



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.120

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU MẶN TĂNG DẦN CỦA CỎ THỨC ĂN GIA SÚC LÔNG TÂY (*Brachiaria mutica*), CỎ PASPALUM (*Paspalum atratum*) VÀ CỎ SETARIA (*Setaria sphacelata*) TRONG ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM

Võ Hoàng Việt¹, Phạm Thị Hân¹, Nguyễn Châu Thanh Tùng², Nguyễn Minh Đông² và Ngô Thụy Diễm Trang^{1*}

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Ngô Thụy Diễm Trang (email: ntdtrang@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/07/2019

Ngày nhận bài sửa: 06/08/2019

Ngày duyệt đăng: 15/10/2019

Title:

Study on salt-tolerance capacity of fodder grass species of *Brachiaria mutica*, *Paspalum atratum* and *Setaria sphacelata*

Từ khóa:

Cỏ thức ăn gia súc, diệp lục tố, proline, sinh khối, SPAD, xâm nhập mặn

Keywords:

Biomass, chlorophyll, fodder, proline, saline intrusion, SPAD

ABSTRACT

The study was conducted in the net house to evaluate salt tolerance capacity of Para grass, Paspalum grass and Setaria grass which were grown in hydroponics condition with Hoagland solution. NaCl was added to get five levels of 0, 5, 10, 15 and 20‰, with a weekly increment 5‰ was added into the solution until reached the level of 20‰. The experiment was arranged in a completely randomized design with three replications. The results showed that the NaCl level of 15‰ and 20‰ affected the growth of the three studied species, but did not affect survival rate of Para and Setaria grass. Chlorophyll content (SPAD unit) was increased in Para grass and was remained in African grass, whereas it was reduced in Paspalum grass. Para grass accumulated the highest proline content in leaves tissues. The results indicated that salinity tolerance capacity of Paspalum grass is lower than that of Para grass and African grass; therefore, the later two species were the potential species for fodder production in the coastal area or salt-affected soils in the Mekong Delta.

TÓM TẮT

Đề tài thực hiện trong điều kiện nhà lưới nhằm đánh giá khả năng chịu mặn của cỏ lông tây, cỏ Paspalum và cỏ Setaria trồng bằng phương pháp thủy canh trong dung dịch dinh dưỡng Hoagland. Muối NaCl được bổ sung để có năm mức độ muối 0, 5, 10, 15 và 20‰, nồng độ mặn 5‰ được tăng dần mỗi tuần đến khi đạt mức 20‰. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với ba lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Kết quả cho thấy nồng độ mặn 15 và 20‰ ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng và phát triển của ba loài cây nghiên cứu, nhưng chưa ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của lông tây và cỏ Setaria. Hàm lượng diệp lục tố trong lá (SPAD) của cỏ lông tây có dấu hiệu tăng khi độ mặn tăng, trong khi cỏ Paspalum có dấu hiệu giảm và cỏ Setaria thì không thay đổi khi nồng độ mặn tăng. Trong ba loài cây nghiên cứu, cỏ lông tây tích lũy proline cao nhất. Điều này cho thấy khả năng chịu mặn của cỏ Paspalum kém hơn lông tây và cỏ Setaria, do đó, hai loài cây này có tiềm năng được chọn trồng cho sản xuất cỏ làm thức ăn cho gia súc vùng ven biển hay vùng đất bị nhiễm mặn ở đồng bằng sông Cửu Long.

Trích dẫn: Võ Hoàng Việt, Phạm Thị Hân, Nguyễn Châu Thanh Tùng, Nguyễn Minh Đông và Ngô Thụy Diễm Trang, 2019. Đánh giá khả năng chịu mặn tăng dần của cỏ thức ăn gia súc lông tây (*Brachiaria mutica*), cỏ Paspalum (*Paspalum atratum*) và cỏ Setaria (*Setaria sphacelata*) trong điều kiện thí nghiệm. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu)(1): 124-134.

1 GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những vùng chịu ảnh hưởng lớn của biến đổi khí hậu như nhiệt độ thay đổi, mưa bão thất thường, triều cường và xâm nhập mặn (Lê Thị Phương Mai và *ctv.*, 2015). Dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, ĐBSCL được xác định là một trong những đồng bằng chịu ảnh hưởng nặng nề nhất (IPCC, 2007). Theo Hồ Quang Đức và *ctv.* (2010), diện tích đất bị nhiễm mặn ở ĐBSCL chiếm 36,6% diện tích toàn vùng, khoảng 0,88 triệu hecta, và đứng thứ hai sau đất phù sa. Hiện tượng nước xâm nhập sâu vào trong đất liền gây nên tình trạng thiếu nước ngọt phục vụ tưới tiêu (Nguyễn Văn Bo và *ctv.*, 2016), là một vấn đề nan giải ở vùng ven biển ĐBSCL (Tuan *et al.*, 2007).

Những hạn chế của hoạt động sản xuất nông nghiệp ở vùng bị ảnh hưởng xâm nhập mặn ven biển là sử dụng tài nguyên đất và nước chưa thật sự hiệu quả, trong khi khả năng đa dạng các hoạt động sản xuất các loại rau màu, cây lương thực hay trồng cỏ phục vụ chăn nuôi có nhiều tiềm năng để phát triển (Võ Văn Hà và Vũ Anh Pháp, 2017). Xâm nhập mặn vào sâu trong đất liền khiến cho nhiều diện tích đất canh tác lúa bị thu hẹp, người nông dân có thể trồng cỏ làm thức ăn cho gia súc. Để có thể canh tác tốt và mở rộng diện tích đất sản xuất nông nghiệp ở ĐBSCL, việc sử dụng loài cây cỏ có khả năng chịu mặn là một trong các phương pháp thích hợp nhất và ít tốn kém nhất so với các phương pháp khác như cải tạo đất hoặc làm đê bao ngăn mặn (Lê Hồng Giang và Nguyễn Bảo Toàn, 2014). Trong những năm gần đây, ngành chăn nuôi đã và đang phát triển, trong đó nuôi bò là một trong những nghề sinh sống của một bộ phận người dân vùng ven biển. Ở ĐBSCL, nguồn thức ăn cho bò rất phong phú và đa dạng như cỏ lông tây, cỏ Paspalum, cỏ Setaria, cỏ mồm, cỏ đậu, rau lang, rau muống, ... Một số nghiên cứu trên thế giới minh chứng khả năng chịu mặn của một số loài cỏ và cây lương thực họ hòa thảo như cỏ Kallar (*Leptochloa fusca*), cỏ Para (*Urochloa mutica*), cỏ Paspalum (*Paspalum vaginatum*), cây Kê (*Setaria italica*) phát triển tốt trong đất mặn và với nước lợ (Kafi *et al.*, 2009; Shahba, 2010; Roy and Chakraborty, 2014; Mukhtar *et al.*, 2016). Việc sản xuất cỏ chịu mặn sẽ cung cấp không chỉ nguồn thức ăn giàu protein cho gia súc mà còn giúp tận dụng tốt nhất đất có độ mặn cao ở vùng ven biển ĐBSCL. Những cây này có thể được sử dụng cho vùng đất bị ảnh hưởng bởi muối bằng cách tăng sinh khối cho việc cung cấp năng lượng sinh học hoặc được sử dụng làm thức ăn gia súc (Khan, 2009; Chaoyan *et al.*, 2015; Karakas *et al.*, 2016). Ngoài ra, Nguyễn Thị Hồng Nhân (2018) đã thực hiện một thí nghiệm khảo sát khả năng chịu mặn của cỏ

