

ẢNH HƯỞNG CỦA VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍA CÓ KHẢ NĂNG CUNG CẤP δ -AMINOLEVULINIC AXÍT ĐỂ TĂNG SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA TRỒNG TRÊN ĐẤT MẶN HỒNG DÂN - BẠC LIÊU

Nguyễn Quốc Khương^{1*}, Nguyễn Thị Thùy Dung², Lý Ngọc Thanh Xuân³,
Trần Ngọc Hữu¹, Trần Chí Nhân³, Nguyễn Hoàng Anh⁴, Nguyễn Thị Thanh Xuân^{3*}

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định hiệu quả của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng tiết ra δ -aminolevulinic axit trong điều kiện mặn giúp cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa. Thí nghiệm thừa số hai nhân tố được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên, bốn lặp lại. Trong đó, nhân tố 1 (A) vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (δ -aminolevulinic axit) bao gồm: (i) Dòng đơn vi khuẩn K1, dòng đơn vi khuẩn K2, dòng đơn vi khuẩn K3, hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3 (mật số vi khuẩn là $1,812 \times 10^5$ CFU g⁻¹ đất khô) và nhân tố 2 (B) bốn mức độ mặn (i) 0‰, (ii) 2‰, (iii) 3‰ và (iv) 4‰. Kết quả thí nghiệm cho thấy tưới nước mặn có nồng độ mặn từ 3‰ trở lên đã giảm chiều cao cây, số bông trên chấu, số hạt trên bông, tỷ lệ hạt chắc và năng suất lúa trên nền đất nhiễm mặn. Tuy nhiên, việc bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3 giúp cải thiện độ chua, hàm lượng lân dễ tiêu, năng suất lúa trong điều kiện mặn so với các dòng đơn vi khuẩn K1, K2 hoặc K3. Cả ba dòng vi khuẩn K1, K2, K3 có khả năng cải thiện sinh trưởng cây lúa trong điều kiện mặn.

Từ khóa: Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía, năng suất lúa, đất mặn δ -aminolevulinic axit.

1. MỞ ĐẦU

Đối với đồng bằng sông Cửu Long, vấn đề hạn và xâm nhập mặn đã ảnh hưởng đến canh tác lúa trong thời gian gần đây, với diện tích lúa bị ảnh hưởng tăng từ 139.000 ha vào giữa tháng 3 năm 2016 đến 224.552 ha vào giữa tháng 4 năm 2016. Đồng thời, năng suất lúa giảm 50 - 100% ở các vùng bị xâm nhập mặn (CCAFS-SEA, 2016). Lúa được phân loại là loài khá mẫn cảm với mặn ở các giai đoạn sinh trưởng và phát triển khác nhau. Cụ thể là, giai đoạn mạ, đẻ nhánh và tượng khối sơ khởi thì rất mẫn cảm. Mặn làm giảm số gié/bông, gây ra bất thụ hạt lúa, làm giảm sức sống hạt phấn hay giảm tiếp nhận bề mặt của nhụy (Abdullah *et al.*, 2001). Tuy nhiên, ngập mặn lâu dài có thể làm gia tăng khả năng đất bị “mặn sodic” hay “sodic” trên các vùng lúa tôm ở đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả nghiên cứu đặc

tính đất lúa - tôm biến động rất khác nhau về độ mặn và tính chất hóa học đất (Nguyễn Quốc Khương và Ngô Ngọc Hưng, 2015a, 2015b; Lê Trọng Lương và Ngô Ngọc Hưng, 2007; Nguyễn Hữu Kiệt và ctv., 2010). Do đó, chức năng sinh lý và thành phần của cộng đồng vi sinh vật bị thay đổi bởi stress mặn (Sardinha *et al.*, 2003; Wichern *et al.*, 2006).

Hiện nay, có nhiều biện pháp góp phần giảm hàm lượng Na⁺ trong đất ở điều kiện môi trường canh tác lúa – tôm như áp dụng các hợp chất chống chịu mặn, nhưng điều này có thể ảnh hưởng đến sinh trưởng và chất lượng tôm. Vì vậy, việc sử dụng các dòng vi khuẩn như biện pháp sinh học để giảm Na⁺ là cần thiết. Trong đó, vi khuẩn quang không lưu huỳnh màu tía là nhóm vi khuẩn tiềm năng vì có thể sống trong các điều kiện môi trường khắc nghiệt (Imhoff, 2017). Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía bước đầu được nghiên cứu ở Việt Nam để sử dụng như nguồn cung cấp dưỡng chất cho cây lúa thông qua tiến trình cố định đạm và hòa tan lân (Khuong, 2018). Ngoài ra, các dòng vi khuẩn này cũng có khả năng cung cấp các chất kích thích sinh trưởng trong điều kiện chua của đất phèn như IAA (Khuong *et al.*, 2020). Bên cạnh đó, nhóm vi khuẩn này cũng được sử dụng để cải thiện đặc tính đất thông qua giảm độc chất như Fe²⁺, Al³⁺ trong đất

