

ẢNH HƯỞNG CỦA VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍ LÊN NĂNG SUẤT VÀ HẤP THU ARSEN VÀO HẠT LÚA

Nguyễn Thị Thanh Xuân¹, Trương Thoại Mỹ²,

Nguyễn Quốc Khương³, Lý Ngọc Thanh Xuân⁴, Trần Chí Nhân⁴, Phạm Văn Quang^{4,*}

¹ Trường Đại học Cửu Long

² Trạm Trồng trọt và Bảo vệ thực vật huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang

³ Trường Đại học Cần Thơ

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

*Email: pvquang@agu.edu.vn

TÓM TẮT

Ô nhiễm arsen (As) trong nước và đất dẫn đến sự nhiễm As vào cây trồng, đặc biệt là cây lúa. Nghiên cứu khả năng hạn chế sự hấp thu As cũng như cải thiện năng suất của các chủng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) đối với lúa để có thể ứng dụng vào sản xuất nông nghiệp. Kết quả cho thấy, PNSB không ảnh hưởng đến tỷ lệ nảy mầm, nhưng tăng sự phát triển mầm và rễ mầm. Năng suất lúa dao động từ 12,46 - 24,78 g/chậu và có sự khác biệt ý giữa các nghiệm thức. Hỗn hợp các chủng W47 + S29 + W22 + W25 cho năng suất cao nhất trong môi trường có As³⁺ nhưng không giảm As hấp thu vào hạt. Các chủng PNSB: W44, W14, W4.3, W25 đơn và hỗn hợp các chủng cho hiệu quả giảm lượng As hấp thu vào hạt lúa trong môi trường có độc chất As⁵⁺ (3,36 - 6,83 mg/kg) so với nghiệm thức đối chứng As⁵⁺ (10,5 mg/kg). Kết quả cho thấy, có thể sử dụng PNSB để hạn chế As hấp thu vào trong hạt lúa và cải thiện năng suất lúa.

Từ khóa: Arsen, lúa Đài thơm 8, vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) có khả năng cố định đạm và hòa tan lân, tăng sự hấp thu đạm từ 24,8 - 113,2% [1, 2], đồng thời cung cấp các chất kích thích tăng trưởng cho cây trồng như: IAA, cải thiện sự sinh trưởng của cây trồng, tăng chiều dài rễ, mầm [3]. Hơn nữa, PNSB có khả năng hạn chế tích lũy các độc chất như: Kim loại nặng Al³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Cd, Hg [4 - 6].

Cây lúa là một trong những cây lương thực quan trọng. Tuy nhiên, hiện nay có nhiều báo cáo về tình trạng nhiễm Arsen (As) trong nước và đất dẫn đến nhiễm vào cây lúa [7, 8] cũng như các cây trồng khác [9], điều này có thể ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng As trong đất khá cao so với tiêu chuẩn thế giới. Hơn 800

giếng khoan nhiễm As, nên đất ở những vùng sử dụng nước giếng khoan để tưới cho cây trồng cũng bị nhiễm As rất cao [10]. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Chương (2016) [11] cho thấy, đất trồng lúa, bắp và đậu xanh bên trong đê bao có hàm lượng As cao hơn bên ngoài đê từ 0,5 - 1 lần. As tự nhiên có nguồn gốc từ thượng nguồn sông Mekong và phân bố trong đất với nồng độ từ 8 - 16 ppm. Nước ngầm có hàm lượng As cao được tìm thấy ở cả tầng nước ngầm nông và ngầm sâu (100 - 120 m) [12].

Để hạn chế As hấp thu vào cây, nhiều phương pháp đã được công bố như sử dụng phân hữu cơ, sử dụng các loại giá thể hay trồng các cây có khả năng giảm thiểu hút As vào lúa [11]. Bên cạnh đó, PNSB cũng là một trong những giải pháp có tiềm năng. Vì vậy, nghiên cứu đánh giá khả năng hạn chế sự hấp thụ As vào hạt lúa

bằng PNSB được thực hiện nhằm tìm ra các chủng vi khuẩn để ứng dụng trong việc hạn chế tác hại của As trong canh tác lúa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu: Các chủng PNSB: S29, W10, W14, W15, W22, W25, W29, W31, W4, W4.3, W44, W47 đã được thử nghiệm có khả năng sinh trưởng trong điều kiện có bổ sung As. Hóa chất: As^{3+} : $NaAsO_2$, dạng bột, độ tinh khiết 57,67%. As^{5+} : $Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$, độ tinh khiết 24,0. Giống lúa Đài thơm 8. Nghiên cứu được thực hiện tại Trường Đại học An Giang từ tháng 1 đến tháng 6 năm 2020.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá ảnh hưởng của các chủng PNSB đến sự nảy mầm của hạt lúa

Chuẩn bị vi khuẩn: 12 chủng vi khuẩn PNSB (S29, W10, W14, W15, W22, W25, W29, W31, W4, W4.3, W44, W47) được nuôi cấy trong môi trường BIM lỏng, ở nhiệt độ phòng ($29 \pm 2^\circ C$). Sau 72 giờ nuôi cấy, dung dịch có màu đỏ hoặc

nâu. Điều chỉnh mật số vi khuẩn bằng cách pha loãng đến khi dịch vi khuẩn có OD 660 = 1.

