

ẢNH HƯỞNG CỦA VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍM CỐ ĐỊNH ĐẠM CẢI THIẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA VỤ XUÂN HÈ TRÊN NỀN ĐẤT LÚA - TÔM TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Nguyễn Hoàng Anh^{1,2}, Lê Thị Tuyết Hương¹, Võ Yến Ngọc¹, Lê Thị Mỹ Thu¹,
Nguyễn Đức Trọng¹, Trần Trọng Khôi Nguyên¹, Nguyễn Quốc Khương^{1*}

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

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

*Tác giả liên hệ: nqkhuong@ctu.edu.vn

Nhận bài: 26/03/2025 Hoàn thành phản biện: 19/05/2025 Chấp nhận bài: 29/05/2025

TÓM TẮT

Mục tiêu nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa vụ Xuân Hè của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tím (PNSB) cố định đạm (N) trồng trên nền đất nhiễm mặn Thới Bình - Cà Mau và An Biên - Kiên Giang trong điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm 2 nhân tố được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên, nhân tố A là bốn mức bón phân N (100, 75, 50, 0% theo công thức khuyến cáo 100 N - 60 P₂O₅ - 30 K₂O) và nhân tố B là PNSB cố định N, *Rhodobacter sphaeroides* (không bổ sung vi khuẩn, bổ sung dòng đơn vi khuẩn *Rhodobacter sphaeroides* S01, dòng đơn vi khuẩn *Rhodobacter sphaeroides* S06 và hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01+S06) với 4 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại 8 cây/chậu. Kết quả của nghiên cứu cho thấy hiệu quả cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tím *Rhodobacter sphaeroides* S01, S06 trên các nền đất lúa-tôm nhiễm mặn, với cải thiện chiều cao cây lúa (4,90 - 7,29%), chiều dài bông (7,52 - 9,52%), số bông/chậu (28,5 - 44,0%), số hạt/bông (11,1 - 17,3%), tỷ lệ hạt chắc (5,06 - 10,4%), và năng suất hạt (18,3 - 32,1%) tại Thới Bình - Cà Mau; cải thiện chiều cao cây lúa (7,11 - 17,1%), chiều dài bông (8,37 - 14,5%), số bông/chậu (2,30 - 10,3%), số hạt/bông (6,80 - 23,2%), tỷ lệ hạt chắc (21,1 - 30,1%), năng suất hạt (28,0 - 53,5%) tại đất An Biên - Kiên Giang.

Từ khóa: Cố định đạm, Đất mặn, PNSB, *Rhodobacter sphaeroides* S01, *Rhodobacter sphaeroides* S06, Xuân Hè

EFFECT OF NITROGEN-FIXING PURPLE NON-SULFUR BACTERIA TO IMPROVE RICE GROWTH AND YIELD DURING THE SPRING-SUMMER SEASON IN RICE-SHRIMP SOIL UNDER GREENHOUSE CONDITION

Nguyen Hoang Anh^{1,2}, Le Thi Tuyen Huong¹, Vo Yen Ngoc¹, Le Thi My Thu¹,
Nguyen Duc Trong¹, Tran Trong Khoi Nguyen¹, Nguyen Quoc Khuong^{1*}

¹Faculty of Crop Science, College of Agriculture, Can Tho University;

²Faculty of Agriculture – Fisheries, Mekong University, Vinh Long.

*Corresponding author: nqkhuong@ctu.edu.vn

Received: 26/03/2025

Revised: 19/05/2025

Accepted: 29/05/2025

ABSTRACT

The study aimed to determine efficiency of nitrogen (N)-fixing purple non-sulfur bacteria (N-PNSB) to improve the rice yield and growth during the Spring-Summer season in rice-shrimp soil collected from Thoi Binh - Ca Mau, and An Bien - Kien Giang under greenhouse condition. A two-level factorial experiment was arranged in randomized complete blocks, factor A was the levels of N fertilizer (100, 75, 50, and 0% according to the recommended formula: 100 N - 60 P₂O₅ - 30 K₂O) and factor B was the N-PNSB, *Rhodobacter sphaeroides* (no bacteria, single use of *Rhodobacter sphaeroides* S01, single use of *Rhodobacter sphaeroides* S06, and combined use of *Rhodobacter sphaeroides* S01+S06) with four replicates each of which was 8 plants pot⁻¹. The results showed that supplying *Rhodobacter sphaeroides* S01 and S06 improved the growth and yield rice in saline soils of a rice-shrimp farm, with increases of plant height (4.90 - 7.29%), panicle length (7.52 - 9.52%), panicle number pot⁻¹ (28.5 - 44.0%), grain number panicle⁻¹ (11.1-17.3%), filled grain ratio (5.06 -10.4%), and grain yield (18.3 - 32.1%) in Thoi Binh - Ca Mau; improved the rice plant height (7.11 - 17.1%), panicle length (8.37 - 14.5%), panicle number pot⁻¹ (2.30 - 10.3%), grain number panicle⁻¹ (6.80 - 23.2%), filled grain ratio (21.1 - 30.1%), and grain yield (28.0 - 53.5%) in An Bien - Kien Giang.