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

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

³ Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

⁴ Trường Đại học Cửu Long

Email: nqkhuong@ctu.edu.vn; lntxuan@agu.edu.vn

phèn (Khuong *et al.*, 2017; Khuong *et al.*, 2018; Nguyễn Quốc Khương và *ctv.*, 2019). Vì vậy, kết quả áp dụng cho thấy nhóm vi khuẩn này có khả năng kích thích sinh trưởng cây trồng và tăng năng suất lúa trên đất phèn (Nguyễn Quốc Khương và *ctv.*, 2019; Phạm Duy Tiến và *ctv.*, 2018), cũng như giảm độc Fe^{2+} , Al^{3+} và cải thiện độ phì nhiêu đất như NH_4^+ và PO_4^{3-} trong đất phèn tại Hòn Đất - Kiên Giang và Phụng Hiệp - Hậu Giang trong điều kiện nhà lưới (Lý Ngọc Thanh Xuân và *ctv.*, 2019). Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía thuộc nhóm vi khuẩn có khả năng cung cấp chất chuyển hóa ALA (Liu *et al.*, 2014). Hơn nữa, ALA có vai trò quan trọng trong nông nghiệp (Kang *et al.*, 2017) vì được sử dụng như chất kích thích sinh trưởng thực vật, giúp cây trồng nảy mầm tốt hơn (Kantha *et al.*, 2015; Nookongbut *et al.*, 2018), góp phần cải thiện môi trường đất bị ô nhiễm kim loại nặng cũng như giúp cây trồng vượt qua stress mặn (Korkmaz *et al.*, 2012). Nhìn chung, có hai cách để sinh tổng hợp δ -aminolevulinic axit trong tự nhiên. Cách thứ nhất được gọi là C4, phụ thuộc vào sự kết hợp của succinyl-coenzyme A (CoA) và glycine bởi enzym tổng hợp δ -aminolevulinic axit, được mã hóa bởi là gen *hemA* hoặc *hemT*. Cách còn lại được gọi là C5, bao gồm ba phản ứng enzym (enzym tổng hợp glutamyl-tRNA, enzym khử glutamyl-tRNA và enzym chuyển hóa axit amin glutamate-1-semialdehyde) từ glutamate (Sasaki *et al.*, 2002). Tuy nhiên, chất chuyển hóa ALA chưa được nghiên cứu trong trường hợp vi khuẩn sống trong điều kiện mặn. Chính vì vậy, đề tài này được thực hiện nhằm mục tiêu xác định hiệu quả của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng tiết ra δ -aminolevulinic axit trong điều kiện mặn góp phần cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Đất thực hiện thí nghiệm được thu ở tầng đất mặt 0-20 cm của đất canh tác lúa - tôm tại huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu.

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

Giống lúa OM5451 được sử dụng cho thí nghiệm.

Các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp chất điều hòa

sinh trưởng δ -aminolevulinic axit, K1, K2 và K3 được phân lập từ đất lúa - tôm nhiễm mặn.

Phân bón được sử dụng là urê (46% N), supe lân Long Thành (16% P_2O_5 , 20% CaO) và phân kali clorua (60% K_2O).

2.2. Phương pháp

Thí nghiệm hai nhân tố được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên, với nhân tố 1 (A) vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng tiết ra δ -aminolevulinic axit bao gồm các dòng đơn vi khuẩn K1, K2, K3 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3 và nhân tố 2 (B) bốn mức độ tưới nước mặn (0‰, 2‰, 3‰ và 4‰) tại nhà lưới Trại Nghiên cứu và Thực nghiệm Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Đất được phơi khô, loại bỏ dư thừa thực vật và trộn đều trước khi sử dụng. Sau đó, 5 kg đất được cho vào mỗi chậu, kể đến đất được để ngập nước trong khoảng 48 giờ và đánh bùn trước khi gieo sạ.

Xử lý giống: Hạt lúa được rửa bằng ethanol và dung dịch hipoclorit natri 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, 400 hạt lúa được tách ra thành 4 phần bằng nhau để cho vào bốn cốc có chứa sẵn 10 ml dung dịch vi khuẩn (1×10^9 CFU ml^{-1}) gồm K1, K2, K3 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3 trong 1 giờ trước khi sạ. Mỗi chậu gieo 6 hạt. Với mỗi 6 hạt trên chậu, mật số vi khuẩn đạt được $1,2 \times 10^4$ CFU g^{-1} đất khô.

Phân được bón theo khuyến cáo 100 N - 60 P_2O_5 - 30 K_2O (kg ha^{-1}). Phân lân được bón lót 100%, phân đạm bón theo tỉ 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.