Chuẩn bị hạt giống lúa: Hạt lúa (giống Đài thơm 8) được khử trùng bề mặt bằng cách ngâm với nước ở nhiệt độ $54^\circ C$ trong 2 giờ và tiếp tục xử lý với dung dịch sodium hypochloride 1% trong 10 phút. Sau đó, rửa với nước vô trùng 3 lần, mỗi lần 5 phút.

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, bao gồm 14 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức tương ứng với một chủng vi khuẩn hoặc mỗi hỗn hợp các chủng vi khuẩn (Bảng 1). Mỗi nghiệm thức bố trí 10 lần lặp lại, với mỗi lặp lại là 1 đĩa petri.

Các bước thực hiện:

- Hạt lúa sau khi được xử lý bề mặt được ngâm ngập trong dung dịch vi khuẩn liên tục trong 2 giờ.

- Hạt lúa được xếp vào đĩa petri có lót giấy lọc, thêm 5 ml dung dịch PNSB tương ứng theo nghiệm thức, sau đó được giữ ở nhiệt độ phòng.

- Sau khi ủ 7 ngày, xác định tỉ lệ nảy mầm, chiều dài rễ, chiều dài mầm.

Bảng 1. Các nghiệm thức thí nghiệm ảnh hưởng của PNSB lên sự nảy mầm của giống lúa Đài thơm 8

Ký hiệu	Nghiệm thức	Ký hiệu	Nghiệm thức
NT1	Đối chứng nước (ĐC)	NT8	S29
NT2	W44 + W14 + W4.3	NT9	W14
NT3	W44 + W14 + W4.3 + W25	NT10	W22
NT4	W47 + S29 + W2 + W44 + W14 + W4.3	NT11	W25
NT5	W47 + S29 + W22 + W44 + W14 + W4.3 + W25	NT12	W4.3
NT6	W47 + S29 + W22	NT13	W44
NT7	W47 + S29 + W25	NT14	W47

2.2.2. Đánh giá ảnh hưởng của PNSB lên sinh trưởng, năng suất và khả năng giảm hấp thu As vào hạt lúa

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên, gồm 19 nghiệm thức (Bảng 2). As^{3+} và As^{5+} được thêm vào chậu đất với liều lượng 40 mg/kg. Thí nghiệm được bố trí 4 lần lặp lại, tổng số chậu là 76. Mỗi chậu có kích thước 30 x 20 x 30 cm, chứa 4 kg đất.

Các bước tiến hành thí nghiệm:

Chuẩn bị vi khuẩn tương tự phần 2.2.1.

Chuẩn bị đất: Mẫu đất được lấy ở độ sâu 0 - 20 cm, cho vào mỗi chậu nhựa 4 kg đất và 160 mg As^{3+} , As^{5+} , hoặc hỗn hợp 2 loại As theo tỉ lệ 1:1. Cho nước ngập đất hoàn toàn trong 24 giờ trước khi gieo hạt.

Lúa: Giống Đài thơm 8 được chuẩn bị tương tự phần 2.2.1, lượng giống theo công thức khuyến cáo 80 kg/ha. Gieo hạt vào chậu sau đó tưới vi khuẩn 80 mL/chậu.

Phân bón: Lượng phân N, P, K bón theo công thức 100 - 60 - 30 kg/ha. Mỗi chậu được

bón 1,5 g phân urê 46% đậm, 4,4 g super lân 16% P₂O và 1,8 g kali 60% K₂O.

Bón lót trước khi sạ lúa: Toàn bộ lượng phân lân. Bón thúc lần 1, lúc 10 ngày sau khi sạ lúa:

1/3 lượng phân đạm, 1/2 lượng kali. Bón thúc lần 2, lúc 20 ngày sau khi sạ lúa: Bón 1/3 lượng phân đạm. Bón nuôi đồng lúc 48 ngày sau khi sạ lúa: 1/3 lượng phân đạm, 1/2 lượng kali.

