

KHẢ NĂNG CHỊU MẶN CỦA MỘT SỐ GIỐNG DIÊM MẠCH (*Chenopodium quinoa* Willd.) TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Trương Vĩnh Hải¹, Nguyễn Bình Duy^{1*}, Cao Thị Hải Yến¹, Trần Kim Ngọc¹,
Trần Phương Ly¹, Trần Tuấn Anh¹, Nguyễn Tiến Hải¹,
Nguyễn Văn Mạnh¹, Phan Đức Duy Nhã¹, Nguyễn Văn An¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá khả năng thích ứng của 5 giống diêm mạch gồm: 2-Want, Isluga, Titicaca, 42-Test và Atlas ở các nồng độ dung dịch NaCl khác nhau (0; 2; 4; 6 g/L). Thí nghiệm hai yếu tố được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD) với 4 lần lặp trong nhà lưới có mái che. Kết quả cho thấy, nồng độ muối 6 g/L làm giảm đáng kể đến số bông, trọng lượng nghìn hạt và năng suất hạt của phần lớn các giống diêm mạch được khảo sát. Trong 5 giống diêm mạch khảo sát, giống Titicaca luôn thể hiện sự vượt trội so với các giống khác cả về trọng lượng hạt và năng suất hạt. Trọng lượng nghìn hạt của giống Titicaca thay đổi từ 2,145 đến 1,878 g, trong khi các giống khác chỉ cho trọng lượng hạt từ 1,655 đến 1,160 g/1.000 hạt; năng suất hạt giống Titicaca đạt cao nhất, biến động 6,56 - 4,08 g/cây khi nồng độ muối NaCl tăng từ 0 g/L đến 6 g/L. Ở độ mặn 6 g/L làm suy giảm hàm lượng proline trong lá một cách có ý nghĩa ở phần lớn các giống diêm mạch. Nghiên cứu này chứng minh rằng nồng độ muối và giống là những yếu tố quan trọng quyết định khả năng chịu mặn của các giống diêm mạch.

Từ khóa: Cây diêm mạch, độ mặn, khả năng chịu mặn, đánh giá

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo nghiên cứu của FAO (2021), toàn thế giới có 424 triệu hecta đất mặt (0 - 30 cm) bị ảnh hưởng do mặn, tương đương 3% diện tích đất. Mỗi năm, có thêm 1,5 triệu ha đất canh tác bị nhiễm mặn, gây thiệt hại năng suất nông nghiệp ước tính 31 triệu USD/năm. Ở Việt Nam, diện tích đất bị nhiễm mặn có hơn 1 triệu hecta và chiếm khoảng 3% diện tích tự nhiên cả nước. Trong đó, đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có khoảng 2.000 hecta đất mặn và nhiễm mặn (Lê Xuân Định và cs., 2016). Biến đổi khí hậu làm mực nước biển dâng lên và lượng mưa không thể đoán trước được. Điều này làm gia tăng độ mặn trong đất, đe dọa nghiêm trọng đến sản xuất nông nghiệp của vùng và an ninh lương thực quốc gia.

Trong bối cảnh nhiễm mặn xảy ra ở các tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long, Sóc Trăng đã khuyến cáo nông dân chuyển đổi cơ cấu cây trồng, chuyển dịch từ 3 vụ lúa/năm sang 2 vụ lúa/năm và kết hợp luân canh một số loại rau màu để tăng hiệu quả sử dụng đất (Lê Xuân Định và cs., 2016). Tuy nhiên, các giống cây trồng hiện có không thể thích ứng được trong điều kiện xâm nhập mặn ngày càng

diễn biến bất thường và phức tạp. Do đó nhu cầu cấp bách hiện nay là tìm kiếm những giống cây trồng cạn có thời gian sinh trưởng ngắn và khả năng chịu mặn cao để ứng phó với biến đổi khí hậu có thể xảy ra trong những năm sắp tới.

Diêm mạch là cây hai lá mầm có tên khoa học là *Chenopodium quinoa* Willd., họ Amaranthaceae và phân họ Chenopodiaceae (Abugoch, 2009). So với nhiều loại ngũ cốc, hạt diêm mạch có giá trị dinh dưỡng cao hơn. Hạt diêm mạch chứa khoảng 16,5% protein; 6,3 % chất béo; 69% carbohydrate; 3,8% chất xơ (Department of Primary Industries and Regional Development, 2018). Diêm mạch là cây trồng lấy hạt, có khả năng thích ứng rộng trên nhiều vùng địa lý (Bazile, 2023) và có khả năng chống chịu tốt với một loạt các điều kiện bất thuận như lạnh, mặn và hạn hán (Al-Jbawi *et al.*, 2020). Thích ứng mặn của cây trồng được thể hiện qua sự phát triển của bộ rễ (Loc Van Nguyen *et al.*, 2020), theo tác giả, ở nồng độ dung dịch 100 mM NaCl không ảnh hưởng đến sự phát triển chiều dài và bề mặt rễ của các giống diêm mạch 2-Want, Atlas, Riobamba, NL-6 và Sayana. Nghiên cứu khả năng nảy mầm của giống diêm mạch (*Chenopodium*

¹ Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam

*Tác giả liên hệ, email: duy.nb@iasvn.org; nguyenvinhduy@yahoo.com

quinoa Wild) trong điều kiện nhiễm mặn cho thấy, tỷ lệ nảy mầm đạt đến 90 - 100% khi độ mặn ở 14 dS m⁻¹, và tỷ lệ này giảm xuống còn 65% khi độ mặn tăng đến 16 dS m⁻¹ (Muhammad *et al.*, 2016).

