

ẢNH HƯỞNG CỦA MẶN VÀ NẤM RỄ ĐẾN CẤU TRÚC GIẢI PHẪU CỦA CÂY THỔ SÂM CAO LY (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) TẠI GIA LÂM, HÀ NỘI

Nguyễn Phương Mai¹, Đinh Thái Hoàng¹, Đoàn Thị Thanh Nhân²,
Ninh Thị Phíp¹, Phạm Thị Huyền Trang¹, Phùng Thị Thu Hà¹, Nguyễn Thị Thanh Hải^{1*}

¹Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam
²Hội Sinh học Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ntthai@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 15.12.2021

Ngày chấp nhận đăng: 22.05.2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá sự thay đổi cấu trúc giải phẫu của cây Thổ sâm cao ly trong điều kiện mặn và vai trò của nấm rễ cộng sinh (AMF) trong việc giảm tác hại của mặn trên cây Thổ sâm cao ly. Thí nghiệm được thực hiện trong nhà lưới tại Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Thí nghiệm được thiết kế với 6 công thức (CT1: đối chứng tưới nước; CT2: tưới nước + 4g AMF; CT3: tưới 0,2% NaCl; CT4: tưới 0,4% NaCl; CT5: tưới 0,2% NaCl + 4g AMF, CT6: tưới 0,4% NaCl + 4g AMF) bố trí theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra: Stress mặn đã làm thay đổi cấu trúc giải phẫu rễ, thân, lá của cây Thổ sâm cao ly. Tưới NaCl từ 0,2-0,4%, đã làm giảm kích thước các chỉ tiêu theo dõi, từ đó làm giảm khả năng hút, vận chuyển nước và muối khoáng trong cây. Ở mức mặn nhẹ (tưới NaCl 0,2%) cây Thổ sâm có những biến đổi về cấu tạo giải phẫu để thích nghi như: giảm mật độ khí khổng, tăng độ dày gân lá và đường kính trụ thân. Bên cạnh đó, những biến đổi về mặt giải phẫu khi được bón bổ sung nấm rễ AMF giúp cây trao đổi nước thuận lợi trong điều kiện thường và giảm thiệt hại của mặn trên cây Thổ sâm cao ly.

Từ khoá: Thổ sâm cao ly, *Talinum paniculatum*, mặn, AMF, cấu trúc giải phẫu.

Effect of Salt and Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) on Anatomical Structures of *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the changes in the anatomical structure of *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. under saline condition, and the role of the arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) in reducing the harmful effects of salinity on *T. paniculatum*. Experiments were carried out in a greenhouse in a completely randomized design with 6 irrigation treatments (water (control); 4g AMF; 0.2% NaCl; 0.4% NaCl; 0.2% NaCl + 4g AMF, 0.4% NaCl + 4g AMF). The result showed that salt stress has changed the anatomical structure of the stem, leaves, and roots of *T. paniculatum*. Irrigation with 0.2-0.4% NaCl solution reduced the size of all observation parameters, thereby reducing the absorption and transport of water and minerals in the plant. At a mild salinity level (0.2% NaCl irrigation), there were changes in anatomical structures such as decrease in density and size of stomata, increase in midrib thickness and stem diameter for plant adaptation. In addition, the anatomical changes with AMF addition help the plants exchange water favorably under normal condition and reduce the damage of salinity to the *T. paniculatum*.

Keywords: *Talinum paniculatum*, salt stress, AMF, anatomical characteristics.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thổ sâm cao ly *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. là cây thuốc có giá trị dược liệu

cao, trong cây có chứa nhiều thành phần các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học như saponin, tannin, flavonoid (0,897 mg/g lá tươi), triterpenes, phytosterol, 3-O-β-D-glucosyl-β-

Ảnh hưởng của mặn và nấm rễ đến cấu trúc giải phẫu của cây Thổ sâm cao ly (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) tại Gia Lâm, Hà Nội

sitosterol, β -sitosterol và một số chất khác (Vũ Thị Như Trang & Chu Hoàng Mậu, 2017; Manuhara & cs., 2012; Ramos & cs., 2010), có thể sử dụng toàn cây, làm rau ăn, làm thực phẩm bảo vệ sức khỏe. Hiện ở Việt Nam, cây này còn chưa được nghiên cứu và phát triển ở quy mô lớn. Trên thực tế, độ dẫn của dung dịch đất phải lớn hơn 4 dS/m mới được coi là đất mặn và mới gây ảnh hưởng tiêu cực đến đa số cây trồng (Richard, 1954). Theo nghiên cứu của Assaha & cs. (2016) cho thấy cây Thổ sâm cao ly chỉ bị stress mặn khi xử lý muối ở nồng độ trên 100 mm/l (EC = 5 dS/m). Kết quả đã cho thấy, mặc dù cây sống sót ở các công thức xử lý mặn từ 100-300 mm/l nhưng sinh trưởng rất kém. Từ đó cho thấy cây Thổ sâm cao ly không thuộc nhóm chịu mặn cao. Vì vậy, nghiên cứu thúc đẩy khả năng chịu mặn cho cây Thổ sâm cao ly nhằm phát triển sản xuất ở khu vực đất nhiễm mặn có ý nghĩa thực tiễn rất quan trọng.

