

ẢNH HƯỞNG CỦA CANXI ĐẾN KHẢ NĂNG SẢN SINH PROLINE VÀ SINH TRƯỞNG CỦA CÂY LÚA TRÊN ĐẤT NHIỄM MẶN

Nguyễn Văn Bo¹, Nguyễn Thanh Tường², Nguyễn Bảo Vệ² và Ngô Ngọc Hưng²

ABSTRACT

This study was conducted in green house to determine the effect of calcium form on proline accumulation and rice growth under saline irrigation condition. There were 5 treatments arranged in randomized completely design with 3 replications. The results showed that supplemental calcium increased proline accumulation in rice, in which CaSO₄ form was the highest effect. The use of Ca(NO₃)₂ and CaSO₄ forms have improved plant height of rice. Panicle length were also improved by CaSO₄. Ca(NO₃)₂ was recorded to enhance percentage of filled grains, 1000-grain weight and grain yield under salt stress.

Keywords: *saline-affected soils, proline accumulation, calcium forms, salt tolerance, rice growth*

Title: *Effects of calcium on proline production and growth of rice in saline-affected soil*

TÓM TẮT

Thí nghiệm được thực hiện trong nhà lưới để xác định ảnh hưởng của dạng calcium bổ sung lên sự tích lũy proline và sinh trưởng của cây lúa dưới điều kiện tưới mặn. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 5 nghiệm thức và 3 lần lặp lại. Kết quả cho thấy, bổ sung calcium gia tăng sự tích lũy proline trong cây lúa, trong đó dạng CaSO₄ có hiệu quả cao nhất. Sử dụng calcium dạng CaSO₄ và Ca(NO₃)₂ đã cải thiện chiều cao cây lúa khi so với tưới mặn không bón calcium. Dạng Ca(NO₃)₂ bổ sung được ghi nhận đã làm tăng phần trăm hạt chắc, trọng lượng 1.000 hạt và năng suất hạt trong điều kiện khủng hoảng mặn.

Từ khóa: *đất nhiễm mặn, sự tích lũy proline, dạng canxi, tính chịu mặn, sinh trưởng của lúa*

1 MỞ ĐẦU

Việc đưa nước mặn vào ruộng nuôi tôm trong mùa khô dẫn đến một số vấn đề về mặn hoá đất canh tác, sau vụ tôm canh tác lúa thường gặp khó khăn, lúa kém phát triển thậm chí không phát triển, đặc biệt ở các vùng có lượng mưa thấp. Mặn còn ảnh hưởng đến hàm lượng và thành phần các cation trao đổi liên quan tới quá trình hấp thu dinh dưỡng của cây lúa.

Vai trò của Ca đã được nhiều nghiên cứu trước đây khảo sát trên đất nhiễm mặn. Việc bổ sung calcium (Ca²⁺) vào môi trường đất nhiễm mặn giúp giảm đáng kể việc hấp thu Na⁺ ở rễ và sự di chuyển chúng tới chồi, giảm khủng hoảng bởi việc gia tăng giới hạn ngưỡng mặn với sự tích lũy proline xảy ra và duy trì sinh trưởng

¹ Chi cục BVTV tỉnh Bạc Liêu

² Khoa NN & SHUD, Trường Đại học Cần Thơ

(Shah *et al.*, 2003). Mức Ca^{2+} bên ngoài cao gia tăng sự sinh trưởng và loại trừ Na^+ của rễ cây tiếp xúc với vùng hoang mặn (LaHaye and Epstein, 1971), duy trì nồng độ K^+ của chúng (Lauchli, 1990), duy trì tính chọn lọc và tính nguyên vẹn của màng tế bào (Aslam *et al.*, 2000).

Sự tích lũy proline có thể đóng một vai trò quan trọng trong tính chống chịu mặn. Cây lúa chịu mặn tích lũy proline cao hơn, tỉ lệ K^+/Na^+ cao và sự suy giảm chlorophyll ít hơn so với giống nhiễm mặn (Khan *et al.*, 2009).

