++” khả năng trung bình, “+” khả năng thấp; E-TD16: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ nhất; E-TD25: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ hai; E-TD43: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ ba.

Sử dụng công thức phân theo khuyến cáo 100 N-60 P₂O₅-30 K₂O (kg ha⁻¹). 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 (NSS). Phân kali bón 50% vào 10 và 45 NSS.

Vi khuẩn PNSB 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 NSS. Do đó, lượng vi khuẩn được bổ sung có mật số là 1,8 x 10⁶ CFU/g đất khô. Vì vậy, tổng lượng vi khuẩn bổ sung từ hạt và dung dịch lỏng là 1,812 x

10^5 CFU/g đất khô. Bên cạnh đó, sử dụng 20 mL nước mặn với nồng độ 2 - 4‰ cho mỗi chậu (theo các nghiệm thức đã thiết kế nồng độ mặn) vào các thời điểm 20, 27, 34, 41, 48 và 55 NSS. Đặc tính của PNSB sử dụng trong thí nghiệm được thể hiện ở bảng 1.

Chỉ tiêu theo dõi:

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

- Xác định thành phần năng suất. Số bông/chậu: Đếm tổng số bông trên mỗi chậu; số hạt/bông: Đếm tổng số hạt trong chậu/tổng số bông trong 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: Phân tích proline trong lá và thân lúa vào 45 NSS bằng phương pháp Ninhydrin của Bates và cs (1973) [12] và được tóm tắt như sau: Xác định ẩm độ mẫu; trích mẫu như sau, cân 0,5 g mẫu lúa tươi cho vào ống nghiệm có kích thước 13 x 100 mm, thêm 10 mL axit sulfosalicylic 3% vào mẫu để nghiền nát hoàn toàn, lắc 30 phút, ly tâm ở tốc độ 3.000 vòng/phút trong 15 phút, loại bỏ cặn lấy phần dịch trong. Sau đó, hút 2,0 mL dung dịch mẫu cho vào ống nghiệm được phản ứng với 2,0 mL Ninhydrin và 2,0 mL glacial acetic axit, trộn đều và đậy nắp. Đặt trong tủ ủ 1 giờ ở nhiệt độ 100°C. Làm nguội trong nước đá và phản ứng được trích với 4,0 mL toluene, lắc

15 - 20 giây trước khi đọc độ hấp thu trên máy quang phổ ở bước sóng 520 nm. Tính hàm lượng proline dựa trên đường chuẩn đã được xác định cùng lúc.

Phân tích trong đất: Các phương pháp phân tích đất được tổng hợp bởi Sparks và cs (2022) [13], được tóm tắt như sau pH_{H_2O} được trích tỷ lệ đất: nước (1: 2,5), đo bằng pH kế. Đạm hữu dụng được xác định bằng phương pháp blue phenol ở bước sóng 640 nm. Lân dễ tiêu được xác định bằng phương pháp trích đất với 0,1 N HCl và 0,03 N NH_4F , tỷ lệ đất: nước là 1: 7, hiện màu bằng ascorbic axit ở bước sóng 880 nm. Phân tích hàm lượng Na^+ từ dung dịch đất trích với $BaCl_2$ 0,1 M, đo trên máy hấp thu nguyên tử ở bước sóng 589,0 nm.

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

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymeric đến sinh trưởng cây lúa trồng trên đất mặn trong điều kiện nhà lưới

Chiều cao cây (cm): Tưới nước mặn có nồng độ từ 2 - 4‰ dẫn đến giảm chiều cao cây lúa so với không tưới mặn, với giá trị lần lượt là 74,0 - 77,4 cm so với 80,3 cm. Bên cạnh đó, bổ sung PNSB tiết EPS dòng E-TD25 và E-TD43 hoặc hỗn hợp ba dòng E-TD16, E-TD25 và E-TD43 đạt chiều cao cây 77,3 - 78,7 cm cao hơn so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn và nghiệm thức bổ sung dòng đơn E-TD16 (74,2 - 75,4 cm) (Bảng 2).