Vi khuẩn được bổ sung 3 ml có mật số 1×10^9 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 khi cấy. Do đó, lượng vi khuẩn được bổ sung có mật số là $1,8 \times 10^6$ CFU g^{-1} đất khô. Vì vậy, tổng lượng vi khuẩn bổ sung từ hạt và dung dịch lỏng là $1,812 \times 10^5$ CFU g^{-1} đất khô. Trong khi đó, tưới 10 ml nước mặn vào các thời điểm 20, 27, 34, 41, 48 và 55 ngày sau khi sạ.

Đặc tính của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía sử dụng trong thí nghiệm được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit, dinh dưỡng N, P và chất kích thích sinh trưởng thực vật

Dòng vi khuẩn	K1	K2	K3
Đặc tính			
δ -aminolevulinic axit (ALA)	+++	+++	+++
Exopolymeric substances (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; K1: sử dụng vi khuẩn K1, K2: sử dụng vi khuẩn K2, K3: sử dụng vi khuẩn K3

Chỉ tiêu theo dõi:

- Xác định sinh trưởng gồm chiều cao cây và chiều dài bông: Xác định chiều cao cây lúa và chiều dài bông vào thời điểm 90 ngày sau sạ (NSS). Chiều cao cây được đo từ sát mặt đất lên tới chót lá hoặc chót bông cao nhất trên cùng, đo 4 cây trong mỗi chậu. Chiều dài bông được xác định từ cổ bông đến chót 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 1000 hạt: Cân khối lượng 1000 hạt chắc của mỗi nghiệm thức.

- Năng suất thực tế: Năng suất hạt được xác định vào thời điểm thu hoạch của mỗi chậu và qui đổi sang ẩm độ 14%.

Phân tích trong cây: Phân tích proline bằng phương pháp Ninhydrin của Bates *et al.* (1973), và được tóm tắt như sau: Xác định ẩm độ mẫu; Ly trích mẫu, cân chính xác 0,5 g mẫu lúa tươi cho vào ống nghiệm có kích thước 13 x 100 mm, cho 10 ml acid sulfosalicylic 3% vào mẫu để nghiền nát hoàn toàn, lắc trên máy lắc 30 phút, ly tâm 3.000/g trong 15 phút, loại bỏ cặn lấy phần dịch trong; phản ứng tạo màu, hút 2,0 ml dung dịch mẫu cho vào ống nghiệm được phản ứng với 2,0 ml Ninhydrin, 2 ml glacial acetic acid. Trộn đều, 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 ml toluene, lắc 15-20 giây sau đó

đọc độ hấp thu trên máy quang phổ ở bước sóng 520 nm. Tính toán hàm lượng proline dựa trên đường chuẩn đã được xác định cùng lúc.

Phân tích hàm lượng Na^+ trao đổi được trích bằng BaCl_2 0,1 M, đo trên máy hấp thu nguyên tử (Thermo Scientific iCE 3000 Series).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến sinh trưởng lúa trồng trên đất mặn

Bảng 2. Ảnh hưởng của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến sinh trưởng của cây lúa trồng trên mặn

Nhân tố	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài bông (cm)
Vi khuẩn (A) ($1,812 \times 10^5$ CFU g^{-1} đất khô)	K1	67,4 ^{ab}
	K2	61,6 ^c
	K3	64,5 ^{bc}
	K1+K2+K3	70,2 ^a
Độ mặn của nước tưới (B) (%)	0	72,6 ^a
	2	70,7 ^a
	3	65,4 ^b
	4	54,9 ^c
Mức ý nghĩa (A)	*	ns
Mức ý nghĩa (B)	*	ns
Mức ý nghĩa (A*B)	*	ns
CV (%)	7,32	8,33

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% (*), K1: sử dụng vi khuẩn K1, K2: sử dụng vi khuẩn K2, K3: sử dụng vi khuẩn K3; K1+K2+K3: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1+K2+K3

Chiều cao cây (cm): Việc bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn giúp tăng chiều cao cây lúa so với dòng đơn vi khuẩn K2 và K3; dòng đơn vi khuẩn K1 đã góp phần tăng hiệu quả của hỗn hợp các dòng vi khuẩn. Cụ thể, nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn có chiều cao cây đạt 70,2 cm, nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn K2 có chiều cao cây thấp 61,6 cm (Bảng 2). Ngoài ra, tăng nồng độ mặn của nước tưới đã làm giảm chiều cao cây lúa. Chiều cao cây lúa ở nghiệm thức không tưới nước mặn và tưới nước mặn ở nồng độ 2‰ đạt tương đương nhau

72,6 và 70,7 cm, theo thứ tự; chiều cao cây lúa đạt thấp nhất đối với nghiệm thức tưới nước mặn 4‰ (54,9 cm).

Chiều dài bông (cm): Chiều dài bông giữa các dòng vi khuẩn và các mức độ tưới nước mặn khác biệt không có ý nghĩa thống kê, chiều dài bông trung bình khoảng 19,6 cm (Bảng 2).

Kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit như nguồn cung cấp dưỡng chất sinh học để kích thích sự nảy mầm (Koh và Song, 2007; Lee *et al.*, 2008; Khuong, 2018), đồng thời tăng sinh trưởng cây lúa (Nunkaew *et al.*, 2014; Khuong *et al.*, 2018). Do đó, trong nghiên cứu này các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía K1, K2, K3 đã giúp tăng sinh trưởng lúa trong điều kiện mặn.

Bảng 3: Ảnh hưởng của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến các yếu tố cấu thành 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 1000 hạt (gram)
Vi khuẩn (A) (1,812 x 10 ⁵ CFU g ⁻¹ đất khô)	K1	11,2 ^b	67,4 ^{ab}	27,3 ^b	39,7	21,7
	K2	11,3 ^b	61,6 ^c	25,8 ^b	41,1	20,9
	K3	11,9 ^a	64,5 ^{bc}	27,2 ^b	41,5	21,2
	K1+K2+K3	12,3 ^a	70,2 ^a	31,5 ^a	44,3	21,1
Độ mặn của nước tưới (B) (‰)	0	15,8 ^a	72,6 ^a	34,2 ^a	46,9 ^a	22,3
	2	12,0 ^b	70,7 ^a	35,8 ^a	51,0 ^a	21,8
	3	10,3 ^c	65,4 ^b	26,2 ^b	40,1 ^b	20,7
	4	8,56 ^d	54,9 ^c	15,6 ^c	28,6 ^c	20,0
Mức ý nghĩa (A)		*	*	*	ns	ns
Mức ý nghĩa (B)		*	*	*	*	ns
Mức ý nghĩa (A*B)		*	*	*	ns	ns
CV (%)		6,77	7,32	12,9	13,8	13,8

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; K1: sử dụng vi khuẩn K1, K2: sử dụng vi khuẩn K2, K3: sử dụng vi khuẩn K3; K1+K2+K3: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1+K2+K3*

Số hạt trên bông: Nghiệm thức không tưới nước mặn và tưới nước mặn ở nồng độ 2‰ đạt số hạt trên bông 72,6 và 70,7 hạt, theo thứ tự; số hạt trên bông thấp nhất ở nghiệm thức tưới nước mặn ở nồng độ 4‰ (54,9 hạt bông⁻¹). Việc bổ sung dòng đơn vi khuẩn K1 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn đạt số hạt trên bông là 67,4 và 70,2 hạt cao hơn so với các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn K2 với 64,5 hạt bông⁻¹ (Bảng 3).

Hạt chắc trên bông: Việc bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn dẫn đến số hạt chắc trên bông cao

3.2. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa trồng trên đất mặn

3.2.1. Các yếu tố cấu thành năng suất lúa

Số bông trên chậu: Trường hợp bổ sung các dòng vi khuẩn cho thấy dòng đơn vi khuẩn K3 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn dẫn đến số bông trên chậu lần lượt là 11,9 và 12,3 bông cao hơn so với bổ sung dòng đơn vi khuẩn K1 và K2, với 11,2 và 11,3 bông chậu⁻¹, theo thứ tự. Bên cạnh đó, số bông trên chậu giảm dần đối với các nghiệm thức tăng nồng độ mặn của nước tưới. Số bông trên chậu cao nhất ở nghiệm thức không tưới nước mặn (15,8 bông chậu⁻¹) và thấp nhất ở nồng độ mặn của nước tưới 4‰ (8,56 bông chậu⁻¹), số bông trên chậu ở các nồng độ mặn của nước tưới còn lại là 10,3-12,0 bông chậu⁻¹ (Bảng 3).

nhất 31,5 hạt, trong khi các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn K1, K2 và K3 có hạt chắc trên bông dao động 25,8 - 27,3 hạt. Ngoài ra, nghiệm thức không tưới nước mặn và tưới nước mặn ở nồng độ 2‰ có số hạt chắc trên bông lần lượt là 34,2 và 35,8 hạt, cao khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với số hạt trên bông của nghiệm thức có tưới nước mặn ở nồng độ 3‰ (26,2 hạt bông⁻¹) và ở nồng độ 4‰ (15,6 hạt bông⁻¹) (Bảng 3).

Tỷ lệ hạt chắc: Tỷ lệ hạt chắc giữa các dòng vi khuẩn khác biệt không có ý nghĩa thống kê, dao

động 39,7 - 44,3%. Không tưới nước mặn và tưới nước mặn ở nồng độ 2‰ cho tỷ lệ hạt chắc 46,9 và 51%; tỷ lệ hạt chắc thấp nhất (28,6%) đối với nghiệm thức cây lúa được tưới nước mặn ở nồng độ 4‰ (Bảng 3).

