



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Khoa học đất

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.068

HIỆU QUẢ CỦA 5 DÒNG VI KHUẨN HÒA TAN SILIC LÊN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA MỘT BỤI ĐỎ TRÊN NỀN ĐẤT NHIỄM MẶN TRONG MÔ HÌNH CANH TÁC LÚA-TÔM TẠI HUYỆN PHƯỚC LONG, TỈNH BẠC LIÊU

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

¹Nghiên cứu sinh Khóa 2016-2020, ngành Công nghệ sinh học, Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

²Bộ Môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

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

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the efficacy of five silicate solubilizing bacteria on growth and productivity of Mot Bui Do rice cultivar on saline soil in rice-shrimp farming system in Phuoc Long district, Bac Lieu province. The randomized complete block design field experiment was conducted with 4 replicates and 15 treatments. The results showed that treatments inoculated with bacteria had significantly higher levels of soluble silicate concentration in soil and silicate concentration in dry biomass, chlorophyll content in rice leaf, strength of internode 1, 2, and 3, and rice yield as compared to treatments without bacterial inoculation. Moreover, treatments inoculated with either a mixture containing five bacteria or RTTV_12 strain in a combination with 100%NPK and 100 kg $CaSiO_3 \cdot ha^{-1}$ had the highest rice yield of 5.66 and 5.35 $ton \cdot ha^{-1}$, respectively while rice yield of the positive control treatment (recommended 100%NPK) and recommended 75% or 100%NPK added 100 kg $CaSiO_3 \cdot ha^{-1}$ treatment were 4.79, 4.82 and 5.04 $ton \cdot ha^{-1}$, respectively. Therefore, these five silicate solubilizing bacteria are considered to have a potential in producing bio-fertilizer to enhance the growth and productivity of rice when grown on salt affected soil.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của năm dòng vi khuẩn hòa tan silic (Si) lên sinh trưởng và năng suất lúa Một Bụi Đỏ trên nền đất nhiễm mặn trong mô hình canh tác lúa-tôm ở huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 lần lặp lại và 15 nghiệm thức. Kết quả nghiên cứu cho thấy các nghiệm thức được chủng vi khuẩn có hàm lượng Si hòa tan trong đất, hàm lượng Si trong thân, hàm lượng chlorophyll trong lá lúa, độ cứng lóng thân và năng suất lúa cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức không chủng vi khuẩn. Ngoài ra, nghiệm thức được chủng với hỗn hợp năm dòng vi khuẩn hoặc dòng vi khuẩn RTTV_12 kết hợp bón 100%NPK và 100 kg $CaSiO_3 \cdot ha^{-1}$ giúp gia tăng năng suất lúa cao nhất đạt lần lượt 5,66 và 5,35 $tấn \cdot ha^{-1}$, trong khi đó nghiệm thức đối chứng dương bón 100%NPK theo khuyến cáo và nghiệm thức bón 75% hoặc 100%NPK theo khuyến cáo kết hợp 100 kg $CaSiO_3 \cdot ha^{-1}$ chỉ đạt lần lượt là 4,79, 4,82 và 5,04 $tấn \cdot ha^{-1}$. Như vậy, năm dòng vi khuẩn hòa tan Si này có tiềm năng trong việc sản xuất chế phẩm vi sinh giúp gia tăng sinh trưởng và năng suất lúa khi canh tác trên nền đất nhiễm mặn.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 01/04/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

Title:

Efficiency of five silicate solubilizing bacteria on Mot Bui Do rice cultivar growth and yield on salt affected soil in rice-shrimp farming system in Phuoc Long district, Bac Lieu province

Từ khóa:

$CaSiO_3$, đất nhiễm mặn, độ cứng lóng thân, giống lúa Một Bụi Đỏ, hàm lượng silic, vi khuẩn hòa tan silic

Keywords:

$CaSiO_3$, internode strength, Mot Bui Do rice cultivar, salt-affected soil, silicate concentration, silicate solubilizing bacteria

Trích dẫn: Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2020. Hiệu quả của 5 dòng vi khuẩn hòa tan silic lên sinh trưởng và năng suất lúa một bụi đỏ trên nền đất nhiễm mặn trong mô hình canh tác lúa-tôm tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 47-57.

1 GIỚI THIỆU

Silic (Si) là nguyên tố có hàm lượng rất cao và đứng thứ hai trong vỏ trái đất, chiếm 27,7% tổng khối lượng trái đất (Datnoff *et al.*, 2001), tuy nhiên chỉ một phần nhỏ được hòa tan và hữu dụng cho cây trồng hấp thu (Sposito, 1989). Mặt khác, hàm lượng Si trong đất bị suy giảm do (i) sự di chuyển trầm tích và xói mòn đất thường xuyên với cường độ cao, (ii) đa số cây trồng hấp thu Si tương đương với các nguyên tố đa lượng khác, tuy nhiên, Si không được bổ sung mỗi vụ như N, P và K và (iii) Si bị mất đi do quá trình khử Si trong đất. Đất ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới có hàm lượng Si hữu dụng thấp và có thể được gia tăng nhờ vào phân bón Si (Meena *et al.*, 2014). Ngoài ra, cây lúa hấp thu khoảng 230-470 kg Si.ha⁻¹ sau mỗi vụ canh tác và phần lớn khoáng Si được hấp thu trong sinh khối cây lúa, tuy nhiên phần sinh khối này cũng được lấy đi ra khỏi đồng ruộng (Ma and Yamaji, 2008; Meena *et al.*, 2014). Hơn nữa, Si có ảnh hưởng tích cực lên sự hấp thu và vận chuyển của nhiều yếu tố đa, vi lượng cũng như sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng (Ma and Yamaji, 2008), giúp giảm những ảnh hưởng bất lợi của kim loại nặng, khô hạn và mặn lên cây trồng bằng cách gia tăng hàm lượng các enzyme oxy hóa-khử, ổn định cấu trúc và chức năng của màng tế bào (Ma, 2004). Mặt khác, Peera *et al.* (2016) cho thấy khi chủng dòng vi khuẩn hòa tan 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 Si trong hạt. Bên cạnh đó, nấm dòng vi khuẩn hòa tan Si 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, đồng thời, giúp kích thích sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất giống lúa này bao gồm các chỉ tiêu độ cứng lông thân cây lúa, chiều dài bông, tỉ lệ hạt chắc trên bông và khối lượng hạt chắc trên chấu khi được trồng ở điều kiện nhà lưới (Trần Võ Hải Đường và *ctv.*, 2018; Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2019). Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu ở trong và ngoài nước tập trung vào vai trò của vi khuẩn hòa tan Si lên sinh trưởng và năng suất cây trồng trong điều kiện bình thường, trong khi các nghiên cứu về bổ sung kết hợp giữa khoáng Si và vi khuẩn hòa tan Si vào đất giúp phân giải khoáng Si nhằm tăng cường sinh trưởng và năng suất cây trồng trên nền đất nhiễm mặn còn rất hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của nấm dòng vi khuẩn hòa tan Si kết hợp với bón phân Si lên sinh trưởng và

năng suất lúa trên nền đất nhiễm mặn trong mô hình canh tác lúa-tôm tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguồn vi khuẩn và giống lúa