Từ những vấn đề trên, đề tài được thực hiện nhằm mục tiêu xác định: (i) dạng calcium bón vào đất trên khả năng cải thiện sinh trưởng của lúa; và (ii) mối quan hệ giữa bón Ca đối với sự tích lũy proline và sinh trưởng của cây lúa trên đất nhiễm mặn.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương tiện

2.1.1 Vật liệu thí nghiệm

Mẫu đất thí nghiệm được thu thập từ ruộng canh tác “lúa - tôm” thuộc biểu loại đất “mặn - sodic” (*Salic - Hydraquents* theo hệ thống phân loại của USDA) tại xã Phước Long, huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu. Đất có giá trị $\text{ECe} = 9,83\text{mS cm}^{-1}$, $\text{SAR} = 16,38$, $\text{ESP} = 19,66$. Ca được bón vào đất gồm các dạng: CaSO_4 (19,36% Ca^{2+}), CaO (21,21% Ca^{2+}), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (18,93% Ca^{2+}). Giống lúa OM6677 được trồng trong chậu thí nghiệm. Phân urê ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 46%N, NPK 25-25-5, Super lân Long Thành (CaH_2PO_4). H_2O) 16,5% P_2O_5 , Nitrate kali (KNO_3) 46% K_2O được sử dụng bón cho lúa thí nghiệm.

Trong thời gian tiến hành thí nghiệm ở nhà lưới, nhiệt độ không khí biến thiên từ 31 - 35,4°C và ẩm độ không khí từ 61,6 - 75,8%.

2.1.2 Máy phân tích mẫu

Sử dụng máy so màu UV - 1601PC, UV - Visible Spectrophotometer (Shimadzu) để xác định hàm lượng proline của dung dịch mẫu. Sự phát triển màu cho phân tích proline trong mẫu lúa được dựa vào phương pháp của Bates *et al.* (1973).

2.2 Phương pháp

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên một nhân tố gồm 5 nghiệm thức với 3 lần lặp lại, mỗi lặp lại là một chậu. Nghiệm thức thí nghiệm được mô tả theo bảng 1.

Đất khô tự nhiên trong không khí được cho vào các chậu nhựa với trọng lượng 1 kg đất/ chậu. Calcium được bón với liều lượng 1,795 g/ chậu dạng CaSO_4 , 1,743 g/ chậu đối với dạng $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ và 1,556 g/ chậu dạng CaO trước khi gieo lúa 2 ngày. Gieo 6 hạt lúa đã nảy mầm vào mỗi chậu. Tưới 200 ml nước mặn 10‰ cho cây lúa 20, 45 và 70 ngày tuổi ở mỗi nghiệm thức. Điều chỉnh nồng độ mặn 10‰ mỗi ngày.

Bảng 1: Các nghiệm thức được thực hiện trong thí nghiệm

Nghiệm thức	Số lần tưới mặn (10‰)	Tỉ lệ Ca ²⁺ / Na ⁺	Lượng Ca ²⁺ sử dụng (g/ chậu)
1. Đối chứng	0	-	0
2. Không bón Ca ²⁺	3	-	0
3. Bón CaSO ₄	3	3	1,795
4. Bón CaO	3	3	1,556
5. Bón Ca(NO ₃) ₂	3	3	1,743

Phân bón cung cấp đều nhau cho mỗi nghiệm thức theo công thức 100N - 60P₂O₅ - 60K₂O cho 1 ha. Sau khi gieo 10 ngày tưới 0,18 g/chậu phân Super Lân và 0,055 g/chậu phân urê, 0,03 g/ chậu phân KNO₃. Cây lúa 20 ngày và 45 ngày tiến hành tưới 0,045 g phân urê/ chậu.

Các chỉ tiêu theo dõi:

- Đếm tổng số chồi trên chậu lúc 20, 40, 65 ngày và khi thu hoạch.
- Đo chiều cao cây lúa (cm) lúc 20, 40, 65 ngày và khi thu hoạch. Đo từ gốc lúa sát mặt đất đến chóp lá/bông trên cùng dài nhất của cây lúa (Zeng, 2005).
- Xác định hàm lượng Proline vào lúc 20, 45 và 70 ngày sau mỗi lần tưới mặn theo phương pháp của Bates *et al.* (1973).
- Thu thập các thành phần năng suất và năng suất hạt của lúa (âm độ 14%).