Bảng 2. Nghiệm thức thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của PNSB lên sinh trưởng, năng suất và khả năng giảm hấp thu As vào hạt lúa

TT	As	Vi khuẩn	Tên nghiệm thức
1	0	0	Không As, không PNSP
2	As ³⁺	0	As ³⁺ + không PNSP
3	As ⁵⁺	0	As ⁵⁺ + không PNSP
4	As ³⁺ , As ⁵⁺	0	As ³⁺ + As ⁵⁺ + không PNSP
5	As ³⁺	W47	As ³⁺ + W47
6	As ³⁺	S29	As ³⁺ + S29
7	As ³⁺	W22	As ³⁺ + W22
8	As ³⁺	W25	As ³⁺ + W25
9	As ³⁺	W47, S29, W22	As ³⁺ + W47 + S29 + W22
10	As ³⁺	W47, S29, W22, W25	As ³⁺ + W47 + S29 + W22 + W25
11	As ⁵⁺	W44	As ⁵⁺ + W44
12	As ⁵⁺	W14	As ⁵⁺ + W14
13	As ⁵⁺	W4.3	As ⁵⁺ + W4.3
14	As ⁵⁺	W25	As ⁵⁺ + W25
15	As ⁵⁺	W44, W14, W4.3	As ⁵⁺ + W44 + W14 + W4.3
16	As ⁵⁺	W44, W14, W4.3, W25	As ⁵⁺ + W44 + W14 + W4.3 + W25
17	As ³⁺ , As ⁵⁺	W25	As ³⁺ + As ⁵⁺ + W25
18	As ³⁺ , As ⁵⁺	W47, S29, W22, W44, W14, W4.3	As ³⁺ + As ⁵⁺ + W47 + S29 + W22 + W44 + W14 + W4.3
19	As ³⁺ , As ⁵⁺	W47, S29, W22, W25, W44, W14, W4.3	As ³⁺ + As ⁵⁺ + W47 + S29 + W22 + W25 + W44 + W14 + W4.3

Tưới nước và thường xuyên theo dõi sâu, bệnh để xử lý kịp thời.

Theo các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: Chiều cao cây, số chồi, số bông, số hạt trên bông, phần trăm hạt chắc và năng suất lúa [13].

- Phân tích hàm lượng As trong hạt lúa: Mẫu hạt được sấy khô, nghiền mẫu đến kích thước Ø 0,5 mm. Cân 0,5 g mẫu vào bình tam giác chịu nhiệt, thêm 5 mL dung dịch oxi hóa, nung bằng bếp điện trong tủ hút khí độc ở nhiệt độ 150°C

đến khi mẫu trắng. Pha loãng mẫu trong bình định mức 25 mL lắc đều, để ổn định. Hút 1 mL mẫu, thêm 1 mL HCl đặc, thêm 3 mL dung dịch chuyển hóa, lên định mức 10 mL bằng axit HCl 3%. Lắc mẫu đều và đo trên máy quang phổ hấp thu nguyên tử.

2.3. Phân tích dữ liệu

Thống kê số liệu bằng phần mềm SPSS, phân tích ANOVA và phép thử Duncan để so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của PNSB lên khả năng nảy mầm và phát triển mầm, rễ lúa

Tỷ lệ nảy mầm của nghiệm thức ĐC là 88%, các nghiệm thức có xử lý PNSB có tỷ lệ nảy mầm từ 93 - 100%, nhưng không khác biệt ý nghĩa thống kê (Bảng 3).

Chiều dài mầm có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức 1%. Chiều dài mầm dao động từ 1,13 - 2,48 cm. Trong đó, NT10 và NT11 phát triển mầm tốt khác biệt (2,42 - 2,48 cm) so với ĐC. Các nghiệm thức từ

NT2 - NT9 và NT14 sự phát triển mầm không khác biệt ý nghĩa với ĐC nhưng NT13 phát triển mầm thấp (1,13 cm) khác biệt so với ĐC.

Chiều dài rễ cũng có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức 1%. Rễ lúa phát triển tốt khác biệt ở hầu hết các nghiệm thức có xử lý với PNSB từ NT2 - NT11 và NT13 với chiều dài rễ từ 3,37 - 4,21 cm. Tuy nhiên, NT12 và NT14 chiều dài rễ ngắn tương đương với ĐC (2,35 cm). Một số nghiên cứu gần đây cũng cho thấy, PNSB có khả năng ảnh hưởng làm tăng chiều dài rễ [14].

Bảng 3. Ảnh hưởng của vi khuẩn PNSB lên tỉ lệ nảy mầm, phát triển mầm và rễ lúa, 72 giờ sau ủ

NT	Nghiệm thức	Chiều dài mầm (cm)	Chiều dài rễ (cm)	Tỷ lệ nảy mầm (%)
NT1	ĐC (nước cất)	1,77 ^{cd}	2,35 ^c	88
NT2	W44 + W14 + W4.3	2,03 ^{a-d}	3,60 ^{ab}	90
NT3	W44 + W14 + W4.3 + W25	2,21 ^{a-d}	4,34 ^a	100
NT4	W47 + S29 + W22 W44 + W14 + W4.3	2,09 ^{a-d}	4,10 ^{ab}	100
NT5	W47 + S29 + W22 + W44 W14 + W4.3 + W25	1,85 ^{b-d}	3,44 ^{ab}	100
NT6	W47 + S29 + W22	1,96 ^{a-d}	3,37 ^{ab}	100
NT7	W47 + S29 + W25	2,37 ^{a-c}	4,21 ^a	100
NT8	S29	2,34 ^{a-d}	3,75 ^{ab}	93
NT9	W14	1,85 ^{b-d}	3,91 ^{ab}	90
NT10	W22	2,42 ^{ab}	3,98 ^{ab}	93
NT11	W25	2,48 ^a	3,95 ^{ab}	93
NT12	W4.3	1,76 ^d	3,10 ^{bc}	100
NT13	W44	1,13 ^e	3,52 ^{ab}	90
NT14	W47	1,97 ^{a-d}	3,07 ^{bc}	90
F		**	**	ns
CV (%)		19,3	23	20