Proline giúp cây trồng cải thiện khả năng chống chịu mặn và tăng cường sự phát triển của thực vật nhờ tăng khả năng nảy mầm của hạt, sinh khối, quang hợp, trao đổi khí và năng suất hạt. Những tác động tích cực này chủ yếu đến từ việc thu nhận chất dinh dưỡng, hấp thu nước và cố định đạm sinh học tốt hơn (Ahmed *et al.*, 2020).

Tại Việt Nam, cây diêm mạch được trồng và phát triển trong giai đoạn 1986 - 2000 với giống HV1 tại nhiều tỉnh thành trong cả nước, năng suất 14,0 - 20,6 tạ/ha (Trịnh Ngọc Đức, 2001). Bertero *et al.* (2004) cũng cho biết, cây diêm mạch thích nghi khá tốt với điều kiện Việt Nam, thậm chí năng suất còn cao hơn so với một số vùng nguyên sản trên thế giới. Những năm gần đây, cây diêm mạch đã được một số tác giả nghiên cứu, thử nghiệm ở miền Bắc như nghiên cứu về khả năng chịu mặn một số giống diêm mạch của Nguyen Viet Long (2016); nghiên cứu về phương thức gieo trồng và mật độ của Trần Thị Hân và *cs.* (2017), nhưng trên đất mặn và khô hạn ở ĐBSCL chưa có nghiên cứu về loại giống mới này.

Đồng bằng sông Cửu Long có điều kiện thích hợp sản xuất lúa ba vụ, gần đây chịu ảnh hưởng nhiều của mặn. Những thay đổi về thủy văn và khí hậu đe dọa quy mô sản xuất lúa hiện tại và sinh kế của người nông dân khi nguồn nước và chất lượng nước giảm, đồng thời xâm nhập mặn ngày càng gia tăng. Vụ Đông Xuân trùng với mùa khô, dẫn đến thiếu nước ngọt và xâm nhập mặn. Vì vậy, việc lựa chọn các giống cây trồng cạn như các giống cây diêm mạch đáp ứng các yêu cầu của hệ thống canh tác cho vùng bị ảnh hưởng bởi mặn là rất cần thiết.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Năm (5) giống diêm mạch (*quinoa*) do Học Viện Nông nghiệp Việt Nam cung cấp, gồm: 2-Want, Isluga, Titicaca, 42-Test và Atlas. Giống Atlas có nguồn gốc từ Hà Lan; giống 42-Test và 2 Want nguồn gốc từ Chile × Bolivia (Loc Van Nguyen *et al.*, 2020). Titicaca nguồn gốc từ Đan Mạch (Maliro *et al.*, 2017); Isluga có nguồn gốc Chile (Nguyễn Văn Minh & Nguyễn Văn Lộc, 2021).

Dung dịch muối được pha ở 4 nồng độ gồm: 0, 2, 4, 6 g/L.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế thí nghiệm: Thí nghiệm chậu được thiết kế trong nhà lưới có mái che. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD) với 2 yếu tố và 4 lần lặp lại gồm 5 giống diêm mạch: 2-want, Isluga, Titicaca, 42-Test, Atlas và 4 nồng độ mặn 0, 2, 4, 6 g/L. Đất được làm khô không khí và sàng qua rây (kích thước lỗ < 10 mm) trước khi cho vào chậu thí nghiệm. Khoảng 9 kg đất được cho vào chậu nhựa loại C11 có kích thước 22 cm × 28 cm × 22 cm (chiều cao × đường kính miệng × đường kính đáy chậu). Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 12/2022 đến 3/2023 trong điều kiện nhà lưới có mái che mưa, đặt tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển cây Điều tại xã Phú An, thị xã Bến Cát, tỉnh Bình Dương.

Các chỉ tiêu theo dõi gồm khối lượng chất khô được thu thập từ các bộ phận thân lá và rễ cây (rửa sạch, phơi khô đến khi khối lượng không đổi, rồi đem cân). Số lượng bông được xác định bằng cách đếm tổng số bông hữu hiệu trên cây. Tất cả hạt chắc của 2 cây/chậu sẽ được thu thập và trộn đều, sau đó sử dụng máy đếm 1.000 hạt chắc rồi đem cân bằng cân tiểu ly để xác định trọng lượng 1.000 hạt. Năng suất cá thể được xác định là khối lượng hạt chắc khô thu hoạch trên cây. Hàm lượng proline được xác định để đánh giá khả năng chống chịu mặn của cây trồng. Ngay sau khi thu hoạch, các mẫu lá tươi sẽ được thu thập để trích axit amin proline bằng dung dịch ninhydrin và sử dụng máy quang phổ hấp thụ UV-Vis (Carillo & Gibon, 2011) để đo hàm lượng proline trong lá.

Phương pháp xử lý mặn: Trong 2 tuần đầu tất cả các chậu được tưới bằng nước lã (nồng độ NaCl 0 g/L). Từ ngày thứ 15, các công thức xử lý mặn được tưới dung dịch muối có nồng độ ban đầu 1 g/L và độ mặn được tăng dần hàng tuần cho đến khi đạt được nồng độ 2, 4 và 6 g/L theo thiết kế thì duy trì nồng độ đó cho đến khi thu hoạch. Công thức đối chứng có độ mặn 0 g/L được duy trì trong suốt thời gian sinh trưởng của cây trồng (Bảng 2). Lượng nước và dung dịch nước muối trong mỗi lần tưới ở tất cả các chậu đều có cùng thể tích. Thể tích nước tưới đủ duy trì ẩm độ đất ≥ 28,4% (tương đương khả năng giữ nước của đất ≥ -0,22 Bar) đảm bảo cho cây phát triển.