Bảng 2. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymeric đến sinh trưởng cây lúa trồng trên đất mặn

Nhân tố		Chiều cao cây (cm)	Chiều dài bông (cm)
Độ mặn của nước tưới (A) (‰)	0	80,3 ^a	19,9 ^a
	2	77,4 ^b	19,2 ^b
	3	75,1 ^c	18,9 ^b
	4	74,0 ^c	18,6 ^c
Vi khuẩn (B) ($1,812 \times 10^5$ CFU/g đất khô)	KVK	74,2 ^b	18,0 ^d
	E-TD16	75,4 ^b	19,2 ^{bc}

	E-TD25	78,7 ^a	19,5 ^{ab}
	E-TD43	77,3 ^a	19,1 ^c
	HH	78,0 ^a	19,8 ^a
Mức ý nghĩa (A)		*	*
Mức ý nghĩa (B)		*	*
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	ns
CV (%)		2,59	2,31

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; KVK: không bổ sung vi khuẩn; E-TD16: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ nhất, E-TD16; E-TD25: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ hai, E-TD25; E-TD43: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ ba, E-TD43; HH: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43.*

Chiều dài bông (cm): Nghiệm thức không tưới mặn có chiều dài bông dài nhất (19,9 cm), các nghiệm thức tưới mặn 2 - 3‰ có chiều dài bông thấp hơn, với 18,9 - 19,2 cm và nghiệm thức tưới mặn 4‰ có chiều dài bông thấp nhất (18,6 cm). Bên cạnh đó, nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 hoặc hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 có

chiều dài bông (19,1 - 19,8 cm) cao hơn nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (18,0 cm) (Bảng 2).

3.2. Ảnh hưởng của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía 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

Bảng 3. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymeric đến 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)
Độ mặn của nước tưới (A) (‰)	0	17,0 ^a	69,5 ^a	53,3 ^a	76,8 ^a	24,8
	2	15,6 ^b	66,4 ^b	48,5 ^b	73,0 ^{bc}	25,0
	3	15,2 ^c	64,0 ^c	47,0 ^c	73,4 ^{bc}	25,0
	4	14,5 ^d	63,4 ^c	45,2 ^d	71,2 ^c	25,0
Vi khuẩn (B) (1,812 x 10 ⁵ CFU/g đất khô)	KVK	13,8 ^d	63,7 ^c	44,2 ^d	69,4 ^d	25,0
	E-TD16	15,1 ^c	66,3 ^b	50,0 ^b	75,5 ^{ab}	24,9
	E-TD25	15,1 ^c	65,7 ^b	47,3 ^c	72,0 ^c	24,8
	E-TD43	16,1 ^b	65,0 ^{bc}	47,9 ^c	73,7 ^{bc}	25,2
	HH	17,6 ^a	68,3 ^a	53,0 ^a	77,5 ^a	24,9
Mức ý nghĩa (A)		*	*	*	*	ns
Mức ý nghĩa (B)		*	*	*	*	ns
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	ns	*	*	ns
CV (%)		3,83	3,90	3,40	4,26	3,72

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; KVK: không bổ sung vi khuẩn; E-TD16: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ nhất, E-TD16; E-TD25: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ hai, E-TD25; E-TD43: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ ba, E-TD43; HH: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43.*

Số bông trên chậu: Tưới nước mặn có nồng độ với 14,5 - 15,6 so với 17,0 bông, theo thứ tự. Ngoài 2 - 4‰ giảm số bông trên chậu so với nồng độ 0‰, ra, bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-

TD25 và E-TD43 đạt số bông 17,6 bông/chậu cao hơn các nghiệm thức bổ sung các dòng đơn E-TD16, E-TD25 hoặc E-TD43 (15,1 - 16,1 bông/chậu) và nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (13,8 bông/chậu). Trong đó, nghiệm thức bổ sung các dòng đơn đều có số bông trên chậu cao hơn so với các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (Bảng 3).

Số hạt trên bông: Số hạt trên bông giảm dần qua các nồng độ tưới mặn 0 - 4‰, với 69,5 > 66,4 > 64,0 ~ 63,4 hạt. Trong khi đó, nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 đạt cao nhất, với 68,3 hạt. Tuy nhiên, chỉ có nghiệm thức bổ sung dòng đơn E-TD16, E-TD25 có số hạt trên bông 65,7 - 66,3 hạt, cao hơn nghiệm thức đối chứng, với 63,7 hạt (Bảng 3).