Khối lượng 1000 hạt: Khối lượng 1000 hạt giữa các nồng độ tưới nước mặn và các dòng vi khuẩn khác biệt không có ý nghĩa thống kê với khối lượng 1000 hạt từ 20,0 đến 22,3 gram (Bảng 3).

3.2.2. Năng suất lúa

Bảng 4. Ảnh hưởng của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến năng suất lúa trồng trên đất mặn

Vi khuẩn (A) ($1,812 \times 10^5$ CFU g ⁻¹ đất khô)	Độ mặn của nước tưới (B) (‰)				
	0	2	3	4	TB
K1	11,2 ^b	7,51 ^c	8,27 ^{de}	3,09 ^g	7,52 ^b
K2	9,27 ^{cd}	10,4 ^{bc}	7,58 ^e	3,42 ^g	7,65 ^b
K3	11,2 ^b	11,2 ^b	5,32 ^f	4,21 ^{fg}	7,98 ^b
K1+K2+K3	13,2 ^a	10,1 ^{bc}	10,6 ^{bc}	5,32 ^f	9,79 ^a
TB	11,2 ^a	9,78 ^b	7,93 ^c	4,01 ^d	
Mức ý nghĩa (A)	*				
Mức ý nghĩa (B)	*				
Mức ý nghĩa (A*B)	*				
CV (%)	11,1				

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% (), K1: sử dụng vi khuẩn K1, K2: sử dụng vi khuẩn K2, K3: sử dụng vi khuẩn K3; K1+K2+K3: sử dụng hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1+K2+K3, TB: Trung bình.*

Năng suất lúa ở nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn đạt cao nhất 9,79 gram chậu⁻¹, khác biệt ý nghĩa thống kê 5% so với các nghiệm thức bổ sung các dòng đơn vi khuẩn K1, K2 hoặc K3 (7,52 - 7,98 gram chậu⁻¹). Bên cạnh đó, năng suất hạt lúa của các nghiệm thức có nồng độ mặn của nước tưới 2‰-4‰ đã giảm so với không tưới nước mặn. Cụ thể là, năng suất hạt lúa đạt 11,2, 9,78, 7,93 và 4,01 gram chậu⁻¹ tương ứng với nồng độ mặn của nước tưới 0‰, 2‰, 3‰ và 4‰. Mặt khác, các mức độ mặn của nước tưới và các dòng vi khuẩn có sự tương tác đến năng suất lúa. Đối với nghiệm thức không tưới nước mặn,

bổ sung vi khuẩn đạt năng suất theo trật tự hỗn hợp ba dòng vi khuẩn > K1~K3 > K2, tương ứng 13,2> 11,2 ~11,2 > 9,27 gram chậu⁻¹, trong khi đó các nghiệm thức tưới nước mặn ở nồng độ 4‰ đạt năng suất theo quy luật tương tự, với năng suất hạt thấp hơn, hỗn hợp ba dòng vi khuẩn, dòng đơn vi khuẩn K1, K2, K3 lần lượt là 5,32, 3,09, 3,42 và 4,21 gram chậu⁻¹ (Bảng 4).

3.3. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến đặc tính đất mặn

Giữa các dòng đơn vi khuẩn K1, K2, K3 và hỗn hợp ba dòng đơn vi khuẩn K1, K2, K3 chưa dẫn đến sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị PH_{H2O}, với giá trị trung bình là 3,95. Tuy nhiên, việc bổ sung hỗn hợp ba dòng đơn vi khuẩn K1, K2, K3 đã giúp cải thiện PH_{KCL} so với các dòng đơn, với giá trị tương ứng là 3,41 và 3,21-3,24. Tuy nhiên, ở các nghiệm thức bổ sung nước tưới có nồng độ mặn 4‰ đạt giá trị PH_{H2O} 3,66 và PH_{KCL} 3,13 (bảng 5).

Đối với dưỡng chất N, các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn K3 có hàm lượng NH₄⁺ cao khác biệt ý nghĩa thống kê 5% so với các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn K2, với hàm lượng 83,5 mg NH₄⁺ kg⁻¹ và 59,7 mg NH₄⁺ kg⁻¹, theo thứ tự. Đối với hàm lượng đạm ở các nghiệm thức bổ sung dòng đơn vi khuẩn K1 và hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2, K3 dao động 73,5-74,9 mg NH₄⁺ kg⁻¹. Ngoài ra, hàm lượng NH₄⁺ ở các nghiệm thức của các mức độ mặn của nước tưới đạt 45,3-95,7 mg NH₄⁺ kg⁻¹ (Bảng 5).

Hàm lượng lân dễ tiêu ở các nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2, K3 đạt 32,7 mg P kg⁻¹ cao khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với các nghiệm thức bổ sung riêng lẻ các dòng đơn vi khuẩn K1, K2 hoặc K3 với 26,2-28,9 mg P kg⁻¹. Mặt khác, ở các nghiệm thức có độ mặn của nước tưới ở nồng độ 4‰ có hàm lượng lân dễ tiêu cao hơn các nghiệm thức còn lại với 33,5 và 26,9-27,5 mg P kg⁻¹ (Bảng 5).

