



DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.038

HIỆU QUẢ CỦA 5 DÒNG VI KHUẨN PHÂN GIẢI KHOÁNG SILIC LÊN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT GIỐNG LÚA IR 50404 TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Trần Võ Hải Đường¹ và Nguyễn Khởi Nghĩa^{2*}

¹Nghiên cứu sinh, Khóa 2016-2020, ngành Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Khởi Nghĩa (email: nknghia@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 13/11/2018

Ngày nhận bài sửa: 14/02/2019

Ngày duyệt đăng: 12/04/2019

Title:

Efficiency of five silicate solubilizing bacteria on growth and yield of IR 50404 rice cultivar under greenhouse conditions

Từ khóa:

Độ cứng lông thân, giống lúa IR 50404, hàm lượng silic hòa tan, khoáng silic, vi khuẩn phân giải silic

Keywords:

IR 50404 rice cultivar, silicate, silicate solubilizing bacteria, soluble silicate concentration, internode strength

ABSTRACT

Silicon plays a vital role in supporting of enhancement of plant hardness, resistance to pest, pathogens and tolerance to environmental stresses. The aim of the study was to evaluate efficiency of the five selected silicate solubilizing bacteria on rice growth and yield under greenhouse conditions. The experiment was conducted with intensively triple rice cultivated soil and with IR 50404 rice cultivar. The results revealed that all treatments inoculated with silicate solubilizing bacteria had significantly higher levels of soluble silicate concentration in soil, chlorophyll content in rice leaf, internode strength of no 1, 2, 3, panicle length, proportion of full grain in panicle, and full grain weight per pot as compared with control treatment. Moreover, positive correlations between soluble silicate concentration in soil at the end of the experiment and other parameters like panicle length, proportion of filled grains per panicle, internode strength, and total weight of filled grains per pot were found. The results indicated that the five silicate solubilizing bacteria selected had a function on enhancement of growth and yield of IR 50404 rice cultivar under greenhouse conditions.

TÓM TẮT

Silic (Si) có vai trò quan trọng trong việc giúp cây trồng cứng chắc, chống đổ ngã, kháng lại một số bệnh, côn trùng và chống chịu các điều kiện môi trường bất lợi. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của năm dòng vi khuẩn phân giải khoáng silic tuyển chọn lên sinh trưởng và năng suất lúa trong điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được thực hiện trên nền đất lúa thâm canh 3 vụ với giống lúa IR 50404. Kết quả cho thấy cả năm dòng vi khuẩn phân giải Si thử nghiệm đều làm gia tăng khác biệt có ý nghĩa thống kê về hàm lượng Si hòa tan trong dịch đất, hàm lượng chlorophyll trong lá, độ cứng lông thân 1, 2, 3, chiều dài bông, tỉ lệ hạt chắc trên bông và khối lượng hạt chắc trên chấu ở các nghiệm thức có chủng vi khuẩn phân giải khoáng Si so với nghiệm thức không chủng vi khuẩn. Mặt khác, mối tương quan thuận được tìm thấy giữa hàm lượng Si hòa tan trong đất ở thời điểm kết thúc thí nghiệm với chiều dài bông, tỉ lệ hạt chắc trên bông, độ cứng lông thân và trọng lượng hạt chắc trên chấu. Như vậy, năm dòng vi khuẩn phân giải Si tuyển chọn giúp tăng sinh trưởng và năng suất giống lúa IR 50404 trong điều kiện nhà lưới.

Trích dẫn: Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2019. Hiệu quả của 5 dòng vi khuẩn phân giải khoáng silic lên sinh trưởng và năng suất giống lúa IR 50404 trong điều kiện nhà lưới. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Công nghệ Sinh học)(2): 10-19.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Silic (Si) có ảnh hưởng quan trọng lên sự hấp thu và vận chuyển của nhiều yếu tố đa, vi lượng và ảnh hưởng tích cực lên sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng qua cơ chế làm tăng độ rắn chắc của vách tế bào, giữ cho lá cứng chắc và thẳng để tiếp nhận ánh sáng nhiều nhất, đồng thời giúp cây trồng kháng lại sự tấn công của nấm bệnh và một số côn trùng cắn hút (Epstein, 1994). Ngoài ra, lúa là cây trồng hấp thu một lượng Si không giới hạn và hàm lượng Si (SiO₂) trong sinh khối thân lúa khô chiếm 5-10% (Epstein, 1994; 1999), trong vỏ trấu khoảng 20-25% (Patel *et al.*, 1987). Mặt khác, Peera *et al.* (2016) cho thấy khi chủng dòng vi khuẩn phân giải Si kết hợp bón tro than (fly ash) từ các nhà máy nhiệt điện giúp gia tăng hàm lượng Si hấp thu trong hạt, hơn nữa, số hạt chắc trên bông và năng suất hạt có mối tương quan thuận rất chặt chẽ với lượng silic trong hạt. Bên cạnh đó, nghiên cứu của Trần Võ Hải Đường và *ctv.* (2018) cho thấy khi chủng nấm dòng vi khuẩn kí hiệu TCM_39, MCM_15, LCT_01, PTST_30 và RTTV_12 giúp gia tăng chiều cao cây, số rễ, tổng

sinh khối khô của giống lúa IR 50404 dưới điều kiện phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu ở trong và ngoài nước đa số tập trung vào vai trò của phân bón Si lên sinh trưởng và năng suất cây trồng, trong khi các nghiên cứu về bổ sung kết hợp giữa khoáng Si và vi sinh vật vào đất giúp phân giải khoáng Si nhằm tăng cường sinh trưởng và năng suất cây trồng còn rất hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của nấm dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si được phân lập từ nhiều hệ sinh thái khác nhau gồm đất nông nghiệp, trùn đất và phân trùn đất kết hợp với bón phân Si lên sinh trưởng và năng suất giống lúa IR 50404 trong điều kiện nhà lưới.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Nguồn vi khuẩn

Năm dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si từ kết quả nghiên cứu của Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa (2018) được sử dụng trong nghiên cứu này và thông tin của chúng được trình bày qua Bảng 1.