Trong các biện pháp nâng cao khả năng chịu mặn cho cây trồng, vai trò của nấm rễ cộng sinh (AMF) được biết đến với khả năng hỗ trợ cây trồng trong việc giảm thiểu tác hại của mặn: tăng khả năng hấp thụ dinh dưỡng, cải thiện sự hấp thụ nước và duy trì cân bằng thế thẩm thấu, tạo ra hệ thống chống oxy hóa để ngăn ngừa thiệt hại do các gốc tự do gây ra, bảo vệ bộ máy quang hợp và tăng cường hiệu suất quang hợp, điều chỉnh nồng độ phytohormone (Evelin & cs., 2009; Ruiz-Lozano & cs., 2012; Augé & cs., 2014; Khallouifi & cs., 2017). Tuy nhiên, sự thay đổi về cấu trúc giải phẫu để thích nghi với điều kiện mặn khi được bổ sung AMF vẫn chưa được nghiên cứu trên cây Thổ sâm cao ly. Nghiên cứu này nhằm mục đích cung cấp những dẫn liệu khoa học về đặc điểm giải phẫu trong điều kiện bình thường và điều kiện mặn có bổ sung AMF, làm cơ sở cho việc chọn tạo giống Thổ sâm chịu mặn cũng như làm rõ hơn vai trò của AMF với cây Thổ sâm trong điều kiện mặn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Cây Thổ sâm cao ly *Talinum paniculatum*

(Jacq.) Gaertn. được lưu giữ và nhân giống bằng hạt tại Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Cây con sau gieo 1 tháng được sử dụng cho thí nghiệm khi có 2-3 lá thật, cao 7-10cm, đường kính thân 0,2cm.

AMF (*Arbuscular mycorrhizal fungi*) do Viện Thổ nhưỡng Nông hoá sản xuất, thành phần gồm: Độ ẩm < 15%; mật độ bào tử > 100 bào tử nấm *Mycorrhizal*g chế phẩm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 6 công thức: (CT1) tưới nước duy trì độ ẩm 70%, (CT2) tưới nước + 4g AMF, (CT3) tưới NaCl 0,2%, (CT4) tưới NaCl 0,4%, (CT5) tưới NaCl 0,2% + 4g AMF, (CT6) tưới NaCl 0,4% + 4g AMF, được bố trí theo khối ngẫu nhiên hoàn toàn trong thời gian từ 7/2021-10/2021 tại nhà lưới số 9, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Mỗi công thức thí nghiệm gồm 30 cây được trồng trong chậu, kích thước chậu 30 × 40cm. AMF được trộn vào giá thể trong chậu trước khi trồng. Xử lý mặn sau trồng 40 ngày, tưới đều 250 ml/cây lượng nước và dung dịch NaCl ở tất cả các công thức. Sau khi gây mặn 30 ngày, lấy mẫu theo dõi các chỉ tiêu giải phẫu ở rễ, thân, lá được thực hiện theo phương pháp cải tiến của Trần Công Khánh (1981) và Nguyễn Nghĩa Thìn (2007).

Mẫu thân, rễ tươi được cố định trong cồn 70°. Sau đó rửa bằng nước, rồi cắt thành các lát cắt vuông góc qua thân hoặc rễ, mỏng từ 1 đến 2 lớp tế bào bằng dao lam. Sau khi cắt xong, các lát cắt có độ mỏng thích hợp được tẩy trong nước javel cho đến khi loại hết các tạp chất trong mô và rửa sạch bằng nước sau đó được nhuộm nhanh trong dung dịch Toluidine blue 0,05% trong 30 giây. Sau đó, mẫu được rửa ba lần bằng nước rồi bảo quản trong glycerin. Làm tiêu bản giọt ép, quan sát các lát cắt và đo, đếm các chỉ tiêu giải phẫu sử dụng kính hiển vi với thị kính có gắn trục vi. Chụp ảnh bằng máy ảnh Sony DSC-HX7V.

Biểu bì bóc trực tiếp từ lá tươi được làm tiêu bản, quan sát và chụp ảnh giống như mô tả phía trên.

2.3. Chỉ tiêu theo dõi

Biểu bì lá:

+ Đếm số lượng khí khổng trên 30 trường kính ngẫu nhiên của mỗi công thức thí nghiệm ở vật kính 40x, sau đó quy đổi mật độ theo công thức:

Mật độ khí khổng (khí khổng/mm²) = Số lượng khí khổng trên một trường kính/ diện tích trường kính (mm²)

Diện tích trường kính ở vật kính 40x = 0,173mm²

+ Kích thước khí khổng (μm): đo chiều dài và chiều rộng khí khổng

Rễ: Đường kính rễ (μm), độ dày lớp bần (μm), độ dày nhu mô vỏ (μm), đường kính trụ (μm)

Thân: đường kính thân (μm), độ dày mô dày (μm), độ dày nhu mô vỏ (μm), đường kính trụ (μm), số lượng bó dẫn trong thân (bó)

Lá: độ dày gân lá (μm), độ dày phiến lá (μm), độ dày mô giậu (μm), độ dày mô xốp (μm), kích thước bó dẫn gân chính (μm), độ dày biểu bì (μm).

2.4. Xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) một nhân tố, các giá trị trung bình của các công thức thí nghiệm được so sánh dựa trên LSD test ở độ tin cậy 95% bằng phần mềm Statistix 10.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến đặc điểm khí khổng của Thổ sâm cao ly

Mật độ và diện tích khí khổng có vai trò quan trọng trong quá trình chống mặn của cây (Mohamed & cs., 2020), chúng là những chỉ tiêu quan trọng có liên quan chặt chẽ với sự thoát hơi nước qua lá (Hameed & cs., 2009). Nghiên cứu mật độ khí khổng trên cây Thổ sâm cho thấy, khí khổng phân bố trên cả hai mặt lá nhưng tập trung chủ yếu ở mặt dưới của lá. Đây là đặc điểm thuận lợi giúp cây hạn chế được sự thoát hơi nước trong điều kiện thiếu nước. Mật độ khí khổng ở biểu bì dưới biến động từ 130,69

± 15,19 (CT3) - 176,95 ± 20,22 khí khổng/mm² (CT5). Trong điều kiện không tưới muối, mật độ khí khổng tại công thức bón bổ sung AMF có sự sai khác với công thức không bón bổ sung ở mức ý nghĩa 0,05; tương ứng 138,02 ± 15,85 khí khổng/mm² (CT2) và 146,50 ± 12,99 khí khổng/mm² (CT1). Cây trồng thích nghi trong điều kiện mặn có xu hướng giảm số lượng khí khổng để hạn chế sự thoát hơi nước. Trong cùng một mức mặn, bón bổ sung AMF đều làm tăng mật độ khí khổng. Đặc điểm này cho thấy AMF có khả năng làm giảm tác hại của mặn trên cây Thổ sâm.