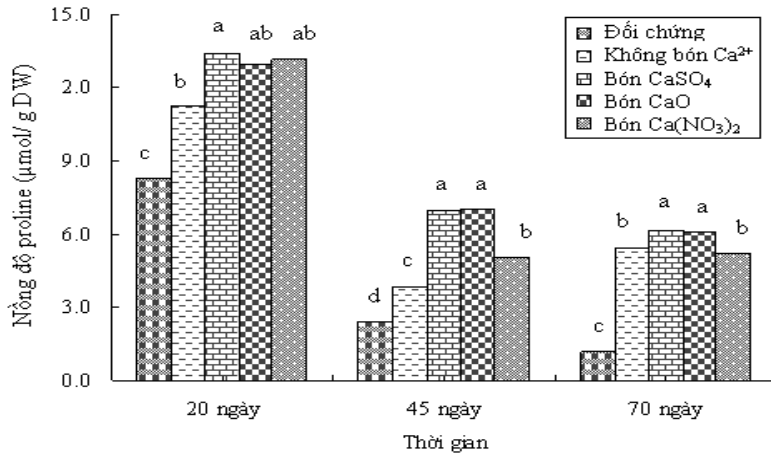
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của dạng calcium lên sự tích lũy proline trong cây lúa

Proline là một amino acid, được sản xuất trong thực vật bậc cao và tích lũy số lượng cao trong phản ứng với các loại khủng hoảng phi sinh học khác nhau, đặc biệt là mặn và thiếu nước (Ashraf and Foolad, 2007). Nó đóng một vai trò quan trọng như chất thẩm thấu ở dạng trung tính để làm ổn định protein và màng tế bào cũng như bảo tồn năng lượng khi các loài thực vật tiếp xúc với khủng hoảng phi sinh học (Hare *et al.*, 1998).

Sau 5 ngày được xử lý mặn với nồng độ 10‰, nồng độ proline được tích lũy trong cây lúa ở giai đoạn 20 ngày (đẻ nhánh) thì khác nhau giữa các nghiệm thức và khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% (Hình 1). Nghiệm thức bón CaSO₄ tích lũy nồng độ proline (13,45 μmol/ g DW (dry weight: trọng lượng khô)) cao hơn so với đối chứng (8,32 μmol/ g DW) không tưới mặn hoặc nghiệm thức tưới mặn không bón Ca²⁺ (11,26 μmol/ g DW). Cây lúa tiếp tục được tưới mặn vào giai đoạn 45 ngày (làm đòng), nồng độ proline được tích lũy ở các nghiệm thức bón Ca²⁺ dạng CaSO₄ (7,0 μmol/ g DW) và CaO (7,02 μmol/ g DW) thì cao hơn so với nghiệm thức đối chứng (2,40 μmol/ g DW), nghiệm thức tưới mặn không bón Ca²⁺ (5,00 μmol/ g DW) hoặc bón Ca²⁺ dạng Ca(NO₃)₂. Giai đoạn cây lúa 70 ngày (trở bông) là giai đoạn khá mẫn cảm với khủng hoảng mặn do mặn làm giảm số hạt chắc trên bông và làm tăng số hạt bất thụ. Cây lúa tích lũy nồng độ proline có khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1%. Nghiệm thức cung cấp Ca²⁺ dạng CaSO₄ có nồng độ proline (6,15 μmol/ g DW) cao hơn so với đối chứng (1,20 μmol/ g DW), bón Ca²⁺ dạng

Ca(NO₃)₂ (5,22 μmol/ g DW) hoặc xử lý mặn không có bón Ca²⁺ (5,41 μmol/ g DW). Kết quả thí nghiệm cho thấy cây lúa sẽ tích lũy nồng độ proline cao trong điều kiện bị khủng hoảng mặn để điều chỉnh thẩm thấu, gia tăng khả năng hút nước của cây, hạn chế việc hấp thu và vận chuyển Na⁺, Cl⁻ từ rễ tới thân cây, từ đó gia tăng khả năng chống chịu với điều kiện mặn. Nồng độ proline tích lũy nhiều ở lần tưới mặn đầu, sau đó giảm dần ở các lần tưới mặn tiếp theo tương tự kết quả của Wu *et al.* (2003).