Nấm dòng vi khuẩn hòa tan khoáng Si gồm *Ochrobactrum ciceri* TCM_39, *Microbacterium neimengense* MCM_15, *Klebsiella aerogenes* LCT_01, *Olivibacter jilunii* PTST_30 và *Citrobacter freundii* RTTV_12 được phân lập lần lượt từ đất trồng tre, mía, lúa, mẫu phân trùn và ruột trùn ở vùng đất cát (Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2018) và giống lúa Một Bụi Đỏ kháng mặn (do Hợp tác xã Nông nghiệp Hồng Dân, xã Ninh Quới A, huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu phối hợp với Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long sản xuất) có thời gian trở bông vào khoảng 23 tháng 11, chiều cao cây 100-135 cm, trọng lượng ngàn hạt 25,2 g, hàm lượng protein nhỏ hơn 8% và amylose lớn hơn 25% (Lê Văn Tiến và *ctv.*, 2011) được sử dụng trong nghiên cứu này. Nấm dòng vi khuẩn hòa tan Si hiệu quả ở mức pH 7, nhiệt độ 35°C, độ mặn lên đến 0,5% NaCl. Mặt khác, chúng còn có khả năng hòa tan hiệu quả 3 nguồn lân khó tan gồm Ca₃(PO₄)₂, AlPO₄ và FePO₄ trong môi trường lỏng với hàm lượng lần lượt đạt 105,8-928,7 mg P₂O₅.L⁻¹, 33,9-49,6 mg P₂O₅.L⁻¹ và 1,94-34,1 mg P₂O₅.L⁻¹, cố định đạm và tổng hợp hormone thực vật indole-3-acetic acid với hàm lượng dao động lần lượt đạt 1,37-5,09 mg NH₄⁺.L⁻¹ và 4,85-51,5 mg IAA.L⁻¹.

2.2 Chuẩn bị nguồn vi khuẩn

Nấm dòng vi khuẩn hòa tan khoáng Si (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. Sau đó, tiến hành thu hoạch sinh khối vi khuẩn bằng cách chuyển dịch vi khuẩn sang ống ly tâm 50 mL, ly tâm 6.000 vòng/phút trong 5 phút, loại bỏ phần dịch trong 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 ở OD_{600nm} = 0,7 (khoảng 10⁸ CFU.mL⁻¹) để làm nguồn vi khuẩn cho thí nghiệm.

2.3 Chuẩn bị hạt giống lúa

Hạt giống được chuẩn bị như sau: trước hết, hạt giống lúa được rửa qua nước để loại bỏ trấu, hạt lép và các tạp chất khác, sau đó, ngâm với dung dịch huyền phù vi khuẩn riêng lẻ hay hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn có mật số 10⁸ CFU.mL⁻¹ đã được chuẩn bị ở

mục 2.2 (đối với hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn, thể tích của mỗi dòng vi khuẩn được lấy bằng nhau) hoặc nước cất đối với các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn. Tỷ lệ lúa và dung dịch vi khuẩn là 1:0,5 (1 kg lúa ngâm trong 0,5 L dung dịch vi khuẩn), trong 12 giờ (Trần Võ Hải Đường và *ctv.*, 2018).

2.4 Cố định vi khuẩn trong xỉ than tổ ong

Cách chùng vi khuẩn vào trong xỉ than theo phương pháp của Nguyễn Khởi Nghĩa và *ctv.* (2015) được thực hiện như sau: xỉ than tổ ong được nghiền nhỏ qua rây kích thước 2 x 2 mm và được xác định ẩm độ, sau đó, cho 50 mL dung dịch huyền phù vi khuẩn có mật số 10^{11} CFU.mL⁻¹ (phương pháp chuẩn bị nguồn vi khuẩn cố định trong xỉ than tổ ong tương tự mục 2.2 nhưng hiệu chỉnh OD_{600nm} = 1,2) vào 50g xỉ than để bón cho mỗi lô thí nghiệm có diện tích 30 m² đạt mật số 10^5 CFU.g đất⁻¹.

2.5 Chuẩn bị đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm có pH = 7,80, EC = 4,16 (mS.cm⁻¹), P hữu dụng 0,0059-0,0153 (mg.L⁻¹), NH₄⁺ 0,544-1,083 (mg.L⁻¹), NO₃⁻ 0,014-0,058 (mg.L⁻¹) và mật số vi khuẩn trên môi trường TSA và SEA của đất thí nghiệm lần lượt đạt 5,19 (log₁₀ CFU.g⁻¹ đất) và 4,99 (log₁₀ CFU.g⁻¹ đất). Ngoài ra, hàm lượng Si hoà tan trong đất đạt 16,9 (g.kg⁻¹ đất khô) là ở mức thấp (Fox *et al.*, 1967; Haysom and Chapman, 1975), do đó cần bổ sung thêm phân bón Si vào đất nhằm gia tăng lượng Si hữu dụng trong đất, đồng thời nghiên cứu trước đây cho thấy việc bổ sung Si kết hợp vi khuẩn hòa tan Si cho gia tăng suất cây trồng hiệu quả hơn so với nghiệm thức chỉ bổ sung vi khuẩn hòa tan Si. Thí nghiệm được bố trí tại ấp Long Hải, thị trấn Phước Long, huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu trên nền đất nhiễm mặn trong mô hình canh tác lúa-tôm có thời gian thực hiện mô hình lên đến hơn 10 năm. Khu thí nghiệm có tổng diện tích là 1.800 m² và được chia thành 60 lô có diện tích bằng nhau (5 m x 6 m = 30 m²). Các lô đất thí nghiệm được đắp bờ xung quanh. Đất bên trong lô được cày và làm phẳng mặt ruộng. Vôi (Ca(OH)₂) với liều lượng 250 kg.ha⁻¹ được bón trước khi tiến hành xuống giống để rửa mặn trong đất (Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bạc Liêu, 2017).