Bảng 1. Các đặc tính lý, hóa học đất thí nghiệm

Chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
EC	$\mu\text{S/cm}$	261	TCVN 6650-2000
$\text{pH}_{-\text{H}_2\text{O}}$		4,18	TCVN 5979-2007**
Chất hữu cơ	%	2,41	TCVN 8941-2011**
Al_ trao đổi	meq/100 g	2,73	TCVN 4403-2011
Ca_ trao đổi	meq/100 g	4,41	TCVN 8569-2010
Mg_ trao đổi	meq/100 g	7,04	TCVN 8569-2010
K_ trao đổi	meq/100 g	0,687	TCVN 8569-2010
Na_ trao đổi	meq/100 g	1,15	TCVN 8569-2010
Cát (0,02 - 2 mm)	%	14	TCVN 8567-2010
Thịt (0,002 - 0,02 mm)	%	31	TCVN 8567-2010
Sét (< 0,002 mm)	%	55	TCVN 8567-2010
Khả năng giữ nước -0,22 Bar	%	28,4	Sổ tay phân tích đất, nước, phân bón cây trồng 1998
Khả năng giữ nước -0,4 Bar	%	23,8	Sổ tay phân tích đất, nước, phân bón cây trồng 1998
Khả năng giữ nước -0,5 Bar	%	21,1	Sổ tay phân tích đất, nước, phân bón cây trồng 1998

Bảng 2. Kiểm soát nồng độ mặn theo thời gian

Tuần	Nồng độ muối (g/L)			
	C1	C2	C3	C4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	1,0	1,0	1,0
4	0	2,0	2,0	2,0
5	0	2,0	3,0	3,0
6	0	2,0	4,0	4,0
7	0	2,0	4,0	5,0
8	0	2,0	4,0	6,0
9	0	2,0	4,0	6,0
10	0	2,0	4,0	6,0
11	0	2,0	4,0	6,0
12	0	2,0	4,0	6,0

Ấm độ đất được theo dõi bằng thiết bị cảm biến Chameleon đặt ở độ sâu 10 - 15 cm. Độ ẩm đất được duy trì tương ứng với sức căng đất từ 0 đến -22 kPa (tương đương 28,4%). Tại độ ẩm này, đèn chỉ thị của thiết bị chameleon sẽ có màu xanh dương. Khi sức căng đất < -22 kPa, đèn tính hiệu sẽ chuyển sang màu vàng, khi đó nước và dung dịch muối sẽ được cung cấp vào đất cho đến khi tính hiệu đèn chuyển lại màu xanh dương.

Phương pháp phân tích và xử lý số liệu: Số liệu thu thập được trong quá trình thực hiện thí nghiệm

được tổng hợp bằng phần mềm excel. Phần mềm ngôn ngữ R phiên bản 4.2.3 (15-03-2023), bản quyền (C) 2023 “The R Foundation for Statistical Computing” được sử dụng để xử lý số liệu thống kê. Phần mềm ngôn ngữ R (package *sciplot*) được sử dụng xây dựng các biểu đồ thể hiện phản ứng của các giống cây trồng trong các điều kiện mặn khác nhau.

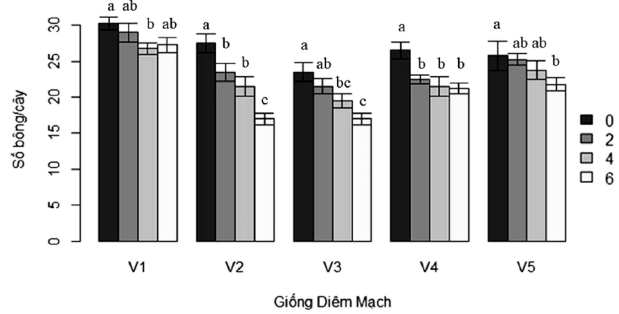
Phân tích phương sai hai chiều (2-way ANOVA) ước tính giá trị trung bình và mức độ bị ảnh hưởng do mặn đến các biến phụ thuộc như: năng suất, sinh khối, trọng lượng 1.000 hạt và hàm lượng proline trong lá. Phân tích phương sai để kiểm tra sự biến thiên giữa các nhóm. Phân tích hậu định (Post-hoc analysis) sử dụng Tukey HSD với package “*agricolae*” (Mendiburu, 2017) giúp phân định mức độ khác biệt ý nghĩa về phản ứng của cây trồng ở các độ mặn khác nhau.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của mặn đến sinh trưởng sinh thực của cây diêm mạch

Nồng độ dung dịch muối ảnh hưởng rất lớn trong giai đoạn hình thành bông của cây diêm mạch. Các nghiệm thức sử dụng dung dịch có độ mặn cao đã làm giảm mật độ số bông trên cây một cách có ý nghĩa. Công thức có nồng độ muối 2 g/L,

xuất hiện sự suy giảm số bông ở giống V2 và V4 một cách có ý nghĩa so với giống đối chứng (không pha muối). Hiện tượng suy giảm này xuất hiện thêm ở các giống khác khi nồng độ muối tăng đến 4 g/L. Tại nghiệm thức có nồng độ muối 6 g/L, tất cả 5 giống diêm mạch đều có mật độ số bông giảm một cách có ý nghĩa so với công thức đối chứng. Đáng chú ý, giống V2 có số bông giảm 40% từ 28 bông/cây (đối chứng) chỉ còn khoảng 16 bông/cây (khi nồng độ dung dịch NaCl 6 g/L), kể đến là giống V3 và giống V4 (Hình 1). Tương tự, nghiên cứu của (Nguyen Viet Long, 2016) cho thấy, stress mặn làm giảm đáng kể số nhánh trên bông ở cả hai kiểu gen diêm mạch (Green và Red) khi nồng độ dung dịch muối tăng đến 50 mM, 150 mM và 300 mM NaCl. Theo Kristina *et al.* (2020), độ mặn (hỗn hợp Na₂SO₄ + NaCl) cao làm giảm chiều dài bông và trọng lượng bông 36 - 43% và năng suất hạt giảm 37% so với điều kiện đối chứng.



Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ muối đến số bông trên cây của 5 giống diêm mạch

Ghi chú: Ký hiệu: 2-want (V1), Isluga (V2), Titicaca (V3), 42-Test (V4), Atlas (V5).

Phân tích 2-way Anova cho thấy, nồng độ muối và giống có ảnh hưởng ý nghĩa đến sinh khối cây diêm mạch. Tuy nhiên, không có sự tương tác giữa 2 yếu tố này.

Bảng 3. Ảnh hưởng của độ mặn đến sinh khối của 5 giống diêm mạch

Độ mặn (%)	Sinh khối (g/cây)				
	2-Want	Isluga	Titicaca	42-Test	Atlas
0	10,578	8,455	5,530	8,365 ^a	13,318 ^a
2	10,420	8,333	5,220	7,700 ^a	12,548 ^{ab}
4	10,275	7,555	5,068	7,565 ^a	11,398 ^{bc}
6	10,338	7,568	5,053	6,685 ^b	10,043 ^c
<i>P. value</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0011	<0,001
<i>LSD</i> _{0,05}	1,328	0,970	0,742	0,853	1,744
Độ mặn	<0,001	***			
Giống	<0,001	***			
Độ mặn × Giống	0,121				

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Ký hiệu ns: không khác biệt.

Nhìn chung, độ mặn dung dịch nước muối từ 2 đến 6 g/L không ảnh hưởng đáng kể đến sinh khối (thân lá) trên một số giống diêm mạch. Ngoại trừ giống V4 (42-Test), ở công thức độ mặn 6 g/L cho sinh khối giảm một cách có ý nghĩa thống kê so với các nồng độ khác. Trong khi đó, giống V5 (Atlas), công thức 4 và 6 g/L có sinh khối giảm một cách có ý nghĩa thống kê so với đối chứng (Bảng 3). Theo tác giả (Muhammad *et al.*, 2016), độ mặn đất ở 4,00 dS m⁻¹ và 6,00 dS m⁻¹ không ảnh hưởng đáng kể đến trọng lượng tươi và trọng lượng khô của cây diêm mạch. Tương tự, Razzaghi *et al.* (2011) cũng không phát hiện ảnh hưởng đáng kể của mặn đến tổng lượng chất khô cây diêm mạch ở các độ mặn 0, 10, 20, 30 và 40 dS m⁻¹.

Phân tích 2-way Anova cho thấy độ mặn và yếu tố giống ảnh hưởng rất lớn đến trọng lượng nghìn hạt. Nhận thấy độ mặn có ảnh hưởng đến trọng lượng nghìn hạt một số giống diêm mạch. Giống V2 (Isluga) và V4 (42-Test) giảm trọng lượng hạt một cách có ý nghĩa so với đối chứng khi độ mặn bắt đầu đạt đến 2 g/L và sự suy giảm này xuất hiện thêm giống V1 (2-Want) khi độ mặn đạt đến 4 g/L. Khi độ mặn đạt 6 g/L, phần lớn các giống diêm mạch đều bị suy giảm trọng lượng hạt một cách đáng kể so với đối chứng. Tuy nhiên, trọng lượng hạt của giống V5 (Atlas) không bị ảnh hưởng đáng kể dưới tác động của mặn (Bảng 4). Nghiên cứu của Nguyen Van Long (2016) cũng cho thấy, stress mặn làm giảm đáng kể trọng lượng nghìn hạt ở

cả hai kiểu gen quinoa (Green và Red) khi nồng độ dung dịch muối tăng đến 50 mM, 150 mM và 300 mM NaCl. Tuy nhiên, theo Kristina và cộng sự (2020) trọng lượng 1.000 hạt thay đổi không đáng kể dưới độ mặn cao (hỗn hợp $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$).

Bảng 4. Ảnh hưởng của độ mặn đến trọng lượng hạt các giống diêm mạch

Độ mặn (%)	Trọng lượng 1.000 hạt (g)				
	<i>2-Want</i>	<i>Isluga</i>	<i>Titicaca</i>	<i>42-Test</i>	<i>Atlas</i>
0	1,630 ^a	1,655 ^a	2,145 ^a	1,620 ^a	1,618
2	1,715 ^a	1,428 ^b	1,988 ^{ab}	1,395 ^b	1,695
4	1,435 ^b	1,240 ^c	1,970 ^{ab}	1,233 ^{bc}	1,623
6	1,388 ^b	1,210 ^c	1,878 ^b	1,160 ^c	1,358
<i>P.value</i>	0,0018	<0,001	0,022	<0,001	<i>ns</i>
<i>LSD</i> _{0,05}	0,178	0,185	0,217	0,223	0,381
Độ mặn	<0,001	***			
Giống	<0,001	***			
Độ mặn × Giống	0,313				

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Ký hiệu *ns*: không khác biệt.