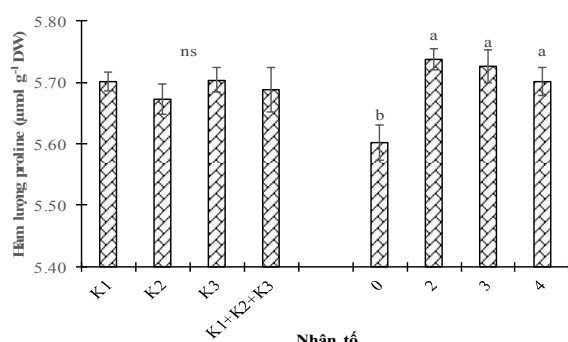
Hàm lượng natri trao đổi ở các nghiệm thức bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2, K3 đạt 8,65 meq 100 g⁻¹, thấp hơn nghiệm thức K1 và K3, với hàm lượng lần lượt là 10,4 và 9,63 meq 100 g⁻¹. Bên cạnh đó, ở các nghiệm thức của các mức độ mặn của nước tưới 4, 3, 2, 0‰ đạt lần lượt 10,6 ~10,7 > 9,41 > 7,43 meq 100 g⁻¹.

Bảng 5. Ảnh hưởng của dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến đặc tính đất mặn trồng lúa

Nhân tố		pH _{H₂O}	pH _{KCl}	NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	P _{đề tiêu} (mg kg ⁻¹)	Na _{trao đổi} (meq 100 g ⁻¹)
Vi khuẩn (A) (1,812 x 10 ⁵ CFU g ⁻¹ đất khô)	K1	4,04	3,24 ^b	74,9 ^{ab}	28,9 ^b	10,4 ^a
	K2	3,85	3,21 ^b	59,7 ^b	27,4 ^b	9,51 ^{ab}
	K3	3,91	3,22 ^b	83,5 ^a	26,2 ^b	9,63 ^a
	K1+K2+K3	3,99	3,41 ^a	73,5 ^{ab}	32,7 ^a	8,65 ^b
Độ mặn của nước tưới (B) (%)	0	3,93 ^a	3,33 ^a	45,3 ^c	26,9 ^b	7,43 ^c
	2	4,19 ^a	3,35 ^a	69,2 ^b	27,5 ^b	9,41 ^b
	3	4,00 ^a	3,28 ^a	81,5 ^{ab}	27,2 ^b	10,7 ^a
	4	3,66 ^b	3,13 ^b	95,7 ^a	33,5 ^a	10,6 ^a
Mức ý nghĩa (A)		ns	*	*	*	*
Mức ý nghĩa (B)		*	*	*	*	*
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	*	ns	*	*
CV (%)		8,52	5,71	15,4	25,6	13,9

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% (*), K1: sử dụng vi khuẩn K1, K2: sử dụng vi khuẩn K2, K3: sử dụng vi khuẩn K3, HH: hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3

3.4. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến hàm lượng proline trong cây lúa



Hình 1. Hiệu quả của bổ sung vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit đến hàm lượng proline

Ghi chú: DW là khối lượng khô

Hàm lượng proline giữa các dòng vi khuẩn đơn K1, K2, K3 và hỗn hợp các dòng vi khuẩn K1, K2, K3 khác biệt không có ý nghĩa thống kê với hàm lượng 5,67-5,70 $\mu\text{mol g}^{-1}$ khối lượng khô. Tuy nhiên, trong điều kiện có tưới nước mặn ở nồng độ 2-4‰ đã tăng khả năng tiết proline so với điều kiện không tưới nước mặn, với hàm lượng lần lượt là 5,60 và 5,70-5,74 $\mu\text{mol g}^{-1}$ khối lượng khô (Hình 1).

Nồng độ muối Na⁺ cao gây mất cân đối dưỡng chất (Rengasamy, 2002), cản trở sự hấp thu dinh dưỡng của cây trồng. Vì vậy, năng suất cây trồng bị