2.6 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí vào vụ Thu Đông 2018-2019 (9/2018-01/2019) theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 15 nghiệm thức và 4 lần lặp lại, mỗi lô thí nghiệm tương ứng 1 lặp lại. Thí nghiệm được thực hiện trong 1 vụ trồng lúa (khoảng 120 ngày). Các nghiệm thức thí nghiệm được liệt kê như sau:

Nghiệm thức 1: Đối chứng (chỉ bón 100%NPK)

Nghiệm thức 2: Si + 100%NPK

Nghiệm thức 3: Si + 100%NPK + dòng vi khuẩn LCT_01

Nghiệm thức 4: Si + 100%NPK + dòng vi khuẩn RTTV_12

Nghiệm thức 5: Si + 100%NPK + dòng vi khuẩn PTST_30

Nghiệm thức 6: Si + 100%NPK + dòng vi khuẩn MCM_15

Nghiệm thức 7: Si + 100%NPK + dòng vi khuẩn TCM_39

Nghiệm thức 8: Si + 100%NPK + hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn (MIX)

Nghiệm thức 9: Si + 75%NPK

Nghiệm thức 10: Si + 75% NPK + dòng vi khuẩn LCT_01

Nghiệm thức 11: Si + 75% NPK + dòng vi khuẩn RTTV_12

Nghiệm thức 12: Si + 75% NPK + dòng vi khuẩn PTST_30

Nghiệm thức 13: Si + 75% NPK + dòng vi khuẩn MCM_15

Nghiệm thức 14: Si + 75% NPK + dòng vi khuẩn TCM_39

Nghiệm thức 15: Si + 75% NPK + hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn (MIX)

Phân bón Si sử dụng dạng CaSiO₃ (Ca 17,4% và SiO₂ 19%) với liều lượng 100 kg.ha⁻¹ (Rao and Susmitha, 2017) bởi vì các nghiên cứu trước đây cho thấy sử dụng phân CaSiO₃ giúp gia tăng hiệu quả sinh trưởng và năng suất cây trồng. Mặt khác, CaSiO₃ là khoáng chất, sự phóng thích Ca⁺⁺ từ CaSiO₃ khó và chậm hơn so với sự phóng thích Ca⁺⁺ từ Ca(OH)₂, do đó Ca(OH)₂ được bổ sung trước khi tiến hành xuống giống để giúp rửa mặn trong đất. Phân NPK sử dụng gồm urea (46%N), super lân (16%P₂O₅) và kali clorua (60%K₂O) với công thức bón phân 43-68-45 và chia làm 3 lần bón gồm 10, 20 và 70 ngày sau khi gieo (Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bạc Liêu, 2017). Mật độ giống gieo 40 kg.ha⁻¹ và giậm lúa ở thời điểm 20 ngày sau khi gieo (Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bạc Liêu, 2017). Quản lý nước theo nông dân, cụ thể duy trì mực nước trên mặt ruộng ở mức 5-10 cm, sau đó, khi nước rút đến thời điểm mặt ruộng vừa khô, cấp nước ngập mặt ruộng trở lại, lặp lại quy trình đến giai đoạn thu

hoạch. Các dòng vi khuẩn trên được chủng ở giai đoạn bón lót và giai đoạn 45 ngày sau khi gieo để đạt mật số vi khuẩn 10^5 CFU.g⁻¹ đất ở mỗi thời điểm chủng vi khuẩn thông qua sử dụng chất mang bằng xỉ than. Cỏ dại được quản lý bằng phương pháp thủ công, riêng sâu bệnh hại cho lúa được quản lý bằng các chế phẩm vi sinh và sinh học.

2.7 Các chỉ tiêu theo dõi

(1) *Hàm lượng Si hòa tan trong đất (Si(OH)₄*): Đất được thu ở độ sâu 0-20 cm, ở 4 vị trí đều trong ô 30 m², sau đó trộn đều lại thành 1 mẫu. Hàm lượng Si hòa tan trong đất được xác định theo phương pháp của Pereira *et al.* (2003). Cách thực hiện như sau: trước hết, cho 10 g mẫu vào chai nhựa có thể tích 330 mL. Tiếp theo, cho vào chai nhựa 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 và để yên dung dịch trong 5 ngày. Tiếp theo, lấy ra 1 mL dung dịch trong phía trên cho vào ống ly tâm 50 mL, sau đó, xác định hàm lượng Si trong dung dịch theo phương pháp Molybdenum Blue Colorimetry (Hallmark *et al.*, 1982) cụ thể như sau: hút 1,0 mL dịch trong nằm bên trên chuyển qua ống ly tâm 50 mL, sau đó, thêm 2,5 mL ammonium acetate 20%, lắc 5 giây, thêm 1 mL ammonium molybdate 0,3 M, lắc 5 giây. Để yên mẫu 5 phút cho ổn định, sau đó, thêm 0,5 mL acid tartaric 20%, vortex 5 giây, thêm 0,5 mL dung dịch khử (thành phần dung dịch khử gồm: 2,0 g Na₂SO₃; 0,4 g 1-amino-2-naphtho-4-sulfonic acid; 25 g NaHSO₃ và 250 mL nước khử khoáng), lắc 5 giây, thêm 2 mL acid acetic 20%, lắc 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) *Hàm lượng Si trong thân*: hàm lượng Si trong thân lúa được xác định theo phương pháp của Weimin *et al.* (2005). Cách thực hiện như sau: thân và lá lúa được đem đi sấy khô ở nhiệt độ 70°C trong 48 giờ và được nghiền qua rây 0,5 mm. Sau đó, cân 0,1 g mẫu vào ống ly tâm 50 ml, tiếp theo, cho vào ống ly tâm 3 mL NaOH 50%, tiệt trùng ướ ở 120°C, trong 20 phút. Sau đó, định mức mẫu đến thể tích 50 mL bằng nước khử khoáng. Cuối cùng, tiến hành xác định hàm lượng Si trong dung dịch theo phương pháp Molybdenum Blue Colorimetry (Hallmark *et al.*, 1982).

(3) *Hàm lượng chlorophyll trong lá lúa*: hàm lượng chlorophyll trong lá lúa được xác định như sau: chọn ngẫu nhiên 4 lá lúa trong khung 0,25 m² và xác định hàm lượng chlorophyll bằng cách sử dụng máy đo Opti Sciences (CCM 200 plus) vào các giai đoạn 30, 45, 60 và 90 ngày sau khi bố trí thí nghiệm.

(4) *Độ cứng thân của cây lúa (N)*: độ cứng thân cây lúa được xác định vào thời điểm thu hoạch lúa trên 3 lóng thân lúa gồm: lóng 1, lóng 2 và lóng 3. Trong đó, lóng 1 được tính từ gốc lúa. Chọn ngẫu nhiên 4 cây trong khung 0,25 m² để xác định độ cứng thân và độ cứng lóng thân được xác định như sau: thân cây lúa được tách bỏ phần bẹ lá và giữ lại phần lõi bên trong, sau đó, đặt từng lóng thân lúa lên giá đỡ (mỗi vị trí cuối của lóng thân được đặt trên 1 giá đỡ, 2 giá đỡ phải song song và có độ cao bằng nhau), tiếp theo, 1 đầu dây được mắc vào giữa lóng thân cây lúa, đầu còn lại mắc vào vật chứa (hộp nhựa), cuối cùng, cho cát vào vật chứa này đến khi lóng thân gãy thì dừng lại và xác định tổng khối lượng (dây, vật chứa và cát), sau đó qui đổi ra độ cứng theo công thức $1 N = 0,1 \text{ kg}$ (Nguyễn Minh Chơn, 2007).

(5) *Năng suất lúa*: thu tổng khối lượng hạt/5 m² và xác định ẩm độ hạt lúa tươi, sau đó qui đổi năng suất lúa/ha. Năng suất lúa được tính theo công thức sau: $W_a = [W_b \times 10.000 \text{ (m}^2\text{)} \times (100 - H_b)] / [1000 \times 5 \text{ (m}^2\text{)} \times (100 - H_a)]$, trong đó với: W_a là năng suất thực tế ở ẩm độ H_a (tấn.ha⁻¹); H_a là ẩm độ chuẩn 14%; W_b : khối lượng lúa tươi thu từ 5 m² (kg); H_b là ẩm độ của hạt lúa tươi.