Hình 1: Nồng độ proline tích lũy trong cây lúa ở 3 lần tưới mặn theo điều kiện nhà lưới, tháng 6 - 9 năm 2010

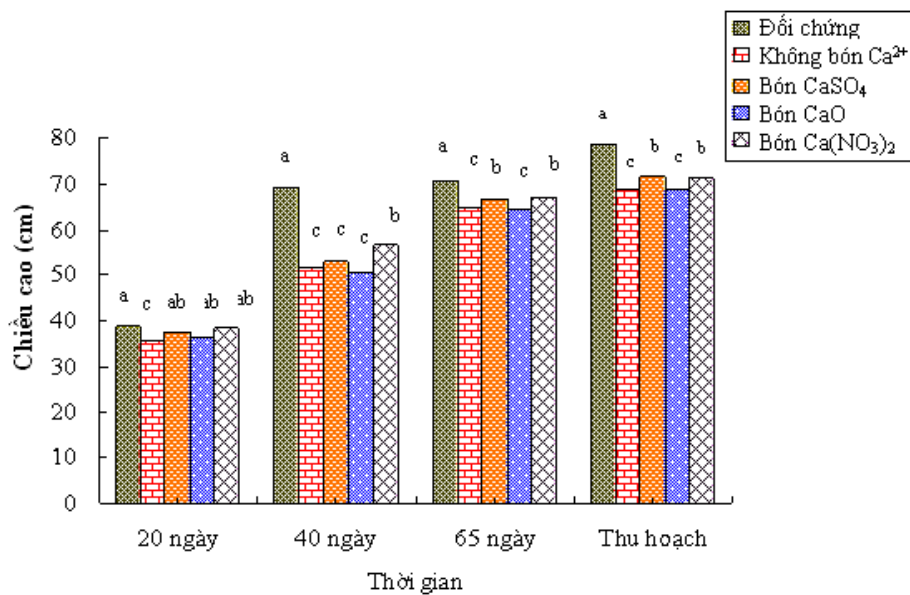
Nồng độ proline trong các mô lá của cây mạ bị khủng hoảng mặn được phân thành ba loại: tích lũy cao, trung bình và thấp. Nồng độ proline có quan hệ tích cực với nồng độ muối xử lý. Tích lũy proline cao thực hiện chức năng như là tác nhân bảo vệ thẩm thấu ngăn chặn diện tích lá xanh bị hại dẫn đến tăng cường khả năng chịu mặn so với tích lũy thấp (Pongprayoon *et al.*, 2008). Tế bào chất của cây lúa tích lũy số lượng đáng kể proline, một hợp chất có hiệu lực thẩm thấu để bảo vệ chống lại khủng hoảng mặn. Có một mối tương quan thuận giữa sự tích lũy proline và tính chịu mặn ở cây lúa (Igarashi *et al.*, 1997).

Việc bón Ca²⁺ góp phần làm tăng sự tích lũy proline trong cây lúa. Shah *et al.* (2003), cho rằng chồi và rễ phản ứng rất khác nhau với NaCl và Ca²⁺ bổ sung trong việc tích lũy proline. Có sự gia tăng dần dần hàm lượng proline của chồi với việc gia tăng tương ứng nồng độ NaCl và mức proline cao nhất được quan sát ở độ mặn cao nhất (150 mM m⁻³ NaCl) với mức Ca²⁺ thấp (0,05 mM Ca²⁺). Trái lại, mức proline của rễ được tích lũy cao nhất ở độ mặn cao nhất khi được xử lý với mức Ca²⁺ cao (5 mM Ca²⁺). Calcium bổ sung gia tăng sinh trưởng của rễ đồng thời kích thích tích lũy proline dưới độ mặn cao. Như vậy, có thể khẳng định rằng Ca²⁺ bổ sung có thể tham gia việc tích lũy proline trong khủng hoảng NaCl chủ yếu ở mức độ dịch mã mRNA hơn là ở mức độ phiên mã DNA. Điều này cung cấp một bằng chứng trực tiếp đầu tiên về hiệu quả cải thiện của Ca²⁺ bổ sung trong việc điều chỉnh thành phần thẩm thấu của khủng hoảng NaCl (Shah *et al.*, 2001).