Sự đóng mở khí khổng có vai trò quan trọng với sự giữ nước của cây cũng như hoạt động quang hợp. Dưới tác động của mặn, khí khổng đóng lại làm giảm nồng độ CO₂ trong tế bào là những nguyên nhân chính gây suy giảm khả năng quang hợp. Sự sụt giảm này dẫn đến giảm lượng carbohydrate và nồng độ protein. Căng thẳng do muối cũng ảnh hưởng đến các thành phần quang hợp khác như hiệu quả của RuBisCO để cố định carbon và các enzyme liên quan đến diệp lục và sinh tổng hợp carotenoid (Chaves & cs., 2009). Tỷ lệ dài/rộng tế bào khí khổng là một chỉ tiêu quan trọng quyết định đến độ đóng mở của lỗ khí. Qua theo dõi kích thước khí khổng tại bảng 1 chúng tôi nhận thấy, ở các công thức tưới muối (CT3, CT4) tỷ lệ dài/rộng của tế bào khí khổng ở cả hai bề mặt lá đều cao hơn so với CT1 (đ/c) tỷ lệ thuận với nồng độ muối tưới. Để giúp cây giữ nước tốt hơn trong điều kiện mặn thì cần tỷ lệ này nhỏ, lỗ khí mở nhỏ. Do đó, khi bón bổ sung AMF trong công thức tưới muối (CT5, CT6) đã làm giảm tỷ lệ này, từ đó nâng cao khả năng chịu mặn của cây Thổ sâm.

3.2. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến cấu tạo giải phẫu lá của Thổ sâm cao ly

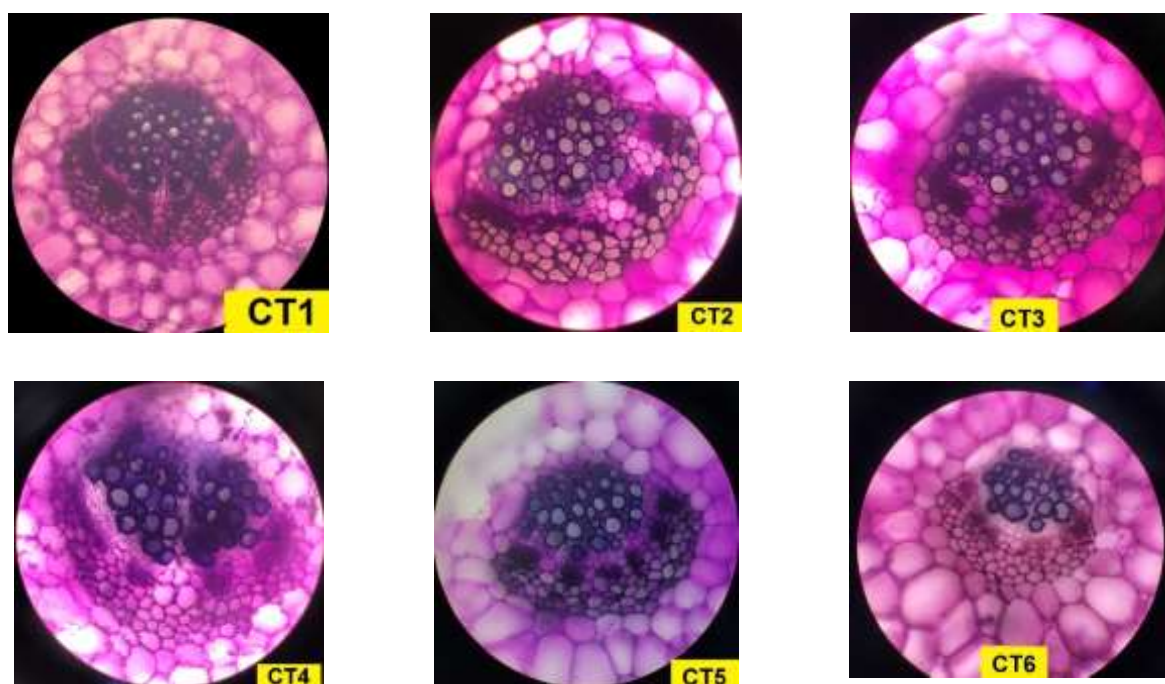
Đối với cây Thổ sâm cao ly, cấu tạo giải phẫu lá có sự thay đổi khi được bón bổ sung chế phẩm nấm rễ. Tại CT2, các chỉ tiêu theo dõi đều tăng so với CT1 (tưới nước) ngoài trừ độ dày của biểu bì. Sự thay đổi đó giúp cây nâng cao khả năng quang hợp, khả năng dẫn truyền và vận chuyển các chất, thể hiện khả năng sinh trưởng của cây tốt hơn so với đối chứng.