3.2. Ảnh hưởng của PNSB lên sinh trưởng, năng suất và khả năng giảm hấp thu As vào hạt lúa

3.2.1. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As lên sự phát triển chiều cao và số chồi lúa

- Chiều cao:

Chiều cao giai đoạn 20 NSS dao động từ 35,8 - 38,0 cm, không khác biệt ý nghĩa thống kê. Đến thời điểm 35 ngày, chiều cao dao động từ

56,5 - 67,4 cm, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Nghiệm thức As⁵⁺ có xử lý với PNSB đơn lẻ với chủng W14, W4.3, W44 có chiều cao thấp khác biệt so với không xử lý vi khuẩn. Nhưng khi phối trộn ba và bốn chủng vi khuẩn thì không còn sự khác biệt ý nghĩa thống kê với nghiệm thức không có vi khuẩn. Kết quả cũng cho thấy, ở giai đoạn cây lúa 35 ngày, As cũng như hầu hết các chủng PNSB không ảnh hưởng đến chiều cao cây ngoại trừ ba chủng W44, W14,

W4.3 trong điều kiện đất nhiễm As^{5+} . Giai đoạn 90 ngày, chiều cao cây dao động từ 70,5 - 78,4 cm và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% giữa các nghiệm thức. Trong đó, nghiệm thức có độc chất As^{5+} và bổ sung vi khuẩn W4.3 vẫn duy trì thấp, khác biệt so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (Bảng 4).

Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Quốc Khương và cs (2021) [14], nghiên cứu trồng lúa trong dung dịch thủy canh có bổ sung As cho thấy, nghiệm thức bổ sung bốn chủng PNSB giúp tăng chiều cao cây lúa. Sự tăng chiều cao có thể do các PNSB có khả năng cố định đạm [1, 2] giúp cây lúa tăng trưởng tốt hơn.

Bảng 4. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As lên chiều cao cây lúa (cm)

Số TT	Nghiệm thức	20 ngày	35 ngày	90 ngày
1	Không As, không PNSB	37,7	65,9 ^{ab}	76,4 ^{a-e}
2	As^{3+} + không PNSB	36,7	67,4 ^a	77,3 ^{ab}
3	As^{5+} + không PNSB	37,4	67,2 ^a	77,2 ^{a-c}
4	As^{3+} + As^{5+} + không PNSB	37,3	66,5 ^a	76,3 ^{a-e}
5	As^{3+} + W47	35,9	63,1 ^{a-c}	76,6 ^{a-e}
6	As^{3+} + S29	37,1	60,2 ^{a-c}	78,3 ^a
7	As^{3+} + W22	36,7	59,9 ^{a-c}	73,4 ^{a-e}
8	As^{3+} + W25	37,1	62,6 ^{a-c}	76,0 ^{a-e}
9	As^{3+} + W47 + S29 + W22	36,8	60,9 ^{a-c}	74,3 ^{a-e}
10	As^{3+} + W47 + S29 + W22 + W25	37,0	61,2 ^{a-c}	76,8 ^{a-d}
11	As^{5+} + W44	36,6	56,5 ^c	71,9 ^{b-e}
12	As^{5+} + W14	36,7	56,9 ^c	73,3 ^{a-e}
13	As^{5+} + W4.3	37,2	57,5 ^{bc}	70,4 ^e
14	As^{5+} + W25	37,1	59,0 ^{a-c}	71,9 ^{b-e}
15	As^{5+} + W44 + W14 + W4.3	38,0	59,5 ^{a-c}	74,5 ^{a-e}
16	As^{5+} + W44 + W14 + W4.3 + W25	35,8	61,7 ^{a-c}	76,1 ^{a-e}
17	As^{3+} + As^{5+} + W25	36,7	60,1 ^{a-c}	70,7 ^{de}
18	As^{3+} + As^{5+} + W47 + S29 + W22 + W44 + W14 + W4.3	37,6	62,9 ^{a-c}	74,5 ^{a-e}
19	As^{3+} + As^{5+} + W47 + S29 + W22 + W25 + W44 + W14 + W4.3	37,1	60,4 ^{a-c}	70,9 ^{c-e}
	F	ns	*	*
	CV (%)	3,14	7,31	5,84

- Số chồi: Số chồi giai đoạn 20 ngày từ 23,3 - 25,8 chồi/chậu và không khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Giai đoạn 35 ngày, số chồi/chậu cũng không có sự khác biệt

ý nghĩa thống kê và dao động từ 25,0 - 35,8 chồi/chậu. Kết quả này cho thấy, As và PNSB, không gây tác động đến khả năng sinh chồi của cây lúa (Bảng 5).