Bảng 1: Thông tin về năm dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si

Vi khuẩn	Ký hiệu	Nguồn phân lập	Hàm lượng silic hòa tan (mg.L ⁻¹)	Số ngày nuôi cấy (ngày)
<i>Ochrobactrum ciceri</i> TCM_39	TCM_39	Đất tre	52,02	4
<i>Microbacterium neimengense</i> MCM_15	MCM_15	Đất mía	39,08	6
<i>Klebsiella aerogenes</i> LCT_01	LCT_01	Đất lúa	37,06	2
<i>Olivibacter jilunii</i> PTST_30	PTST_30	Phân trùn	51,72	6
<i>Citrobacter freundii</i> RTTV_12	RTTV_12	Ruột trùn	41,18	2

2.2 Hiệu quả của 5 dòng vi khuẩn phân giải khoáng silic lên sinh trưởng và năng suất giống lúa IR 50404

2.2.1 Chuẩn bị nguồn vi khuẩn

Năm dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si hiệu quả cao nhất (TCM_39, MCM_15, LCT_01, PTST_30 và RTTV_12) được nuôi tăng sinh riêng biệt trong bình tam giác 100 mL chứa 20 mL môi trường TSB (Tryptone Soya Broth) trong ba ngày. Thành phần của 1 L môi trường TSB gồm 30 g TSB và 1 L nước cất. Sau đó, tiến hành thu hoạch sinh khối vi khuẩn bằng cách chuyển dịch vi khuẩn sang ống falcon 50 mL, ly tâm 6.000 vòng/phút trong 5 phút, loại bỏ phần nước nằm bên trên. Tiếp tục cho 20 mL nước khử khoáng tiệt trùng vào để rửa sinh khối vi khuẩn trong ba lần và hiệu chỉnh dung dịch vi khuẩn bằng nước khử khoáng tiệt trùng về OD_{600nm} = 0,7 (khoảng 10⁸ CFU.mL⁻¹) để làm nguồn vi khuẩn cho thí nghiệm.

2.2.2 Chuẩn bị hạt giống lúa

Giống lúa IR 50404 có nguồn gốc từ Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long được sử dụng trong thí

thí nghiệm. Hạt giống được chuẩn bị như sau: hạt được tiệt trùng bằng dung dịch NaClO 1% trong 10 phút và còn 70 % trong 1 phút, rửa sạch 4 lần với nước cất tiệt trùng. Sau đó, hạt được ngâm trong các dung dịch huyền phù vi khuẩn riêng biệt (đã được chuẩn bị ở Mục 2.2.1) trong 12 giờ. Hạt lúa ở các thí nghiệm thức không chủng vi khuẩn được thực hiện tương tự nhưng dùng nước khử khoáng tiệt trùng thay cho dung dịch huyền phù vi khuẩn. Sau đó, đặt hạt lúa này lên đĩa Petri chứa giấy lọc và bổ sung 10 mL nước khử khoáng để tạo ẩm độ. Đĩa Petri chứa hạt lúa được để yên trong tối ở điều kiện phòng thí nghiệm, khi hạt nảy mầm khoảng 1 cm tiến hành gieo vào đất trong chậu đã được chuẩn bị sẵn với mật độ gieo sạ 10 cây.chậu⁻¹, sau đó tuyển chọn lại còn 5 cây.chậu⁻¹.

2.2.3 Cố định vi khuẩn trong xi than tổ ong

Cách chủng vi khuẩn vào trong xi than theo phương pháp của Nguyễn Khởi Nghĩa và *ctv.* (2015) được thực hiện như sau: xi than tổ ong được nghiền nhỏ qua rây kích thước 2 x 2 mm và được xác định ẩm độ, sau đó, 50 g xi than được cho vào bình tam giác có thể tích 250 mL chứa 100 mL môi trường

dịch đất lỏng (bổ sung magnesium trisilicate 0,05%), đồng thời, bổ sung 2 mL dung dịch vi khuẩn đã được chuẩn bị trước (cách chuẩn bị dung dịch vi khuẩn tham khảo Mục 2.2.1, tuy nhiên, hiệu chỉnh độ đục của dung dịch chứa vi khuẩn với nước khử khoáng tiệt trùng bằng máy đo quang phổ về $OD_{600\text{nm}} = 1,5$ (khoảng 10^{11} CFU.mL⁻¹)), tiếp theo, lắc 100 vòng.phút⁻¹ trong 24 giờ trên máy lắc tròn ở điều kiện nhiệt độ phòng thí nghiệm. Cuối cùng, loại bỏ phần dịch lỏng và thu xỉ than chứa vi khuẩn với mật số cuối cùng của từng dòng vi khuẩn là TCM_39 (12×10^9 CFU.g⁻¹), RTTV_12 (6×10^9 CFU.g⁻¹), PTST_30 (11×10^9 CFU.g⁻¹), LCT_01 (11×10^9 CFU.g⁻¹) và MCM_15 (8×10^9 CFU.g⁻¹).

2.2.4 Đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm được thu thập từ ruộng canh tác lúa 3 vụ/năm tại xã Long Hòa, quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ có lịch sử canh tác lúa chuyên canh trên 15 năm. Đất sau khi thu được trộn đều với nhau thành một mẫu lớn. Sau đó, cho 5 kg đất (khối lượng khô kiệt) vào các chậu nhựa đen (chậu có kích thước 30 cm (cao) x 30 cm (rộng)). Các chậu đất được cho ngập nước 10 cm trong 7 ngày. Sau đó, đất được đánh bùn trên bề mặt trước khi gieo hạt.