Ảnh hưởng của mặn và nấm rễ đến cấu trúc giải phẫu của cây Thổ sâm cao ly (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) tại Gia Lâm, Hà Nội

Bảng 1. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến số lượng và kích thước khí khổng của cây Thổ sâm cao ly

Công thức	Mật độ khí khổng (khí khổng/mm ²)		Kích thước tế bào khí khổng (μm)			
	Biểu bì trên	Biểu bì dưới	Biểu bì trên		Biểu bì dưới	
			Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng
CT1	75,95 ^{ab} ± 8,14	146,50 ^{bc} ± 12,99	22,39 ^a ± 2,27	12,82 ^a ± 1,88	23,25 ^{ab} ± 2,05	11,20 ^{ab} ± 1,84
CT2	71,32 ^{abc} ± 7,77	138,02 ^c ± 15,85	23,59 ^a ± 1,73	12,99 ^a ± 1,74	23,76 ^a ± 2,27	12,05 ^a ± 2,41
CT3	60,91 ^c ± 7,66 ^c	130,69 ^c ± 15,19	21,54 ^a ± 1,89	10,00 ^b ± 1,30	21,20 ^{ab} ± 1,80	7,86 ^{ab} ± 2,05
CT4	77,10 ^{ab} ± 8,29	158,06 ^{abc} ± 17,58	21,37 ^a ± 1,86	9,15 ^b ± 1,52	20,34 ^b ± 2,05	7,26 ^b ± 1,43
CT5	67,47 ^{bc} ± 7,87	176,95 ^a ± 20,22	21,71 ^a ± 1,32	11,03 ^{ab} ± 0,81	22,74 ^{ab} ± 1,64	8,12 ^{ab} ± 0,7
CT6	83,66 ^a ± 8,47	169,63 ^{ab} ± 19,99	21,54 ^a ± 1,62	10,43 ^{ab} ± 1,44	22,05 ^{ab} ± 1,62	7,95 ^{ab} ± 1,47

Ghi chú: CT1: Tưới nước duy trì độ ẩm 70%, CT2: Tưới nước + 4g AMF, CT3: Tưới NaCl 0,2%, CT4: Tưới NaCl 0,4%, CT5: Tưới NaCl 0,2% + 4g AMF, CT6: Tưới NaCl 0,4% + 4g AMF. Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ số thể hiện sự sai khác không có ý nghĩa và ngược lại theo tiêu chuẩn LSD ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.



Hình 1. Bó mạch gân chính trong cấu tạo giải phẫu lá Thổ sâm cao ly ở các công thức (x100)

Lá cơ quan thực vật phản ứng nhanh nhất với các áp lực môi trường khác nhau (Ahmad & cs., 2016). Trong đó, độ dày lá và độ dày biểu bì là những chỉ tiêu quan trọng có liên quan đến sự thoát hơi nước của lá cây (Cuni & cs., 2013). Để làm giảm sự thoát hơi nước qua lá và tăng khả năng giữ nước, lá cây cần có phiến lá và biểu bì dày (Liu, 2005). Đối với thực vật chịu mặn, tăng độ dày biểu bì không chỉ cải thiện hiệu quả sử dụng nước (WUE) của cây trồng mà còn cung cấp

thêm không gian cho sự hấp thụ Na⁺ trong biểu bì lá (Shabala & cs., 2012). Kết quả nghiên cứu ở bảng 2 cho thấy, tại công thức tưới muối (CT3, CT4) các đặc điểm giải phẫu lá như độ dày gân lá, độ dày phiến lá, độ dày biểu bì, độ dày mô giậu và mô xốp đều giảm so với CT1 (tưới nước). Mức độ suy giảm có xu hướng tăng khi tăng nồng độ muối tưới từ 0,2% (CT3) lên 0,4% (CT4). Điều này cho thấy khả năng sinh trưởng, phát triển của cây Thổ sâm cao ly bị giảm trong điều kiện mặn.

Bảng 2. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến cấu tạo giải phẫu lá Thổ sâm cao ly (μm)

Công thức	Độ dày gân lá	Độ dày phiến lá	Độ dày mô giậu	Độ dày mô xốp	Kích thước bó gỗ		Kích thước bó libe		Độ dày biểu bì	
					Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều rộng	Biểu bì trên	Biểu bì dưới
CT1	1017,50 ^b ± 45,72	600,00 ^c ± 25,82	289,00 ^{bc} ± 21,83	233,00 ^b ± 13,37	233,00 ^b ± 17,67	163,00 ^b ± 13,37	350,00 ^b ± 13,33	94,00 ^b ± 3,99	44,00 ^a ± 5,16	36,00 ^a ± 5,16
CT2	1137,50 ^a ± 51,71	655,00 ^a ± 18,41	318,00 ^a ± 18,74	255,00 ^a ± 13,54	237,00 ^{ab} ± 9,49	197,00 ^a ± 17,03	369,00 ^{ab} ± 16,63	95,00 ^b ± 7,07	45,00 ^a ± 5,27	36,00 ^a ± 5,16
CT3	1135,00 ^a ± 45,95	582,00 ^d ± 23,94	282,00 ^c ± 13,17	223,00 ^c ± 22,14	241,00 ^{ab} ± 11,97	194,00 ^a ± 13,5	367,00 ^{ab} ± 30,93	101,00 ^a ± 7,38	43,00 ^a ± 4,83	34,00 ^a ± 5,16
CT4	980,00 ^d ± 46,84	479,00 ^e ± 32,59	232,00 ^d ± 24,40	169,00 ^d ± 15,95	252,00 ^a ± 19,32	197,00 ^a ± 8,23	387,00 ^a ± 18,89	103,00 ^a ± 13,37	43,00 ^a ± 4,83	32,00 ^a ± 4,22
CT5	1002,50 ^c ± 36,23	613,00 ^{bc} ± 9,49	284,00 ^c ± 5,16	256,00 ^a ± 13,50	204,00 ^c ± 18,97	147,00 ^c ± 11,60	328,00 ^c ± 21,50	87,00 ^c ± 4,83	43,00 ^a ± 4,83	34,00 ^a ± 5,16
CT6	995,00 ^c ± 38,73	626,00 ^b ± 16,47	300,00 ^b ± 11,55	255,00 ^a ± 18,41	198,00 ^c ± 34,25	141,00 ^c ± 32,81	313,00 ^c ± 40,29	90,00 ^{bc} ± 8,16	42,00 ^a ± 4,22	33,00 ^a ± 4,83