Bảng 5. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As đến phát triển chồi lúa

Số TT	Nghiệm thức	Số chồi/chậu	
		20 ngày	35 ngày
1	Không As, không PNSB	25,0	35,8
2	As^{3+} + không PNSB	24,2	35,0
3	As^{5+} + không PNSB	25,8	34,1
4	As^{3+} + As^{5+} + không PNSB	25,8	34,1
5	As^{3+} + W47	25,8	34,1

6	As ³⁺ + S29	25,0	34,1
7	As ³⁺ + W22	25,0	34,1
8	As ³⁺ + W25	26,6	33,3
9	As ³⁺ + W47 + S29 + W22	25,8	33,3
10	As ³⁺ + W47 + S29 + W22 + W25	27,5	33,3
11	As ⁵⁺ + W44	25,8	32,5
12	As ⁵⁺ + W14	28,3	31,6
13	As ⁵⁺ + W4.3	27,5	31,7
14	As ⁵⁺ + W25	23,3	30,0
15	As ⁵⁺ + W44 + W14 + W4.3	24,1	29,1
16	As ⁵⁺ + W44 + W14 + W4.3 + W25	25,0	28,3
17	As ³⁺ + As ⁵⁺ + W25	23,3	27,5
18	As ³⁺ + As ⁵⁺ + W47 + S29 + W22 + W44 + W14 + W4.3	25,8	26,6
19	As ³⁺ + As ⁵⁺ + W47 + S29 + W22 + W25 + W44 + W14 + W4.3	24,1	25,0
	F	ns	ns
	CV (%)	10,83	16,46

3.2.2. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As lên thành phần năng suất và năng suất lúa

- Số hạt/bông:

Số hạt/bông của các nghiệm thức dao động từ 65 - 77 hạt/bông và khác biệt ý nghĩa thống kê

giữa các nghiệm thức. Tuy nhiên, nếu so sánh các nghiệm thức có độc chất As và không có As thì số hạt/bông không có sự khác biệt thống kê. Số hạt/bông cũng không khác biệt ý nghĩa khi so sánh các nghiệm thức có As³⁺ và không có PNSB với có PNSB. Tương tự, đối với các nghiệm thức As⁵⁺.

Bảng 6. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As lên thành phần năng suất lúa

Số TT	Nghiệm thức	Hạt/bông	Tỷ lệ hạt chắc	Bông/chậu
1	Không As, không PNSB	72 ^{a-d}	58,2 ^{cd}	17,7
2	As ³⁺ + không PNSB	70 ^{a-d}	66,8 ^{ab}	18,7
3	As ⁵⁺ + không PNSB	70 ^{a-d}	67,4 ^{ab}	17,8
4	As ³⁺ + As ⁵⁺ + không PNSB	75 ^{a-c}	68,1 ^{ab}	21,7
5	As ³⁺ + W47	70 ^{a-d}	66,3 ^{a-c}	19,5
6	As ³⁺ + S29	69 ^{a-d}	68,1 ^{ab}	21,0
7	As ³⁺ + W22	77 ^a	64,0 ^{b-d}	20,8
8	As ³⁺ + W25	72 ^{a-d}	66,8 ^{ab}	21,3
9	As ³⁺ + W47 + S29 + W22	77 ^a	68,4 ^{ab}	21,5
10	As ³⁺ + W47 + S29 + W22 + W25	77 ^a	72,7 ^a	23,3
11	As ⁵⁺ + W44	69 ^{a-d}	66,0 ^{a-c}	21,0
12	As ⁵⁺ + W14	65 ^d	64,0 ^{b-d}	20,0
13	As ⁵⁺ + W4.3	67 ^{cd}	67,3 ^{ab}	19,0
14	As ⁵⁺ + W25	69 ^{a-d}	67,8 ^{ab}	21,2
15	As ⁵⁺ + W44 + W14 + W4.3	66 ^d	70,2 ^{ab}	19,5

16	$As^{5+} + W44 + W14 + W4.3 + W25$	68 ^{b-d}	64,2 ^{b-d}	17,5
17	$As^{3+} + As^{5+} + W25$	69 ^{a-d}	66,4 ^{a-c}	18,7
18	$As^{3+} + As^{5+} + W47 + S29 + W22 + W44 + W14 + W4.3$	76 ^{ab}	66,1 ^{a-c}	20,5
19	$As^{3+} + As^{5+} + W47 + S29 + W22 + W25 + W44 + W14 + W4.3$	73 ^{a-d}	57,0 ^d	21,2
F		**	**	ns
CV (%)		6,81	6,79	19,6

- Tỷ lệ hạt chắc:

Tỷ lệ hạt chắc của các nghiệm thức có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Tỷ lệ hạt chắc dao động từ 57,0 - 72,7%. Trong đó, nghiệm thức có độc chất As^{3+} có tỷ lệ hạt chắc cao hơn As^{5+} . Cao nhất về tỷ lệ hạt chắc là nghiệm thức $As^{3+} + W47 + S29 + W22 + W25$ và thấp nhất ở nghiệm thức có cả $As^{3+} + As^{5+}$ và bảy chủng PNSB ($W47 + S29 + W22 + W25 + W44 + W14 + W4.3$). Kết quả ở bảng 6 cũng cho thấy, As đã ảnh hưởng đến tỉ lệ hạt chắc: Nghiệm thức không có As có tỷ lệ hạt chắc thấp hơn khác biệt với có As.