2.8 Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý với Microsoft Office Excel 2013, phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 22.0 và sử dụng kiểm định Duncan.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Hàm lượng Si hòa tan trong đất

Kết quả hàm lượng Si hòa tan trong đất trước khi bố trí thí nghiệm là 16,9 (g.kg⁻¹ đất khô) và có xu hướng biến động cao giữa các lần thu mẫu (Bảng 1).

Vào giai đoạn 30 ngày sau khi bố trí thí nghiệm, hàm lượng Si hòa tan trong đất dao động 14,8-36,9 (g.kg⁻¹ đất khô) giữa các nghiệm thức và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau. Các nghiệm thức bón 100%NPK+Si+vi khuẩn hòa tan Si và 75%NPK+Si+MIX có hàm lượng Si hòa tan trong đất cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không chủng vi khuẩn và các nghiệm thức bón 75%NPK+Si+dòng vi khuẩn đơn hòa tan Si ($p < 0,05$).

Vào giai đoạn 45 ngày sau khi gieo hàm lượng Si hòa tan trong đất có xu hướng giảm xuống và dao động từ 9,4 đến 29,3 (g.kg⁻¹ đất khô), có thể là ở thời gian này cây lúa bước vào giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng mạnh nên gia tăng hàm lượng Si hấp thu, do đó hàm lượng Si hữu dụng trong đất giảm xuống.

Nghiệm thức bón 100%NPK+Si+RTTV₁₂ có hàm lượng Si hòa tan trong đất cao nhất, đạt 29,3 (g.kg⁻¹ đất khô) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05), kể đến, các nghiệm thức bón 100%NPK+Si+các dòng vi khuẩn LCT₀₁, TCM₃₉, MIX và nghiệm thức bón 75%NPK+Si+RTTV₁₂, có hàm lượng Si hòa tan trong đất lần lượt đạt 23,7, 21,1, 24,1 và 22,8 (g.kg⁻¹ đất khô), khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau (p>0,05) nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05).

Vào giai đoạn 60 ngày sau khi gieo, hàm lượng Si hòa tan trong đất của các nghiệm thức thí nghiệm có xu hướng tăng lên và đạt đến giá trị cao nhất, dao động trong khoảng 40,1-96,4 (g.kg⁻¹ đất khô). Trong đó, nghiệm thức bón 100%NPK+Si+MIX có hàm lượng Si hòa tan trong đất cao nhất và đạt 96,4 (g.kg⁻¹ đất khô) (p<0,05), kể đến là nghiệm thức bón 100%NPK+Si+RTTV₁₂, đạt 79,5 (g.kg⁻¹ đất khô). Mặt khác, các nghiệm thức bón 75%NPK+Si+MIX

và 75%NPK+Si+RTTV₁₂ có hàm lượng Si hòa tan trong đất lần lượt đạt 60,8 và 60,5 (g.kg⁻¹ đất khô), cao hơn so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05).

Ở giai đoạn 90 và 120 ngày sau khi gieo, hàm lượng Si hòa tan trong đất của các nghiệm thức dao động trong khoảng 2,9-64,4 (g.kg⁻¹ đất khô) và khác biệt có ý nghĩa thống kê với nhau. Các nghiệm thức 100%NPK+Si+vi khuẩn hòa tan Si và nghiệm thức 75%NPK+Si+MIX cho hàm lượng Si hữu dụng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với tất cả các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Mặt khác, nghiệm thức bón 100%NPK+Si+MIX cho hàm lượng Si hữu dụng trong đất cao nhất, kể đến là hai nghiệm thức bón 100%NPK+Si+RTTV₁₂ và 75%NPK+Si+MIX cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Ngoài ra, nghiệm thức bón 100%NPK và 75%NPK+Si cho hàm lượng Si trong đất thấp nhất (p<0,05).

Bảng 1: Hàm lượng Si hòa tan trong đất của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu (9/2018-01/2019)

TT	Nghiệm thức	Hàm lượng Si hòa tan (g.kg ⁻¹ đất khô)					
		Ngày sau khi gieo					
		0	30	45	60	90	120
1	100%NPK	16,9	14,8 j	12,0 ef	43,2 ef	2,90 l	26,7 j
2	100%NPK+Si	16,9	19,4 f	17,6 c	46,2 e	28,9 d	39,7 e
3	100%NPK+Si+LCT ₀₁	16,9	29,2 c	23,7 b	46,6 e	27,6 e	42,7 d
4	100%NPK+Si+RTTV ₁₂	16,9	34,8 b	29,3 a	79,5 b	34,1 b	57,9 b
5	100%NPK+Si+PTST ₃₀	16,9	22,5 e	17,6 c	43,2 ef	28,4 de	39,3 e
6	100%NPK+Si+MCM ₁₅	16,9	26,6 d	16,8 cd	52,7 d	25,8 f	37,1 f
7	100%NPK+Si+TCM ₃₉	16,9	34,8 b	21,1 b	54,9 d	32,8 c	43,6 d
8	100%NPK+Si+MIX	16,9	36,9 a	24,1 b	96,4 a	42,3 a	64,4 a
9	75%NPK+Si	16,9	18,9 fg	13,7 de	43,6 ef	11,1 j	28,0 i
10	75%NPK+Si+LCT ₀₁	16,9	17,4 hi	13,7 de	46,2 e	15,5 h	30,2 h
11	75%NPK+Si+RTTV ₁₂	16,9	16,4 i	22,8 b	60,5 c	13,7 i	32,3 g
12	75%NPK+Si+PTST ₃₀	16,9	14,8 j	9,4 f	40,1 f	17,6 g	31,9 g
13	75%NPK+Si+MCM ₁₅	16,9	17,9 gh	13,7 de	47,5 e	8,53 k	25,0 k
14	75%NPK+Si+TCM ₃₉	16,9	16,9 hi	11,1 ef	44,9 e	11,6 j	31,9 g
15	75%NPK+Si+MIX	16,9	26,1 d	17,6 c	60,8 c	34,1 b	49,7 c
	F	ns	284*	399*	121*	963*	810*
	CV (%)	5,27	32,7	38,8	28,5	50,5	29,0

*Ghi chú: * là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5% và trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% theo phép thử Duncan

Tóm lại, kết quả khảo sát về hàm lượng Si hòa tan trong đất của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng cho thấy việc bón 100%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹+vi khuẩn hòa tan Si, hoặc bón 75%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹+hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn hòa tan Si đều có hiệu quả trong việc gia tăng hàm lượng Si hòa tan trong đất. Điều này có thể là do vi khuẩn hòa tan Si trong đất giúp hòa tan Si dẫn