Ghi chú: CT1: Tưới nước duy trì độ ẩm 70%, CT2: Tưới nước + 4g AMF, CT3: Tưới NaCl 0,2%, CT4: Tưới NaCl 0,4%, CT5: Tưới NaCl 0,2% + 4g AMF, CT6: Tưới NaCl 0,4% + 4g AMF. Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ số thể hiện sự sai khác không có ý nghĩa và ngược lại theo tiêu chuẩn LSD ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

Bảng 3. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến giải phẫu rễ chính của cây Thổ sâm cao ly (μm)

Công thức	Đường kính rễ	Độ dày lớp bản	Độ dày nhu mô	Đường kính trụ	Đường kính trụ/ đường kính rễ
CT1	10972,00 ^b ± 156,69	88,00 ^b ± 7,89	989,00 ^b ± 26,01	8818,00 ^b ± 129,77	0,80
CT2	15022,00 ^a ± 201,21	112,00 ^a ± 6,32	1128,00 ^a ± 70,05	12542,00 ^a ± 45,21	0,83
CT3	8440,00 ^e ± 97,52	67,00 ^e ± 4,83	835,00 ^d ± 22,24	6636,00 ^d ± 111,08	0,79
CT4	6988,00 ^f ± 181,89	65,00 ^e ± 5,27	708,00 ^e ± 26,58	5442,00 ^e ± 203,40	0,78
CT5	10878,00 ^c ± 91,14	85,00 ^c ± 7,07	968,00 ^b ± 22,51	8772,00 ^b ± 75,54	0,81
CT6	10026,00 ^d ± 198	76,00 ^d ± 6,99	898,00 ^c ± 26,16	8078,00 ^c ± 218,37	0,81

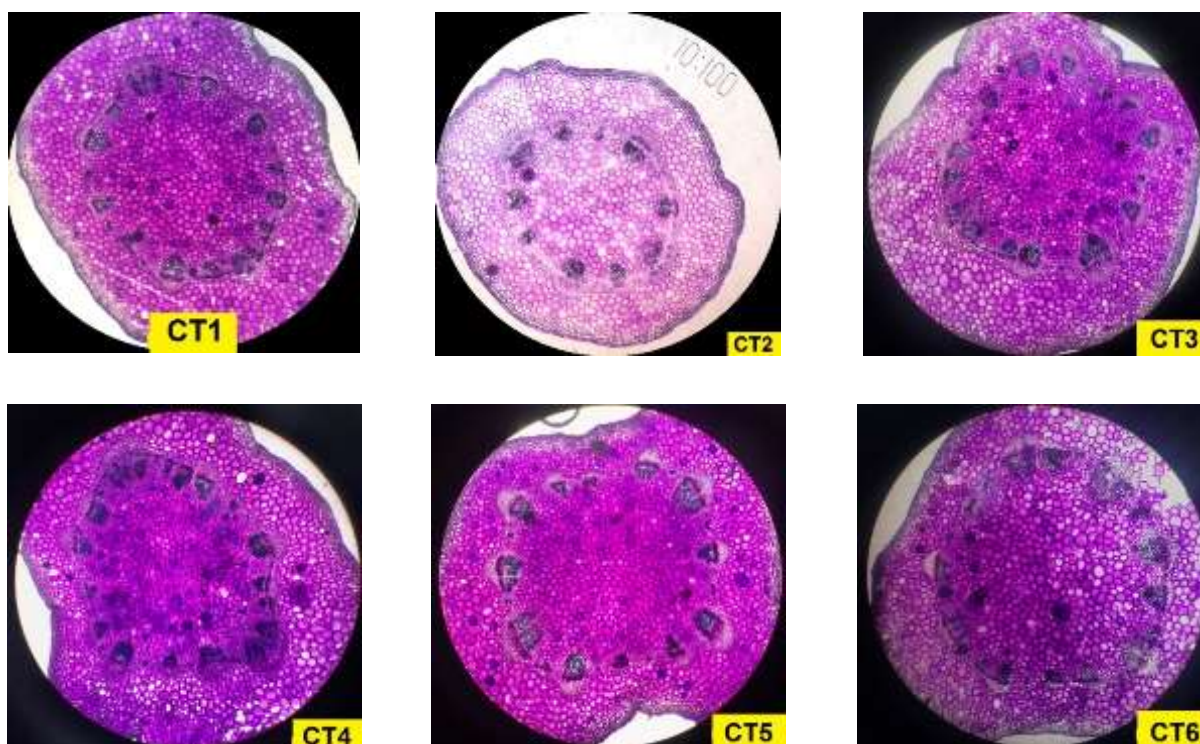
Ghi chú: CT1: Tưới nước duy trì độ ẩm 70%, CT2: Tưới nước + 4g AMF, CT3: Tưới NaCl 0,2%, CT4: Tưới NaCl 0,4%, CT5: Tưới NaCl 0,2% + 4g AMF, CT6: Tưới NaCl 0,4% + 4g AMF

Ảnh hưởng của mặn và nấm rễ đến cấu trúc giải phẫu của cây Thổ sâm cao ly (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) tại Gia Lâm, Hà Nội

Bảng 4. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến giải phẫu thân trưởng thành của cây Thổ sâm cao ly