2.2.5 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 9 nghiệm thức, 4 lặp lại tương ứng 1 chậu cho 1 lặp lại và kéo dài trong 3 tháng tại nhà lưới của Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ. Các nghiệm thức được liệt kê như sau:

- Nghiệm thức 1: Đối chứng (không bón phân và không chủng vi khuẩn)
- Nghiệm thức 2: Bón phân NPK (100-60-30)
- Nghiệm thức 3: Bón phân NPK + Si ($Mg_2O_8Si_3$ tấn.ha⁻¹)
- Nghiệm thức 4: Bón phân NPK + Si + LCT_01
- Nghiệm thức 5: Bón phân NPK + Si + RTTV_12
- Nghiệm thức 6: Bón phân NPK + Si + PTST_30
- Nghiệm thức 7: Bón phân NPK + Si + MCM_15
- Nghiệm thức 8: Bón phân NPK + Si + TCM_39
- Nghiệm thức 9: Bón phân NPK + Si + MIX (hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn)

Việc chủng vi khuẩn vào trong đất qua chất mang xỉ than được thực hiện một lần duy nhất vào thời điểm 1 ngày trước khi gieo lúa giống vào chậu

bằng cách trộn đều 50 g (khối lượng khô kiệt) xỉ than chứa vi khuẩn theo từng nghiệm thức trên bề mặt đất ở độ sâu 0-10 cm (tương ứng 1% khối lượng đất khô trong chậu). Mật số cuối cùng của dòng vi khuẩn TCM_39, RTTV_12, PTST_30, LCT_01 và MCM_15 trong đất thí nghiệm lần lượt đạt 12×10^7 CFU.g⁻¹, 6×10^7 CFU.g⁻¹, 11×10^7 CFU.g⁻¹, 11×10^7 CFU.g⁻¹ và 8×10^7 CFU.g⁻¹. Nước trong chậu thí nghiệm được quản lý theo phương pháp khô ngập xen kẽ với chiều cao mực nước ban đầu 5 cm. Cỏ dại và sâu hại được quản lý bằng phương pháp thủ công như làm cỏ và bắt sâu bằng tay.

2.2.6 Các chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu theo dõi gồm: (1) Hàm lượng chlorophyll ở lá: hàm lượng chlorophyll được xác định bằng máy đo Opti Sciences (CCM 200 plus) vào các giai đoạn 25, 45 và 65 ngày sau khi bố trí thí nghiệm; (2) Chiều dài bông: chiều dài bông được ghi nhận vào thời điểm thu hoạch lúa, chiều dài bông được tính từ đốt cổ bông đến đầu mút bông thực hiện bằng cách đo ngẫu nhiên 3 bông cho mỗi chậu thí nghiệm; (3) Độ cứng thân của cây lúa (N): độ cứng thân cây lúa được ghi nhận vào thời điểm thu hoạch lúa theo phương pháp của Nguyễn Minh Chơn (2007), thực hiện đo 3 lóng: lóng 1, lóng 2 và lóng 3, trong đó, lóng 1 được tính từ gốc lúa; (4) Tỷ lệ hạt chắc trên bông: tỷ lệ hạt chắc trên bông = (tổng số hạt chắc/tổng số hạt)*100; (5) Khối lượng hạt chắc/chậu: khối lượng hạt chắc trên chậu được tính bằng cách cân khối lượng tất cả các hạt chắc/chậu và quy về ẩm độ 14% và (6) Hàm lượng Si hữu dụng: hàm lượng Si hữu dụng trong đất được xác định theo phương pháp của Pereira *et al.* (2003). Cách thực hiện như sau: cho 10 g đất (khối lượng khô) vào chai nhựa có thể tích 250 mL. Tiếp theo, cho vào chai này 50 mL Na₂CO₃ (10 g.L⁻¹) và 50 mL NH₄NO₃ (16 g.L⁻¹). Sau đó, lắc 60 vòng.phút⁻¹ trong 1 giờ, để yên dung dịch trong 5 ngày. Tiếp theo, tiến hành xác định hàm lượng Si hữu dụng trong dung dịch bằng phương pháp Molybdenum Blue Colorimetry (Hallmark *et al.*, 1982) bằng cách hút 1 mL dung dịch trong nằm bên trên cho vào Falcon 50 mL, sau đó, thêm 2,5 mL ammonium acetate 20%, vortex 5 giây, thêm 1 mL ammonium molybdate 0,3 M, vortex 5 giây. Để yên mẫu 5 phút cho ổn định, sau đó, thêm 0,5 mL tartaric acid 20%, vortex 5 giây, thêm 0,5 mL dung dịch khử (reducing solution), vortex 5 giây, thêm 2 mL acetic acid 20%, vortex 5 giây, sau đó, để yên mẫu ở nhiệt độ phòng thí nghiệm trong 60 phút và đo bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 815 nm.

2.3 Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý với Microsoft Office Excel 2013 và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 22.0.

3 KẾT QUẢ

3.1 Hàm lượng chlorophyll của lá lúa

Hàm lượng chlorophyll của lá lúa có xu hướng tăng lên qua các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê khi so sánh hàm lượng chlorophyll của lá lúa ở các thời điểm thu mẫu (Bảng 2). Vào giai đoạn 25 ngày thí nghiệm, nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo, bón 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ và kết hợp chủng dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si LCT_01 cho hàm lượng chlorophyll trong lá lúa cao nhất, đạt 17,6 giá trị CCI (chlorophyll content index), kế đến là nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo, bón 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ và kết hợp chủng dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si MCM_15 đạt 15,4 giá trị CCI. Hai nghiệm thức này có hàm lượng chlorophyll cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với hai nghiệm thức bón phân NPK và NPK + 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ nhưng không chủng vi khuẩn, lần lượt đạt 12,0 và 14,7 giá trị CCI. Vào giai đoạn 45 ngày thí nghiệm, hàm lượng chlorophyll dao động trong khoảng 13,4 – 17,1 giá trị CCI, nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn LCT_01 có hàm lượng chlorophyll cao nhất (17,1 giá trị CCI), kế đến là nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si MCM_15 (16,5 giá trị CCI). Hai nghiệm thức này có hàm lượng chlorophyll cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với hai nghiệm thức bón phân NPK và NPK + 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ nhưng không chủng vi khuẩn, lần lượt đạt 16,0 và 15,7 giá trị CCI và hàm lượng chlorophyll thấp nhất thuộc nghiệm thức đối chứng