Keywords: Nitrogen fixation, Saline soil, PNSB, *Rhodobacter sphaeroides* S01, *Rhodobacter sphaeroides* S06, Spring-Summer

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, diện tích xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) ước tính khoảng 2 triệu ha (Dung và cs., 2024), dự báo đến năm 2050 khoảng hơn 2,5 triệu ha đất Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) sẽ bị nhiễm mặn với độ mặn lớn hơn 1 g/L, tăng 9,1% so với kịch bản hiện trạng (Dương Hồng Sơn và cs., 2024). Đến nay, nước mặn không chỉ xâm nhập vào hệ thống kênh tưới tiêu mà còn xâm nhập vào hệ thống đất canh tác (Tran và cs., 2022). Cây lúa mẫn cảm với điều kiện mặn ít nhất ở giai đoạn trổ bông và chín (Pruthi và cs., 2022). Tuy nhiên, giai đoạn phát triển của cây lúa, đặc biệt vào giai đoạn lúa đẻ nhánh và tượng khối sơ khởi thì rất mẫn cảm (Alshiekheid và cs., 2023). Một trong những biện pháp bền vững để kích thích sinh trưởng và năng suất của cây trồng ngay cả trong điều kiện stress là sử dụng các chất kích thích sinh học từ vi sinh vật (Ali và cs., 2022). Trong đó, vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía được chứng minh có khả năng cố định N sinh học (Maeda, 2021) và giải phóng các chất kích thích sinh trưởng thực vật (PGPS) như indole-3-acetic acid (IAA) (Sakarika và cs., 2020; Iwai và cs., 2022), 5-aminolevulinic acid (ALA) (Khuong và

cs., 2023a; 2023b, 2023c), exopolymeric substances (ESP) (Khuong và cs., 2024a), và siderophores (Nookongbut và cs., 2019), giúp cây trồng phát triển tốt hơn trong điều kiện môi trường bất lợi (Xu và cs., 2023; Khuong và cs., 2023b). Ngoài ra, hiệu quả của PNSB phụ thuộc vào đặc tính đất đai vì tính thích nghi của mỗi loài khác nhau. Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm chứng minh hiệu quả cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía trên các nền đất lúa - tôm nhiễm mặn.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Giống lúa OM5451: giống lúa được sử dụng trong thí nghiệm là giống lúa cao sản có thời gian sinh trưởng 90-95 ngày đối với lúa gieo sạ, đẻ nhánh nhiều, khả năng thích nghi rộng, chịu mặn trung bình (Chi và cs., 2015), có nguồn gốc từ Viện nghiên cứu lúa Đồng bằng sông Cửu Long. Đất trồng được thu từ các ruộng lúa-tôm ở vị trí tầng mặt 0 - 20 cm tại huyện Thới Bình - Cà Mau và An Biên - Kiên Giang có đặc tính hóa học được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Đặc tính đất đầu vụ thu tại Thới Bình - Cà Mau và An Biên - Kiên Giang

Đặc tính đất	Đơn vị tính	Cà Mau	Kiên Giang
pH _{H2O}	-	4,96	3,07
pH _{KCl}	-	4,45	2,92
EC	mS/cm	5,89	20,0
N _{tổng số}	%N	0,19	0,126
NH ₄ ⁺	mg/kg	20,41	102,7
P _{tổng số}	%P ₂ O ₅	4,05	0,025
P _{dễ tiêu}	mg P/kg	14,4	17,5
Al-P	mg P/kg	101,4	161,0
Fe-P	mg P/kg	253,8	58,7
Ca-P	mg P/kg	136,3	42,8
CEC	meq/100g	13,23	11,6
Na ⁺	meq Na ⁺ /100g	2,50	3,67
K ⁺	meq K ⁺ /100g	1,786	0,145
Mg ²⁺	meq Mg ²⁺ /100g	18,42	23,2
Ca ²⁺	meq Ca ²⁺ /100g	0,159	0,394

Nguồn vi khuẩn: Vi khuẩn cố định N, *Rhodobacter sphaeroides* S01 (có khả năng cố định N cao trong điều kiện hiếu khí tối với 16,9 mg NH_4^+/L) và S06 (có khả năng cố định N cao trong điều kiện vi yếm khí sáng với 32,1 mg NH_4^+/L), đã phân lập và tuyển chọn từ đất lúa - tằm tại huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre (Anh và cs., 2024). Nguồn vi khuẩn được lưu trữ trong ống trữ mẫu ở 4°C và được giữ trong dung dịch glycerol 20% ở nhiệt độ -80°C tại phòng thí nghiệm Khoa Khoa học cây trồng, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ.