Phân tích 2-way Anova cho thấy yếu tố độ mặn và giống có ảnh hưởng rất lớn đến năng suất hạt, và có mối tương quan giữa độ mặn và giống. Ở bất cứ độ mặn nào, giống *Titicaca* luôn thể hiện sự vượt trội về năng suất so với các giống khác.

Quan sát thấy năng suất hạt diêm mạch bị ảnh hưởng rất lớn dưới tác động của mặn. Khi nồng độ dung dịch muối tăng từ 0 đến 2 g/L, xuất hiện việc giảm năng suất hạt ở giống *Isluga* từ 5,6 - 3,5 g/cây và *42-Test* từ 5,5 - 3,2 g/cây. Tuy nhiên, khi độ mặn dung dịch đến 4 g/L thì hiện tượng giảm năng suất hạt càng xảy ra phổ biến và rõ ràng hơn ở cả 5 giống. Đối với công thức sử dụng dung dịch muối 6 g/L,

đã làm giảm năng suất một cách có ý nghĩa so với công thức đối chứng, xảy ra ở cả 5 giống (Bảng 5). Theo (Razzaghi *et al.*, 2011), khi độ mặn từ 20 đến 40 dS m⁻¹ làm giảm đáng kể năng suất hạt diêm mạch (*Titicaca*) khoảng 33% so với xử lý 0 dS m⁻¹ do số lượng hạt giống trên mỗi m² giảm 15 - 30%. Tuy nhiên, việc tăng độ mặn từ 20 lên 40 dS m⁻¹ không làm giảm thêm số lượng hạt trên mỗi m² và năng suất hạt, điều này cho thấy diêm mạch thích nghi với điều kiện mặn khi tiếp xúc với độ mặn từ 20 đến 40 dS m⁻¹. Theo Kristina và cộng sự (2020), độ mặn (hỗn hợp $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$) cao làm giảm năng suất hạt đến 37% so với điều kiện đối chứng.

Bảng 5. Ảnh hưởng của độ mặn đến năng suất hạt của 5 giống diêm mạch

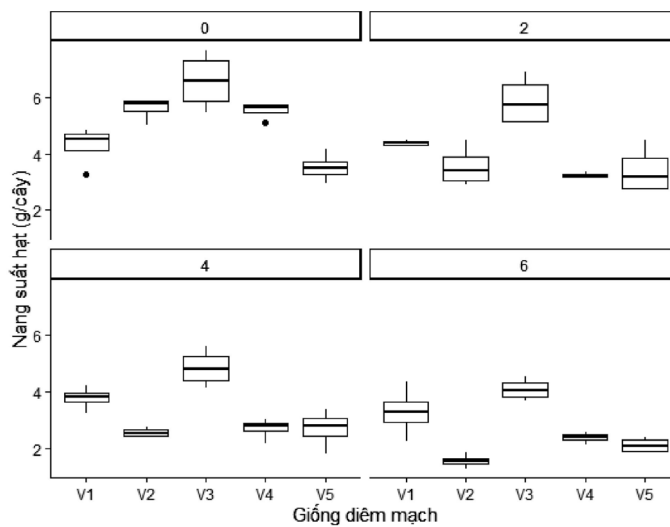
Độ mặn (%)	Năng suất hạt (g/cây)				
	<i>2-Want</i>	<i>Isluga</i>	<i>Titicaca</i>	<i>42-Test</i>	<i>Atlas</i>
0	4,298 ^a	5,608 ^a	6,563 ^a	5,533 ^a	3,520 ^a
2	4,363 ^a	3,548 ^b	5,853 ^{ab}	3,233 ^b	3,413 ^a
4	3,783 ^{ab}	2,563 ^c	4,848 ^{bc}	2,683 ^b	2,685 ^{ab}
6	3,295 ^b	1,548 ^d	4,078 ^c	2,365 ^b	2,105 ^b
<i>P.value</i>	0,014	<0,001	<0,001	<0,001	0,0017
<i>LSD</i> _{0,05}	0,869	0,759	1,086	0,923	0,874
Độ mặn	<0,001	***			
Giống	<0,001	***			
Độ mặn × Giống	<0,001	***			

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

3.2. Năng suất các giống diêm mạch dưới ảnh hưởng của độ mặn

Nhìn chung, ở mỗi nồng độ dung dịch muối, các giống cây trồng đều cho năng suất hạt khác biệt một cách có ý nghĩa. Năng suất hạt của giống V3 (Titicaca) cho năng suất cao nhất và khác biệt có ý nghĩa so với các giống khác ở cả 4 công thức muối 0, 2, 4 và 6 g/L. Ở nồng độ muối 0 g/L, năng suất hạt đạt khoảng 6 g/cây, thấp nhất là giống V5 (Atlas) khoảng 4 g/cây, kể đến là giống V1 (2-want) 4,5 g/cây. Khi độ mặn tăng đến 6 g/L, năng suất hạt các giống suy giảm đáng