Paspalum atratum ở các nồng độ mặn 0, 2, 4, 6 và 8%. Kết quả ghi nhận không có sự khác biệt về chiều dài, chiều rộng lá và thành phần hóa học giữa năm nghiệm thức. Nghiệm thức được tưới nước nồng độ muối 8% có các chỉ tiêu về nông học và chlorophyll luôn thấp nhất, trong khi đó hàm lượng nitrate và proline tích lũy cao, đồng thời có sự khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng về chiều cao và sinh khối. Tuy nhiên, những nghiên cứu về khả năng chịu mặn của cỏ lông tây và cỏ Setaria ở ĐBSCL còn hạn chế. Do đó, đề tài này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng chịu mặn của cỏ lông tây, cỏ Paspalum và cỏ Setaria nhằm làm cơ sở cho việc lựa chọn trồng bổ sung các loài cỏ này kết hợp với chăn nuôi gia súc ở vùng ven biển hay đất bị nhiễm mặn là nhu cầu hết sức cần thiết trong bối cảnh xâm nhập mặn hiện nay.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Chuẩn bị phương tiện vật liệu thí nghiệm

Các loài cây sử dụng cho nghiên cứu này là lông tây (*Brachiaria mutica*, còn gọi là cỏ lông Para), cỏ Paspalum (*Paspalum atratum* Swallen), cỏ Setaria (*Setaria sphacelate*, còn gọi là cỏ sữa Setaria) được thu thập tại trại thực nghiệm giống Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Cây được chọn làm thí nghiệm là những cây con, đồng đều về kích cỡ và sinh khối trong cùng loài. Chiều cao các cây chọn để bố trí thí nghiệm khoảng 40÷50 cm. Cây sau khi thu về được rửa sạch bằng nước máy cẩn thận để loại bỏ đất và tạp chất bám dính trước khi trồng vào thùng thí nghiệm. Trước khi tiến hành thí nghiệm, cây được trồng thủy canh (2 cây/thùng) trong vòng 2 tuần trong dung dịch dinh dưỡng Hoagland để cây thích nghi với điều kiện thí nghiệm trước khi bố trí mặn (Wadgaonkar, 2018). Thí nghiệm thực hiện trong điều kiện dung dịch Hoagland được áp dụng rất phổ biến cho các nghiên cứu chọn lọc loài thực vật, cụ thể trong các điều kiện stress dinh dưỡng, độ mặn (Wadgaonkar, 2018).

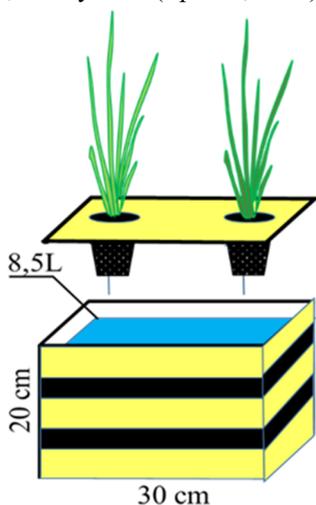
Thùng mút trồng cây (kích thước là 20x30x20 cm) được phủ nilon đen bên ngoài thùng. Nắp thùng mút được đục lỗ có đường kính bằng với đường kính rọ thủy canh (kích thước 6x5x3 cm), được đục 2 lỗ tròn có đường kính 5 cm, để đặt rọ trồng cây (Hình 1).

Điều kiện thí nghiệm là dung dịch Hoagland có đầy đủ sự hiện diện các nguyên tố đa lượng và vi lượng cho nhu cầu của cây (Epstein, 1972). Do đó, thí nghiệm ảnh hưởng mặn được nghiên cứu phổ biến là bổ sung NaCl vào dung dịch Hoagland. Sử dụng muối NaCl (Trung Quốc) có độ tinh khiết ≥

99,5% để tăng độ mặn trong dung dịch trồng cây. Sử dụng KOH 1M và H₂SO₄ 1M để hiệu chỉnh pH dung dịch trồng cây trong khoảng 6,0-6,5 và đo EC trước khi thay nước và sau mỗi tuần thay nước mới.

Dưỡng cây thí nghiệm

Tần suất thay dung dịch dinh dưỡng Hoagland là 1 tuần/lần, để đảm bảo lượng dinh dưỡng cho cây trồng phát triển (Trang *et al.*, 2018). Ở giai đoạn dưỡng cây tuần thứ nhất, dung dịch dinh dưỡng pha theo nồng độ ¼ vào 3 ngày đầu và nồng độ ½ vào 4 ngày sau (Trang *et al.*, 2018). Từ tuần thứ 2 đến khi kết thúc thí nghiệm dung dịch Hoagland nồng độ chuẩn (full strength) được áp dụng cho nghiên cứu. Các nguyên tố đa lượng và vi lượng có nồng độ phù hợp nhu cầu dinh dưỡng cho cây trồng trong điều kiện dung dịch thủy canh (Epstein, 1972).



Hình 1: Thùng nút dùng trồng cây trong thí nghiệm

2.2 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên hai nhân tố với ba lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức (NT), mỗi lần lặp lại là một thùng nút trồng 2 cây/thùng. Nhân tố thứ nhất là loài cây bao gồm ba loài lông tây (*Brachiaria mutica*), cỏ Paspalum (*Paspalum atratum*), cỏ Setaria (*Setaria sphacelata*) và nhân tố thứ hai là độ mặn gồm năm mức nồng độ mặn 0, 5, 10, 15 và 20‰ (tương ứng 0, 86, 172, 258 và 344 mM NaCl). Cây trồng trong điều kiện thủy canh trong thùng nút và thực hiện trong nhà lưới có mái trong che mưa và đảm bảo ánh sáng cho cây phát triển.

Nghiệm thức đối chứng là nghiệm thức trồng trong điều kiện nước dinh dưỡng không thêm NaCl. Mỗi loài thực vật được trồng và đánh giá ảnh hưởng của các mức nồng độ mặn 5, 10, 15, 20‰ lên sinh trưởng và khả năng tạo sinh khối. Muối NaCl được

cân và thêm vào đến khi đạt độ mặn theo nghiệm thức. Bắt đầu thí nghiệm, nồng độ Hoagland sử dụng là nồng độ chuẩn không thêm NaCl cho tất cả các nghiệm thức, sau 7 ngày nâng nồng độ mặn lên 5‰, sau đó tăng mỗi mức 5‰, 7 ngày 1 lần ở các nghiệm thức 10 và 15 và 20‰ đến khi đạt mức nồng độ mặn tương ứng với từng nghiệm thức (Trang *et al.*, 2018). Lượng nước trong mỗi thùng là 8,5 lít, nước dinh dưỡng được thay cùng lúc khi tăng nồng độ muối để đảm bảo điều kiện dinh dưỡng cho cây (Trang *et al.*, 2018). Dung dịch dinh dưỡng sau 1 tuần trồng cây (trước khi thay mới) được đo giá trị EC và pH trực tiếp tại khu thí nghiệm bằng máy cầm tay Milwaukee MW302 (Rumani) và Hanna 8424 (Rumani).