Vật liệu nghiên cứu

Nguồn nước: Nước máy sạch được dùng để bổ sung vào chậu lúa thí nghiệm.

Chậu nhựa: chậu trồng lúa thí nghiệm có kích thước 31 x 27 x 25 cm tương ứng đường kính miệng x đáy x chiều cao.

Natri clorua: NaCl được pha với nồng độ 4%.

Phân bón: Các loại phân hóa học sử dụng trong thí nghiệm bao gồm các loại

phân đơn là urê Phú Mỹ (46% N), super lân Long Thành (16% P_2O_5 , 20% CaO) và phân kali clorua Phú Mỹ (60% K_2O).

2.2. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 1/2024 đến tháng 5/2024 tại Nhà lưới Khoa Khoa học Cây trồng, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm hai nhân tố được bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên, nhân tố A là bốn mức bón phân N (100, 75, 50, 0% theo công thức khuyến cáo) và nhân tố B là PNSB cố định N, *Rhodobacter sphaeroides* (không bổ sung vi khuẩn, bổ sung dòng đơn vi khuẩn *Rhodobacter sphaeroides* S01, dòng đơn vi khuẩn *Rhodobacter sphaeroides* S06 và hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *Rhodobacter sphaeroides* S01 và S06) với 4 lần lặp lại, tương ứng 4 chậu, mỗi lần lặp lại 8 cây/chậu.

Bảng 2. Tổ hợp nghiệm thức thí nghiệm

Nhân tố	A1: 100%N	A2: 75%N	A3: 50%N	A4: 0%N
B1: Không vi khuẩn	A1B1	A2B1	A3B1	A4B1
B2: <i>R. sphaeroides</i> S01	A1B2	A2B2	A3B2	A4B2
B3: <i>R. sphaeroides</i> S06	A1B3	A2B3	A3B3	A4B3
B4: <i>R. sphaeroides</i> S01+S06	A1B4	A2B4	A3B4	A4B4

Công thức phân bón khuyến cáo cho cây lúa là 100 N - 60 P_2O_5 - 30 K_2O (kg/ha) (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008), được quy đổi là 217,4 kg urê, 375 kg super lân và 50 kg kali clorua. Lượng phân được tính toán cho từng chậu chứa 8 kg đất khô được tính toán theo các tổ hợp nghiệm thức. Phân super lân (1,5 g/chậu) bón lót toàn bộ trước sạ, phân kali chlorua (0,2 g/chậu) chia 2 lần bón, mỗi lần 50% khối lượng vào thời điểm 10 và 45 ngày sau sạ (NSS). Đối với phân urê (0,87 g/chậu) bón theo tỷ lệ 30%, 40% và 30% tổng khối lượng lần lượt vào thời điểm 10,

25 và 45 NSS. NaCl nồng độ 4% tưới cho các chậu lúa vào các thời điểm 20, 40 và 75 NSS với thể tích 10 mL/chậu.

Lúa được ngâm ủ vừa nứt nanh và ngâm (chúng 1 lần) với dung dịch vi khuẩn (1×10^8 CFU/mL) 1 giờ trước khi sạ, đối với hạt không bổ sung vi khuẩn thì ngâm với nước sạch. Vi khuẩn được bổ sung vào trong đất (chúng 6 lần) với thể tích 4 mL/chậu có mật số 8×10^7 CFU/mL (đối với dung dịch hỗn hợp, mỗi dòng sử dụng 2 mL) vào các thời điểm 7, 14, 21, 28, 35 và 42 NSS. Dung dịch huyền phù vi khuẩn

được tưới đều (4 mL) vào chậu đất (8 kg), nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn được thay bằng 4 mL nước sạch.

Chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu về sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất được thu thập theo phương pháp của IRRI (1996).

Chỉ tiêu về sinh trưởng: Chiều cao cây (cm) được đo từ sát mặt đất đến chót lá hoặc chót bông cao nhất. Chiều dài bông (cm) được xác định từ cổ bông đến chót bông vào thời điểm thu hoạch, mỗi chậu đo 8 cây.