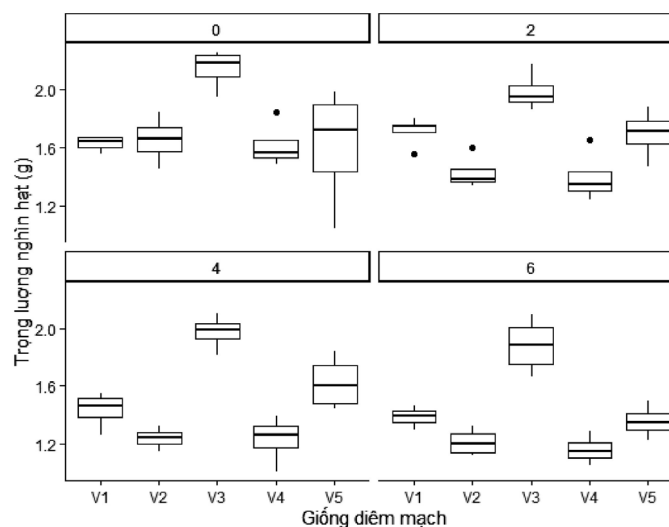
kể, tuy nhiên giống V3 (Titicaca) vẫn cho năng suất cao nhất 4,078 g/cây. Đối với giống V1 (Isluga), mặc dù năng suất thấp hơn so với các giống khác trong điều kiện không mặn, nhưng khi nồng độ mặn tăng đến 2, 4 và 6 g/L thì năng suất vẫn không giảm đáng kể mà vẫn duy trì khoảng 4 g/cây, chỉ sau giống V3 (Hình 2). Tuy nhiên, một nghiên cứu khác cho thấy hai giống diêm mạch “Red” và “Green” không nhạy cảm trong điều kiện mặn, khi quan sát về chiều dài bông và các đặc tính cấu thành năng suất (Nguyen Van Long, 2016).



Hình 2. Ảnh hưởng của độ mặn đến năng suất hạt trên từng giống diêm mạch

Về trọng lượng nghìn hạt, giống V3 (Titicaca) cho trọng lượng hạt nổi trội nhất so với 4 giống còn lại dưới các nồng độ muối khác nhau. Mặc dù giống V3 (Titicaca) có sự suy giảm trọng lượng nghìn hạt khi nồng độ muối gia tăng, nhưng không

ảnh hưởng đáng kể và trọng lượng trung bình giao động trong khoảng 2 g/1.000 hạt. Ngược lại, giống V2 (Isluga) và V4 (42-Test) cho trọng lượng hạt rất thấp (1,2 g/1.000 hạt) ở những độ mặn khác nhau (Hình 3).



Hình 3. Ảnh hưởng của độ mặn đến trọng lượng 1.000 hạt của 5 giống diêm mạch

Theo tác giả Nguyen Viet Long (2016), trọng lượng bình quân của hai giống diêm mạch “Red” và “Green” lần lượt là 1,95 và 1,72 g/1.000 hạt. Trọng lượng 1.000 hạt giảm một cách có ý nghĩa khi nồng độ dung dịch muối gia tăng qua các mức 0, 50, 150 và 300 mM.

3.3. Phản ứng stress các giống diêm mạch trong điều kiện mặn

Proline là amino axit đa chức năng, hoạt động ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau của thực vật (Szabados & Savoure, 2010). Nhiều nghiên cứu cho thấy độ mặn kích hoạt các gen liên quan đến quá trình sinh tổng hợp và tích lũy proline trong cây trồng (Armengaud *et al.*, 2004; Kim & Nam, 2013; Nguyễn *et al.*, 2013). Theo Dalia và cộng sự (2019), nồng độ natri và proline tăng trong mô thực vật khi nồng độ muối tăng.

Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ dung dịch muối 2 g/L không ảnh hưởng đến hàm lượng proline trong lá ở hầu hết các giống diêm

mạch. Đối với nghiệm thức có nồng độ muối 4 g/L bắt đầu nhận thấy có sự suy giảm nồng độ proline trong lá của giống V2 (Isluga), V4 (42-Test) và V5 (Atlas) một cách có ý nghĩa so với công thức đối chứng. Đáng chú ý, khi độ mặn đạt 6 g/L, nồng độ proline trong lá của 4 giống V2, V3 (Titicaca), V4 và V5 đều suy giảm đáng kể và khác biệt rất ý nghĩa so với công thức đối chứng (Bảng 6). Điều này cho thấy khi độ mặn tăng cao đến 6 g/L sẽ ức chế mạnh mẽ quá trình sinh tổng hợp proline trong cây ở một số giống diêm mạch. Phân tích 2-way Anova cũng cho thấy nồng độ muối ảnh hưởng rất lớn đến khả năng tổng hợp proline trong cây và sự khác biệt rõ rệt về hàm lượng proline giữa các giống diêm mạch.

Quan sát một số giống quinoa (PRJ, PRP, UDEC9, BO78), cho thấy khi nồng độ NaCl tăng đến 300 mM thì hàm lượng proline ở giai đoạn cây con (7 ngày sau gieo) tăng lên rõ rệt so với đối chứng. Tuy nhiên, không nhận thấy sự thay đổi hàm lượng proline trong cây khi nồng độ NaCl ở mức 150 mM (Ruiz *et al.*, 2011).

Bảng 6. Ảnh hưởng của độ mặn đến hàm lượng proline trong lá

Độ mặn (‰)	Proline (mM)				
	2-Want	Isluga	Titicaca	42-Test	Atlas
0	6,067	5,987 ^a	4,993 ^{ab}	5,790 ^a	5,147 ^a
2	8,023	5,013 ^{ab}	6,537 ^a	5,573 ^a	5,223 ^a
4	8,380	4,123 ^{bc}	5,603 ^a	4,700 ^{ab}	3,523 ^b
6	4,523	3,237 ^c	2,657 ^b	3,300 ^b	2,623 ^b
<i>P</i> -value	<i>ns</i>	<0,001	0,042	<0,0032	<0,001
LSD _{0,05}	3,096	1,220	2,399	1,524	0,994
Độ mặn	<0,001	***			
Giống	<0,001	***			
Độ mặn × Giống	<0,001	***			

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Ký hiệu *ns*: không khác biệt.