2.3 Chỉ tiêu theo dõi trên cây

Các chỉ tiêu tăng trưởng của cây (chiều cao thân, chiều dài rễ, trọng lượng tươi (cả cây), số chồi) được ghi nhận cho mỗi cây trước khi trồng vào thí nghiệm. Theo dõi sự sinh trưởng, dấu hiệu ngộ độc mặn và sự phát triển của cây mỗi ngày. Sau 5 tuần thí nghiệm, cây được thu hoạch và rửa sạch bằng nước máy, đo các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây (được đo từ phần tiếp giáp gốc thân đến chóp lá cao nhất), chiều dài rễ (được đo từ phần tiếp giáp gốc thân đến chóp rễ dài nhất), số chồi mới, sinh khối tươi (được cân trực tiếp) và sinh khối khô (được cân sai khi sấy ở nhiệt độ 60°C đến khi trọng lượng không đổi) của rễ và thân. Ngoài ra, trước khi thu hoạch lá (thứ 3 từ trên xuống) được đo diệp lục tố bằng phương pháp đo trực tiếp trên lá bằng máy đo diệp lục tố SPAD Konica Minolta (Model SPAD-502 Plus, Tokyo, Nhật). SPAD là giá trị phản ánh nồng độ diệp lục tố trong lá cây (Richardson *et al.*, 2002). Sau đó, các lá ở vị trí thứ 3, 4, 5 được thu để phân tích proline bằng cách ly trích mẫu lá tươi (cân khoảng 0,5 g) bằng C₇H₆O₆S, tạo màu với Ninhydrin và đo trên máy so màu (UV-1800-SHIMADZU) với bước sóng 520 nm (Bates *et al.*, 1973). Cân 0,5 g lá tươi và bỏ vào 10 mL axit sulfosalicylic 3% (C₇H₆O₆S) vào cối đá, nghiền mẫu sau đó chuyển dung dịch nghiền qua ống ly tâm 3000 vòng trong 15 phút để ly trích proline. Sử dụng 2,0 mL Ninhydrin và 2,0 ml glacial acetic acid trong 2,0 mL dung dịch mẫu để tạo màu. Trộn đều mẫu và đặt nắp ống ly tâm, đặt trong tủ úm 1 giờ ở nhiệt độ 100°C. Làm nguội trong nước và phản ứng được trích với 4 mL toluene, lắc 15-20 giây sau đó đọc độ hấp thụ trên máy quang phổ (UV-1800-SHIMADZU, Nhật Bản) ở bước sóng 520 nm (Bates *et al.*, 1973).

2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu các lần lặp lại của từng chỉ tiêu được tổng hợp, tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Sử dụng phần mềm thống kê Statgraphic

Centurion XV (StatPoint, Inc., USA) để phân tích phương sai hai nhân tố (two-way ANOVA) và một nhân tố (one-way ANOVA). So sánh trung bình các nghiệm thức dựa vào kiểm định Tukey ở mức 5%.

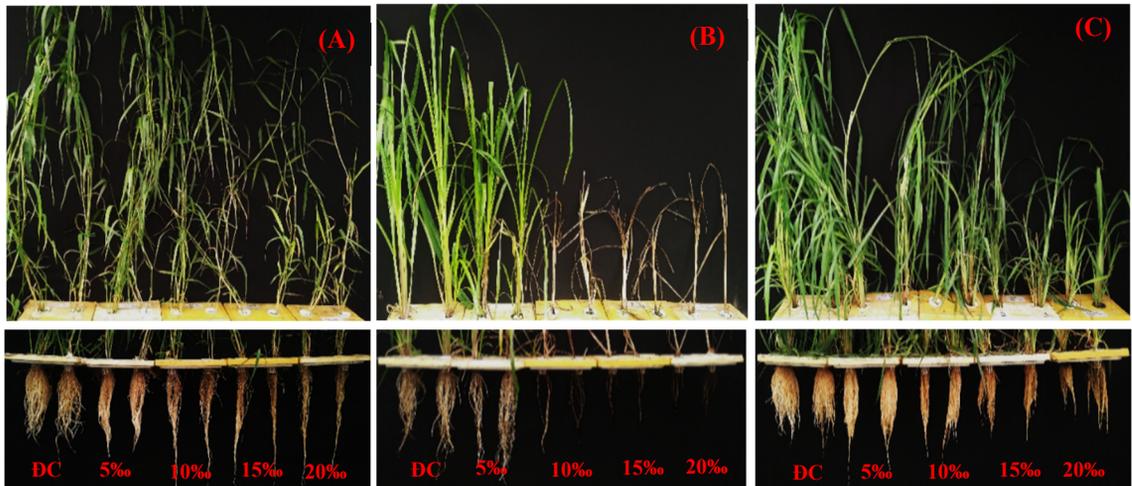
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Biểu hiện của cây dưới ảnh hưởng mặn

Marschner (1995) và Alam *et al.* (2002) cho rằng các dấu hiệu lá bị cháy, vàng héo úa, thối lá và rụng lá liên quan đến độ độc mặn và Clorua. Do đó, dấu hiệu hình thái của phần thân của cây được quan sát ghi nhận suốt thời gian cây tiếp xúc với mặn đến khi kết thúc thí nghiệm. Dấu hiệu hình thái của cây dưới ảnh hưởng của mặn được trình bày trong Hình 2. Kết quả cho thấy ở độ mặn càng cao khả năng sinh trưởng của cây giảm, tuy nhiên, mỗi loài cây có khả năng chịu đựng ngưỡng mặn khác nhau. Trong ba loài cây nghiên cứu, lông tây và cỏ Setaria sinh trưởng tốt nhất ở nghiệm thức đối chứng và ở nghiệm thức mặn 20‰, cây vẫn sinh trưởng bình thường, chưa có dấu hiệu héo lá và hệ rễ các cây có màu trắng và phát triển tốt, nhưng kém hơn nghiệm

thức đối chứng (Hình 2A và 2C). Riêng cỏ Paspalum sinh trưởng tốt ở nghiệm thức đối chứng, nhưng đến mức mặn 10‰ cây bị cháy lá, chóp rễ có màu nâu đen, đến mức độ mặn 15‰ lá héo chết, rễ nâu, kém phát triển dẫn đến phần thân cây héo dần và chết hoàn toàn khi kết thúc thí nghiệm (Hình 2B). Qua biểu hiện hình thái, cỏ Paspalum là loài chịu mặn kém hơn hai loài còn lại (Hình 2).

Chiều dài rễ của cây ở nghiệm thức 5‰ dài hơn rễ của cây cùng một loài trồng ở nghiệm thức 0‰ (không bổ sung NaCl) và được quan sát tương tự ở cả 3 lặp lại cho cả 3 loài cây nghiên cứu (Hình 2). Điều này có thể giải thích nồng độ muối 5‰ chưa đủ cao để gây ngộ độc trên hệ rễ của cây. Nhưng nếu thời gian nhiễm mặn kéo dài hơn, mặn có thể sẽ làm thay đổi cấu trúc và sự phát triển hệ rễ. Do đó, sự kéo dài hệ rễ quan sát được trong thí nghiệm này chỉ là phản ứng thích nghi tạm thời của hệ rễ (Rewald *et al.*, 2013). Hiện tượng kéo dài hệ rễ cũng được ghi nhận ở Bồn Bồn (*Typha orientalis*) và Năn tượng (*Scirpus littoralis*) khi trồng ở mức mặn 5‰ so với đối chứng 0‰ (Trang *et al.*, 2018).