Chỉ tiêu về năng suất: Số bông/chậu (bông) là đếm tổng số bông/chậu. Số hạt/bông (hạt) là tổng số hạt chắc và lép trên tổng số bông của mỗi chậu. Tỷ lệ hạt chắc (%) là số hạt chắc/tổng số hạt/bông x 100%. Khối lượng 1.000 hạt (g) là cân khối lượng 1.000 hạt chắc của mỗi chậu và quy về ẩm độ 14%. Năng suất thực tế (g) được tính bằng cách cân khối lượng hạt và đo ẩm độ hạt vào thời điểm thu hoạch của mỗi chậu và quy đổi sang ẩm độ 14%.

Bảng 3. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm *R. sphaeroides* S01, S06 đến sinh trưởng lúa trồng trên đất lúa - tôm ở Thới Bình - Cà Mau trong điều kiện nhà lưới

Nhân tố		Chiều cao cây (cm)	Chiều dài bông (cm)
Mức bón N (%) (A)	100	98,8 ^a	19,3 ^a
	75	98,1 ^a	19,0 ^{ab}
	50	94,5 ^b	18,8 ^b
	0	79,0 ^c	16,0 ^c
Mức độ vi khuẩn (B)	KVK	88,4 ^c	17,2 ^b
	S01	94,4 ^a	18,5 ^a
	S06	94,8 ^a	18,6 ^a
	S01+S06	92,7 ^b	18,8 ^a
Mức ý nghĩa (A)		**	**
Mức ý nghĩa (B)		**	**
Mức ý nghĩa (A*B)		**	**
CV (%)		2,31	2,93

* Trung bình trong cùng một cột và trong mỗi nhân tố có chữ số khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. KVK: không bổ sung vi khuẩn, S01: *R.*

sphaeroides S01, S06: *R. sphaeroides* S06;

S01+S06: hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01 và S06.

Tuy nhiên, chiều cao cây lúa và chiều dài bông được cải thiện ở các nghiệm thức sử dụng PNSB, cụ thể tăng 4,90 - 7,29% và

Xử lý số liệu

Tất cả giá trị trung bình được phân tích ANOVA để so sánh sự khác biệt giữa các mức trong mỗi nhân tố bởi kiểm định Duncan ở $P < 0,05$ bằng phần mềm SPSS phiên bản 13.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả của vi khuẩn cố định đạm *R. sphaeroides* S01 và S06 đến sinh trưởng và năng suất lúa vụ Xuân Hè trồng trên nền đất lúa tôm ở Thới Bình - Cà Mau

Bảng 3 cho thấy chiều cao cây và chiều dài bông ở các mức độ bón đạm và vi khuẩn đều khác biệt có ý nghĩa thống kê. Bón phân N theo liều lượng 75, 50 và 0% N đã giảm chiều cao cây và chiều dài bông lúa, với 0,70, 4,37 và 20,0%; 1,52, 2,49 và 17,1% so với nghiệm thức bón 100% N, theo thứ tự. Điều này dẫn đến giảm năng suất 5,99% đối với mức 75% N, 13,4% đối với mức bón 50%N và 57,3% đối với không bón N.

7,52 - 9,52% tương ứng so với nghiệm thức không bổ sung PNSB.

N là thành phần cấu tạo diệp lục tố, các acid amin (Elsas và cs., 2019), bốn thiếu N gây giảm hàm lượng diệp lục tố, giảm quang hợp, dẫn đến giảm sinh trưởng cây lúa. Ngoài ra, trên nền đất nhiễm mặn lúa - tôm có nồng độ Na^+ cao gây ra đóng khí khổng của lá, dẫn đến giảm quá trình quang hợp và trao đổi chất của tế bào. Do đó, cây giảm sinh trưởng (Rodríguez Coca và cs., 2023), hấp thu các dưỡng chất thiết yếu như

N, P, K và Ca của cây cũng giảm do ảnh hưởng của mặn (Elkelish và cs., 2019), xảy ra sự đối kháng giữa các dạng N đối với các ion Na^+ và Cl^- (Wang và cs., 2022). Do đó, các thành phần năng suất và năng suất đều giảm trong trường hợp bón giảm lượng phân bón đạm, cụ thể năng suất giảm 5,99% đối với mức 75% N, 13,4% đối với mức bón 50%N và 57,3% đối với không bón N (Bảng 4).