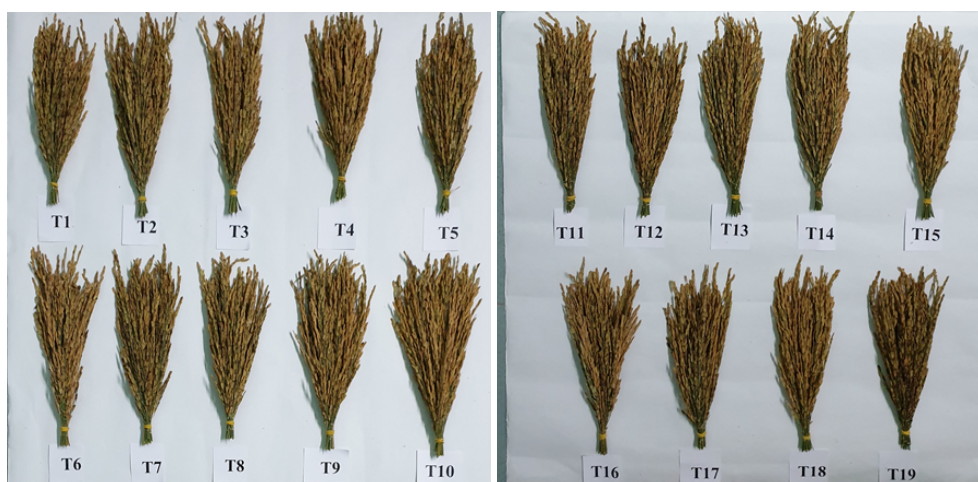
- Số bông/chậu:

Số bông/chậu dao động từ 19,8 - 23,3 bông nhưng không khác biệt ý nghĩa thống kê. Như vậy, từ kết quả số bông/chậu (Bảng 6) và số chồi (Bảng 4) trong giai đoạn 20 và 35 ngày, có thể thấy rằng, độc chất As không gây ảnh hưởng

đến khả năng tạo chồi lúa và PNSB cũng chưa thể hiện hiệu quả kích thích chồi lúa phát triển.

- Năng suất:

Năng suất dao động từ 12,46 - 24,78 g/chậu và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Trong môi trường có As^{3+} và có bổ sung hỗn hợp PNSB: $W47 + S29 + W22 + W25$ cho năng suất cao khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không bổ sung PNSB. Ngược lại, trong môi trường có As^{5+} hoặc có cả As^{3+} và As^{5+} , các nghiệm thức đơn chủng vi khuẩn hoặc hỗn hợp nhiều chủng vi khuẩn, năng suất không khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không bổ sung PNSB (Bảng 7, hình 1). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Quốc Khương và cs (2021) [14], theo đó các loại As^{3+} và As^{5+} có ảnh hưởng khác nhau đối với cây lúa, đặc biệt trong điều kiện tưới nước khác nhau cũng như nồng độ cao có dẫn đến hạn chế năng suất [15].



Hình 1. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As lên năng suất lúa
 Ghi chú: T1, T2... T19 tương ứng với số thứ tự 1, 2,... 19: Các nghiệm thức trong bảng 2.

3.3. Ảnh hưởng của PNSB lên lượng As hấp thu vào hạt

Hàm lượng As trong hạt dao động từ 3,23 - 10,50 mg/kg và có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% giữa các nghiệm thức. Ở nghiệm thức đối chứng không thêm As và không chủng vi khuẩn vẫn phát hiện As trong hạt do trong đất đã nhiễm As (16 mg/kg). Các nghiệm thức không bổ sung PNSB có lượng As hấp thu trong hạt từ 3,32 - 10,50 mg/kg, nghiệm thức có độc chất As^{3+} hấp thu trong hạt ít hơn As^{5+} .

Trong môi trường có độc chất As^{3+} , các chủng W47, S29, W22, W25 đơn hoặc hỗn hợp không có hiệu quả giảm As trong hạt. Mặc dù hỗn hợp 4 chủng có khả năng tăng năng suất nhưng không có khả năng giảm hấp thụ As trong hạt.

Trong môi trường có độc chất As^{5+} , các chủng W44, W14, W4.3, W25 đơn hoặc hỗn hợp có hiệu quả giảm As trong hạt khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không có vi khuẩn.