giảm. Bên cạnh đó, mặn làm giảm số gié/bông, gây ra bất thụ hạt lúa, làm giảm sức sống hạt phấn hay giảm tiếp nhận bề mặt của nhụy (Abdullah *et al.*, 2001). Đồng thời, chức năng sinh lý và thành phần của cộng đồng vi sinh vật cũng bị thay đổi bởi stress mặn (Sardinha *et al.*, 2003; Wichern *et al.*, 2006). Do đó, bổ sung các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có khả năng cung cấp δ -aminolevulinic axit không chỉ giúp gia tăng sinh trưởng (Nunkaew *et al.*, 2014; Khuong *et al.*, 2018) mà còn góp phần cải thiện năng suất cây trồng trên đất phèn (Khuong *et al.*, 2018). Chính vì vậy, trong trường hợp này các dòng vi khuẩn K1, K2, K3 có khả năng góp phần tăng sinh trưởng và năng suất lúa trong điều kiện mặn.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Trên nền đất nhiễm mặn, tưới nước mặn có nồng độ từ 3‰ đã giảm chiều cao cây, số bông trên chụm, số hạt trên bông, tỷ lệ hạt chắc và năng suất lúa. Tuy nhiên, việc bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3 giúp cải thiện năng suất lúa trong điều kiện mặn so với các dòng đơn vi khuẩn K1, K2 hoặc K3.

Bổ sung hỗn hợp ba dòng vi khuẩn K1, K2 và K3 giúp cải thiện độ chua của đất, hàm lượng lân dễ tiêu trong điều kiện mặn so với các dòng đơn vi khuẩn K1, K2 hoặc K3. Tuy nhiên, dòng vi khuẩn K3 đạt giá trị hàm lượng đạm 83,5 mg NH₄⁺ kg⁻¹.

Cả ba dòng vi khuẩn K1, K2, K3 có khả năng hỗ trợ giảm mặn như nhau.

4.2. Đề nghị

Định lượng hàm lượng ALA được tiết ra trong điều kiện canh tác lúa trên nền đất mặn.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin trân 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 T2020-70.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abdullah, Z. K. M. A., Khan, M. A., & Flowers, T. J. (2001). Causes of sterility in seed set of rice under salinity stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187(1), 25-32.
2. Bates L. S., Waldren R. P., & Teare I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, 39(1):205-207.
3. Imhoff, J. F. (2017). Anoxygenic phototrophic bacteria from extreme environments. In *Modern Topics in the Phototrophic Prokaryotes* (pp. 427-480). Springer, Cham.
4. Kang, Z., Ding, W., Gong, X., Liu, Q., Du, G., & Chen, J. (2017). Recent advances in production of 5-aminolevulinic acid using biological strategies. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 200.
5. 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(4), 2109-2118.
6. Khuong, N. Q., Kantachote, D., Nookongbut, P., Onthong, J., Xuan, L. N. T., & Sukhoom, A. (2020). Mechanisms of acid-resistant *Rhodopseudomonas palustris* strains to ameliorate acidic stress and promote plant growth. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24, 101520.
7. Khuong, N. Q., Kantachote, D., Onthong, J., & Sukhoom, A. (2017). The potential of acid-resistant purple nonsulfur bacteria isolated from acid sulfate soils for reducing toxicity of Al^{3+} and Fe^{2+} using biosorption for agricultural application. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 12, 329-340.
8. Khuong, N. Q., Kantachote, D., Onthong, J., Xuan, L. N. T., & Sukhoom, A. (2018). Enhancement of rice growth and yield in actual acid sulfate soils by potent acid-resistant *Rhodopseudomonas palustris* strains for producing safe rice. *Plant and Soil*, 429(1-2), 483-501.
9. Koh, R. H., & Song, H. G. (2007). Effects of application of *Rhodopseudomonas* sp. on seed germination and growth of tomato under axenic conditions. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(11), 1805-1810.
10. Korkmaz, A. (2012). Effects of exogenous application of 5-aminolevulinic acid in crop plants. In *Abiotic Stress Responses in Plants* (pp. 215-234). Springer, New York, NY.
11. Lê Trọng Lương và Ngô Ngọc Hưng (2007). Môi trường đất nước và năng suất lúa sau 5 năm thực hiện mô hình lúa - tôm sú tại Hòn Đất, Kiên Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Số 18: 27-31.
12. Lee, K. H., Koh, R. H., & Song, H. G. (2008). Enhancement of growth and yield of tomato by *Rhodopseudomonas* sp. under greenhouse conditions. *The Journal of Microbiology*, 46(6), 641-646.
13. Liu, S., Zhang, G., Li, X., & Zhang, J. (2014). Microbial production and applications of 5-aminolevulinic acid. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(17), 7349-7357.
14. Lý Ngọc Thanh Xuân, Phạm Duy Tiễn, Lê Vĩnh Thúc, Nguyễn Quốc Khương (2019). Hiệu quả của chế phẩm hữu cơ vi sinh chứa 4 dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas* sp. lên hấp thu đạm, nhôm và sắt trong hạt lúa trồng trên đất phèn huyện Phụng Hiệp, tỉnh Hậu Giang ở điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*. Số chuyên đề: Công nghệ Sinh học (55) (2): 133-140.
15. Nguyễn Hữu Kiệt, Lê Quang Trí và Võ Thị Gương (2010). Đặc tính môi trường đất của các mô hình canh tác vùng nuôi tôm thuộc huyện Mỹ Xuyên, Long Phú và Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Kỷ yếu hội nghị khoa học "Phát triển nông nghiệp bền vững thích nghi với sự biến đổi khí hậu". Nhà xuất bản Nông nghiệp*. Phần II. Trang 245- 254.
16. Nguyễn Quốc Khương, Lê Vĩnh Thúc, Nguyễn Văn Minh, Nguyễn Thị Thanh Xuân, Trần Chí Nhân, Lý Ngọc Thanh Xuân (2019). Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía chịu được độc chất Al^{3+} từ đất phèn trồng lúa. *Tạp chí Khoa học đất*. Số 56. Số đặc biệt Hội thảo tài nguyên đất đai – tiềm năng và phát triển. Trang: 23-28.