(13,0 giá trị CCI). Kết quả này có thể giải thích là do hai dòng vi khuẩn này có khả năng cố định đạm nên cung cấp thêm một lượng đạm đáng kể giúp cây lúa hấp thu và chuyển hóa để tham gia vào cấu tạo của chlorophyll trong lá lúa. Theo kết quả nghiên cứu của Toribio-Jiménez *et al.* (2017) dòng vi khuẩn *Klebsiella aerogenes* tương ứng với dòng LCT_01 có khả năng cố định đạm giúp gia tăng sinh trưởng cây trồng. Trong khi đó, khả năng cố định đạm cũng như vai trò kích thích sinh trưởng cây trồng của vi khuẩn *Microbacterium neimengense* tương ứng với dòng MCM_15 vẫn chưa được công bố. Vào giai đoạn 65 ngày thí nghiệm hàm lượng chlorophyll của các nghiệm thức đều đạt đến giá trị khá cao, tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức được chủng vi khuẩn phân giải Si và nghiệm thức không được chủng ($p > 0,05$). Như vậy, kết quả này cho thấy việc chủng hai dòng vi khuẩn LCT_01 và MCM_15 kết hợp bón phân NPK khuyến cáo và 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ giúp gia tăng hàm lượng chlorophyll trong lá lúa ở giai đoạn đầu so với hai nghiệm thức bón cùng liều lượng phân bón nhưng không chủng vi khuẩn, trong khi giai đoạn sau hàm lượng chlorophyll khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức bón phân kết hợp chủng và không chủng vi khuẩn. Kết quả nghiên cứu này tương tự với nghiên cứu của Ranganathan *et al.* (2006) và Oliveira *et al.* (2016) cho thấy bón phân silic giúp gia tăng hàm lượng chlorophyll ở lúa. Tuy nhiên, vẫn chưa có công bố nào về bổ sung phân bón Si kết hợp với vi khuẩn phân giải Si giúp gia tăng hàm lượng chlorophyll lá lúa.

Bảng 2: Hàm lượng chlorophyll trong lá lúa của các nghiệm thức thí nghiệm

Nghiệm thức	Ký hiệu	Hàm lượng chlorophyll của lá lúa		
		Ngày sau khi gieo		
		25	45	65
Đối chứng	NT1	10,7f	13,4e	13,5d
NPK	NT2	12,0d	16,0bc	24,1a
NPK+Si	NT3	14,7c	15,6bc	24,0ab
NPK+Si+LCT_01	NT4	17,6a	17,1a	23,0ab
NPK+Si+RTTV_12	NT5	13,1d	14,6d	20,3c
NPK+Si+PTST_30	NT6	11,7e	13,0e	22,9b
NPK+Si+MCM_15	NT7	15,4b	16,5ab	24,1a
NPK+Si+TCM_39	NT8	12,1e	15,1cd	23,2ab
NPK+Si+MIX	NT9	12,0e	15,7bc	22,8b
F		93*	17,0*	96,9*
CV (%)		16,3	9,3	15,0

*Ghi chú: * là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5%. Trong cùng một cột các giá trị trung bình có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua phép thử Duncan

3.2 Độ cứng lóng thân cây lúa

Độ cứng lóng thân cây lúa (lóng 1, 2 và 3 tính từ gốc lên) vào thời điểm thu hoạch của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới được trình bày trong

Bảng 3 cho thấy độ cứng của 3 lóng thân này có xu hướng giảm dần theo chiều cao của cây lúa (tính từ gốc của cây lúa) và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thí nghiệm.

Bảng 3: Độ cứng lòng thân cây lúa (lóng 1, lóng 2 và lóng 3) của các nghiệm thức thí nghiệm ở thời điểm thu hoạch

Nghiệm thức	Ký hiệu	Độ cứng lòng thân cây lúa (N)		
		Lóng 1	Lóng 2	Lóng 3
Đối chứng	NT1	1,98g	0,73f	0,35e
NPK	NT2	2,27f	0,94e	0,59d
NPK+Si	NT3	3,05e	1,09d	0,65c
NPK+Si+LCT_01	NT4	5,18a	1,42a	0,95a
NPK+Si+RTTV_12	NT5	3,44d	1,15cd	0,81b
NPK+Si+PTST_30	NT6	3,99b	1,31b	0,84b
NPK+Si+MCM_15	NT7	3,94b	1,26bc	0,85b
NPK+Si+TCM_39	NT8	3,79c	1,23bc	0,83b
NPK+Si+MIX	NT9	5,10a	1,41a	0,94a
F		12,36*	45,8*	80,9*
CV (%)		29,1	19,2	25,1

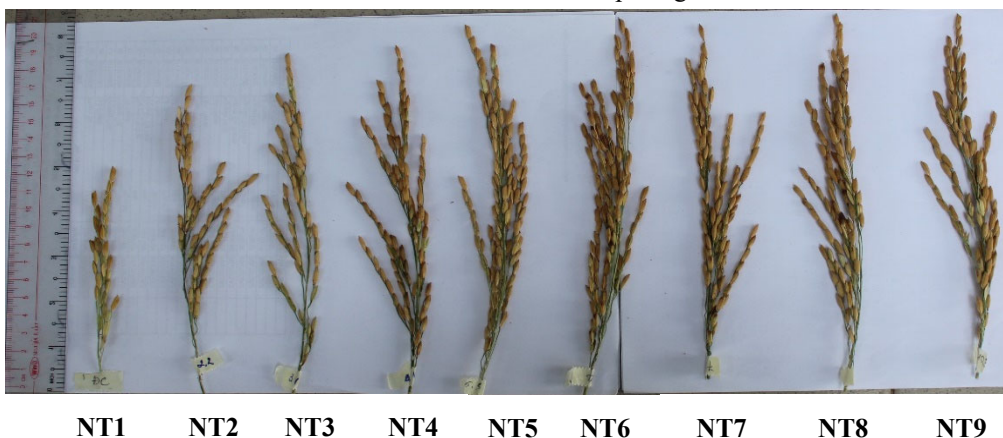
Ghi chú: * là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5%. Trong cùng một cột các giá trị trung bình có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua phép thử Duncan