IV. KẾT LUẬN

Yếu tố độ mặn và giống có ảnh hưởng rất lớn đến sinh khối, năng suất, các yếu tố cấu thành năng suất và hàm lượng proline trong lá của các giống diêm mạch. Nồng độ dung dịch muối 6 g/L đã làm giảm một cách có ý nghĩa về số bông, trọng lượng nghìn hạt và năng suất hạt so với đối chứng, xảy ra ở phần lớn các giống diêm mạch. Tuy nhiên, giống Isluga và 42-Test khá nhạy cảm với độ mặn khi nồng độ muối tăng đến 2 g/L.

Giống Titicaca (V3) luôn thể hiện sự vượt trội so với các giống khác cả về năng suất và trọng lượng

1.000 hạt ở các cấp độ mặn khác nhau. Ở nồng độ muối 0 g/L và 6 g/L, giống Titicaca cho năng suất lần lượt là 6,56 và 4,08 g/cây. Khi nồng độ muối tăng đến 4 g/L xuất hiện sự suy giảm hàm lượng proline trong lá ở giống Isluga và Atlas. Ở nồng độ muối 6 g/L đã ức chế hàm lượng proline trong lá ở hầu hết các giống diêm mạch ngoại trừ giống 2-Want.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Lê Xuân Định, Nguyễn Mạnh Quân, Phùng Anh Tiến, 2016. Xâm nhập mặn tại Đồng bằng Sông Cửu Long: Nguyên nhân, tác động và các giải pháp ứng phó. Cục Thông Tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia.

- Trịnh Ngọc Đức**, 2001. *Nghiên cứu phát triển cây hạt vàng (Chenopodium quinoa Willd) tại miền Bắc Việt Nam*. Luận án Tiến sĩ nông nghiệp, Trường Đại học Nông nghiệp I - Hà Nội, Việt Nam, 119 trang.
- Trần Thị Hân, Nguyễn Thị Phương Thảo, Phạm Thị Thúy Hoài, Lê Tuấn Anh, Trần Bảo Khánh, Phan Thị Phương Nhi, Dương Thị Hương Quế**, 2017. Ảnh hưởng của phương thức gieo và mật độ trồng đến chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển và năng suất cây Diêm mạch (*Chenopodium quinoa* Willd.) tại Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam*; 17(6): 13-18.
- Nguyễn Văn Minh và Nguyễn Văn Lộc**, 2021. Khảo nghiệm một số giống diêm mạch (*Chenopodium quinoa* Willd.) nhập nội trồng trong mùa khô trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Đaklak. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Tây Nguyên*, 49: 40-47.
- Al-Jbawi E., Abbas F., Al-Huniesh Th.**, 2020. Effect of water stress on germination process and initial seedling growth of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Research Journal of Science - RJS*, 1(1): 1-9.
- Abugoch James L.E.**, 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances Food Nutrition Research*, 58: 1-31.
- Ahmed El Moukhtari, Cecile Cabassa-Hourton, Mohamed Farissi and Arnould Sacoure**, 2020. How does proline treatment promote salt stress tolerance during crop plant development? *Frontiers in Plant Science*, 11: 1127.
- Armengaud, P., Thiery, L., Buhot, N., March, G.G., and Savouré, A.** 2004. Transcriptional regulation of proline biosynthesis in *Medicago truncatula* reveals developmental and environmental specific features. *Physiology Plant*, 120: 442-450. doi: 10.1111/j.0031-9317.2004.00251.x.
- Bazile D.**, 2023. Global trends in the worldwide expansion of quinoa cultivation. *Biology and Life Sciences Forum*, 25(1), 13 pages.
- Bertero, Hector Daniel, De La Vega, Correa, G., Jacobsen, S.E., Mujica, A.**, 2004. Genotype and genotype by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials. *Field Crop Research*, 89 (2-3): 299-318.
- Carillo Petronia & Gibon, Yves & contributors, Prometheus Wiki**, 2011. *PROTOCOL: Extraction and determination of proline*. Accessed on: 01/8/2023. Available from: https://www.researchgate.net/publication/211353600_PROTOCOL_Extraction_and_determination_of_proline
- Dalia A. Soliman, A.S. Attaya, A.S. Kamel, Eman I. El-Sarag**, 2019. Physiological response of quinoa to salt stress under shad house condition. *Sinai Journal of Applied Sciences*, 8(2): 89-100.
- Department of Primary Industries and Regional Development**, 2018. *Nutritional aspects of quinoa*. Accessed on: 31/7/2023. Available from: <https://www.agric.wa.gov.au/irrigated-crops/nutritional-aspects-quinoa>.
- FAO**, 2021. The World Map of Salt Affected Soil. Accessed on 31/7/2023. Available from: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-map-of-salt-affected-soils/en/>.
- Kim, G.B., and Nam, Y.W.**, 2013. A novel D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase gene of *Medicago truncatula* plays a predominant role in stress induced proline accumulation during symbiotic nitrogen fixation. *Journal of Plant Physiology*, 170: 291-302.
- Kristina N. Toderich, Azimjon A. Mamadrahimov, Botir B. Khaitov, Aziz A. Karimov, Azamjon A. Soliev, Kameswara Rao Nanduri, Elena V. Shuyskaya**, 2020. Differential impact of salinity stress on seeds minerals, storage proteins, fatty acids, and squalene composition of new quinoa genotype, grown in Hyper-Arid desert environments. *Frontiers in Plant Science*, 11: 607102.
- Loc Van Nguyen, Daniel Bertero và Long Viet Nguyen**, 2020. Genetic variation in root development responses to salt stresses of quinoa. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206 (5): 538-547.
- Maliro M.F.A., Guwela V.F., Nyaika J. and Murphy K.M.**, 2017. Preliminary. Studies of the performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under irrigated and rainfed conditions of central malawi. *Front in Plant Science*, 8(227): 9 pages. doi: 10.3389/fpls.2017.00227.
- Mendiburu F.D.**, 2017. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. R Package Version 1, pp. 2-6.
- Muhammad Arshadullah, Muhammad Suhaib, Malik Usama, Badar-uz-Zaman1, Imdad Ali Mahmood, Syed Ishtiaq Hyder.**, 2016. Effect of salinity on growth of chenopodium quinoa wild. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 3 (11): 21-24.
- Nguyen Viet Long**, 2016. Effects of salinity stress on growth and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) at flower initiation stages. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 14(3): 321-327.
- Nguyen, M.L., Kim, G.B., Hyun, S. H., Lee, S.Y., Lee, C.Y., Choi, H.K., et al.**, 2013. Physiological and metabolomic analysis of a knockout mutant suggests a critical role of MtP5CS3 gene in osmotic stress tolerance of *Medicago truncatula*. *Euphytica*, 193: 101-120.
- Razzaghi F., S.H. Ahmadi, S.-E. Jacobsen, C.R. Jensen, M.N. Andersen**, 2011. Effects of Salinity and Soil-Drying on Radiation Use Efficiency, Water Productivity and Yield of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(3): 173-184.