Bảng 4. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm *R. sphaeroides* S01, S06 đến năng suất lúa trồng trên đất lúa - tôm ở Thới Bình - Cà Mau trong điều kiện nhà lưới

Nhân tố		Số bông/chậu (bông)	Số hạt/bông (hạt)	Tỷ lệ hạt chắc (%)	Khối lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất (g/chậu)
Mức bón N (%) (A)	100	21,2 ^a	86,3 ^a	67,5 ^a	21,5	20,6 ^a
	75	19,6 ^b	77,3 ^b	62,4 ^b	21,6	19,4 ^b
	50	19,7 ^b	76,1 ^b	61,6 ^b	21,5	17,7 ^c
	0	16,6 ^c	57,0 ^c	47,0 ^c	21,3	8,80 ^d
Mức độ vi khuẩn (B)	KVK	15,1 ^c	67,2 ^c	56,4 ^c	21,4	13,9 ^c
	S01	19,5 ^b	76,2 ^b	60,6 ^{ab}	21,5	17,8 ^a
	S06	21,7 ^a	74,6 ^b	59,2 ^b	21,5	16,5 ^b
	S01+S06	20,8 ^a	78,8 ^a	62,2 ^a	21,5	18,4 ^a
Mức ý nghĩa (A)		**	**	**	ns	**
Mức ý nghĩa (B)		**	**	**	ns	**
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	**	**	ns	**
CV (%)		7,10	4,78	5,95	2,38	6,92

** Trung bình trong cùng một cột và trong cùng một nhân tố có chữ số khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. KVK: Không bổ sung vi khuẩn, S01: *R. sphaeroides* S01, S06: *R. sphaeroides* S06; S01+S06: hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01 và S06.

Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía có chức năng cải thiện sinh trưởng cây lúa do khả năng tiết ra các chất kích thích tăng trưởng cây trồng như ALA, IAA (Sundar và cs., 2024). Do đó, thành phần năng suất lúa đều tăng đối với các nghiệm thức có bổ sung PNSB. Cụ thể, số bông/chậu tăng 28,5 - 44,0%, số hạt/bông tăng 11,1 - 17,3%, tỷ lệ hạt chắc tăng 5,06 - 10,4% và năng suất hạt tăng 18,3 - 32,1% so với không bổ sung vi khuẩn. Trong đó, bổ sung *R. sphaeroides* S06 và bổ sung hỗn hợp 2 dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01+S06 giúp tăng năng suất cao nhất (Bảng 4).

3.2. Hiệu quả của vi khuẩn cố định đạm *R. sphaeroides* S01 và S06 đến sinh trưởng và năng suất lúa vụ Xuân Hè trồng trên nền đất lúa tôm ở An Biên - Kiên Giang

Bảng 5 cho thấy chiều cao cây và chiều dài bông ở các mức độ bón đạm và vi khuẩn đều khác biệt có ý nghĩa thống kê. Bón N giảm dẫn đến giảm chiều cao cây và chiều dài bông lúa. Các nghiệm thức bón phân 75% N, 50% N và không bón N có chiều cao cây và chiều dài bông giảm tương ứng 4,27 - 27,1% và 5,93 - 24,3% so với bón 100% N. Tuy nhiên, chiều cao cây và chiều dài bông lúa ở các nghiệm thức sử dụng PNSB *R. sphaeroides* tăng tương ứng 7,11 - 17,1% và 8,37 - 14,5% so với không bổ sung vi khuẩn.

Bảng 5. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm *R. sphaeroides* S01, S06 đến sinh trưởng lúa trồng trên đất lúa - tôm ở An Biên - Kiên Giang trong điều kiện nhà lưới

Nhân tố	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài bông (cm)
Mức bón N (%) (A)	100	97,7 ^a
	75	93,5 ^b
	50	89,7 ^c
	0	71,3 ^d
Mức độ vi khuẩn (B)	KVK	81,4 ^c
	S01	87,2 ^b
	S06	88,2 ^b
	S01+S06	95,4 ^a
Mức ý nghĩa (A)	**	**
Mức ý nghĩa (B)	**	**
Mức ý nghĩa (A*B)	**	**
CV (%)	2,48	3,90

* Trung bình trong cùng một cột trong cùng một nhân tố có chữ số khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. KVK: Không bổ sung vi khuẩn, S01: *R. sphaeroides* S01, S06: *R. sphaeroides* S06; S01+S06: hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01 và S06.

Bên cạnh đó, bón giảm phân đạm, các thành phần năng suất như số bông/chậu, số hạt/bông, tỷ lệ hạt chắc đều giảm, dẫn đến giảm năng suất hạt 13,5 - 77,9% so với bón 100% N (Bảng 6). N có vai trò quan trọng đến sinh trưởng cây lúa, thiếu dưỡng chất N gây giảm chiều cao cây và chiều dài bông đối với các mức bón giảm lượng N so với khuyến cáo. Trong 3 nguyên tố phân đa

lượng N, P, K, dưỡng chất N ảnh hưởng lớn đến năng suất cây trồng (Rosado và cs., 2023; Hu và cs., 2024), N góp phần tăng năng suất lúa khoảng 40 - 45% (Shrestha và cs., 2020). Do đó, các nghiệm thức bón giảm lượng N gây giảm các thành phần năng suất như số bông/chậu, số hạt chắc/bông, tỷ lệ hạt chắc, dẫn đến giảm năng suất hạt lúa.