Ở tất cả 3 lóng lúa khảo sát về độ cứng của lóng cho thấy cây lúa ở tất cả các nghiệm thức có chủng vi khuẩn phân giải Si kết hợp bón phân đầy đủ NPK khuyến cáo và 1 tấn $Mg_2O_8Si_3.ha^{-1}$ cho độ cứng lóng thân cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với ba nghiệm thức còn lại không chủng vi khuẩn ($p < 0,05$). Trong số các nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn phân giải Si, hai nghiệm thức có độ cứng lóng thân lúa cao nhất là nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn LCT_01 và nghiệm thức chủng hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn này lại với nhau và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn khác. Kết quả này cho thấy việc chủng các dòng vi khuẩn phân giải Si kết hợp bón phân NPK khuyến cáo và bón 1 tấn $Mg_2O_8Si_3.ha^{-1}$ giúp gia tăng độ cứng lóng thân của cây lúa do vi khuẩn phân giải khoáng Si giúp tăng hàm lượng Si hòa tan trong đất, từ đó cây lúa hấp

thu nguyên tố Si cao hơn, thân lá cứng chắc hơn và cây lúa ít bị đổ ngã hơn so với các nghiệm thức có bón phân NPK khuyến cáo và khoáng Si nhưng không chủng vi khuẩn phân giải Si. Ngoài ra, kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Fallah (2012) cho thấy bón phân Si giúp gia tăng độ dày của lóng thân do đó hạn chế sự đổ ngã ở cây lúa. Tuy nhiên, các nghiên cứu về kết hợp bón phân Si và chủng vi khuẩn phân giải Si vào đất giúp gia tăng độ cứng lóng thân cây lúa vẫn chưa được công bố.

3.3 Chiều dài bông lúa ở thời điểm thu hoạch

Kết quả khảo sát về chiều dài bông lúa của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới được trình bày trong Hình 1 và Hình 2 thể hiện sự khác biệt rất rõ giữa các nghiệm thức được chủng vi khuẩn phân giải Si với các nghiệm thức còn lại không chủng vi khuẩn phân giải Si.

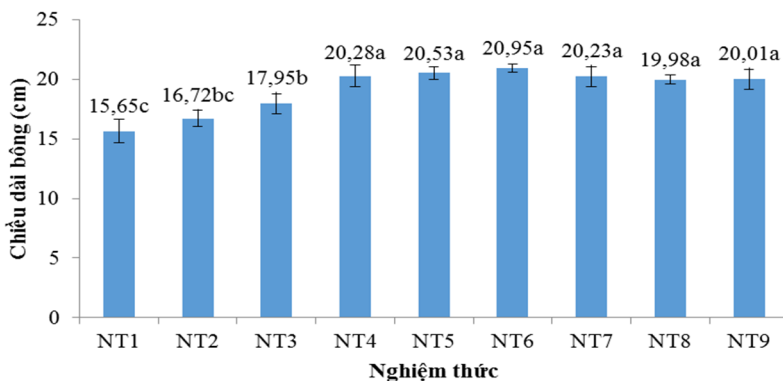


Hình 1: Chiều dài bông lúa ở thời điểm thu hoạch của các nghiệm thức thí nghiệm

* Ghi chú: NT1: Đối chứng; NT2: NPK; NT3: NPK+Si; NT4: NPK+Si+LCT_01; NT5: NPK+Si+RTTV_12; NT6: NPK+Si+PTST_30; NT7: NPK+Si+MCM_15; NT8: NPK+Si+TCM_39; NT9: NPK+Si+MIX

Chiều dài bông lúa của các nghiệm thức dao động trong khoảng 15,65-20,95 cm, nghiệm thức đối chứng có chiều dài bông thấp nhất (15,65 cm) và tất cả các nghiệm thức có chứa vi khuẩn phân giải Si cho chiều dài bông lúa cao hơn (dao động từ 19,98 cm đến 20,95 cm), khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$) nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê so với hai nghiệm thức: bón NPK khuyến cáo và bón NPK khuyến cáo + phân Si và lần lượt đạt 16,72 cm và 17,95 cm ($p < 0,05$). Kết quả này một lần nữa cho thấy vai trò quan trọng của vi khuẩn phân giải khoáng Si khi được chủng vào

trong đất đồng thời kết hợp với việc bón đầy đủ phân NPK khuyến cáo và phân khoáng Si giúp kích thích chiều dài bông lúa. Kết quả của nghiên cứu tương tự với công bố của Jan *et al.* (2018) cho thấy bón phân silic góp phần gia tăng chiều dài bông lúa, mặt khác vẫn chưa có công bố về kết hợp giữa bón phân Si với vi khuẩn phân giải Si giúp tăng chiều dài bông. Ngoài ra, bông lúa có chiều dài bông dài, hạt đóng khít và số hạt trên bông cao góp phần quan trọng vào việc gia tăng năng suất (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008; Phạm Thị Thanh Mai *và ctv.*, 2012; Ranawake *et al.*, 2013).



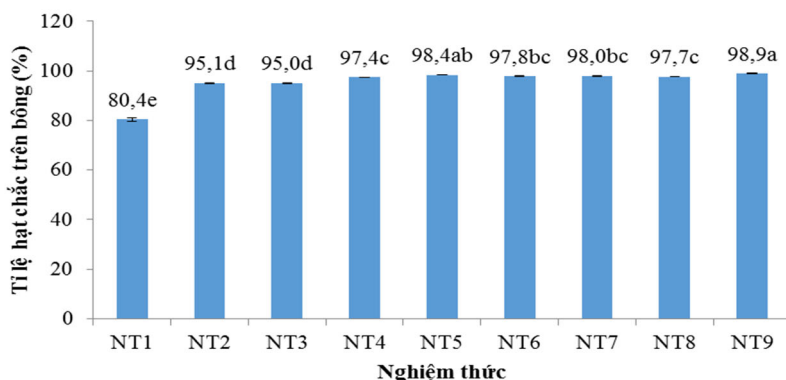
Hình 2: Chiều dài bông lúa ở thời điểm thu hoạch của các nghiệm thức thí nghiệm

* Ghi chú: NT1: Đối chứng; NT2: NPK; NT3: NPK+Si; NT4: NPK+Si+LCT_01; NT5: NPK+Si+RTTV_12; NT6: NPK+Si+PTST_30; NT7: NPK+Si+MCM_15; NT8: NPK+Si+TCM_39; NT9: NPK+Si+MIX