17. Nguyễn Quốc Khương, Ngô Ngọc Hưng (2015a). Đặc tính mặn đất lúa trong mô hình lúa tôm tại tỉnh Cà Mau. 2015. *Tạp chí Khoa học đất*. Số 45: 104-110.
18. Nguyễn Quốc Khương, Ngô Ngọc Hưng (2015b). Đánh giá đặc tính đất lúa – tôm bị nhiễm mặn ở các vùng sinh thái thuộc tỉnh Bạc Liêu. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Số 3+4: 108-115.
19. Nookongbut, P., Kantachote, D., Megharaj, M., & Naidu, R. (2018). Reduction in arsenic toxicity and uptake in rice (*Oryza sativa* L.) by As-resistant purple nonsulfur bacteria. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 36530-36544.
20. Nunkaew, T., Kantachote, D., Kanzaki, H., Nitoda, T., & Ritchie, R. J. (2014). Effects of 5-aminolevulinic acid (ALA)-containing supernatants from selected *Rhodospseudomonas palustris* strains on rice growth under NaCl stress, with mediating effects on chlorophyll, photosynthetic electron transport and antioxidative enzymes. *Electronic Journal of Biotechnology*, 17(1), 4-4.
21. Phạm Duy Tiến, Trần Ngọc Hữu, Lý Ngọc Thanh Xuân, Nguyễn Quốc Khương (2018). Hiệu quả của chế phẩm hữu cơ vi sinh đến sinh ở và năng suất lúa trên đất phèn vùng trũng sông Hậu. *Tạp chí Khoa học đất*. Hội nghị Khoa học đất 2018. Trang 176-181.
22. Rengasamy, P. (2002). Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(3), 351-361.
23. Sardinha, M., Müller, T., Schmeisky, H., & Joergensen, R. G. (2003). Microbial performance in soils along a salinity gradient under acidic conditions. *Applied Soil Ecology*, 23(3), 237-244.
24. Sasaki, K., Watanabe, M., & Tanaka, T. (2002). Biosynthesis, biotechnological production and applications of 5-aminolevulinic acid. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(1), 23-29.
25. Toan, T. Q. (2014). Climate change and sea level rise in the Mekong delta: flood, tidal inundation, salinity intrusion, and irrigation adaptation methods. In *Coastal Disasters and Climate Change in Vietnam* (pp. 199-218).
26. Wichern, J., Wichern, F., & Joergensen, R. G. (2006). Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. *Geoderma*, 137(1-2), 100-108.

EFFECTS OF LIQUID BIOFERTILIZER CONTAINING PURPLE NONSULFUR BACTERIA PRODUCING δ -AMINOLEVULINIC ACID TO ENHANCE RICE GROWTH AND YIELD IN SALINE SOIL

**Nguyen Quoc Khuong, Nguyen Thi Thuy Dung, Ly Ngoc Thanh Xuan,
Tran Ngoc Huu, Tran Chi Nhan, Nguyen Hoang Anh, Nguyen Thi Thanh Xuan**
Summary

Objective of this study was to determine the efficiency of potential strains of purple nonsulfur bacteria (PNSB) strains possessing the ability of releasing δ -aminolevulinic acid in saline soil. A 3 x 4 factorial experiment consisted levels of PNSB (K1, K2, K3, mixture of K1, K2, K3 containing 1.812×10^5 CFU g⁻¹ dry soil weight) and irrigated salinity rates (0‰, 2‰, 3‰, 4‰) was arranged in a randomized complete block design in saline soil, with four replications. Results showed that saline water irrigation at 3‰ reduced plant height, number of panicles per pot, number of total grain per panicle, percentage of filled grain and rice yield. However, the supplementary of mixture K1, K2, K3 improved acidity, available phosphorus concentration, rice grain yield as compared each single strain K1, K2 or K3. Three potential purple nonsulfur bacterial strains are able to improve rice growth and yield.

Keywords: Purple nonsulfur bacteria, saline soil, rice grain yield, δ -aminolevulinic acid.

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiền

Ngày nhận bài: 01/10/2020

Ngày thông qua phản biện: 02/11/2020

Ngày duyệt đăng: 9/11/2020