Công thức	Đường kính thân (μm)	Độ dày mô dày (μm)	Độ dày nhu mô (μm)	Số lượng bó dẫn (bó)	Đường kính trụ (μm)
CT1	4887,50 ^b ± 177,66	148,97 ^{ab} ± 15,73	514,00 ^b ± 11,74	11,30 ^b ± 1,16	2887,50 ^c ± 98,07
CT2	5395,00 ^a ± 172,46	170,51 ^a ± 15,47	650,00 ^a ± 28,67	11,40 ^a ± 1,07	3312,50 ^a ± 98,07
CT3	4287,50 ^{de} ± 136,55	132,82 ^{bc} ± 12,91	495,00 ^b ± 13,54	11,50 ^a ± 1,43	3080,00 ^b ± 59,86
CT4	4230,00 ^e ± 99,16	119,49 ^c ± 11,07	488,00 ^b ± 20,44	11,20 ^a ± 0,92	2877,50 ^c ± 109,58
CT5	4715,00 ^{bc} ± 99,44	127,44 ^{bc} ± 12,72	496,00 ^b ± 16,47	11,70 ^a ± 0,67	3190,00 ^{ab} ± 85,96
CT6	4490,00 ^{cd} ± 150,59	129,23 ^{bc} ± 11,37	507,00 ^b ± 20,03	11,70 ^a ± 1,25	3205,00 ^{ab} ± 66,46

Ghi chú: CT1: Tưới nước duy trì độ ẩm 70%, CT2: Tưới nước + 4g AMF, CT3: Tưới NaCl 0,2%, CT4: Tưới NaCl 0,4%, CT5: Tưới NaCl 0,2% + 4g AMF, CT6: Tưới NaCl 0,4% + 4g AMF. Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ số thể hiện sự sai khác không có ý nghĩa và ngược lại theo tiêu chuẩn LSD ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.



Hình 2. Lát cắt ngang qua thân trưởng thành ở các công thức (x40)

Bón bổ sung AMF là lựa chọn phù hợp để giảm tác động tiêu cực của mặn đối với cây trồng. Theo Atabayeva & cs. (2013), khi cây bị stress do mặn, giảm độ dày của lá có thể làm giảm khả năng lấy nước của cây. Qua theo dõi chúng tôi nhận thấy, công thức được bổ sung AMF (CT5, CT6) cho độ dày phiến lá, độ dày mô xốp và mô giậu lớn hơn so với các công thức tưới

muối ở cùng nồng độ (CT3 - tưới muối 0,2% và CT4 - tưới muối 0,4%) nhưng không có sự thay đổi về độ dày biểu bì. Như vậy, bổ sung AMF giúp cây lấy nước tốt hơn, sinh trưởng tốt hơn trong điều kiện mặn. Tiềm năng quang hợp của cây cũng được tối đa hóa khi độ dày lá tăng lên do sự gia tăng nhu mô (Gómez-Bellot & cs., 2015). Độ dày mô xốp lớn hơn giúp cây lưu trữ

các ion và chất thẩm thấu trong cơ thể thực vật nhằm tăng khả năng chống chịu (Ali & cs., 2009). Tất cả những đặc điểm này góp phần giải thích vai trò của AMF giảm thiểu tác hại của mặn đến cây Thổ sâm cao ly.

Mặn và chế phẩm nấm rễ có ảnh hưởng tới kích thước bó mạch. Trong đó, kích thước bó gỗ chịu tác động lớn hơn so với bó libe. Bổ sung nấm rễ trong điều kiện không tưới muối (CT2) làm diện tích bó gỗ và bó libe đều tăng tương ứng 22,93% và 6,55% so với CT1 (tưới nước), tỷ lệ thuận với độ dày của gân lá và phiến lá, do sự sinh trưởng của cây tăng lên. Còn phản ứng của cây Thổ sâm cao ly trong điều kiện mặn thì cũng làm tăng kích thước bó gỗ và bó libe so với CT1 nhưng lại tỷ lệ nghịch với độ dày của phiến lá và gân lá, đó là do cây cần tăng cường khả năng dẫn truyền để đáp ứng lại điều kiện mặn. Tuy nhiên, trong điều kiện mặn, khi được bổ sung nấm rễ, diện tích bó dẫn lại giảm mạnh, kích thước bó gỗ giảm 26,04% (CT6) và 21,04% (CT5) so với CT1.

3.3. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến cấu tạo giải phẫu rễ của Thổ sâm cao ly

Rễ là cơ quan hút nước của cây và là bộ phận thu hoạch trên cây Thổ sâm cao ly. Do đó, tác động của mặn đến rễ không chỉ ảnh hưởng tới khả năng hút nước mà còn ảnh hưởng tới năng suất của cây. Là cơ quan đầu tiên bị ảnh hưởng của mặn nên rễ cây Thổ sâm có sự biến đổi lớn về cấu trúc giải phẫu. Trong điều kiện mặn (CT3, CT4), các chỉ tiêu theo dõi đều giảm so với công thức không tưới muối (CT1). Sự suy giảm tỷ lệ thuận với sự gia tăng nồng độ muối. Tuy nhiên, do giảm đường kính rễ nên sự hút nước cũng giảm khi độ mặn tăng lên và do đó làm giảm khả năng quang hợp và tăng trưởng của cây (Junghans & cs., 2006). Tại công thức không tưới muối, khi được bổ sung AMF (CT2), các chỉ tiêu theo dõi đều lớn hơn so với CT1. Do đó, cây trồng có thể hấp thụ nước và dinh dưỡng trong đất tốt hơn, tạo điều kiện thuận lợi cho các quá trình chuyển hóa trong cây.