Trong môi trường có độc chất As^{3+} và As^{5+} , các chủng W47, S29, W22, W25, W44, W14, W4.3 đơn hoặc hỗn hợp có hiệu quả giảm As trong hạt khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không có vi khuẩn.

Kết quả nghiên cứu của Nookongbut và cs (2018) [16] cho thấy, PNSB *Rhodopseudomonas palustris* C1 và *Rubrivivax benzoatilyticus* C31 cải thiện ngộ độc As và giảm hấp thu As vào cây lúa, đặc biệt khi hỗn hợp tỉ lệ 1: 1 của hai vi khuẩn trên cho hiệu quả giảm ngộ độc As và giảm tích lũy As trong cây lúa.

Bảng 7. Ảnh hưởng của PNSB trong điều kiện đất có độc chất As lên năng suất lúa và hấp thu As vào hạt lúa

Số TT	Nghiệm thức	Năng suất (g/chậu)	Lượng As trong hạt (mg/kg)
1	Không As, không PNSB	12,6 ^b	3,32 ^h
2	As^{3+} + không PNSB	16,0 ^b	6,18 ^{d-g}
3	As^{5+} + không PNSB	14,5 ^b	10,50 ^a
4	As^{3+} + As^{5+} + không PNSB	16,3 ^{ab}	9,95 ^{ab}
5	As^{3+} + W47	14,9 ^b	8,44 ^{bc}
6	As^{3+} + S29	16,9 ^{ab}	4,87 ^{f-h}
7	As^{3+} + W22	16,7 ^{ab}	5,29 ^{e-h}
8	As^{3+} + W25	16,9 ^{ab}	4,73 ^{gh}
9	As^{3+} + W47 + S29 + W22	17,7 ^{ab}	6,94 ^{c-f}
10	As^{3+} + W47 + S29 + W22 + W25	24,8 ^a	6,19 ^{d-g}
11	As^{5+} + W44	12,5 ^b	6,03 ^{d-g}
12	As^{5+} + W14	14,0 ^b	5,45 ^{e-h}
13	As^{5+} + W4.3	14,2 ^b	3,82 ^h
14	As^{5+} + W25	18,0 ^{ab}	4,68 ^{gh}
15	As^{5+} + W44 + W14 + W4.3	16,8 ^{ab}	3,36 ^h
16	As^{5+} + W44 + W14 + W4.3 + W25	14,7 ^b	5,27 ^{e-h}
17	As^{3+} + As^{5+} + W25	13,1 ^b	3,76 ^h
18	As^{3+} + As^{5+} + W47 + S29 + W22 + W44 + W14 + W4.3	18,7 ^{ab}	7,25 ^{c-e}
19	As^{3+} + As^{5+} + W47 + S29 + W22 + W25 + W44 + W14 + W4.3	14,0 ^b	7,71 ^{cd}
	F	**	**
	CV (%)	25,48	21,36

4. KẾT LUẬN

Các chủng PNSB không ảnh hưởng đến tỷ lệ nảy mầm của hạt lúa. Hai chủng W22, W25 có khả năng kích thích mầm lúa phát triển tốt hơn. Năm chủng: S29, W22, W44, W14, W25 kích thích rễ phát triển tốt hơn. Tuy nhiên, chủng W44 hạn chế sự phát triển mầm lúa.

Hỗn hợp các chủng PNSB W47 + S29 + W22 + W25 có hiệu quả tăng năng suất lúa trong môi trường có độc chất As^{3+} nhưng không làm giảm hấp thu As vào hạt.

Các chủng PNSB: W44, W14, W4.3, W25 đơn và hỗn hợp các chủng cho hiệu quả giảm lượng As hấp thu vào hạt trong môi trường có độc chất As^{5+} .

Năng suất cao nhất đạt được là 24,8 g/chậu ở nghiệm thức As^{3+} + W47 + S29 + W22 + W25.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, có thể ứng dụng vi khuẩn không lưu huỳnh màu tía để hạn chế hấp thu As vào hạt lúa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Maeda, I. (2021). Potential of phototrophic purple nonsulfur bacteria to fix nitrogen in rice fields. *Microorganisms*, 10, 1 - 28.
2. Nguyen Hoang, A., Thai Thanh, H., Nguyen Van, D., Do Thi, X., Le Thanh, Q. and Nguyen Quoc, K. (2025). Use of nitrogen fixing purple nonsulfur bacteria to produce available nitrogen for rice (*Oryza sativa* L.) cultivated in saline acidic soil. *Geomicrobiology Journal*, 42, 64 - 72.
3. Lý Ngọc Thanh Xuân, Nguyễn Huỳnh Minh Anh, Phan Chấn Hiệp, Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Thanh Ngân, Nguyễn Đức Trọng, Lê Thị Ngọc Thơ và Nguyễn Quốc Khương (2022). Tiềm năng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía kháng Cadmium đến sự nảy mầm và sinh trưởng cây lúa trong điều kiện nhiễm Cd. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 21, 3 - 10.
4. Mukherjee, A., Sengupta, M., Hossain, M. A., Ahamed, S., Das, B., Nayak, B., Lodh, D.,

Rahman, M. M. and Chakraborti, D. (2006). Arsenic contamination in groundwater: A global perspective with emphasis on the Asian scenario. *Journal of Health, population and Nutrition*, 24, 142 - 163.