Hình 2: Thân và rễ của cỏ lông tây (A), cỏ Paspalum (B), cỏ sũa Setaria (C) ở các mức nồng độ 0 (ĐC), 5, 10, 15 và 20‰

Ghi chú: ĐC= đối chứng

3.2 Giá trị EC và pH trong môi trường nước dinh dưỡng

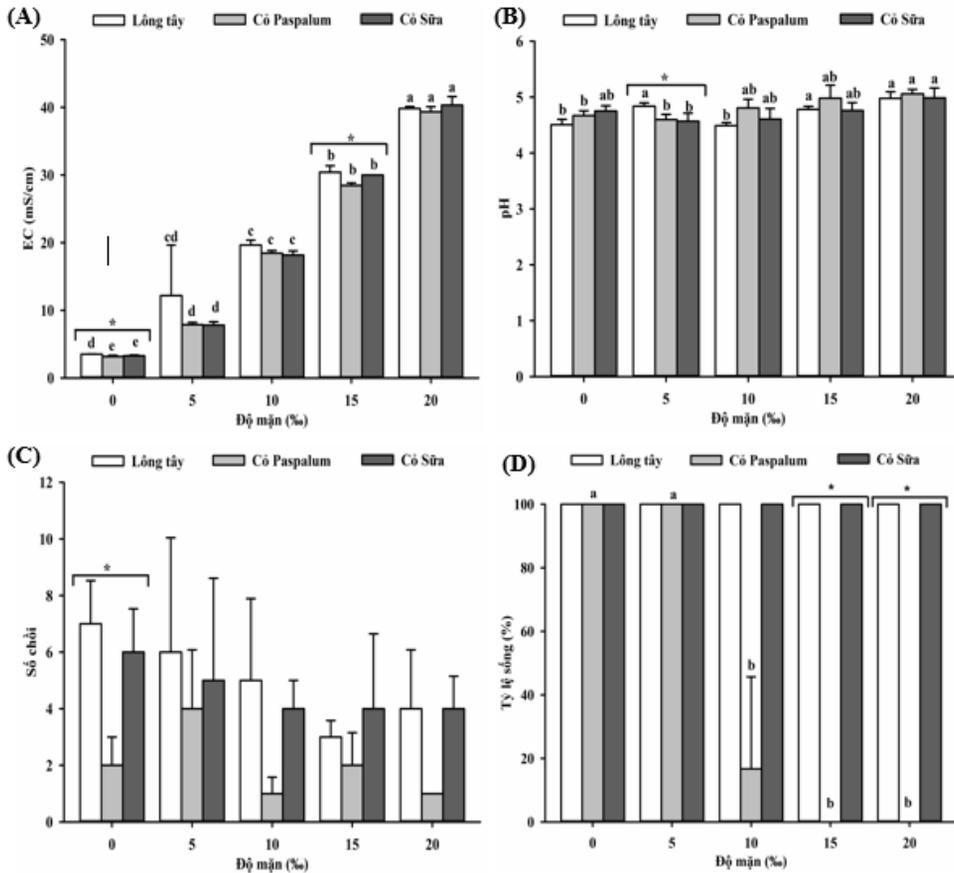
Trong thời gian nghiên cứu, giá trị EC và pH trong nước dinh dưỡng cũng được khảo sát nhằm đánh giá điều kiện môi trường nước có thích hợp cho cây sinh trưởng hay là cây bị ngộ độc chỉ do muối NaCl. Giá trị EC trong nước ngoài phụ thuộc vào độ mặn NaCl hiện diện trong các nghiệm thức, còn thể hiện sự hiện diện của các ion. Giá trị EC ở mức mặn 20‰ cao nhất ($p < 0,05$; Hình 3A), phù hợp với bản chất dung dịch Hoagland và lượng muối NaCl thêm vào cho nghiệm thức độ mặn. Lâm Văn Tân và *ctv.*

(2014) ghi nhận nồng độ EC có tương quan thuận với độ mặn, tức EC trong các nghiệm thức có độ mặn cao thì cao hơn. Do đó, sự hiện diện NaCl là nguyên nhân chính dẫn đến sự ngộ độc làm giảm khả năng sinh trưởng của cây.

Quan trắc pH để xác định môi trường có tính axit hoặc kiềm, không chỉ ảnh hưởng đến khả năng hấp thu dinh dưỡng và tạo ra các yếu tố có hại mà còn đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của cây trồng. Nhìn chung, giá trị pH ở tất cả các nghiệm thức sau mỗi tuần thấp hơn so với pH đầu vào của dung dịch Hoagland là 6,5; điều này cho thấy H^+

tăng trong dung dịch. Ion H^+ đóng một vai trò quan trọng trong cân bằng ion qua các tế bào gốc (trao đổi cân bằng H^+) và trao đổi với môi trường rễ (Raven, 1991). Một nguồn gốc chính của các chất H^+ trong thân rễ có liên quan đến sự hấp thu cation và anion bởi rễ cây (Tang and Rengel, 2002). Chẳng hạn, NH_4^+ có điện tích dương, và do thực vật phải trả ra một proton (H^+) cho mỗi NH_4^+ để vận chuyển NH_4^+

vào rễ, điều này dẫn đến giảm độ pH ở vùng rễ (McNear, 2013). Tuy giá trị pH trong nước sau 1 tuần nghiên cứu giảm và nằm trong khoảng acid (khoảng 4,5-5,0), nhưng vẫn là khoảng thích hợp cho cây cỏ lông Para (hay cỏ lông tây) và các loài cỏ làm thức ăn gia súc khác như cỏ voi (Cook *et al.*, 2005).



Hình 3: Giá trị EC (A), pH (B) trong môi trường dinh dưỡng Hoagland, số chồi mới (C) và tỷ lệ sống (D) của cỏ lông tây, cỏ Paspalum và cỏ sứa Setaria ở các mức nồng độ mặn 0, 5, 10, 15 và 20%

Ghi chú: a,b,c,d,e: giá trị trung bình có kí tự a,b,c,d,e khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức độ mặn trong cùng 1 loài cây dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$); Dấu (*) chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 3 loài cây trong cùng một nồng độ mặn dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$). *: $p < 0,05$.

3.3 Số chồi mới và tỷ lệ sống

Số chồi mới và tỷ lệ sống của 3 loài cây nghiên cứu dưới ảnh hưởng của các mức độ mặn được trình bày trong Hình 3C và 3D. Kết quả thí nghiệm ghi nhận được độ mặn không ảnh hưởng đến số chồi mới của 3 loài cây nghiên cứu ($p > 0,05$; Hình 3C) mà chỉ có sự khác nhau giữa 3 loài cây. Tuy nhiên, chỉ ghi nhận sự khác nhau ở nghiệm thức đối chứng 0‰, cụ thể lông tây và cỏ Setaria có số chồi mới cao hơn cỏ Paspalum ($p < 0,05$; Hình 3C). Nhìn chung, khi tăng nồng độ mặn từ mức 5 đến 20‰ về số học thì số chồi mới giảm so với nghiệm thức đối chứng 0‰

nhưng sự khác biệt này không có ý nghĩa ($p > 0,05$). Trang *et al.* (2018) cũng ghi nhận tương tự là không có sự khác nhau về số chồi mới ở cây Bồn bồn khi tăng mức độ mặn, nhưng khi mức độ mặn từ 5-30‰ thì cây Năn tượng giảm khả năng sinh chồi mới, cụ thể cây trồng ở mức mặn 0-5‰ có số chồi mới cao hơn so với cây trồng ở mức mặn 20-30‰. Tuy nhiên, cây Bồn bồn trong nghiên cứu trên chỉ có tỷ lệ sống 65% khi tăng mức độ mặn lên 20-30‰. Điều đó cho thấy chỉ tiêu số chồi mới không là chỉ thị khả năng chịu mặn của các loài cây trong nghiên cứu này.

Tỷ lệ sống của cỏ lông tây và cỏ Setaria đạt 100% ở tất cả mức độ mặn, trong khi cỏ Paspalum chỉ đạt 16,7%, 0% và 0% khi độ mặn tăng lên tương ứng 10, 15 và 20‰ (Hình 3D và Hình 2A, 2C). Điều đó cho thấy cỏ Paspalum có khả năng chịu mặn kém hơn cỏ lông tây và cỏ Setaria. Nguyễn Thị Kiều Thu (2014) cũng ghi nhận tương tự, cây sống trong điều kiện ngộ độc mặn, cây giảm cường độ quang hợp, lá lão suy và chết sau khoảng một tuần và đa số cây con chết sau một tháng. Đây cũng là cơ sở để chọn đánh giá nghiên cứu trong 4 tuần nhiễm mặn cho nghiên cứu hiện tại.