Hạt chắc trên bông: Số hạt chắc trên bông giảm dần trong trường hợp tăng nồng độ mặn của nước tưới, với 53,3 > 48,5 > 47,0 > 45,2 hạt, tương ứng với nồng độ 0, 2, 3, 4‰. Ngoài ra, số hạt chắc trên bông của các nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43,

dòng đơn vi khuẩn E-TD16, dòng đơn E-TD25, dòng đơn E-TD43 và không bổ sung dòng vi khuẩn đạt 53,0 > 50,0 > 47,3 ~ 47,9 > 44,2 hạt chắc (Bảng 3).

Tỷ lệ hạt chắc: Tỷ lệ hạt chắc đạt cao nhất ở nghiệm thức không tưới mặn (76,8%). Tuy nhiên, nồng độ tưới mặn 2 - 4‰ đã giảm tỷ lệ hạt chắc, với tỷ lệ hạt chắc tương đương nhau 71,2 - 73,4%. Ngoài ra, bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 hay dòng đơn E-TD16 có tỷ lệ hạt chắc tương đương nhau, dao động 75,5 - 77,5%, cao hơn các nghiệm thức bổ sung dòng đơn E-TD25 và không bổ sung vi khuẩn, với 72,0% so với 69,4% (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 tiết EPS có khối lượng 1.000 hạt là tương đương nhau, với khối lượng trung bình là 25,0 g (Bảng 3).

3.2.2. Năng suất hạt lúa

Bảng 4. Ảnh hưởng của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymERIC đến năng suất lúa (g chậu⁻¹) trồng trên đất mặn

Nhân tố	Độ mặn của nước tưới (A) (‰)				
	0	2	3	4	TB
Vi khuẩn (B) (1,812 x 10 ⁵ CFU/g đất khô)					
KVK	18,6 ^{ef}	15,8 ^{hij}	14,6 ^j	10,0 ^k	14,8 ^d
E-TD16	16,3 ^{hi}	15,4 ^{hij}	15,0 ^{ij}	14,5 ^j	15,3 ^d
E-TD25	19,9 ^{cde}	17,9 ^{fg}	17,7 ^{fg}	16,0 ^{hij}	17,9 ^c
E-TD43	20,0 ^{cd}	20,2 ^{cd}	19,4 ^{de}	16,8 ^{gh}	19,1 ^b
HH	23,6 ^a	22,2 ^b	21,9 ^b	21,0 ^{bc}	22,2 ^a
TB	19,7 ^a	18,3 ^b	17,7 ^b	15,7 ^c	
Mức ý nghĩa (A)	*				
Mức ý nghĩa (B)	*				
Mức ý nghĩa (A*B)	*				
CV (%)	5,27				

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; KVK: không bổ sung vi khuẩn; E-TD16: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ nhất, E-TD16; E-TD25: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ hai, E-TD25; E-TD43: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ ba, E-TD43; HH: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43; TB: Trung bình.

Năng suất hạt lúa ở nồng độ mặn 0, 2, 3 và 4‰ giảm theo trật tự 19,7 > 18,3 ~ 17,7 > 15,7 g chậu⁻¹. Ngoài ra, năng suất lúa ở các nghiệm thức bổ sung

hỗn hợp ba dòng vi khuẩn đạt cao nhất 22,2 g chậu⁻¹, khác biệt có ý nghĩa thống kê 1% so với các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn E-TD43,

E-TD25 và E-TD16 với năng suất $19,1 > 17,9 > 15,3 \text{ g}^{-1}$. Năng suất ở tất cả các nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn đều cao hơn nghiệm thức không chủng vi khuẩn ($14,8 \text{ g chậu}^{-1}$) (Bảng 4).

Năng suất hạt lúa khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% đối với nhân tố tưới các nồng độ mặn và bổ sung vi khuẩn PNSB tiết EPS. Năng suất lúa của nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-

TD16, E-TD25 và E-TD43 trong điều kiện tưới nước mặn 4‰ đạt $21,0 \text{ g chậu}^{-1}$ cao hơn với năng suất của nghiệm thức không tưới mặn và không bổ sung vi khuẩn đạt $18,6 \text{ g chậu}^{-1}$ (Bảng 4).