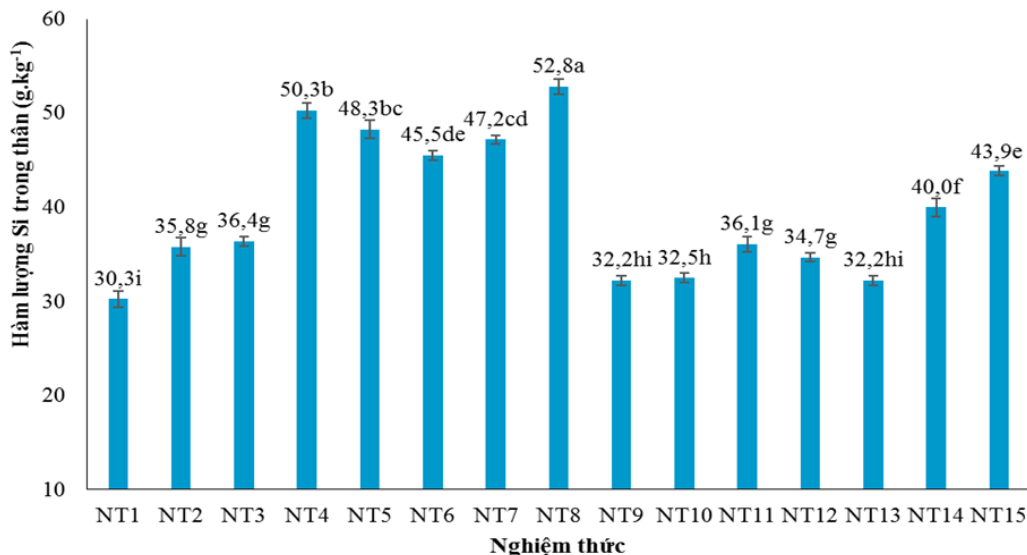
đến gia tăng hàm lượng Si hữu dụng trong đất (hệ số tương quan (r) giữa mật số vi khuẩn hòa tan Si và hàm lượng Si hòa tan trong đất ở các thời điểm thu mẫu khác nhau dao động trong khoảng từ 0,72** đến 0,83**). Mặt khác, hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn hòa tan Si cho hàm lượng Si hòa tan trong đất cao hơn so với các nghiệm thức chỉ chủng các dòng vi khuẩn đơn có thể là do sự tổ hợp các chức năng hòa tan Si

của từng dòng đơn giúp gia tăng khả năng hòa tan Si trong đất (Bargaz *et al.*, 2018). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Malinovskaya *et al.* (1990) cho thấy hiệu quả cao của vi khuẩn hòa tan Si trong việc phân giải Si thành dạng hữu dụng cho cây trồng hấp thu. Như vậy, việc chủng tổ hợp 5 dòng vi khuẩn hòa tan Si vào trong đất kết hợp bón phân Si có ý nghĩa rất quan trọng trong việc cung cấp Si hữu dụng cho cây lúa trồng trên nền đất nhiễm mặn giúp cây lúa chống lại tác động của mặn trong đất.

3.2 Hàm lượng Si trong thân

Chỉ tiêu về hàm lượng Si trong thân lúa ở thời điểm thu hoạch của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng được trình bày ở Hình 1 cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh giữa các nghiệm thức với nhau ($p < 0,05$). Nghiệm thức bón 100%NPK+Si+dòng vi khuẩn RTTV_12, PTST_30, MCM_15, TCM_39 và MIX và nghiệm thức 75%NPK+Si+MIX cho hàm lượng Si trong thân dao động trong khoảng 43,9-52,8 g.kg⁻¹ cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Trong đó, nghiệm thức 100%NPK+Si+MIX có hàm lượng Si trong thân cao nhất và đạt 52,8 g.kg⁻¹ ($p < 0,05$). Hầu hết các nghiệm thức bón 75%NPK khuyến cáo đều cho lượng Si hấp thu trong thân lúa thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức bón 100%NPK+Si+vi khuẩn hòa tan Si. Điều này có thể là do mật số vi khuẩn hòa tan Si trong các nghiệm

thức này thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với hầu hết các nghiệm thức bón 100%NPK (mật số vi khuẩn hòa tan Si ở các nghiệm thức kết hợp bón phân Si, chủng vi khuẩn và bón 100%NPK và 75%NPK lần lượt dao động trong khoảng 5,33-6,06 log₁₀ CFU.mL⁻¹ và 5,24-5,86 log₁₀ CFU.mL⁻¹. Ngoài ra, các nghiệm thức bón 100%NPK luôn cho mật số vi khuẩn hòa tan Si cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức chỉ bón 75%NPK nhưng được chủng cùng dòng vi khuẩn qua các giai đoạn thu mẫu). Như vậy việc bón giảm 25% lượng NPK khuyến cáo có thể đã không cung cấp đủ dinh dưỡng thiết yếu (NPK) cho nhóm vi khuẩn hòa tan Si trong đất của các nghiệm thức này dẫn đến mật số vi khuẩn hòa tan Si và lượng Si hòa tan trong đất ở các nghiệm thức này thấp hơn so với các nghiệm thức bón 100% NPK khuyến cáo. Điều này đã làm cho hàm lượng Si trong thân lúa thấp ở nghiệm thức bón 75% NPK khuyến cáo so với nghiệm thức bón 100% NPK (hệ số tương quan giữa hàm lượng Si trong thân lúa và hàm lượng Si hòa tan trong đất ở các thời điểm thu mẫu 30, 45, 60, 90 và 120 ngày thí nghiệm khá cao và dao động trong khoảng từ 0,60** đến 0,83**). Tóm lại, việc bón 100%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ kết hợp chủng vi khuẩn hòa tan Si giúp gia tăng hiệu quả huy động Si trong thân cây lúa, do đó, giúp cây lúa gia tăng độ cứng thân và đồng thời khả năng chống chịu của lúa trước điều kiện môi trường bất lợi mặn (Ma, 2004).



Hình 1: Hàm lượng Si trong thân lúa của các nghiệm thức thí nghiệm

*Ghi chú: NT1: 100%NPK; NT2: 100%NPK+Si; NT3: 100%NPK+Si+LCT_01; NT4: 100%NPK+Si+RTTV_12; NT5: 100%NPK+Si+PTST_30; NT6: 100%NPK+Si+MCM_15; NT7: 100%NPK+Si+TCM_39; NT8: 100%NPK+Si+MIX; NT9: 75%NPK+Si; NT10: 75%NPK+Si+LCT_01; NT11: 75%NPK+Si+RTTV_12; NT12: 75%NPK+Si+PTST_30; NT13: 75%NPK+Si+MCM_15; NT14: 75%NPK+Si+TCM_39; NT15: 75%NPK+Si+MIX

3.3 Hàm lượng chlorophyll trong lá lúa

Hàm lượng chlorophyll của lá lúa có xu hướng gia tăng qua các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh hàm lượng chlorophyll của lá lúa ở các thời điểm thu mẫu (Bảng 2).

Vào giai đoạn 30 ngày sau khi gieo, nghiệm thức 100%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ kết hợp chủng hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn hòa tan Si cho hàm lượng chlorophyll trong lá lúa cao nhất đạt 4,27 CCI và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại có hàm lượng chlorophyll trong lá lúa dao động 2,75-3,35 CCI (p<0,05).