3.4 Chiều cao thân, chiều dài rễ và sinh khối thân, rễ

3.4.1 Chiều cao thân và chiều dài rễ

Không có sự tương tác ($p > 0,05$; Bảng 1) giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu chiều cao thân, nhưng có sự ảnh hưởng của từng nhân tố lên chỉ tiêu này. Độ mặn ảnh hưởng đáng kể đến chiều cao thân của cả 3 loài cây nghiên cứu ($p < 0,05$; Hình 4A). Lông tây có chiều cao cây cao nhất (216,7 cm) ở nghiệm thức 5‰ và giảm thấp nhất (121,6 cm) ở nghiệm thức 20‰ ($p < 0,05$). Kế đến, chiều cao của cỏ Setaria đạt 139,8 cm ở nghiệm thức đối chứng 0‰ và khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức 15 và 20‰ ($p < 0,05$). Roy and Chakraborty (2017) cũng ghi nhận tương tự, ở nồng độ 11,7‰ đã ảnh hưởng đáng kể đến cỏ Setaria. Riêng cỏ Paspalum có chiều cao thấp nhất trong 3 loài cây nghiên cứu, chiều cao thân Paspalum cũng có xu hướng giảm khi mức độ mặn tăng.

Nhìn chung, khi tăng độ mặn lên 20‰ thì đã có sự ảnh hưởng đáng kể đến chiều cao cây. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Mensah *et al.* (2006)

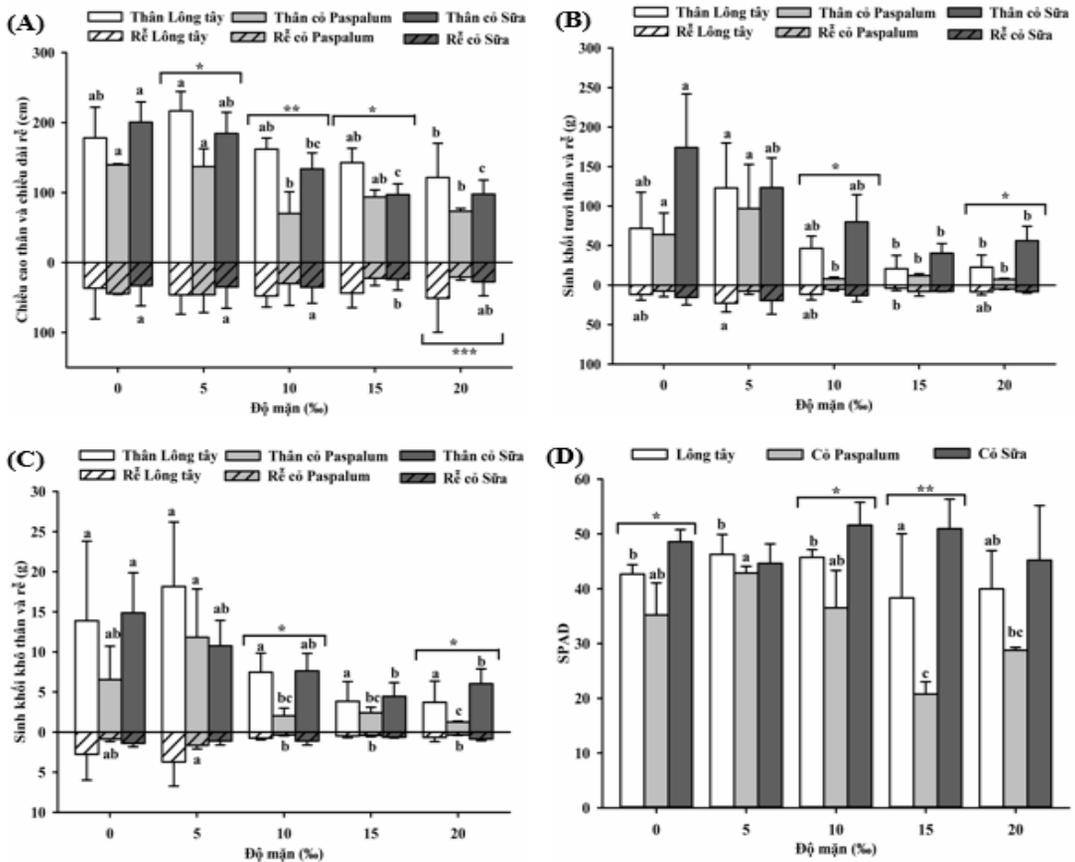
ghi nhận các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao thân chính và khối lượng chất khô tích lũy cũng giảm rõ rệt khi tăng nồng độ mặn. Nghiên cứu khác của Acosta-Motos (2017) cũng cho thấy sự tăng trưởng thân cũng thường bị giảm do nồng độ muối cao, cụ thể cây bị giảm số lá, diện tích lá, chiều cao cây và sinh khối thân. Ngộ độc muối gây ra nhiều ảnh hưởng khác nhau đến sinh lý thực vật như tăng tỷ lệ hô hấp, độc tính ion, thay đổi tăng trưởng thực vật, sự phân bố các khoáng và sự mất ổn định màng do chuyển canxi bằng natri, tính thẩm thấu và giảm tỷ lệ quang hợp (Marschner, 1995; Mansour *et al.*, 2005; Abbasi *et al.*, 2016). Trong đó, áp suất thẩm thấu là nguyên nhân chính dẫn đến sinh trưởng thực vật giảm trong giai đoạn ngộ độc muối trong thời gian đầu, sau đó sự tích lũy Na^+ trong lá và rễ cây. Do đó, tính thẩm của màng tế bào giảm và dòng nước vào cây bị giảm đi rất nhiều (Munns, 2002). Thừa Na^+ và Cl^- còn gây ức chế sự hấp thu K^+ . Vai trò của K^+ góp phần tích cực cho sự phát triển của thực vật trong điều kiện mặn và cần thiết cho quá trình tổng hợp protein, duy trì tế bào trương phồng và kích thích quang hợp và sự thích nghi thực vật đối với stress nước bằng cách điều chỉnh áp suất thẩm thấu (Ashraf, 2004).

Khác với sinh trưởng phần thân, có sự tương tác giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu chiều dài rễ của cây trong thí nghiệm hiện tại ($p < 0,05$; Bảng 1). Có thể do chiều dài rễ của cỏ Setaria không có xu hướng rõ ràng theo mức độ mặn tăng dần (Hình 4A). Cụ thể, chỉ có cây cỏ Setaria trồng ở mức độ mặn 15‰ có chiều dài rễ (24,2 cm) ngắn hơn mức 0-10‰ ($p < 0,05$; Hình 4A) nhưng không có sự khác biệt so với cây trồng ở mức 20‰ ($p > 0,05$; Hình 4A).