3.2 Ảnh hưởng của dạng calcium lên chiều cao và thành phần năng suất lúa

3.2.1 Chiều cao cây lúa (cm)

Cây lúa ở 20 ngày tuổi có chiều cao không khác biệt nhau giữa các nghiệm thức. Sinh trưởng của cây lúa giai đoạn này là tương đối đồng đều nhau. Sau tưới mặn lần 1, chiều cao của cây lúa ở 40 ngày có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% giữa các nghiệm thức. Hình 2 cho thấy nghiệm thức đối chứng với chiều cao 69,39 cm là cao hơn so với các nghiệm thức còn lại, kể đến nghiệm thức được bón $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ cũng gia tăng chiều cao đáng kể với 56,46 cm. Khi cây lúa được 60 ngày, chiều cao giữa các nghiệm thức thì khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1%. Nghiệm thức đối chứng đạt được chiều cao 70,61 cm, các nghiệm thức bón CaSO_4 và $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ nhận được chiều cao 66,63 cm và 66,85 cm tương ứng thì cao hơn so với các nghiệm thức tưới mặn không bón Ca^{2+} (64,75 cm) và bón Ca^{2+} dạng CaO (64,51 cm) (Hình 2). Qua hình 2 cho thấy chiều cao cây lúa lúc thu hoạch thì khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% giữa các nghiệm thức. Chiều cao của nghiệm thức đối chứng là cao nhất, với chiều cao (78,62 cm), nghiệm thức bón CaSO_4 với chiều cao (71,45 cm) và nghiệm thức bón $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ với chiều cao (71,33 cm) là cao hơn so với các nghiệm thức tưới mặn không bón Ca^{2+} và bón dạng CaO (51,82 cm và 50,25 cm). Kết quả thí nghiệm cho thấy, chiều cao cây lúa trong điều kiện khủng hoảng mặn thì giảm đáng kể so với đối chứng (không mặn). Việc bón Ca^{2+} dạng CaSO_4 và $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ đã giúp gia tăng chiều cao cây lúa khi so với tưới mặn không bón Ca^{2+} . Chiều cao giảm ở các cây được bổ sung với NaCl và tỷ lệ mất mát của chúng là tỷ lệ thuận với nồng độ của NaCl. Sự giảm tối đa được nhận thấy ở các cây nhận nồng độ muối cao nhất (150 mM NaCl), trong đó chiều cao cây bị giảm 11,6 và 10,2% ở 60 và 75 ngày tuổi (Khan *et al.*, 2007).



Hình 2: Chiều cao ở các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa theo điều kiện nhà lưới, tháng 6 - 9 năm 2010

Một trong những lý do giảm chiều cao cây có thể là do nồng độ cao thật sự của muối hòa tan trong đất và áp suất thẩm thấu đã tạo ra sự xáo trộn trong việc hấp thu nước và các chất dinh dưỡng khác (Gain *et al.*, 2004). Razzaque *et al.* (2009), đã cho thấy rằng chiều cao cây bị ảnh hưởng đáng kể ở các mức độ mặn khác nhau. Chiều cao ở độ mặn 3 dS m⁻¹ là 94,75 cm và thấp nhất bằng 32,36 cm được quan sát ở độ mặn cao nhất (15 dS m⁻¹) đã sử dụng.

3.2.2 Số chồi (số bông)/chậu

Giai đoạn 20 ngày tuổi, số chồi lúa có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Nghiệm thức bón CaSO₄ có số chồi cao nhất (5,67 chồi), các nghiệm thức bón Ca(NO₃)₂ và tưới mặn không bón Ca²⁺ có số chồi thấp nhất (4, 0 chồi). Giai đoạn 40 và 60 ngày, số chồi ở các nghiệm thức bị ảnh hưởng đáng kể bởi mặn và có khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% (Bảng 2). Trong đó, nghiệm thức đối chứng được ghi nhận có số chồi nhiều hơn các nghiệm thức khác, với 4,67 chồi. Đến thời điểm thu hoạch thì số bông/ chậu giữa các nghiệm thức không khác biệt nhau (Bảng 2). Trong điều kiện đất nhiễm mặn, việc tưới cho lúa bằng nước mặn đã làm giảm đáng kể số chồi vào lúc 40 và 60 ngày tuổi.