Vào giai đoạn 45 ngày sau khi gieo, nghiệm thức bón 100%NPK và 75%NPK+Si cho hàm lượng chlorophyll trong lá lúa thấp nhất, đạt 10,2 CCI và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức 75%NPK+Si+dòng vi khuẩn LCT 01 và MCM_15 (11,1 và 11,3 CCI) (p>0,05), tuy nhiên, thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Trong số các nghiệm thức còn lại, nghiệm thức bón 100%NPK+Si+MIX có hàm lượng chlorophyll cao nhất, đạt 14,6 CCI và

khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức 100%NPK+Si+RTTV_12 (13,7 CCI), nhưng cao hơn so với các nghiệm thức còn lại (11,7-13,1 CCI) (p<0,05).

Vào giai đoạn 60 ngày sau khi gieo, nghiệm thức 100%NPK+Si+MIX có hàm lượng chlorophyll trong lá lúa cao nhất và đạt 16,9 CCI (p<0,05), tiếp theo là nghiệm thức bón 100%NPK+Si+dòng vi khuẩn RTTV_12, PTST_30, TCM_39 và 75%NPK+Si+MIX, có hàm lượng chlorophyll trong lá lúa dao động 14,2-15,0 CCI, khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau, nhưng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (11,3-13,0 CCI, p<0,05).

Vào giai đoạn 90 ngày sau khi gieo, cả 2 nghiệm thức 100%NPK+Si+MIX và 100%NPK+Si+dòng vi khuẩn RTTV_12 có hàm lượng chlorophyll trong lá lúa cao nhất, đạt lần lượt 17,3 và 17,0 CCI (p<0,05). Tiếp theo, nghiệm thức 75%NPK+Si+MIX, 100%NPK+Si+PTST_30 và 100%NPK+Si+TCM_39 có hàm lượng chlorophyll lần lượt đạt 15,5, 14,5 và 14,6 CCI, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05).

Bảng 2: Hàm lượng chlorophyll trong lá lúa ở các thời điểm thu mẫu của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu (9/2018-01/2019)

TT	Nghiệm thức	Hàm lượng chlorophyll trong lá lúa (CCI)			
		Ngày sau khi gieo			
		30	45	60	90
1	100%NPK	2,75 b	10,2 f	11,3 g	12,0 g
2	100%NPK+Si	3,12 b	11,9 cde	13,0 de	13,8 cde
3	100%NPK+Si+LCT_01	3,07 b	11,9 cde	12,8 def	13,6 cde
4	100%NPK+Si+RTTV_12	3,58 ab	13,7 ab	15,0 b	17,0 a
5	100%NPK+Si+PTST_30	3,30 b	13,1 bc	14,2 bc	14,5 bc
6	100%NPK+Si+MCM_15	3,30 b	12,6 bcd	13,5 cd	14,1 cd
7	100%NPK+Si+TCM_39	3,30 b	12,8 bc	14,6 bc	14,6 bc
8	100%NPK+Si+MIX	4,27 a	14,6 a	16,9 a	17,3 a
9	75%NPK+Si	2,77 b	10,2 f	11,7 fg	12,2 fg
10	75%NPK+Si+LCT_01	2,90 b	11,1 ef	11,9 efg	12,7 efg
11	75%NPK+Si+RTTV_12	3,05 b	11,7 cde	12,6 def	13,2 def
12	75%NPK+Si+PTST_30	3,08 b	11,7 cde	12,5 def	13,5 cde
13	75%NPK+Si+MCM_15	2,85 b	11,3 def	11,9 efg	12,8 efg
14	75%NPK+Si+TCM_39	2,90 b	12,0 cde	12,7 def	13,6 cde
15	75%NPK+Si+MIX	3,35 b	12,7 bc	14,3 bc	15,5 b
	F	2,33*	7,52*	17,9*	20,4*
	CV (%)	16,4	10,9	11,8	11,5

*Ghi chú: * là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5% và trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% theo phép thử Duncan

Kết quả này cho thấy việc bón 100%NPK và 100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ kết hợp chủng hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn hòa tan Si hoặc chủng dòng vi khuẩn

RTTV_12 có hiệu quả cao trong việc thúc đẩy gia tăng hàm lượng chlorophyll trong lá lúa, từ đó góp phần gia tăng sinh trưởng cũng như năng suất lúa.

Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Al-aghaby *et al.* (2004), Ranganathan *et al.* (2006) và Rezende *et al.* (2016) cho thấy biện pháp bổ sung Si giúp gia tăng lượng chlorophyll trong lá lúa. Tuy nhiên, vẫn chưa có công bố nào về bổ sung phân bón Si kết hợp với vi khuẩn hòa tan Si giúp gia tăng hàm lượng chlorophyll lá lúa.

3.4 Độ cứng lông thân cây lúa

Độ cứng lông thân đốt thứ 1 của các nghiệm thức thí nghiệm dao động từ 3,32-6,40 N. Hai nghiệm thức 100%NPK+Si+MIX và 100%NPK+Si+RTTV_12 có độ cứng lông 1 đạt lần lượt 6,40 và 6,16 N, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Tiếp theo, nghiệm thức 100%NPK+Si+TCM_39, 75%NPK+Si+RTTV_12 và 75%NPK+Si+MIX có độ cứng lông 1 dao động từ 4,25-4,59 N và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so với nhau (p<0,05). Các nghiệm thức còn lại có độ cứng lông thân thấp hơn và dao động trong khoảng 3,32-3,84 N.

Độ cứng lông thân đốt thứ 2 của các nghiệm thức dao động trong khoảng 3,12-5,56 N. Nghiệm thức bón 100%NPK+Si+MIX có độ cứng long thân 2 cao nhất và đạt 5,56 N, kế đến là các nghiệm thức 100%NPK+Si+RTTV_12, 75%NPK+Si+MIX và 75%NPK+Si+MIX. Các nghiệm thức này có độ cứng lông thân đốt 2 lần lượt đạt 5,02 N, 4,03 N và 4,01 N.

Độ cứng lông thân đốt thứ 3 của các nghiệm thức thí nghiệm dao động trong khoảng từ 1,58-3,25 N. các nghiệm thức 100%NPK+Si+MIX, RTTV_12 và TCM_39 có độ cứng lông thân 3 lần lượt đạt 3,25, 2,79 và 2,29 N, cao hơn so với các nghiệm thức còn lại (p>0,05). Nghiệm thức bón 75%NPK+Si+MIX có độ cứng lông thân 3 đạt 2,05 N, cao nhất trong các nghiệm thức bổ sung 75%NPK (p<0,05).