Bảng 6. Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm *R. sphaeroides* S01, S06 đến năng suất lúa trồng trên đất lúa - tôm ở An Biên - Kiên Giang trong điều kiện nhà lưới

Nhân tố		Số bông/chậu (bông)	Số hạt/bông (hạt)	Tỷ lệ hạt chắc (%)	Khối lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất (g/chậu)
Mức bón N (%) (A)	100	20,3 ^a	82,0 ^a	66,1 ^a	20,1	13,6 ^a
	75	19,9 ^a	71,2 ^b	59,2 ^b	20,3	11,8 ^b
	50	18,9 ^b	63,0 ^c	55,3 ^c	20,5	9,68 ^c
	0	9,00 ^c	47,0 ^d	22,5 ^d	20,6	3,01 ^d
Mức độ vi khuẩn (B)	KVK	16,3 ^c	58,3 ^c	42,9 ^c	20,7	7,26 ^d
	S01	16,7 ^{bc}	62,2 ^b	52,0 ^b	20,3	9,29 ^c
	S06	18,0 ^a	71,8 ^a	52,4 ^b	20,2	10,4 ^b
	S01+S06	17,2 ^b	70,9 ^a	55,8 ^a	20,3	11,1 ^a
Mức ý nghĩa (A)		**	**	**	ns	**
Mức ý nghĩa (B)		**	**	**	ns	**
Mức ý nghĩa (A*B)		ns	**	**	ns	**
CV (%)		5,86	5,48	6,84	2,99	6,43

* Trung bình trong cùng một cột trong cùng một nhân tố có chữ số khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

KVK: Không bổ sung vi khuẩn, S01: *R. sphaeroides* S01, S06: *R. sphaeroides* S06; S01+S06: hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01 và S06

Tuy nhiên, thành phần năng suất tăng đối với các nghiệm thức sử dụng vi khuẩn. Cụ thể là số bông/chậu tăng 2,30 - 10,3%, số hạt/bông tăng 6,80 - 23,2%, tỷ lệ hạt chắc tăng 21,1 - 30,1% so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn, dẫn đến năng suất hạt tăng 28,0 - 53,5%. Trong đó, nghiệm thức bổ sung hỗn hợp hai dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01 và S06 giúp đạt tỷ lệ hạt chắc và năng suất cao nhất.

Theo Lee và cs. (2021) PNSB giúp tăng đáng kể sinh trưởng và năng suất lúa. Điều này được giải thích PNSB sở hữu nhiều chức năng như cố định N (Maeda, 2021) và phóng thích các chất kích thích sinh trưởng thực vật. Theo Shan và cs. (2022), PNSB giúp cải thiện 33% năng suất lúa. Ngoài ra, Yen và cs. (2022) chứng minh rằng bổ sung vi khuẩn *R. palustris* tăng đáng kể năng suất hạt lúa so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn.

Chiều cao cây giảm 0,70 - 20,0% và 4,27 - 27,1%, chiều dài bông cũng giảm tương ứng 1,52 - 17,1% và 5,93 - 24,3%, theo thứ tự, so với mức bón 100% N theo khuyến cáo trên nền đất lúa tôm của vùng đất Thới Bình - Cà Mau và An Biên - Kiên Giang. Chiều cao cây lúa và chiều dài bông tăng ở các nghiệm thức bổ sung PNSB (Bảng 3-6). Chiều cao cây và chiều dài bông ở các nghiệm thức bổ sung PNSB so với không bổ sung vi khuẩn tương ứng tăng 4,91 - 7,29% và 7,52 - 9,52% ở vùng đất Thới Bình - Cà Mau, và tăng 7,11 - 17,1% và 8,37 - 14,6% ở vùng đất An Biên - Kiên Giang.

Trên các vùng đất lúa tôm nhiễm mặn, các thành phần năng suất và năng suất hạt đều được cải thiện nhờ bổ sung PNSB. Cụ thể là tăng số bông/chậu 2,30 - 44,0%, số hạt/bông 6,51 - 25,4%, và tỷ lệ hạt chắc 5,06 - 30,1% ở hai vùng đất. Do đó, năng suất hạt được cải thiện đáng kể ở các nghiệm thức bổ sung PNSB so với không bổ

sung tương ứng 18,3 - 32,1% ở vùng đất Thới Bình - Cà Mau, và 28,0 - 53,5% ở vùng đất An Biên - Kiên Giang (Bảng 3-6).