3.3. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymeric đến đặc tính đất mặn trồng lúa trong điều kiện nhà lưới

Bảng 5. Ảnh hưởng của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía 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/100 g)
Độ mặn nước tưới (A) (‰)	0	5,17	37,9	38,7	6,97 ^d
	2	5,11	38,7	38,5	8,43 ^c
	3	5,09	37,0	37,7	8,77 ^b
	4	5,14	34,3	38,6	9,19 ^a
Vi khuẩn (B) ($1,812 \times 10^5$ CFU/g đất khô)	KVK	5,01 ^b	13,5 ^c	28,4 ^c	9,01 ^a
	E-TD16	5,18 ^a	38,3 ^b	38,6 ^b	8,86 ^a
	E-TD25	5,13 ^a	41,7 ^{ab}	41,1 ^a	7,79 ^c
	E-TD43	5,13 ^a	46,4 ^a	41,1 ^a	8,34 ^b
	HH	5,19 ^a	45,0 ^a	42,6 ^a	7,69 ^c
Mức ý nghĩa (A)		ns	ns	ns	*
Mức ý nghĩa (B)		*	*	*	*
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	ns	*	*
CV (%)		5,13	19,9	6,20	8,34

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; KVK: không bổ sung vi khuẩn; E-TD16: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ nhất, E-TD16; E-TD25: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ hai, E-TD25; E-TD43: sử dụng vi khuẩn tiết EPS thứ ba, E-TD43; HH: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43.*

Tưới nước mặn nồng độ 2 - 4‰ chưa ảnh hưởng đến các đặc tính đất gồm pH_{H2O}, NH₄⁺ và P dễ tiêu, với dao động 5,09 - 5,14, 34,3 - 38,7 mg NH₄⁺/kg và 37,7 - 38,6 mg P/kg, theo thứ tự. Tuy nhiên, bổ sung dòng đơn hoặc hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25, E-TD43 tăng giá trị pH_{H2O}, NH₄⁺ và P dễ tiêu, so với các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn, với 5,13 - 5,19, 38,3 - 46,4 mg NH₄⁺/kg và 38,6 - 42,6 mg P/kg so với 5,01, 13,5 mg NH₄⁺/kg và 28,4 mg P/kg, theo thứ tự. Đối với hàm lượng Na⁺, tăng nồng độ mặn của nước tưới dẫn đến tăng hàm lượng Na⁺, với $6,97 < 8,43 < 8,77 < 9,19 \text{ meq/100 g}$, tương ứng với nồng độ 0, 2, 3 và

4‰. Đồng thời, giá trị pH_{H2O}, NH₄⁺ và P dễ tiêu ở nghiệm thức của hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25, E-TD43 chỉ tương đương nghiệm thức bổ sung dòng đơn (Bảng 5).

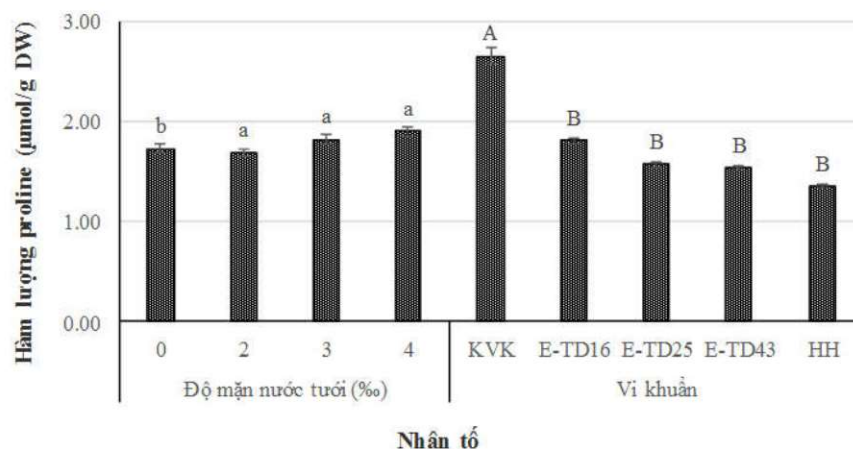
3.4. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymeric đến hàm lượng proline trong cây lúa trồng trên đất mặn trong điều kiện nhà lưới

Hàm lượng proline trong cây lúa ở nghiệm thức tưới nước mặn có nồng độ 4‰ tăng so với nghiệm thức không tưới nước mặn, với hàm lượng 1,90 so với 1,72 $\mu\text{mol/g}$ khối lượng khô. Hơn nữa, hàm lượng proline trong cây lúa ở nghiệm thức bổ

sung các dòng đơn vi khuẩn E-TD16, E-TD25, E-TD43 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 khác biệt có ý nghĩa thống kê 5%, với hàm lượng 2,65 $\mu\text{mol/g}$ khối lượng khô ở các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn so với 1,35 - 1,81 $\mu\text{mol/g}$ khối lượng khô ở các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn (Hình 1).