3.4 Tỷ lệ hạt chắc trên bông

Kết quả khảo sát về tỷ lệ hạt chắc trên bông của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới được trình bày trong Hình 3 cho thấy nghiệm thức đối chứng có tỷ lệ hạt chắc trên bông thấp nhất (80,4 %), kể đến là nghiệm thức không chủng vi khuẩn nhưng bón NPK khuyến cáo và nghiệm thức bón NPK khuyến cáo kết hợp bón 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ có tỷ lệ hạt chắc trên bông khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$), lần lượt đạt 95,1 % và 95,0 %, nhưng thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với các nghiệm thức có chủng vi khuẩn phân giải Si. Nghiệm thức chủng hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn có tỷ lệ hạt chắc trên bông cao nhất, đạt 98,9 %, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức chủng

dòng vi khuẩn RTTV_12 (98,4 %). Trong khi các nghiệm thức còn lại có tỷ lệ hạt chắc trên bông dao động từ 97,4 % đến 98,0 %. Kết quả này một lần nữa chứng minh vai trò tích cực của các dòng vi khuẩn phân giải Si phân lập lên sự gia tăng tỷ lệ hạt chắc trên bông là một trong những thành phần quan trọng quyết định đến năng suất lúa. Ngoài ra, nghiên cứu của Detmann *et al.* (2012) cho thấy bón phân silic giúp gia tăng tỷ lệ hạt chắc trên bông và Peera *et al.* (2016) chứng minh biện pháp kết hợp bón phân silic và chủng vi khuẩn phân giải Si giúp gia tăng tỷ lệ hạt chắc trên bông lúa. Như vậy, khi chủng vi khuẩn phân giải Si kết hợp bón 1 tấn $Mg_2O_8Si_3 \cdot ha^{-1}$ giúp gia tăng lượng Si hữu dụng trong đất và vì thế cây lúa hấp thu một lượng lớn Si hữu dụng này để cải thiện đặc tính sinh trưởng và thành phần năng suất lúa.



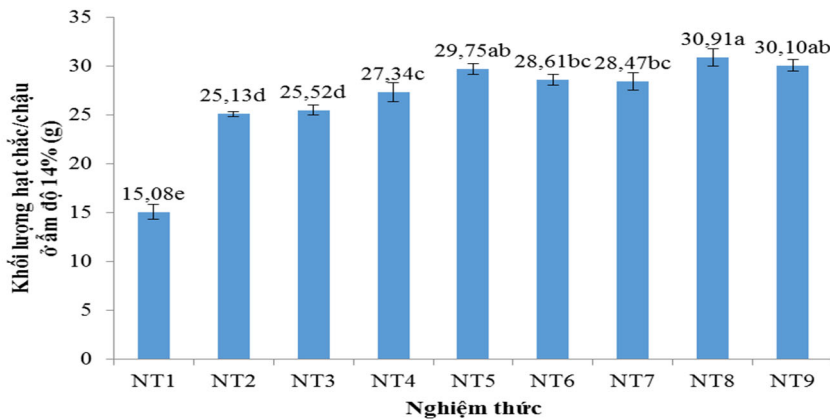
Hình 3: Tỉ lệ hạt chắc trên bông ở thời điểm thu hoạch của các nghiệm thức thí nghiệm

* Ghi chú: NT1: Đối chứng; NT2: NPK; NT3: NPK+Si; NT4: NPK+Si+LCT_01; NT5: NPK+Si+RTTV_12; NT6: NPK+Si+PTST_30; NT7: NPK+Si+MCM_15; NT8: NPK+Si+TCM_39; NT9: NPK+Si+MIX

3.5 Khối lượng hạt chắc trên chấu

Khối lượng hạt chắc trên chấu ở ẩm độ 14 % của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới được trình bày trong Hình 4. Kết quả cho thấy khối lượng hạt chắc trên chấu giữa các nghiệm thức có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau. Trong đó, nghiệm thức TCM_39 có khối lượng hạt chắc trên chấu cao nhất đạt 30,91 g.chấu⁻¹ nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so với nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn RTTV_12 và nghiệm thức chủng hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si, lần lượt đạt 29,75 g.chấu⁻¹ và 30,1 g.chấu⁻¹, trong khi khác biệt có ý nghĩa thống kê và cao hơn so với nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn PTST_30, MCM_15 và LCT_01 (lần lượt đạt 28,61 g.chấu⁻¹, 28,47 g.chấu⁻¹ và 27,34 g.chấu⁻¹). Các nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si luôn cho khối lượng hạt chắc trên chấu cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với các nghiệm thức không chủng vi khuẩn gồm nghiệm thức đối chứng, nghiệm thức bón NPK khuyến cáo và nghiệm thức bón NPK khuyến cáo kết hợp bón phân khoáng Si. Cả ba nghiệm thức này có khối lượng hạt chắc trên chấu lần lượt đạt 15,08 g.chấu⁻¹, 25,13 g.chấu⁻¹ và 25,52 g.chấu⁻¹. Nghiệm thức bón phân NPK và nghiệm thức bón NPK kết hợp bón phân khoáng Si khác biệt