Bảng 2: Các thành phần năng suất và năng suất lúa

Nghiệm thức	Số bông/ chậu	Số hạt chắc/ bông	Phần trăm hạt chắc (%)	Trọng lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất (g/chậu)
Đối chứng	3,33	54,23 ^a	75,68 ^a	24,32 ^a	4,47 ^a
Không bón Ca ²⁺	2,67	25,00 ^c	50,12 ^c	19,75 ^c	1,29 ^d
CaSO ₄	3,00	24,80 ^c	46,13 ^d	20,86 ^{bc}	1,55 ^c
CaO	2,33	27,67 ^{bc}	48,24 ^{cd}	20,79 ^{bc}	1,32 ^{cd}
Ca(NO ₃) ₂	3,00	30,20 ^b	53,01 ^b	21,18 ^b	1,92 ^b
F	ns	**	**	**	**
CV(%)	12,22	3,37	2,46	2,72	6,18

Ghi chú: Trong cùng một cột các ký tự theo sau giống nhau thì không khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1%.

Có sự ảnh hưởng đáng kể của mặn lên số chồi trên cây. Số chồi giảm từ mức độ mặn 23,43 đến 31,25 dS m⁻¹ (Gain *et al.*, 2004). Mặn có ảnh hưởng bất lợi lên số chồi ít hơn lên sự sản xuất hạt và bông (Akbar *et al.*, 1972). Desai *et al.* (1975), cũng đã được báo cáo rằng số chồi giảm một cách tuyến tính với việc gia tăng mức độ mặn.

3.2.3 Phần trăm hạt chắc (%)

Phần trăm hạt chắc bị ảnh hưởng đáng kể bởi mặn. Các nghiệm thức có phần trăm hạt chắc khác nhau và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Phần trăm hạt chắc thì cao nhất ở nghiệm thức đối chứng (75,68%), nghiệm thức bón Ca(NO₃)₂ với phần trăm hạt chắc 53,01% là cao hơn so với các nghiệm thức bón CaSO₄ (46,13%), CaO (48,24%) và nghiệm thức tưới mặn nhưng không bón Ca²⁺ (50,12%). Việc tưới mặn đã làm giảm phần trăm hạt chắc nhưng bón Ca²⁺ góp phần gia tăng phần trăm hạt chắc trên bông lúa.

3.2.4 Trọng lượng 1.000 hạt (g)

Trọng lượng 1.000 hạt của các nghiệm thức thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% khi tưới mặn cho lúa trong điều kiện đất nhiễm mặn. Ở nghiệm thức đối

chứng nhận được trọng lượng 1.000 hạt cao nhất (24,32 g), nghiệm thức bón $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ với 21, 18 g là cao hơn so với nghiệm thức bón CaSO_4 (20,86 g) và CaO (20,79 g), thấp nhất ở nghiệm thức tưới mặn nhưng không bón Ca^{2+} với trọng lượng 19, 75 g. Tưới nước mặn cho lúa đã làm giảm đáng kể trọng lượng 1.000 hạt so với đối chứng. Song, việc bón Ca giúp gia tăng trọng lượng 1.000 hạt cao hơn so với không bón Ca^{2+} , quan trọng nhất là bón dạng $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ cho lúa. Feagley and Fenn (1998), cho thấy rằng thêm Ca^{2+} hòa tan cho lúa dẫn đến việc gia tăng đến 15% lượng năng lượng của lá cờ được vận chuyển đến các hạt đang vào chác (không có Ca^{2+} chỉ với 5%). Trọng lượng hạt lúa tăng 14% khi Ca^{2+} bổ sung được áp dụng lúc hạt vào chác. Cây lúa có trọng lượng lá giảm dần dần và trọng lượng hạt cao hơn dần ở các mức Ca^{2+} tăng lên.

3.2.5 Năng suất hạt (g/ chậu)

Năng suất hạt bị ảnh hưởng đáng kể bởi độ mặn 10‰ và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% giữa các nghiệm thức. Năng suất cao nhất nhận được từ nghiệm thức đối chứng (4,47 g/ chậu), tiếp theo là nghiệm thức bón $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ thu được 1,92 g/ chậu là cao hơn so với nghiệm thức bón CaSO_4 (1,55 g/ chậu) và CaO (1,32 g/ chậu), năng suất thấp nhất bằng 1,29 g/ chậu là ở nghiệm thức không bón Ca^{2+} . Kết quả thí nghiệm cho thấy việc tưới mặn cho lúa đã làm giảm đáng kể năng suất lúa so với đối chứng (không tưới mặn). Việc bón Ca^{2+} dạng $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ đã duy trì được năng suất cao hơn so với dạng CaSO_4 và CaO .