Kết quả này cho thấy việc bón đầy đủ 100%NPK và bón giảm phân hóa học còn 75%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ kết hợp chủng vi khuẩn hòa tan Si giúp gia tăng hiệu quả độ cứng lông thân lúa. Trong đó, các nghiệm thức 100%NPK+Si+MIX, 100%NPK+Si+RTTV_12, 100%NPK+Si+TCM_39, 75%NPK+Si+MIX và 75%NPK+Si+RTTV_12 có độ cứng lông thân lúa cao hơn ở tất cả 3 lông so với các nghiệm thức khác. Điều này có thể là do hàm lượng Si được cây lúa hấp thu ở các nghiệm thức này cao hơn so với các nghiệm thức còn lại (hệ số tương quan giữa hàm lượng Si trong thân và độ cứng lông thân đốt thứ 1, 2 và 3 khá cao và lần lượt đạt 0,71**, 0,70** và 0,78**). Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Fallah (2012) và Rao *et al.* (2017) cho thấy Si giúp gia tăng độ cứng thân lúa 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 hòa tan Si vào đất giúp gia tăng độ cứng lông thân cây lúa vẫn chưa được công bố.

Bảng 3: Độ cứng lông thân cây lúa (lông 1, lông 2 và lông 3) của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng ở thời điểm thu hoạch tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu (9/2018-01/2019)

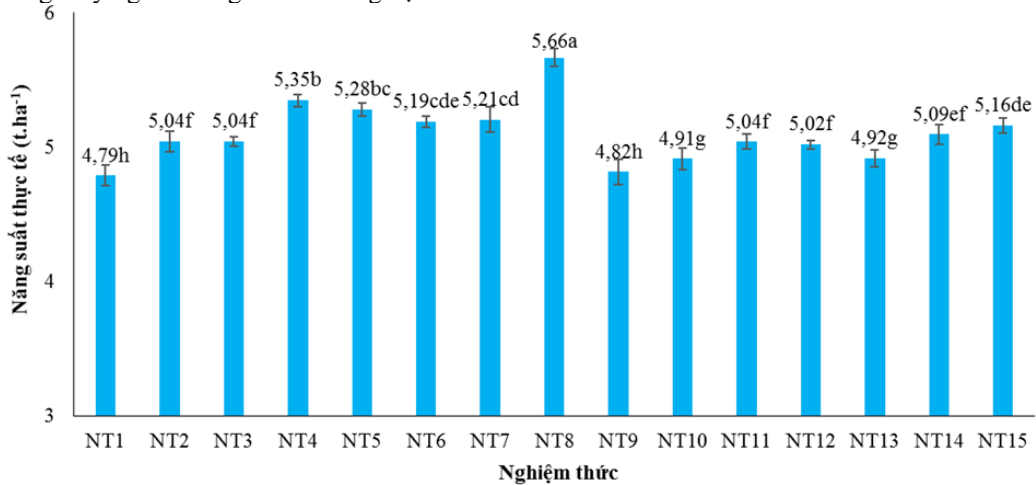
TT	Nghiệm thức	Độ cứng lông thân lúa (N)		
		Lông 1	Lông 2	Lông 3
1	100%NPK	3,52 hi	3,38 f	1,71 h
2	100%NPK+Si	3,53 hi	3,43 ef	1,83 g
3	100%NPK+Si+LCT_01	3,84 e	3,62 d	1,93 ef
4	100%NPK+Si+RTTV_12	6,16 b	5,02 b	2,79 b
5	100%NPK+Si+PTST_30	3,52 hi	3,42 ef	1,84 g
6	100%NPK+Si+MCM_15	3,77 ef	3,52 e	1,97 e
7	100%NPK+Si+TCM_39	4,25 d	3,66 d	2,29 c
8	100%NPK+Si+MIX	6,40 a	5,56 a	3,25 a
9	75%NPK+Si	3,45 i	3,21 g	1,60 i
10	75%NPK+Si+LCT_01	3,61 gh	3,43 ef	1,85 g
11	75%NPK+Si+RTTV_12	4,50 c	4,01 c	1,92 ef
12	75%NPK+Si+PTST_30	3,32 j	3,12 g	1,58 i
13	75%NPK+Si+MCM_15	3,68 fg	3,44 ef	1,87 fg
14	75%NPK+Si+TCM_39	3,76 ef	3,51 e	1,96 e
15	75%NPK+Si+MIX	4,59 c	4,03 c	2,05 d
	F	903*	414*	393*
	CV (%)	22,5	17,6	21,5

*Ghi chú: * là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5% và trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% theo phép thử Duncan

3.5 Năng suất thực tế

Năng suất lúa thực tế của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng được trình bày trong Hình 2 cho thấy các nghiệm thức có năng suất thực tế dao động từ 4,79 đến 5,66 (tấn.ha⁻¹) và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p<0,05). Ngoài ra, nghiệm thức 100%NPK và 75%NPK+Si cho năng suất lúa thực tế thấp nhất, lần lượt đạt 4,79 và 4,82 tấn.ha⁻¹. Mặt khác, các nghiệm thức chủng vi khuẩn hòa tan Si kết hợp bón 75%NPK cho năng suất lúa dao động 4,91-5,16 (tấn.ha⁻¹), tương đương và cao hơn khi so sánh với nghiệm thức bón 100%NPK và 100%NPK+Si (5,04 tấn.ha⁻¹), tuy nhiên, nghiệm thức 75%NPK+Si+LCT_01 và 75%NPK+Si+MCM_15 có năng suất lúa thấp hơn so với nghiệm thức 100%NPK+Si (p<0,05). Ngoài ra, hầu hết các nghiệm thức bón 100%NPK kết hợp chủng vi khuẩn cho năng suất cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nghiệm thức 100%NPK+Si nhưng không chủng vi khuẩn (p<0,05). Trong đó, nghiệm thức bón 100%NPK+Si+MIX có năng suất thực tế cao nhất và đạt 5,66 tấn.ha⁻¹ (p<0,05). Kế tiếp, nghiệm thức bón 100%NPK+Si+RTTV_12, đạt năng suất 5,35 tấn.ha⁻¹, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức

100%NPK+Si+TCM_39 và 100%NPK+Si+LCT_01 (p>0,05). Tiếp theo, nghiệm thức 100%NPK+Si+MCM_15, 100%NPK+Si+TCM_39 và 75%NPK+Si+MIX cho năng suất dao động trong khoảng 5,16-5,21 tấn.ha⁻¹, cao hơn hầu hết các nghiệm thức chủng vi khuẩn hòa tan Si còn lại (p<0,05). Mặt khác, cùng chủng dòng vi khuẩn hoàn tan Si nhưng các nghiệm thức kết hợp bón 100%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ giúp năng suất lúa cao hơn so với các nghiệm thức kết hợp bón 75%NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ và phần trăm năng suất lúa gia tăng khi so với nghiệm thức đối chứng dương (100%NPK) dao động trong khoảng lần lượt từ 5,06-15,5% và 2,55-7,34%. Do đó, việc bón đầy đủ 100%NPK hoặc bón 75%NPK khuyến cáo, kết hợp bón Si và vi khuẩn hòa tan Si giúp gia tăng hàm lượng Si hữu dụng trong đất cho cây lúa hấp thu và hỗ trợ cây lúa chống chịu tốt hơn trong điều kiện đất nhiễm mặn và góp phần gia tăng sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất cao hơn so với nghiệm thức đối chứng dương chỉ bón 100%NPK (Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2019). Kết quả nghiên cứu này tương tự với nghiên cứu của Peera *et al.* (2016) cho thấy khi chủng dòng vi khuẩn hòa tan Si kết hợp bón tro than từ các nhà máy nhiệt điện giúp gia tăng năng suất hạt so với nghiệm thức đối chứng.