không có ý nghĩa thống kê về khối lượng hạt chắc/chấu ($p > 0,05$). Kết quả này cho thấy các nghiệm thức chủng vi khuẩn phân giải Si giúp tăng năng suất dao động từ 13,3 % đến 23,0 % so với nghiệm thức bón NPK khuyến cáo và bón 1 tấn phân khoáng Si. Như vậy, việc bổ sung phân khoáng Si kết hợp bón phân NPK khuyến cáo cho cây lúa nhưng không chủng vi khuẩn không làm tăng khối lượng hạt chắc trên chấu, trong khi đó, việc chủng vi khuẩn phân giải Si vào trong đất kết hợp bón phân Si và NPK khuyến cáo giúp gia tăng đáng kể khối lượng hạt chắc trên chấu. Việc gia tăng khối lượng hạt chắc trên chấu là kết quả của việc gia tăng các chỉ tiêu về sinh trưởng, thành phần năng suất lúa khi chủng các dòng vi khuẩn phân giải Si vào trong đất. Như vậy lượng Si hòa tan trong đất cao hơn ở các nghiệm thức chủng vi khuẩn phân giải khoáng Si đã dẫn đến việc khối lượng hạt chắc trên chấu ở ẩm độ 14 % ở các nghiệm thức này cao hơn so với các nghiệm thức không chủng vi khuẩn. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Peera *et al.* (2016) cho thấy khi chủng dòng vi khuẩn phân giải Si kết hợp bón tro than (fly ash) từ các nhà máy nhiệt điện giúp gia tăng hàm lượng silic hấp thu trong hạt và rom rạ, đồng thời gia tăng năng suất hạt và rom rạ so với nghiệm thức đối chứng. Ngoài ra, số hạt chắc trên bông và năng suất hạt có mối tương quan thuận rất chặt chẽ với lượng Si trong hạt.



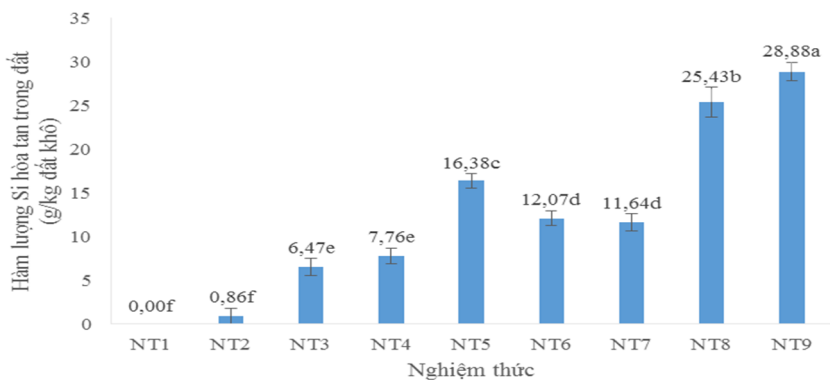
Hình 4: Khối lượng hạt chắc/chậu ở ẩm độ 14% của các nghiệm thức thí nghiệm

* Ghi chú: NT1: Đối chứng; NT2: NPK; NT3: NPK+Si; NT4: NPK+Si+LCT_01; NT5: NPK+Si+RTTV_12; NT6: NPK+Si+PTST_30; NT7: NPK+Si+MCM_15; NT8: NPK+Si+TCM_39; NT9: NPK+Si+MIX

3.6 Tương quan giữa hàm lượng Si hòa tan trong đất với các chỉ tiêu về sinh trưởng và năng suất

Hàm lượng Si hòa tan trong đất ở thời điểm cuối vụ của các nghiệm thức được trình bày trong Hình 5. Kết quả cho thấy nghiệm thức đối chứng có hàm lượng Si hòa tan thấp nhất (0,0 g.kg⁻¹ đất khô). Khi so sánh nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo không chủng vi khuẩn và nghiệm thức bón NPK kết hợp bón 1 tấn Mg₂O₈Si₃.ha⁻¹ cho thấy hàm lượng Si trong đất ở thời điểm cuối vụ của nghiệm thức không bổ sung phân khoáng Si thấp hơn (0,86 g.kg⁻¹ đất khô) so với nghiệm thức có bổ sung phân Si (6,47 g.kg đất khô⁻¹). Ngoài ra, chỉ có nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn LCT_01 có hàm lượng Si trong đất đạt 7,76 g.kg đất⁻¹, tương đương và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với

nghiệm thức bón NPK và phân khoáng Si nhưng không bổ sung vi khuẩn. Trong khi đó, tất cả các nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn phân giải Si khác có hàm lượng Si trong đất cao hơn rất nhiều và khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với các nghiệm thức không chủng vi khuẩn phân giải Si. Nghiệm thức chủng hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn phân giải Si cho hàm lượng Si hòa tan trong đất cao nhất, đạt 28,88 g.kg đất⁻¹, kế đến là nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn TCM_39 (đạt 25,43 g.kg đất⁻¹). Kết quả này có thể là do vi khuẩn hòa tan Si có khả năng sản xuất các acid hữu cơ như: acid citric, acid oxalic, acid keto, acid hydroxyl carboxylic, acid tartaric (Sheng *et al.*, 2003; Sheng, 2005) acid 2-keto gluconic, alkalis hoặc polysaccharide (Joseph *et al.*, 2015) hình thành nên phức hợp với cation và biến đổi Si thành dạng hữu dụng cho cây trồng.



Hình 5: Hàm lượng Si hòa tan trong đất cuối vụ của các nghiệm thức thí nghiệm

* Ghi chú: NT1: Đối chứng; NT2: NPK; NT3: NPK+Si; NT4: NPK+Si+LCT_01; NT5: NPK+Si+RTTV_12; NT6: NPK+Si+PTST_30; NT7: NPK+Si+MCM_15; NT8: NPK+Si+TCM_39; NT9: NPK+Si+MIX

Ngoài ra, mối tương quan thuận giữa hàm lượng Si hòa tan trong đất với một số chỉ tiêu sinh trưởng,

thành phần năng suất và năng suất lúa cũng được xem là rất quan trọng nhằm góp phần làm sáng tỏ

vai trò của Si với sinh trưởng và năng suất lúa. Kết quả phân tích tương quan giữa hàm lượng Si hòa tan trong đất ở thời điểm cuối vụ với một số chỉ tiêu sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất được

trình bày ở trong Bảng 4 cho thấy hàm lượng Si hòa tan trong đất tương quan thuận và chặt chẽ với độ cứng lóng 1, 2, 3, chiều dài bông, tỉ lệ hạt chắc trên bông và khối lượng hạt chắc trên chấu.