5. Sakpirom, J., Kantachote, D., Siripattanakul-Ratpukdi, S., McEvoy, J. and Khan, E. (2019). Simultaneous bioprecipitation of cadmium to cadmium sulfide nanoparticles and nitrogen fixation by *Rhodopseudomonas palustris* TN110. *Chemosphere*, 223, 455 - 464.

6. Khuong, N. Q., Kantachote, D., Nookongbut, P., Onthong, J., Thanh Xuan, L. N. and 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. Dahal, B. M., Fuerhacker, M., Mentler, A., Karki, K. B., Shrestha, R. R. and Blum, W. E. H. (2008). Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal. *Environmental Pollution*, 155, 157 - 163.

8. Hossain, M., Mestrot, A., Norton, G. J., Deacon, C., Islam, M. R. and Meharg, A. A. (2021). Arsenic dynamics in paddy soil under traditional manuring practices in Bangladesh. *Environmental Pollution*, 268, 115821.

9. Sun, Y., Zhou, Q. and Diao, C. (2008). Effects of cadmium and arsenic on growth and metal accumulation of Cd-hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. *Bioresource technology*, 99, 1103 - 1110.

10. Trần Anh Thư, Trần Kim Tĩnh và Võ Quang Minh (2011). Nghiên cứu nguồn ô nhiễm arsen trong nước ngầm tại huyện An Phú, tỉnh An Giang. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 17a, 118 - 123.

11. Nguyễn Văn Chương (2016). Biện pháp giảm thiểu hút thu arsen trong lúa, bắp và đậu xanh trồng trên đất phù sa An Phú - An Giang. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 5(66), 100 - 103.

12. Stanger, G., Truong, T. V., Ngoc, K. S. L. T. M., Luyen, T. V. and Thanh, T. T. (2005). Arsenic in groundwaters of the lower Mekong. *Environmental Geochemistry and Health*, 27, 341 - 357.
13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13381-1:2023. Giống cây nông nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng. Phần 1: Giống lúa.
14. Nguyễn Quốc Khương, Trần Trọng Khôi Nguyên, Đỗ Trí Lợi, Lê Vĩnh Thúc, Trần Chí Nhân, Trần Ngọc Hữu, Lý Ngọc Thanh Xuân và Trương Thoai Mỹ (2021). Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến sinh trưởng cây lúa trong điều kiện ô nhiễm As. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 8, 84 - 92.
15. Azizur Rahman, M., Hasegawa, H., Mahfuzur Rahman, M., Nazrul Islam, M., Majid Miah, M. A. and Tasmen, A. (2007). Effect of arsenic on photosynthesis, growth and yield of five widely cultivated rice (*Oryza sativa* L.) varieties in Bangladesh. *Chemosphere*, 67, 1072 - 1079.
16. Nookongbut, P., Kantachote, D., Megharaj, M. and 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 International*, 25, 36530 - 36544.

THE INFLUENCE OF PURPLE NON-SULFUR PHOTOSYNTHETIC BACTERIA ON RICE YIELD AND ARSENIC UPTAKE IN GRAINS

Nguyen Thi Thanh Xuan¹, Truong Thoai My², Nguyen Quoc Khuong³,
Ly Ngoc Thanh Xuan⁴, Tran Chi Nhan⁴, Pham Van Quang⁴

¹ Mekong University

² Cultivation and Plant Protection Division, Cho Moi district, An Giang province

³ Can Tho University

⁴ An Giang University, Vietnam National University Ho Chi Minh city

Abstract

Arsenic (As) contamination in water and soil leads to As accumulation in crops, particularly rice. Research on the potential of purple non-sulfur photosynthetic bacteria (PNSB) to reduce arsenic uptake and improve yield in rice aims to enable their application in agricultural production. The results show that PNSB do not affect germination rates but enhance sprout and root development. Rice yield ranged from 12.46 to 24.78 g/pot, with significant differences between treatments. The combination of strains W47 + S29 + W22 + W25 resulted in the highest yield in the presence of As³⁺ but did not reduce As uptake in grains. The PNSB strains W44, W14, W4.3, W25, both individually and in combination, effectively reduced As uptake in grains in the presence of the toxin As⁵⁺ (3.36 to 6.83 mg/kg) compared to the As⁵⁺ control treatment (10.5 mg/kg). The findings indicate that PNSB can be used to limit As uptake in rice grains and improve rice yield.

Keywords: Arsen, variety Dai thom 8, yield, purple non-sulfur photosynthetic bacteria (PNSB).

Ngày nhận bài: 3/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 20/4/2025

Ngày duyệt đăng: 27/4/2025