Sự tích lũy proline được quan sát phổ biến ở hầu hết các giống, tuy nhiên giống kháng mặn tích lũy proline cao hơn và có năng suất cao hơn giống nhiễm dưới điều kiện khủng hoảng mặn. Có một mối quan hệ tích cực giữa sự tích lũy proline và năng suất hạt dưới khủng hoảng mặn. Cây lúa chịu mặn có sự tích lũy proline cao hơn, tỉ lệ K^+/Na^+ cao và sự suy giảm chlorophyll ít hơn so với giống nhiễm mặn (Khan *et al.*, 2009). Wu *et al.* (2003), cho thấy việc tích lũy proline dẫn đến sự tăng tính chống chịu mặn và tăng năng suất lúa có ý nghĩa trong nông nghiệp. Proline sẽ tích lũy nhiều khi cây bị tiếp xúc nhiều với mặn. Sự tích lũy proline là do sự ức chế tổng hợp protein hoặc giảm việc sử dụng proline, tăng tổng hợp proline và giảm sự suy giảm proline (Yoshida *et al.*, 1997). Proline có tiềm năng để sử dụng như yếu tố quyết định tính chịu mặn ở cây lúa. Mức độ cao của proline tích lũy trong mô rễ tương quan một cách chắc chắn với sinh trưởng và Ca^{2+} bổ sung làm gia tăng tích lũy proline (Shah *et al.*, 2003).

Shah *et al.* (2003), cho rằng việc bổ sung Ca^{2+} vào môi trường sinh trưởng giảm đáng kể việc hấp thu Na^+ ở chồi và sự di chuyển chúng tới chồi, giảm khủng hoảng bởi việc gia tăng giới hạn ngưỡng mặn với sự tích lũy proline xảy ra và duy trì sinh trưởng. Khủng hoảng có thể tạo ra sự tích lũy proline để tiềm năng nước của thể nguyên sinh thấp hơn và vượt qua sức hút khử nước từ mạch dẫn ngoại bào và không bào. Mức Ca^{2+} bên ngoài cao có thể gia tăng sự sinh trưởng và sự loại trừ Na^+ của rễ cây tiếp xúc với khủng hoảng mặn (LaHaye and Epstein, 1971), duy trì nồng độ K^+ của chúng (Lauchli, 1990), duy trì tính chọn lọc và tính nguyên vẹn của màng tế bào (Aslam *et al.*, 2000). Bổ sung Ca^{2+} có thể có những ảnh hưởng trên màng nội bào của tế bào rễ đặt vào khủng hoảng mặn và có thể giảm NaCl gây ra sự kiềm hoá không bào trong mô rễ bởi Ca^{2+} ảnh hưởng trên sự đi ra của Na^+ ở màng tế bào (Martinez and Lauchli, 1993).

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Bón calcium bước đầu cho thấy có sự gia tăng sự tích lũy proline trong cây lúa, giúp lúa sinh trưởng tốt hơn dưới điều kiện tưới mặn.

Sử dụng Ca^{2+} dạng CaSO_4 và $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ đã cải thiện được chiều cao cây lúa so với tưới mặn không bón Ca^{2+} . Dạng $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ đã góp phần gia tăng phần trăm hạt chắc, trọng lượng 1.000 hạt và năng suất hạt trong điều kiện tưới mặn cho lúa.