Bảng 1: Kết quả phân tích thống kê phương sai hai nhân tố (Two-way ANOVA) (giá trị *F*) giữa 2 nhân tố loài cây và độ mặn cho các chỉ tiêu theo dõi trên cây

Thông số	Nhân tố chính		Tương tác
	Loài cây	Độ mặn	Loài cây x Độ mặn
Chiều cao thân (cm)	20,96 ^{***}	17,91 ^{***}	1,34 ^{ns}
Chiều dài rễ (cm)	13,30 ^{***}	3,10 [*]	2,87 [*]
Sinh khối tươi thân (g)	21,97 ^{***}	18,92 ^{***}	2,11 ^{ns}
Sinh khối tươi rễ (g)	4,30 [*]	2,67 ^{ns}	1,14 ^{ns}
Sinh khối khô thân (g)	11,14 ^{***}	13,45 ^{***}	1,27 ^{ns}
Sinh khối khô rễ (g)	4,82 [*]	9,57 ^{***}	1,36 ^{ns}
Diệp lục tố (SPAD)	30,62 ^{***}	7,44 ^{***}	2,52 [*]
Proline ($\mu\text{mol/g}$ sinh khối tươi)	27,00 ^{***}	52,38 ^{***}	2,97 [*]

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$: Khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%, 1% và 0,1% ns: Không khác biệt có ý nghĩa thống kê



Hình 4: Chiều cao thân, chiều dài rễ (A), sinh khối tươi của thân, rễ (B), sinh khối khô của thân, rễ (C) và hàm lượng diệp lục tố (D) của cỏ lông tây, cỏ Paspalum và cỏ sữa Setaria ở các mức nồng độ mặn 0, 5, 10, 15 và 20%

Ghi chú: a,b,c: giá trị trung bình có kí tự a,b,c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức độ mặn trong cùng 1 loài cây dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$); Dấu (*) chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 3 loài cây trong cùng một nồng độ mặn dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$). *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$

3.4.2 Sinh khối tươi thân và rễ

Không có sự tương tác giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu sinh khối tươi thân ($p > 0,05$; Bảng 1), nhưng có sự tác động của từng nhân tố lên sinh khối tươi thân. Giữa 3 loài cây, cỏ Setaria cho sinh khối tươi thân cao nhất. Nhìn chung, sinh khối tươi thân có xu hướng giảm khi độ mặn tăng nhưng không có xu hướng rõ rệt cho từng loài cây ($p < 0,05$; Hình 4B). Cụ thể, cỏ lông tây trồng ở mức 15 và 20‰ có sinh khối tươi thân thấp hơn cây trồng ở mức 5‰, trong khi cỏ Paspalum có sinh khối tươi thân giảm rõ rệt khi mức độ mặn tăng lên 10-20‰ ($p < 0,05$). Riêng cỏ Setaria ở nghiệm thức đối chứng cho sinh khối tươi thân về mặt số học là cao nhất (174,1 g/cây) và có sự khác biệt so với nghiệm thức 15 và 20‰ ($p < 0,05$; Hình 4B). Trong cùng mức độ mặn 10 và 20‰, cỏ Paspalum có sinh khối thấp nhất. Cây sụt giảm sinh khối phần thân là do sự tích lũy của một lượng lớn muối trong không bào ở lá dẫn đến mất nước, mất khả năng trương phồng và

cúoi cùng dẫn đến tế bào và mô chết (Marschner, 1995). Từ đó, cây sinh trưởng phát triển kém và giảm đi sinh khối tươi của loài do sự thiếu hụt nước và dinh dưỡng. Sự giảm hấp thu nước và làm giảm sinh khối tươi của cây cũng đã được chứng minh bởi Azaizeh *et al.* (1992).

Không có sự tương tác giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu sinh khối tươi rễ ($p > 0,05$; Bảng 1), và chỉ có nhân tố loài cây ảnh hưởng lên sinh khối tươi rễ ($p < 0,05$; Bảng 1). Tương tự, giữa 3 loài cây, cỏ Setaria cho sinh khối tươi rễ cao nhất. Sinh khối tươi rễ của cỏ Paspalum và cỏ Setaria không bị ảnh hưởng bởi nồng độ mặn ($p > 0,05$; Hình 4B), đồng thời không có sự khác về sinh khối tươi giữa 3 loài ở từng mức độ mặn ($p > 0,05$). Tuy nhiên, độ mặn tác động lên sinh khối tươi rễ của cỏ lông tây, cây ở mức 15‰ có sinh khối tươi rễ đạt 3,8 g/cây thấp hơn so với cây ở mức 5‰ (22,9 g/cây) ($p < 0,05$; Hình 4B).

3.4.3 Sinh khối khô thân và rễ

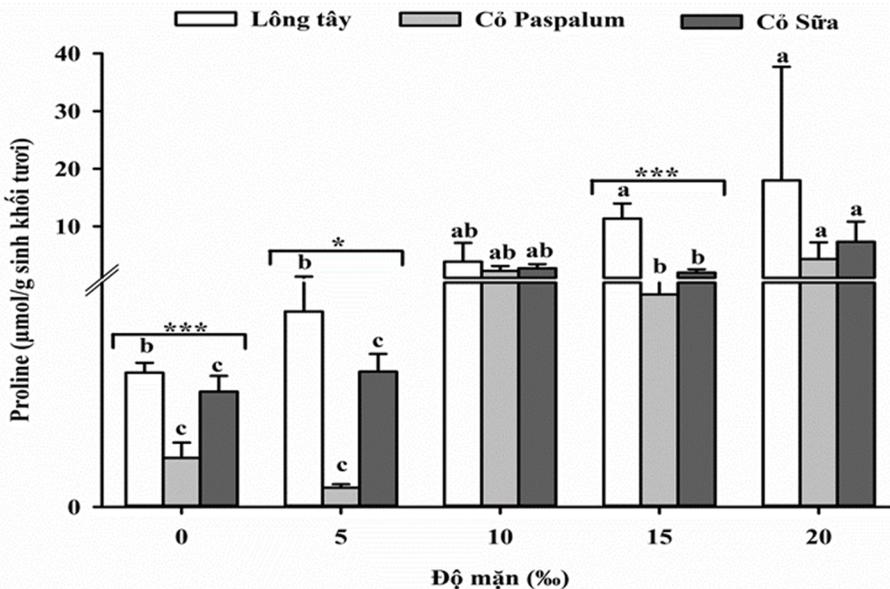
Không có sự tương tác giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu sinh khối khô thân ($p > 0,05$; Bảng 1), nhưng có sự tác động của từng nhân tố lên sinh khối khô thân ($p < 0,05$; Bảng 1). Giữa 3 loài cây, cỏ lông tây và cỏ Setaria cho sinh khối khô thân cao hơn cỏ Paspalum. Sinh khối khô thân của cỏ lông tây không bị ảnh hưởng bởi NaCl ($p > 0,05$), trong khi tác động lên 2 loài cây còn lại với xu hướng sinh khối khô thân giảm khi nồng độ mặn tăng ($p < 0,05$; Hình 4C). Qua đó cho thấy cỏ lông tây có thể chịu được mức độ mặn lên đến 20‰. Sinh khối khô thân của cỏ Paspalum ở mức 5‰ có sinh khối khô thân 11,8 g/cây cao hơn so với cây trồng mức mặn 10, 15 và 20‰. Riêng cỏ Setaria trồng ở nghiệm thức đối chứng có sinh khối khô thân đạt 14,9 g/cây và cây bị giảm sinh khối rõ rệt khi mức độ mặn tăng lên 15-20‰ ($p < 0,05$; Hình 4C). Sự giảm sinh khối khô khi nồng độ NaCl tăng lên cho thấy ảnh hưởng của mặn đến sinh khối thực vật. Điều này hoàn toàn phù hợp với kết quả nghiên cứu trên cây lúa (Nguyễn Thị Thanh Thảo và *ctv.*, 2013) và cây lạc (Vũ Ngọc Thắng và *ctv.*, 2017).