4. KẾT LUẬN

Bón giảm lượng phân N gây giảm chiều cao cây, chiều dài bông, thành phần năng suất và năng suất hạt so với bón 100% N theo khuyến cáo. Bổ sung dòng vi khuẩn *R. sphaeroides* S01, S06 giúp tăng chiều cao cây lúa (4,90 - 7,29%), chiều dài bông (7,52 - 9,52%), số bông/chậu (28,5 - 44,0%), số hạt/bông (11,1 - 17,3%), tỷ lệ hạt chắc (5,06 - 10,4%), và năng suất hạt (18,3 - 32,1%) tại đất Thới Bình - Cà Mau; cải thiện chiều cao cây lúa (7,11 - 17,1%), chiều dài bông (8,37 - 14,5%), số bông/chậu (2,3 - 10,3%), số hạt/bông (6,80 - 23,2%), tỷ lệ hạt chắc (21,1 - 30,1%), năng suất hạt (28,0 - 53,5%) tại đất An Biên - Kiên Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Dương Hồng Sơn, Bùi Huyền Linh, Nguyễn Anh Đức và Trần Anh Phương. (2024). Nghiên cứu đánh giá tác động kép của biến đổi khí hậu và các phát triển thượng nguồn đến xâm nhập mặn vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 763, 13-23.
- Nguyễn Ngọc Đệ. (2008). *Giáo trình cây lúa*. NXB Đại học Quốc gia, Hồ Chí Minh. 141-144.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Ali, B., Hafeez, A., Javed, M. A., Afridi, M. S., Abbasi, H. A., Qayyum, A., Batool, T., Ullah, A., Marc, R. A., Jaouni, S. K., Alkhalifah, D. H. M., & Selim, S. (2022). Role of endophytic bacteria in salinity stress amelioration by physiological and molecular mechanisms of defense: A comprehensive review. *South African Journal of Botany*, 151, 33-46.
- Alshiekheid, M. A., Dwiningsih, Y., & Alkahtani, J. (2023). Analysis of morphological, physiological, and biochemical traits of salt stress tolerance in Asian rice cultivars at different stages. *Stresses*, 3(4), 717-735.
- Anh, N. H., Xuan, L. N. T., & Khuong, N. Q. (2024). Nitrogen-Fixing Purple Nonsulfur

- Bacteria Originating from Acid Saline Soils of a Rice-Shrimp Farm: Nitrogen-Fixing Purple Nonsulfur Bacteria”, *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 7(1), 14-28.
- Chi, T. T. N., Anh, T. T. T., Paris, T., Duy, L., Loan, D. T., & Lang, N. T. (2015). Farmers’ feedback on rice varieties tested under farmer-managed trials. *Omonrice*, 20, 93-108.
- Dung, T.D., Thuc, P.T.B., Park, E., Hang, P.T.T., Man, D.B., & Wang, J. 2024. Extent of saltwater intrusion and freshwater exploitability in the coastal Vietnamese Mekong delta assessed by gauging records and numerical simulations. *Journal of Hydrology*, 630,130655.
- Elkelish, A. A., Soliman, M. H., Alhaithloul, H. A., & El-Esawi, M. A. (2019). Selenium protects wheat seedlings against salt stress-mediated oxidative damage by up-regulating antioxidants and osmolytes metabolism. *Plant Physiology and Biochemistry*, 137, 144-153.
- Elsas, J. D. van, Jack T. Trevors, Alexandre Soares Rosado, & Paolo Nannipieri. (2019). *Modern Soil Microbiology*, Third Edition, Taylor & Francis.
- Hu, J., Guan, X., Liang, X., Wang, B., Chen, X., He, X., ... & Chen, J. (2024). Optimizing the nitrogen fertilizer management to maximize the benefit of straw returning on early rice yield by modulating soil N availability. *Agriculture*, 14(7), 1168.
- IRRI (1996). Standard evaluation system for rice. International Network for Genetic Evaluation of Rice (4th ed.). IRRI. Manila, Philippines.
- Iwai, R., Uchida, S., Yamaguchi, S., Sonoda, F., Tsunoda, K., Nagata, H., Nagata, D., Koga, A., Goto, M., Maki, T., Hayashi, S., Yamamoto, S., & Miyasaka, H. (2022). Effects of seed bio-priming by purple nonsulfur bacteria (PNSB) on the root development of rice. *Microorganisms*, 10(11), 2197.
- Khuong, N. Q., Kantachote, D, Dung, N. T. T., Huu, T. N., Thuc, V. L., Thu, L. T. M. and Xuan, L. N. T. (2023a). Potential of potent purple nonsulfur bacteria isolated from rice-shrimp systems to ameliorate rice (*Oryza sativa* L.) growth and yield in saline acid sulfate soil. *Journal of Plant Nutrition*, 46(3), 473-494
- Khuong, N. Q., Minh, D. P. T., Thu, L. T. M., & Thuc, L. V. (2023b). The potential of bacterial strains of *Luteovulum sphaeroides* W22 and W47 for producing δ -aminolevulinic acid to improve soil quality, growth and yield of saline-irrigated rice cultivated in salt-contaminated soil. *Agronomy*, 13(5), 1409.
- Khuong, N. Q., Nhat, N. M., Thu, L. T. M., & Thuc, L. V. (2024a). Influence of purple non-sulfur bacterial augmentation on soil nutrient dynamics and rice (*Oryza sativa*) growth in acidic saline-stressed environments. *Life & Environment*, 12, e16943.
- Khuong, N. Q., Sakpirom, J., Oanh, T. O., Thuc, L. V., Thu, L. T. M., Xuan, D. T., Quang, L. T., & Xuan, L. N. T. (2023c). Isolation and characterization of novel potassium-solubilizing purple nonsulfur bacteria from acidic paddy soils using culture-dependent and culture-independent techniques. *Brazilian Journal of Microbiology*, 54(3), 2333-2348.
- Khuong, N. Q., Trong, N. D., Quang, L. T., Xuan, L. N. T., & Phong, N. T. (2024). The potency of a liquid biofertilizer containing bacterial strains of *Rhodopseudomonas* spp. on recovery of soil properties damaged by Al^{3+} and Fe^{2+} toxins and enhancement of rice yield in acid sulfate soil. *International Journal of Phytoremediation*, 26(4), 535-545.
- Lee, S. K., Lur, H. S., & Liu, C. T. (2021). From lab to farm: Elucidating the beneficial roles of photosynthetic bacteria in sustainable agriculture. *Microorganisms*, 9(12), 2453.
- Maeda, I. (2021). Potential of phototrophic purple nonsulfur bacteria to fix nitrogen in rice fields. *Microorganisms*, 10(1), 28.
- Nookongbut, P., Kantachote, D., Khuong, N. Q., Sukhoom, A., Tantirungkij, M., & Limtong, S. (2019). Selection of acid-resistant purple nonsulfur bacteria from peat swamp forests to apply as biofertilizers and biocontrol agents. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19, 488-500.
- Pruthi, R., Puram, V. R. R., Ontoy, J., & Subudhi, P. K. (2022). Genetics of yield component traits under salt stress at flowering stage and selection of salt tolerant pre-breeding lines for rice improvement. *Genetica*, 150(5), 273-288.