Trong điều kiện tưới tạm thời nước mặn ở nồng độ mặn 10‰ để duy trì sự sống cho cây lúa, có thể sử dụng Ca^{2+} dạng CaSO_4 và $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ để nâng cao khả năng chịu mặn của lúa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akbar, M., T. Yabuno and S. Nakao, 1972. Breeding for Saline-resistant Varieties of Rice: I. Variability for Salt Tolerance among Some Rice Varieties, *Japan. J. Breed.* Vol. 22, No. 5, pp: 277-284.
- Ashraf, M. and M. R. Foolad. 2007. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance, *Environ. Exp. Bot.*, 59.
- Aslam, M., N. Muhammad, R. H. Qureshi, J. Akhtar and Z. Ahmed, 2000. Role of Ca^{2+} in salinity tolerance of rice. Symp. On Integ. Plant Manage. No. 8-10 (1998), Islamabad.
- Bates, L. S., R. P. Waldren and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies, *Plant and Soil*, 39(1): 205-207.
- Feagley, S. E., L. B. Fenn. 1998. Using Soluble Calcium to Stimulate Plant Growth. *Texas Agricultural Extension Service*. The Texas A&M University System.
- Gain, P., M. A. Mannan, P. S. Pal, M. M. Hossain and S. Parvin. 2004. Effect of Salinity on Some Yield Attributes of Rice, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7 (5): 760-762.
- Hare, P. D., W.A. Cress and J. V. Staden. 1998. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell Environ.*, 21 (6): 535-553.
- Hasamuzzaman, M., M. Fujita, M. N. Islam, K. U. Ahamed and K. Nahar. 2009. Performance of four irrigated rice varieties under different levels of salinity stress, *International Journal of Integrative Biology*, Volume 6, No 2, pp 85-90.
- Igarashi, Y., Y. Yoshiba, Y. Sanada, K. Wada, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. Shinozaki. 1997. Characterization of the gene for delta1-pyrroline-5-carboxylate synthetase and correlation between the expression of the gene and salt tolerance in *Oryza sativa* L. *Plant Mol. Biol.* 33: 857-865.
- Igarashi, Y. and Y. Yoshiba. 2000. Improving the salt tolerance of proline-accumulated rice by suppressing Na^+ absorption. *Rice Genetics Newsletter*, Vol. 17, pp 69-71.
- Khan, R.U., A. R. Gurmani, M. S. Khan and A. H. Gurmani. 2007. Effect of variable rates of gypsum application on wheat yield under rice-wheat system, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10 (21): 3865-3869.
- Khan, M. A., M. U. Shirazi, M. A. Khan, S. M. Mujtaba, E. Islam, S. Mumtaz, A. Shereen, R. U. Ansari and M. Y. Ashraf. 2009. Role of proline, k/na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.), *Pak. J. Bot.*, 41(2): 633-638.
- LaHaye, P. A. and E. Epstein. 1971. Calcium and salt tolerance by bean plants. *Physiol. Plant.*, 25: 213-218.
- Lauchli, A. 1990. Calcium, salinity and the plasma membrane. In: R.T. Leonard, P.K. Hepler (Eds.), Calcium in plant growth and development, *American Society of Plant Physiologist*, Rockville, M. D, pp 26-35.

- Martinez, V. and A. Lauchli. 1993. Effect of Ca^{2+} on the salt stress response of barley roots as observed by in vivo ^{31}P -nuclear magnetic resonance and in vitro analysis. *Planta*, 1909: 519-24.
- Pongprayoon, W., S. Cha-um, A. Pichakum and C. Kirdmanee. 2008. Proline profiles in aromatic rice cultivars photoautotrophically grown in responses to salt stress, *International Journal of Botany* 4 (3), pp 276-282.
- Razzaque, M. A., N. M. Talukder, M. S. Islam, A. K. Bhadra and R. K. Dutta. 2009. The Effect of Salinity on Morphological Characteristics of Seven Rice (*Oryza sativa*) Genotypes Differing in Salt Tolerance, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12 (5): 406-412.
- Shah. S. H., S. Tobita and M. Shono. 2001. Supplemental calcium regulates proline accumulation in NaCl-stressed suspension cultures of *oryza sativa* L. at the level of mRNA translation. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4 (6): 707-710.
- Shah. S. H., S. Tobita and Z. A. Swati. 2003. Supplemental calcium enhances growth and elicits proline accumulation in NaCl-stressed rice roots. *Journal of Biological Sciences* 3 (10): 903-914.
- Shereen. A., S. Mumtaz, S. Raza, M. A. Khan and S. Solangi. 2005. Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice lines, *Pak. J. Bot.*, 37(1), pp 131-139.
- Wu. L, Fan. Z, Guo. L, Li. Y, Zhang. W, Qu Li. J and Chen. Z. 2003. Over-expression of an *Arabidopsis* δ -OAT gene enhances salt and drought tolerance in transgenic rice, *Chinese Science Bulletin*, Vol. 48, pp 2594-2600.
- Yoshiba, Y., T. Kiyosue, K. Nakashima. 1997. Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants under water stress, *Plant Cell Physiol.*, 38: 1095-1102.