Tương tự sinh khối khô thân, không có sự tương tác giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu sinh khối khô rễ ($p > 0,05$; Bảng 1), nhưng có sự tác động của từng nhân tố lên sinh khối khô rễ ($p < 0,05$; Bảng 1). Giữa 3 loài cây, cỏ lông tây và cỏ Setaria cho sinh khối khô rễ cũng cao hơn cỏ Paspalum. Sinh khối khô rễ của cỏ Paspalum bị ảnh hưởng bởi

độ mặn, cây ở mức 5‰ có sinh khối khô rễ đạt 1,6 g/cây và giảm đi khi tăng nồng độ muối lên 10, 15 và 20‰ ($p < 0,05$; Hình 4C). Sự giảm trọng lượng khô của các mô thực vật phản ánh sự thích ứng với muối của thực vật. Theo Mansour *et al.* (2005), việc giảm trọng lượng khô rễ có thể là cách để thực vật đáp ứng thích nghi với ngộ độc muối. Dưới áp lực muối, giảm tăng trưởng có thể giúp các loài có thể tiết kiệm năng lượng cho việc duy trì sự phát triển.

3.5 Hàm lượng diệp lục tố và proline

Bên cạnh sự suy giảm về sinh trưởng và sinh khối cây dưới ảnh hưởng của độ mặn thì các chỉ tiêu hàm lượng diệp lục tố (SPAD) và proline cũng là những chỉ thị cho phản ứng của cây trong điều kiện bị ngộ độc mặn (Saleh, 2012). Kết quả ghi nhận có sự tương tác giữa hai nhân tố loài cây và độ mặn cho chỉ tiêu hàm lượng diệp lục tố và proline ($p < 0,05$; Bảng 1). Hàm lượng diệp lục tố trong lá của cỏ lông tây có dấu hiệu tăng khi độ mặn tăng, trong khi cỏ Paspalum có dấu hiệu giảm và cỏ Setaria thì không thay đổi khi nồng độ mặn tăng (Hình 4D). Một số nghiên cứu ghi nhận được hàm lượng diệp lục tố (đơn vị SPAD) giảm dưới ảnh hưởng của NaCl và những loài có giá trị SPAD trong lá giảm khi độ mặn tăng là những loài được khẳng định có khả năng chịu mặn kém (Turan *et al.*, 2007; Florina *et al.*, 2013; Alam *et al.*, 2015). Qua đó, cỏ lông tây và cỏ Setaria là hai loài chịu mặn cao hơn cỏ Paspalum.



Hình 5: Hàm lượng proline trong lá của cỏ lông tây, cỏ Paspalum và cỏ sứa Setaria ở các mức nồng độ mặn 0, 5, 10, 15 và 20‰

Ghi chú: a,b: giá trị trung bình có kí tự a,b khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức độ mặn trong cùng 1 loài cây dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$); Dấu (*) chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 3 loài cây trong cùng một nồng độ mặn dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$). *: $p < 0,05$; ***: $p < 0,001$.

Proline là yếu tố xác định khả năng chịu mặn và khả năng thích nghi của thực vật trong điều kiện mặn (Madan *et al.*, 1994), giúp cây 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 (Nguyễn Văn Bo và *ctv.*, 2016). Trong 3 loài cây nghiên cứu, hàm lượng proline trong bộ phận lá non (lá thứ 3, 4 và 5) đều tích lũy cao trong mô lá khi nồng độ mặn NaCl tăng ($p < 0,05$; Hình 5). Kết quả nghiên cứu này phù hợp với ghi nhận của nhiều nghiên cứu trước đó về sự tích lũy proline trong điều kiện mặn (Dix *et al.*, 1986; Chiang and Dandekar, 1995; Turan *et al.*, 2007).

Hàm lượng proline tích lũy cao nhất ở nghiệm thức 20‰ và cao hơn so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$), với nồng độ proline tương ứng là 18,0 $\mu\text{mol/g}$ sinh khối tươi ở cây lông tây, 7,3 $\mu\text{mol/g}$ sinh khối tươi ở cỏ Setaria và 4,4 $\mu\text{mol/g}$ sinh khối tươi ở cỏ Paspalum. Trong cùng mức độ mặn 5 và 15‰, lông tây có hàm lượng proline cao hơn 2 loài còn lại ($p < 0,05$). Tóm lại, kết quả sinh trưởng, sinh khối, và sự tích lũy hàm lượng diệp lục tố và proline trong điều kiện mặn cho thấy cỏ lông tây là loài có khả năng chịu mặn đến mức 20‰ kể đến là cỏ Setaria, trong khi cỏ Paspalum chỉ có thể chịu mặn đến mức 5‰.

4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Cỏ Paspalum có khả năng chịu mặn kém nhất trong 3 loài, tất cả cây chết khi độ mặn tăng lên 15‰. Cỏ Setaria có dấu hiệu ngộ độc muối như cháy lá, héo thân ở nồng độ 15 và 20‰. Riêng cỏ lông tây không bị suy giảm khả năng sinh trưởng, sinh khối khô thân, rễ và hàm lượng diệp lục tố và proline khi độ mặn tăng đến mức 20‰. Qua đó, cỏ lông tây là loài chịu mặn cao nhất trong nghiên cứu hiện tại.

Nghiên cứu tiếp theo cần bổ sung các mức nồng độ mặn cao hơn và thời gian nghiên cứu dài hơn để có đánh giá khả năng chịu mặn tới hạn của cỏ lông tây và cỏ Setaria. Điều kiện thí nghiệm là dung dịch Hoagland có đầy đủ sự hiện diện các nguyên tố, nên đề tài này không đánh giá các thành phần nguyên tố trong cây như Na, Cl, Ca, K, Mg. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo thực hiện trong điều kiện đất nhiễm mặn thì cần đánh giá thêm các thành phần nguyên tố trên để có minh chứng toàn diện hơn khả năng chịu mặn của 2 loài cây này.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án “Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ” VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản (đề tài hành E6-10).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abbasi, H., Jamil, M., HAQ, A., Ali, S., Ahmad, R., Malik, Z., Parveen, 2016. Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: a review. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(2): 229-238. DOI 10.13080/z-a.2016.103.030.
- Acosta-Motos, J.R., Ortuño, M.F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M.J., and Hernandez, J.A., 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(18): 38 p. doi: 10.3390/agronomy7010018.
- Alam, Md. A., A.S., Juraimi, M.Y., Rafii, and Hamid, A.A., 2015. Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of Purslane (*Portulaca oleraces* L.) accessions. *BioMed Research International*. 2015: 105695, 15 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/105695>.
- Alam, S., Imamul H.S.M., Kawai, S., and Islam, A., 2002. Effects of applying calcium salts to coastal saline soils on growth and mineral nutrition of rice varieties. *Journal of Plant Nutrition*. 25(3): 561-576.
- Ashraf, M., 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora*, 199: 361-376.
- Azaizeh, H., Gunse, B., and Steudle, E., 1992. Effects of NaCl and CaCl_2 on water transport across root cells of maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Plant Physiol*. 99: 886-894.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*. 39(1): 205-207.
- Chaoyan, L.V., Zhang, X., and Liu, G., 2015. Variability of *Haloxylon ammodendron* (C.A. MEY) Bunge populations from different habitats. *Pak. J. Bot.* 47(6): 2135-2141.
- Chiang, H.-H., and Dandekar, A.M., 1995. Regulation of proline accumulation in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh during development and in response to desiccation. *Plant, Cell and Environment*. 18:1280-1290.
- Cook, B.G., Pengelly, B.C., Brown, S.D., *et al.*, 2005. Tropical forages. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. Available at <http://www.tropicalforages.info>. Feedipedia - Animal Feed Resources Information System - INRA CIRAD AFZ and FAO © 2012-2017.
- Dix, P.J., 1986. Cell line selection. In *Plant Cell Culture Technology*. Ed. M.M. Yeoman, pp 143-201. Blackwell Scientific Publications, London.
- Epstein, E., 1972. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydney, Toronto. 159 p.
- Florina, F., Giancarla, V., Cerasela, P., and Sofia, P., 2013. The effect of salt stress on chlorophyll