Bảng 4: Tương quan giữa hàm lượng silic hữu dụng với một số chỉ tiêu cây lúa

	Lóng 1	Lóng 2	Lóng 3	Chiều dài bông	Tỉ lệ hạt chắc trên bông	Khối lượng hạt chắc trên chấu
Hàm lượng silic hữu dụng	0,65**	0,64**	0,69**	0,62**	0,60**	0,74**

Ghi chú: * và ** là tương quan có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5 % và 1 %

4 KẾT LUẬN

Năm dòng vi khuẩn phân giải khoáng Si cao ký hiệu TCM_39, MCM_15, LCT_01, PTST_30 và RTTV_12 được phân lập lần lượt từ đất tre, đất mía, đất lúa, phân trùn và ruột trùn ở một số tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long đều giúp kích thích sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất lúa gồm các chỉ tiêu độ cứng lóng thân cây lúa, chiều dài bông, tỉ lệ hạt chắc trên bông và khối lượng hạt chắc trên chấu khi được bố trí thí nghiệm trong nhà lưới. Do đó, cần tiếp tục thử nghiệm hiệu quả của chúng lên sinh trưởng và năng suất lúa ở điều kiện ngoài đồng ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Detmann, K.C., Araújo, W.L., Martins, S.C.V., Sanglard, L.M.V.P., Reis, J.V., Detmann, E., Rodrigues, F.Á., Nunes-Nesi, A., Fernie, A.R. and DaMatta, F.M., 2012. Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice. *New phytologist*. 196: 752-762.

Epstein, E., 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 91(1): 11-17.

Epstein, E., 1999. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 50: 641-664.

Fallah, A., 2012. Silicon effect on lodging parameters of rice plants under hydroponic culture. *International Journal of AgriScience*. 2(7): 630-634.

Hallmark, C.T., Wilding, L.P. and Smeck., 1982. Chemical and Microbiological Properties. In: Page, A.L. (editors). *Methods of Soil Analysis*. Madison. 15: 263-274.

Jan, R., Aga, F.A., Bahar, F.A., Singh, T. and Lone, R., 2018. Effect of nitrogen and silicon on growth and yield attributes of transplanted rice (*Oryza sativa* L.) under Kashmir conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(1): 328-332.

Joseph, M.H., Dhargave, T.S., Deshpande, C.P. and Srivastava, A.K., 2015. Microbial Solubilisation of Phosphate: *Pseudomonas* versus *Trichoderma*. *Annals of Plant and Soil Research*. 17: 227-232.

Nguyễn Khởi Nghĩa, Đỗ Hoàng Sang, Nguyễn Thị Kiều Oanh, Nguyễn Thị Tố Quyên, Lâm Từ Lăng và Dương Minh Viễn, 2015. Hiệu quả phân hủy sinh học hoạt chất propoxur trong đất bởi dòng vi khuẩn phân lập *Paracoccus* sp. P23-7 cố định trong biochar. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 40: 90-98.

Nguyễn Minh Chon, 2007. Hạn chế đồ ngã cho cây lúa. *Kỷ yếu hội thảo khoa học. Hội thảo phát triển bền vững Đồng bằng sông Cửu Long sau khi Việt Nam gia nhập tổ chức thương mại quốc tế (WTO)*: 342-350.

Nguyễn Ngọc Đệ, 2008. *Giáo trình cây lúa. Nhà xuất bản Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*. 244 trang.

Oliveira, J.R.D., Koetz, M., Bonfim-Silva, E.M. and Silva, T.J.A.D., 2016. Production and accumulation of silicon (Si) in rice plants under silicate fertilization and soil water tensions. *Australian Journal of Crop Science*. 10(2): 244-250.

Patel, M., Karera, A. and Prasanna, P., 1987. Effect of thermal and chemical treatments on carbon and silica contents in rice husk. *Journal of Materials Science*. 22(7): 2457-2464.

Peera, S.K.P.G., Balasubramaniam, P. and Mabendran, P.P., 2016. Effect of fly ash and silicate solubilizing bacteria on yield and silicon uptake of rice in Cauvery Delta Zone. *Environment & Ecology*. 34(4): 1966-1971.

Pereira, H.S., Korndorfer, G.H., Moura, W.F. and Correa, G.F., 2003. Silic extractors available in slag and fertilizer. *R. Bras. Ci. Solo*. 27: 265-274.

Phạm Thị Thanh Mai, Nguyễn Đình Cường, Hoàng Thị Kim Hồng và Võ Thị Mai Hương, 2012. Nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng, năng suất và khả năng kháng rầy nâu của một số giống lúa trồng tại Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Huế*. 75(6): 91-100.

Ranawake, A.L., Amarashingha, U.G.S. and Dahanayake, N., 2013. Agronomic characters of some traditional rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in Sri Lanka. *J. Univ. Ruhuna*. 1(1): 3-9.

- Ranganathan, S., Suvarchala, V., Rajesh, Y.B.R.D., Prasad, M.S., Padmakumari, A.P. and Voleti, S. R., 2006. Effects of silicon sources on its deposition, chlorophyll content, and disease and pest resistance in rice. *Biologia Plantarum*. 50(4): 713-716.
- Sheng, X.F., 2005. Growth promotion and increased potassium uptake of cotton and rape by a potassium releasing strain of *Bacillus edaphicus*. *Soil Biology & Biochemistry*. 37: 1918-1922.
- Sheng, X.F., Huang, W.Y. and Yin, Y.X., 2003. Effects of application of silicate bacteria fertilizer and its potassium release. *Journal of Nanjing Agricultural University*. 23: 43-46.
- Toribio-Jiménez, J., Rodríguez-Barrera, M.A., Hernández-Flores, G., Ruvacaba-Ledezma, J.C., Castellanos-Escamilla, M. and Romero-Ramirez, Y., 2017. Isolation and screening of bacteria from *Zea mays* plant growth promoters. *Rev. Int. Contam. Ambie*. 33: 143-150.
- Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2018. Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn phân giải khoáng silic từ nhiều môi trường sống khác nhau. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường Đại Học Thái Nguyên*. 180(4): 9-14.
- Trần Võ Hải Đường, Đào Thị The và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2018. Đánh giá hiệu quả của nấm dòng vi khuẩn hòa tan khoáng silic phân lập lên ti lệ này mầm, sinh trưởng và sinh khối của lúa trong điều kiện có và không bổ sung NaCl. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 54: 1-8.