Mỗi dòng vi khuẩn sở hữu một chức năng riêng biệt, nên khối lượng hạt lúa ở nghiệm thức bổ sung hỗn hợp 3 dòng vi khuẩn cao hơn nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn (Bảng 1). Ngoài ra, ở các nghiệm thức bổ sung vi khuẩn có hàm

lượng Na^+ thấp hơn do vi khuẩn tiết ra galacturonic axit [5] và EPS giúp giảm Na^+ trong đất [6]. Ngoài ra, các dòng vi khuẩn PNSB tiết EPS E-TD16, E-TD25, E-TD43 giúp cải thiện pH, tăng NH_4^+ và P dễ tiêu do có khả năng cố định đạm và hòa tan lân (Bảng 1). Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Kuang và cs (2018, 2020) [14, 15], 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.



Hình 1. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía tiết exopolymERIC đến hàm lượng proline trong cây lúa

Ghi chú: DW là khối lượng khô; KVK: không bổ sung vi khuẩn; HH: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng nước mặn ở nồng độ 2 - 4‰ gây giảm chiều cao cây, chiều dài bông, số bông trên chấu, số hạt trên bông, tỷ lệ hạt chắc và năng suất hạt lúa so với trồng trên đất không sử dụng nước mặn. Bổ sung dòng đơn vi khuẩn E-TD16, E-TD25, E-TD43 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 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 ở nghiệm thức sử dụng nước mặn. Sử dụng dòng đơn hay hỗn hợp ba dòng vi khuẩn đã cải thiện pH đất (2,30 - 3,60%), hàm lượng đạm hữu dụng (183,6 - 234,5%), lân dễ tiêu (36,0 - 49,9%) và giảm hàm lượng Na^+ trao đổi (7,43 - 14,6%) so với không chủng vi khuẩn.

Năng suất lúa của nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn E-TD16, E-TD25 và E-TD43 đạt 21,0 g/chậu trong điều kiện sử dụng nước mặn 4‰, trong khi đó nghiệm thức không sử dụng nước mặn và không bổ sung vi khuẩn chỉ đạt 18,6 g/chậu.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Cần Thơ đã tài trợ kinh phí để nghiên cứu này được thực hiện thông qua đề tài có mã số T2022-88.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszczyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora, L., Pinzari, F. (2020).

When salt meddles between plant, soil, and microorganisms. *Frontiers in Plant Science*. 11, 1429.

2. Poelma, T., Bayrak, M. M., Van Nha, D., Tran, T. A. (2021). Climate change and livelihood resilience capacities in the Mekong Delta: a case study on the transition to rice-shrimp farming in Vietnam's Kien Giang province. *Climatic Change*. 164(1), 9.

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 of Integrative Agriculture*. 16 (11), 2357 - 2374.

4. Sundar, L. S., Chao, Y. Y. (2022). Potential of purple non-sulfur bacteria in sustainably enhancing the agronomic and physiological performances of rice. *Agronomy*, 12 (10), 2347.

5. Nunkaew, T., Kantachote, D., Nitoda, T., Kanzaki, H., Ritchie, R. J. (2015). Characterization of exopolymeric substances from selected *Rhodopseudomonas palustris* strains and their ability to adsorb sodium ions. *Carbohydrate Polymers*. 115, 334 - 341.

6. 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.

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.

8. Kantha, T., Kantachote, D., Klongdee, N. (2015). Potential of biofertilizers from selected *Rhodopseudomonas palustris* strains to assist rice (*Oryza sativa* L. subsp. indica) growth under salt stress and to reduce greenhouse gas emissions. *Annals of Microbiology*. 65, 2109 - 2118.

9. Nguyễn Quốc Khương, Đặng Phan Thiện Minh, Lê Vinh Thúc, Nguyễn Hồng Huế, Trần Ngọc Hữu, Trần Chí Nhân, Phạm Duy Tiền, Lý Ngọc Thanh Xuân (2021a). Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic acid và số lần tưới nước mặn đến sinh trưởng và năng suất lúa trồng trên đất mặn Thạnh Phú - Bến Tre. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Số 13. Trang: 14 - 20.