Qua bảng 3 chúng tôi nhận thấy, vai trò của AMF làm giảm thiểu tác hại của mặn trên cây Thổ sâm đã được thể hiện qua cấu trúc giải

phẫu rễ. Theo Bùi Thị Cúc & cs. (2017), cây trồng trong điều kiện thiếu nước cần có đường kính trụ lớn và đường kính trụ/đường kính rễ cao để tăng khả năng hút nước cho cây. Chỉ tiêu này đạt 0,81 (CT5, CT6) tương ứng với 0,79 tại CT3 (tưới muối 0,2%) và 0,78 tại CT4 (tưới muối 0,4%). Như vậy, bổ sung AMF đã giúp rễ cây hút nước tốt hơn trong điều kiện mặn. Bổ sung AMF làm tăng độ dày lớp bản ở rễ cây Thổ sâm cao ly. Độ dày lớp bản ở CT5, CT6 đạt $85 \pm 7,07\mu\text{m}$ và $76 \pm 6,99\mu\text{m}$, tăng tương ứng $18\mu\text{m}$ (CT3) và $11\mu\text{m}$ (CT4). Theo Boughalleb & cs. (2009) làm tăng độ dày biểu bì của rễ làm giảm sự khuếch tán ion Na^+ vào rễ khi cây gặp mặn. Đây có thể xem là cơ chế giảm tác động mặn của AMF qua cấu tạo giải phẫu rễ cây Thổ sâm cao ly.

3.4. Ảnh hưởng của mặn và AMF đến hình thái giải phẫu thân Thổ sâm cao ly

Thân cây có chức năng dẫn truyền nước và muối khoáng từ rễ tới các bộ phận trong cây. Cấu tạo giải phẫu của thân liên quan mật thiết với khả năng chống chịu trong điều kiện thiếu nước. Kết quả nghiên cứu ở bảng 4 cho thấy, đường kính thân cây Thổ sâm tại CT tưới muối (CT3, CT4) giảm so với CT1. Thay đổi về kích thước thân đã làm giảm độ dày mô dày và độ dày nhu mô ở các công thức tưới muối. Kết quả nghiên cứu của Rodriguez & cs. (2012) cho thấy, tăng độ dày của thân có thể làm tăng dung lượng lưu trữ giúp cây giữ nước tốt hơn, khắc phục được bất lợi dưới tác động của mặn. Điều này phù hợp với cơ chế thích ứng của cây Thổ sâm khi tăng nồng độ muối tưới từ 0,2% (CT3) lên 0,4% (CT4).

Trong điều kiện mặn, đường kính trụ ở mức mặn 0,2% (CT3) tăng $192,5\mu\text{m}$ so với CT1, khi tăng mức mặn lên 0,4% (CT4) đường kính trụ giảm nhẹ so với CT1 tương ứng $3080 \pm 59,86\mu\text{m}$ và $2887,5 \pm 109,58\mu\text{m}$. Theo Rewald & cs. (2011) kích thước trụ giảm đồng nghĩa với việc giảm sự hấp thụ nước mặn bằng xylem và giảm lượng nước thất thoát qua quá trình thoát hơi nước. Từ đó cho thấy, cây Thổ sâm cao ly có thể thích ứng trong điều kiện mặn nhẹ (CT3).

Ảnh hưởng của mặn và nấm rễ đến cấu trúc giải phẫu của cây Thổ sâm cao ly (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) tại Gia Lâm, Hà Nội

Trong điều kiện không có muối (CT1), bổ sung nấm rễ đã làm thay đổi cấu tạo giải phẫu rễ và lá giúp nâng cao hiệu quả sử dụng nước ở cây Thổ sâm cao ly, tương tự với cấu tạo giải phẫu ở thân cây. Trong điều kiện mặn, bổ sung nấm rễ (CT5, CT6) đã làm giảm tác động của mặn trên cây Thổ sâm cao ly qua sự thay đổi về cấu tạo giải phẫu thân. Các chỉ tiêu theo dõi đều có tăng cao hơn so với công thức không được bổ sung nấm rễ, ngoại trừ chỉ tiêu độ dày mô dày và số lượng bó dẫn. Trong đó, đường kính trụ phản ứng rõ nhất, mức thay đổi đó giúp cây dự trữ và vận chuyển nước tốt hơn trong điều kiện mặn.

4. KẾT LUẬN

Stress mặn đã làm thay đổi cấu trúc giải phẫu thân, lá, rễ của cây Thổ sâm cao ly. Tuổi NaCl từ 0,2-0,4%, đã làm giảm kích thước các chỉ tiêu theo dõi, từ đó làm giảm khả năng hút, vận chuyển nước và muối khoáng trong cây. Ở mức mặn nhẹ (tuổi NaCl 0,2%) cây Thổ sâm có những biến đổi về cấu tạo giải phẫu để thích nghi như: giảm mật độ khí khổng, tăng độ dày gân lá và đường kính trụ thân. Bên cạnh đó, những biến đổi về mặt giải phẫu khi được bón bổ sung nấm rễ AMF giúp cây trao đổi nước thuận lợi trong điều kiện thường và giảm thiệt hại của mặn đối với cây Thổ sâm cao ly.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi trân trọng cảm ơn Học viện Nông nghiệp Việt Nam (Dự án Việt - Bỉ) đã cấp kinh phí và tạo điều kiện giúp chúng tôi hoàn thành nghiên cứu “Ảnh hưởng của mặn và nấm rễ cộng sinh đến sinh trưởng, sinh lý và hàm lượng hoạt chất cây Thổ sâm cao ly” với mã số T2021-01-01VB.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ahmad K.S., Hameed M., Fatima S., Ashraf M., Ahmad F., Naseer M. & Akhtar N. (2016). Morpho-anatomical and physiological adaptations to high altitude in some Aveneae grasses from Neelum Valley, Western Himalayan Kashmir. *Acta Physiologiae Plantarum*. 38: 93.

Ali I., Abbas S.Q., Hameed M., Naz N., Zafar S. & Kanwal S. (2009). Leaf anatomical adaptations in

some exotic species of *Eucalyptus* L. (Myrtaceae). *Pakistan Journal of Botany*. 41: 2717-2727.

Assaha D.V.M., Mekawy A.M.M., Liu L., Noori M.S., Kokulan K.S., Ueda A., Nagaoka T. & Saneoka H. (2016). Na⁺ Retention in the Root is a Key Adaptive Mechanism to Low and High Salinity in the Glycophyte, *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (Portulacaceae). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 203(1): 56-57.