Hình 2: Năng suất thực tế của các nghiệm thức thí nghiệm ngoài đồng tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu (9/2018-01/2019)

*Ghi chú: NT1: 100%NPK; NT2: 100%NPK+Si; NT3: 100%NPK+Si+LCT_01; NT4: 100%NPK+Si+RTTV_12; NT5: 100%NPK+Si+PTST_30; NT6: 100%NPK+Si+MCM_15; NT7: 100%NPK+Si+TCM_39; NT8: 100%NPK+Si+MIX; NT9: 75%NPK+Si; NT10: 75%NPK+Si+LCT_01; NT11: 75%NPK+Si+RTTV_12; NT12: 75%NPK+Si+PTST_30; NT13: 75%NPK+Si+MCM_15; NT14: 75%NPK+Si+TCM_39; NT15: 75%NPK+Si+MIX

4 KẾT LUẬN

Hầu hết năm dòng vi khuẩn hòa tan Si kí hiệu TCM_39, MCM_15, LCT_01, PTST_30 và

RTTV_12 giúp gia tăng hàm lượng Si hòa tan trong đất, hàm lượng Si trong thân, hàm lượng chlorophyll trong lá lúa, độ cứng lóng thân và năng suất lúa khi kết hợp bón 100% NPK theo khuyến cáo và bón

100 kg CaSiO₃.ha⁻¹. Năng suất lúa ở các nghiệm thức được chứng với vi khuẩn hòa tan Si+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹+100% NPK hoặc 75% NPK gia tăng lần lượt 5,06-15,5% hoặc 2,55-7,24% so với nghiệm thức đối chứng dương (100%NPK). Ngoài ra, khi chứng tổ hợp năm dòng vi khuẩn hòa tan Si+100% NPK+100 kg CaSiO₃.ha⁻¹ giúp gia tăng hiệu quả cao nhất ở tất cả các chỉ tiêu về hàm lượng Si hòa tan trong đất, hàm lượng Si trong thân, hàm lượng chlorophyll trong lá lúa, độ cứng lông thân và đặc biệt là năng suất lúa (cao hơn 15,5% so với nghiệm thức đối chứng dương). Do đó, các dòng vi khuẩn hòa tan Si nghiên cứu có tiềm năng trong việc ứng dụng làm chế phẩm vi sinh giúp gia tăng sinh trưởng và năng suất cây lúa khi được trồng trên nền đất nhiễm mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Al-aghabary, K., Zhu, Z. and Shi, Q., 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *J. Plant Nutr.* 27(12): 2101-2115.

Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y. and Dhiba, D., 2018. Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Front. Microbiol.* 9: 1-25.

Datnoff, L.E., Snyder, G.H. and Korndorfer, G.H., 2001. Silicon in agriculture. Elsevier Publisher, London, 424 pages.

Fallah, A., 2012. Silicon effect on lodging parameters of rice plants under hydroponic culture. *Int. J. Agr. Sci.* 2(7): 630-634.

Fox, R.L., Silva, J.A., Younge, O.R., Plucknett, D.L. and Sherman, G.D., 1967. Soil and plant silicon and silicate response by sugarcane. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 31(6): 775-779.

Hallmark, C.T., Wilding, L.P. and Smeck., 1982. Chemical and microbiological properties. *In:* Page, A.L. (Eds.). *Methods of Soil Analysis*. Madison, pp. 263-274.

Haysom, M.B.C. and Chapman, L.S., 1975. Some aspects of the calcium silicate trials at Mackay. *Proc. Qld. Soc. Sugar Cane Technol.* 42: 117-122.

Lê Văn Tiến, Quan Thị Ái Liên và Võ Công Thành, 2011. Kết quả chọn dòng giống lúa một bụi đò có chất lượng tốt tại nhà lưới Trường Đại học Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 18: 157-162.

Ma, J.F. and Yamaji, N., 2008. Functions and transport of silicon in plants. *Cell Mol. Life Sci.* 65(19): 3049-3057.

Ma, J.F., 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Sci. Plant Nutr.* 50(1): 11-18.

Malinovskaya, I.M., Kosenko, L.V., Votsekko, S.K. and Podgorskii, V.S., 1990. Role of *Bacillus mucilaginosus* polysaccharide in degradation of silicate minerals. *Mikrobiologiya.* 59: 70-78.

Meena, V.D., Dotaniya, M.L., Coumar, V., Rajendiran, S., Ajay, Kundu, S. and Rao, A.S., 2014. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 84(3): 505-518.

Nguyễn Khởi Nghĩa, Đỗ Hoàng Sang, Nguyễn Thị Kiều Oanh, Nguyễn Thị Tô 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.

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. *Environ. Ecol.* 34(4): 1966-1971.

Pereira, H.S., Korndorfer, G.H., Moura, W.F. and Correa, G.F., 2003. Extractors of available silicon in slags and fertilizers. *R. Bras. Ci. Solo.* 27(2): 265-274.

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. *Biol. Plant.* 50 (4): 713-716.

Rao, G.B. and Susmitha, P., 2017. Silicon management in rice. *Int. J. Chem. Stud.* 5(6): 1359-1361.

Rao, G.B., Yadav, P.P.I. and Syriac, E.K., 2017. Silicon nutrition in rice: A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 6(6): 390-392.

Rezende, R.A.L.S., Rodrigues, F.A., Soares, J.D.R., Silveira, H.R.D.O., Pasqual, M. and Dias, G.D.M.G., 2018. Salt stress and exogenous silicon influence physiological and anatomical features of in vitro-grown cape gooseberry. *Cienc. Rural.* 48(1): 1-9.

Sposito, G., 1989. *The Chemistry of Soils*. Oxford University Press, New York, 277 pages.

Trần Võ Hải Đường, Đào Thị The và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2018. Đánh giá hiệu quả của năm dòng vi khuẩn hòa tan khoáng silic phân lập lên tỉ lệ nảy 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: 227-234.
- Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2018. Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn hòa tan khoáng silic từ nhiều môi trường sống khác nhau. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Trường Đại học Thái Nguyên*. 180(4): 9-14.
- Trần Võ Hải Đường và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2019. Hiệu quả của 5 dòng vi khuẩn hòa tan 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(2): 10-19.
- Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bạc Liêu, 2017. Kỹ thuật canh tác tôm-lúa, ngày truy cập 08/9/2019. Địa chỉ <https://ttnbaclieu.gov.vn/ThucDon/BanTin/BanTinXem/27>.
- Wei-min, D., Ke-qin, Z., Bin-wu, D., Cheng-xiao, S., Kang-le, Z., Run, C. and Jie-yun, Z., 2005. Rapid determination of silicon content in rice. *Rice Sci*. 12(2): 145-147.