10. Nguyễn Quốc Khương, Nguyễn Văn Đức, Trần Ngọc Hữu, Nguyễn Hồng Huế, Lê Vinh Thúc, Trần Chí Nhân, Phạm Duy Tiền, Lý Ngọc Thanh Xuân (2021b). Ảnh hưởng của vi khuẩn cố định đạm *Rhodobacter sphaeroides* đến năng suất lúa trồng trên đất mặn huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Số 12. Trang: 24 - 29.

11. Nguyễn Quốc Khương, Trần Công Minh, Trần Ngọc Hữu, Lê Vinh Thúc, Nguyễn Hồng Huế, Trần Chí Nhân, Phạm Duy Tiền, Lý Ngọc Thanh Xuân (2021c). Hiệu quả của vi khuẩn hòa tan lân *Rhodobacter sphaeroides* đến sinh trưởng và năng suất lúa trên đất mặn Hồng Dân - Bạc Liêu trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Số 10. Trang: 16 - 23.

12. 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.

13. 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.

14. Khuong, N. Q., Kantachote, D., Onthong, J., and Sukhoom, A. (2018). Al^{3+} and Fe^{2+} toxicity reduction potential by acid-resistant strains of *Rhodopseudomonas palustris* isolated from acid sulfate soils under acidic conditions. *Annals of Microbiology*. 68(4): 217-228.

15. Khuong, N. Q., Kantachote, D., Nookongbut, P., Onthong, J., Xuan, L. N. T., &

Sukhoom, A. (2020). Mechanisms of acid - resistant acidic stress and promote plant growth. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 101520.

**INFLUENCES OF PRODUCING EXOPOLYMERIC PURPLE NONSULFUR BACTERIA
ON GROWTH AND YIELD OF RICE UNDER SALINE SOIL IN** TRAN DE, SOC TRANG

Ly Ngoc Thanh Xuan¹, Nguyen Hoang Anh², Nguyen Quoc Khuong³

¹*Experimental and Practical Area, An Giang University;*

Vietnam National University, Ho Chi Minh City

²*Department of Crop Science, Faculty of Agriculture - Fisheries, University of Cuu Long*

³*Faculty of Crop Science, College of Agriculture, Can Tho University*

Summary

Objective of this study was to determine the efficiency of potential strains of purple nonsulfur bacteria (PNSB) releasing exopolymers on rice plant growth and yield in saline soil. A two-factor experiment was arranged in a randomized complete block design, with four replications. The first factor (A) was levels of irrigated salinity (i) 0‰, (ii) 2‰, (iii) 3‰ and (iv) 4‰, and the second one was the exopolymeric secreting PNSB (i) no bacteria, a single strain of (ii) E-TD16, (iii) E-TD25 and (iv) E-TD43, and (iv) a mixture of E-TD16, E-TD25 and E-TD43 (with a bacterial density of 1.812×10^5 CFU g⁻¹ dry soil weight). Results showed that saline water irrigation at 2 - 4‰ reduced plant height, panicle length, number of panicles per pot, percentage of filled grain and rice yield. Meanwhile, the supplement of each single strain E-TD16, E-TD25, E-TD43 or the mixture of strains E-TD16, E-TD25 and E-TD43 enhanced plant height, panicle length, number of panicles per pot, percentage of filled grain and rice yield in saline soil. Rice grain yield of mixed PNSB supplement in conditions of saline water irrigation at 4‰ was higher than in the treatment with no saline water irrigation and no added PNSB, with 21.0 and 18.6 g pot⁻¹, respectively. Moreover, the use of single strain or mixture of the PNSB strains enhanced pH value, available ammonium concentration and soluble phosphorus by correspondingly 2.30 - 3.60%, 183.6 - 243.5% and 36.0 - 49.9%. The supplement of each single strain E-TD16 and E-TD43 or the mixture of the three bacterial strains reduced Na⁺ by 7.43 - 14.6% in comparison with the no bacteria treatment.

Keywords: *Exopolymeric, purple nonsulfur bacteria, rice grain yield, saline soil.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Như Kiều

Ngày nhận bài: 12/12/2022

Ngày thông qua phản biện: 12/01/2023

Ngày duyệt đăng: 30/01/2023