- content in several Romanian tomato varieties. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 17(1): 363- 367.
- Hồ Quang Đức, Nguyễn Văn Đạo, Trương Xuân Cường, Lê Thị Mỹ Hào, Hoàng Trọng Quý, Lương Đức Quốc, Nguyễn Quang Hải và Bùi Tân Yên, 2010. Đất mặn và đất phèn Việt Nam. NXB Nông nghiệp, Hà Nội. 164 trang.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon S. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kafi, M., Zamani, Gh., and Ghorraishi, S.Gh., 2009. Relative salt tolerance of south Khorasan millets. *Desert*. 14: 63-70.
- Karakas, S., Cullu, M.A., Kaya, C., and Dikilitas, M., 2016. Halophytic companion plants improve growth and physiological parameters of tomato plants grown under salinity. *Pak. J. Bot.* 48(1): 21-28.
- Khan, A.G., 2009. Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 18: 355-364.
- Lâm Văn Tân, Võ Thị Hương, Châu Minh Khôi và Đặng Văn Tạng, 2014. Ảnh hưởng của ngập mặn đến diễn biến của natri và khả năng chống thích đạm, lân dễ tiêu trong điều kiện phòng thí nghiệm. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 32b: 33-39.
- Lê Hồng Giang và Nguyễn Bảo Toàn, 2014. Đánh giá khả năng chống chịu mặn của một số giống đậu nành. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 4: 179-188.
- Lê Thị Phương Mai, Võ Nam Sơn, Trần Ngọc Hải và Dương Văn Ni, 2015. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và giải pháp ứng phó trong mô hình tôm sú - lúa luân canh ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 41: 121-133.
- Madan S., Nainawatee, H.S., Jain, S., Jain, R.K., Mailik, M.S., and Chowdhury, J.B., 1994. Leaf position-dependent changes in proline, pyrroline-5-carboxylate reductase activity and water relations under salt-stress in genetically stable salt-tolerant somaclones of *Brassica juncea* L. *Plant Soil*. 163: 151-156
- Mansour, M.M.F., Salama, K.H.A., Ali, F.Z.M., and Abou Hadid, A.F., 2005. Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. Cultivars differing in salt tolerance. *Gen. Appl. Plant Physiol.* 31(1-2): 29-41.
- Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Acad. Pr., San Diego. Kindly. Pp 889.
- McNear Jr., D.H., 2013. The Rhizosphere - Roots, Soil and Everything In Between. *Nature Education Knowledge*. 4(3): 1.
- Mensah, A.Y., Houghton, P.J., Dickson, R.A., Fleischer, T.C., Heinrich, M., and Bremner, P., 2006. In vitro evaluation of effects of two Ghanaian plants relevant to wound healing. *Phytother. Res.* 20(11): 941-944.
- Mukhtar, S., Mirza, M.S., Awan, H.A., Maqbool, A., Mehnaz, S., and Malik, K., 2016. Microbial diversity and metagenomic analysis of the rhizosphere of para grass (*Urochloa mutica*) growing under saline conditions. *Pak. J. Bot.* 48(2): 779-791.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. 25(2): 239-250.
- Nguyễn Thị Hồng Nhân, 2018. Khảo sát khả năng chịu mặn của cỏ *Paspalum atratum* ở các nồng độ muối khác nhau. *Tạp chí khoa học trường Đại học Trà Vinh*. 29: 81-90.
- Nguyễn Thị Kiều Thu, 2014. Khảo sát khả năng chịu mặn của cây Tràm chua *Melaleuca leucadendra* L. Luận văn Thạc sĩ Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh. Tp. Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Thị Thanh Thảo, Trần Thị Xuân Mai, Đỗ Tấn Khang và Trần Nhân Dũng, 2013. Tuyển chọn và tái sinh một số giống lúa có khả năng chịu mặn thích ứng với biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*. 26: 104-111.
- Nguyễn Văn Bo, Kiều Tấn Nhựt, Lê Văn Bé và Ngô Ngọc Hưng, 2016. Ảnh hưởng của các giai đoạn tưới mặn đến sinh trưởng và năng suất của 4 giống lúa trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 4: 54-60.
- Raven, J.A., 1991. Terrestrial rhizophytes and H⁺ currents circulating over at least a millimetre: an obligate relationship? *New Phytol.* 117: 177-185.
- Rewald, B., Shelef, O., Ephrath, J.E., and Rachmilevitch, S., 2013. Adaptive plasticity of salt-stressed root systems. Chapter 6. *In: Ahmad, P., Azooz, M.M. & Prasad, M.N.V. (Eds.). Ecophysiology and responses of plants under salt stress*. Springer, New York, USA. Pp. 169-202. DOI:10.1007/978-1-4614-4747-4-6.
- Richardson, A.D., Duigan, S.P., and Berlyn, G.P., 2002. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*. 153: 185-194.
- Roy, S., and Chakraborty, U., 2017. Screening of salt-tolerance potential of some native forage grasses from the eastern part of Terai-Duar grasslands in India. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 5(3):129-142.
- Roy, S., and Chakraborty, U., 2014. Salt tolerance mechanisms in salt tolerant grasses (STGs) and their prospects in cereal crop improvement. *Botanical Studies*. 55:31

- Saleh, B., 2012. Salt stress alters physiological indicators in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Soil Environ.* 31(2): 113-118.
- Shahba, M.A., 2010. Comparative responses of bermudagrass and seashore paspalum cultivars commonly used in Egypt to combat salinity stress. *J. Hortic. Environ. Biotech.* 51: 383-390.
- Tang, C., and Rengel, Z., 2002. Role of plant cation/anion uptake ratio in soil acidification. *In* Handbook of Soil Acidity. (Ed.) Z Rengel. Marcel Dekker, New York, USA.
- Trang, N.T.D., V.C., Linh, N.H.M., Huu, N.C.T., Tung, N.X., Loc and Brix, H., 2018. Screening salt-tolerant plants for phytoremediation: effect of salinity on growth and mineral nutrient composition. *Vietnam Journal of Science and Technology.* 56 (2C): 9-15.
- Tuan, L.A., Hoanh, C.T., Miller, F., and Sinh B.T., 2007. Flood and salinity management in the Mekong Delta, Vietnam. *In*: Be, T. T.; Sinh, B. T.; Miller, F. (Eds.). Challenges to sustainable development in the Mekong Delta: regional and national policy issues and research needs: Literature Analysis. Bangkok, Thailand: The Sustainable Mekong Research Network. 15-68.
- Turan, M.L., Katkat, V., and Taban, S., 2007. Variations in proline, chlorophyll and mineral elements contents of wheat plants grown under salinity stress. *J. of Agronomy.* 6(1): 137-141.
- Võ Văn Hà và Vũ Anh Pháp, 2017. Sự đa dạng sử dụng đất trên bờ bao hệ thống luân canh tôm-lúa vùng nước lợ: Nghiên cứu trường hợp tại tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ.* 53b: 112-122.
- Vũ Ngọc Thắng, Nguyễn Ngọc Lâm, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Ngọc Quát và Lê Thị Tuyết Châm, 2017. Ảnh hưởng của mặn đến khả năng nảy mầm, sinh trưởng và năng suất của hai giống lạc L14 và L27. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ.* 53: 123-133.
- Wadgaonkar, S.L., 2018. Chapter 5. Phytoremediation of seleniferous soil leachate using the aquatic plants *Lemna minor* and *Egeria densa*. *In*: Novel bioremediation processes for treatment of seleniferous soils and sediment. CRC Press/Balkema, the Netherlands. ISBN: 978-1-138-38480-4. Page 104.