Atabayeva S., Nurmahanova A., Minocha S., Ahmetova A., Kenzhebayeva S., Aidosova S., Nurzhanova A., Zhardamaliyeva A., Asrandina S., Alybayeva R. and Li T. (2013). The effect of salinity on growth and anatomical attributes of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.). *African Journal of Biotechnology*. 12: 2366-2377.

Augé R.M., Toler H.D. & Saxton A.M. (2014). Arbuscular mycorrhizal symbiosis and osmotic adjustments in response to NaCl stress: a meta-analysis. *Front. Plant Sci*. 5: 562-576.s

Boughalleb F., Denden M. & Tiba B.B. (2009). Anatomical changes induced by increasing NaCl salinity in three fodder shrubs, *Nitraria retusa*, *Atriplex halimus* and *Medicago arborea*. *Acta Physiologiae Plantarum*. 31: 947-960.

Bùi Thị Cúc, Bùi Thị Thu Hương & Đồng Huy Giỏi (2017). Nghiên cứu đặc điểm, hình thái, giải phẫu liên quan đến khả năng chịu hạn của một số giống lily nhập nội. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. 1 + 2: 58-61.

Chaves M.M., Flexas J. & Pinheiro C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann. Bot*. 103: 551-560.

Cuni S.A., Haq N. & Assogbadjo A.E. (2013). Variation in baobab (*Adansonia digitata* L.) leaf morphology and its relation to drought tolerance. *Genetic Resources and Crop evolution*. 57(1): 17-25

Evelin H., Kapoor R. & Giri B. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Annals of Botany*. 104(7): 1263-1280.

Food and Agriculture Organization (FAO) (2015). Status of the World's Soil Resources 808 (SWSR). Main Report, United Nations

Gómez-Bellot M.J., Nortes P.A., Ortuño M.F., Romero C., Fernández-García N. & Sánchez-Blanco M.J. (2015). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and treated wastewater on water relations and leaf structure alterations of *Viburnum tinus* L. plants during both saline and recovery periods. *J. Plant Physiol*. 188: 96-105.

Hameed M., Ashraf M. & Naz N. (2009). Anatomical adaptations to salinity in cogon grass [*Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel] from the Salt Range, Pakistan. *Plant and Soil*. 322(1): 229-238.

- Junghans U., Polle A., Dürting P., Weiler E., Kuhlman B. & Gruber F. (2006). Adaptation to high salinity in poplar involves changes in xylem anatomy and auxin physiology. *Plant Cell Environ.* 29(8): 1519-1531.
- Khalloufi M., Martínez-Andújar C., Lachal M., Karray-Bouraoui N., Pérez-Alfocea F. & Albacete A. (2017). The interaction between foliar GA3 application and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation improves growth in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by modifying the hormonal balance. *J. Plant Physiol.* 214: 134-144.
- Liu F., Qiyuan L., Liang X., Huang H. & Zhang S. (2005). Morphological, anatomical, and physiological assessment of ramie (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.) tolerance to soil drought. *Genetic Resources and Crop Evaluation.* 52(5): 497-506.
- Mohamed I.A., Shalby N., MA El-Badri A., Saleem M.H., Khan M.N., Nawaz M.A., Qin M., Agami R.A., Kuai J. & Wang B. (2020). Stomata and xylem vessels traits improved by Melatonin application contribute to enhancing salt tolerance and fatty acid composition of *Brassica napus* L. *Plants.* 10(8): 1186.
- Manuhara Y.S.W., Yachya A. & Kristanti A.N. (2012). Effect of aeration and inoculum density on biomass and saponin content of *Talinum paniculatum* Gaertn. hairy roots in balloon-type bubble bioreactor. *J Pharm Biomed Sci.* 2(4): 47-52.
- Nguyễn Nghĩa Thìn (2007). Các phương pháp nghiên cứu thực vật. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia.
- Ramos M.P.O., Silva G.D.F., Duarte L.P., Peres V., Miranda R.R.S., Souza G.H.B., Belinelo V.J. & Filho S.A.V. (2010). Antinociceptive and edematogenic activity and chemical constituents of *Talinum paniculatum* Willd. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.* 2(6): 265-274.
- Rewald B., Rachmilevitch S., McCue M.D. & Ephrath J.E. (2011). Influence of saline drip irrigation on fine root and sap-flow densities of two mature olive varieties. *Environmental and Experimental Botany.* 72(2): 107-114.
- Richard L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.* Agric. Handbook 60, US Dept. Agric., Washington DC. 160p.
- Rodriguez H.G., Mondal B., Sarkar N.C., Ramaswamy A., Rajkumar D. & Maiti R.K. (2012). Comparative morphology and anatomy of few mangrove species in sundarbans, West Bengal, India and its adaptation to saline habitat. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management.* 3(1): 1-17.
- Ruíz-Lozano J.M., Porcel R., Azcón C. & Aroca R. (2012). Regulation by arbuscular mycorrhizae of the integrated physiological response to salinity in plants: new challenges in physiological and molecular studies. *Journal of Experimental Botany.* 63(11): 4033-4044.
- Shabala L., Mackey A., Tian Y., Jacobsen S.E., Zou D. & Shabala S. (2012). Oxidative stress protection and stomatal patterning as components of salinity tolerance mechanism in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Physiol. Plant.* 146(1): 26-38.
- Trần Công Khánh (1981). Thực tập hình thái giải phẫu thực vật. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
- Vũ Thị Như Trang & Chu Hoàng Mậu (2017). Nghiên cứu tạo rễ tơ ở cây thỏ nhàn sâm Việt Nam (*Talinum paniculatum* Gaertn.) Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 33(2S): 233-241.