- Rodríguez Coca, L. I., García González, M. T., Gil Unday, Z., Jiménez Hernández, J., Rodríguez Jáuregui, M. M., & Fernández Cancio, Y. (2023). Effects of sodium salinity on rice (*Oryza sativa* L.) cultivation: A review. *Sustainability*, 15(3), 1804.
- Rosado, S. I. P., Santos, J. Z. L., Saraiva, I. S. D. A., dos Santos, N. J. R., Barbosa, T. M. B., & Araujo, J. L. (2023). Nitrate/ammonium ratios and nitrogen deficiency impact on nutrient absorption and photosynthetic efficiency of *Cedrela odorata*. *Nitrogen*, 5(1), 1-15.
- Sakarika, M., Spanoghe, J., Sui, Y., Wambacq, E., Grunert, O., Haesaert, G., Spiller, M., Vlaeminck, S. E. (2020). Purple non-sulphur bacteria and plant production: Benefits for fertilization, stress resistance and the environment. *Microbial Biotechnology*, 13, 1336–1365.
- Shan, Y. K., Sundar, L. S., & Chao, Y. Y. (2022). Foliar application of *rhodospseudomonas palustris* enhances the rice crop growth and yield under field conditions. *Plants*, 11, 2452.
- Shrestha, J., Kandel, M., Subedi, S., Shah, K.K., (2020). Role of nutrients in rice (*Oryza sativa* L.): A review. *Agrica*, 9(1), 53-62
- Sundar, L. S., Chang, Y. T., & Chao, Y. Y. (2024). Investigating the efficacy of purple non-sulfur bacteria (PNSB) inoculation on *djulis* (*Chenopodium Formosanum* Koidz.) growth, yield, and maturity period modulation. *Plant and Soil*, 496(1), 289-317.
- Wang, B., Zhou, G., Guo, S., Li, X., Yuan, J., & Hu, A. (2022). Improving nitrogen use efficiency in rice for sustainable agriculture: strategies and future perspectives. *Life*, 12(10), 1653.
- Xu, X., Gao, Z., Wu, X., & Chen, X. (2023). Light and oxygen facilitating the directly treatment food wastewater and poly-β-hydroxybutyrate, 5-aminolevulinic acid, pigment productions by *Rubrivivax gelatinosus*. *Water Science Technology*, 87, 1367–1375.