Ruiz-Carrasco K., Antognoni F., Coulibaly A.K., Lizardi S., Covarrubias A. Martínez E.A., MolinaMontenegro M.A., Biondi S., Zurita-Silva A., 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium

transporter gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49: 1333-1341.

Szabados, L., and Savouré, A., 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Science*, 15: 89-97

Salt tolerant ability of quinoa varieties (*Chenopodium quinoa*) under nethouse condition

Truong Vinh Hai, Nguyen Binh Duy, Cao Thi Hai Yen, Tran Kim Ngoc, Tran Phuong Ly, Tran Tuan Anh, Nguyen Tien Hai, Nguyen Van Manh, Phan Duc Duy Nha, Nguyen Van An

Abstract

The study aimed to evaluate the adaptability of 5 quinoa varieties including: 2-Want, Isluga, Titicaca, 42-Test and Atlas at different concentrations of NaCl solution (0; 2; 4; 6 g/L). The two-factor experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications in a covered nethouse. The results showed that salt concentration of 6 g/L significantly reduced the number of panicles, 1000-grain weight and grain yield of most quinoa varieties. Among the 5 studied quinoa varieties, the Titicaca variety showed superiority over other varieties in both 1000-grain weight and grain yield. . The 1000-grain weight of Titicaca variety varied from 2.145 - 1.878 g, while other varieties had grain weight from 1.655 - 1.160 g. The grain yield of Titicaca reached the highest, between 6.56 - 4.08 g/plant when salt concentration increased from 0 g/L to 6 g/L. The proline content in leaves of most quinoa varieties was significantly reduced at the salinity of 6 g/L. This study demonstrates that salt concentration and varietal nature are important factors determining the salt tolerance of quinoa varieties.

Keywords: Quinoa, salinity, salt tolerance, evaluation

Ngày nhận bài: 30/7/2023

Ngày phản biện: 05/8/2023

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Lộc

Ngày duyệt đăng: 28/8/2023

PHÁT HIỆN CÁC ĐA HÌNH NUCLEOTIT ĐƠN (SNPs) TRÊN GEN WAXY Ở DÒNG LÚA ĐỘT BIẾN IONBEAM

Nguyễn Thị Hồng¹, Võ Thị Minh Tuyền¹, Lê Đức Thảo¹, Phạm Xuân Hội¹, Lê Huy Hàm¹, Yoshikazu Tanaka²

TÓM TẮT

Gen *Waxy* (BGIOGA022241) của giống lúa gốc và dòng đột biến của nó (từ chiếu xạ ionbeam liều 60Gy) được giải trình tự bằng phương pháp Sanger, sau đó sử dụng công cụ Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) để so sánh. Kết quả BLAST phát hiện 4 SNPs trên tổng số 1.812 nucleotit mã hóa và 59 SNPs trên tổng số 1.675 nucleotit không mã hoá. Bốn SNPs trên vùng mã hoá bao gồm: SNPs xoá T/- tại vị trí 34 trên vùng mã hoá 3; SNPs chèn -/T giữa vị trí 70 và 71 trên vùng mã hoá 3; SNPs thay thế C/T ở vị trí 14 trên vùng mã hoá 4 và SNPs thay thế T/C tại vị trí 115 trên vùng mã hoá 9. Trong 59 SNPs trên vùng không mã hoá, quan trọng nhất là xoá nucleotit G/- tại vị trí đầu tiên của vùng không mã hoá 6 và chèn đoạn (-/GGGCCTGCGAAGAAC TGGGAGAATGTGCTCCT) vào điểm nối giữa vùng không mã hoá 12 và vùng mã hoá 13. Các SNPs này cung cấp cơ sở để thiết kế các chỉ thị phân tử hỗ trợ chọn lọc các dòng lúa đột biến có hàm lượng amylose khác nhau, phục vụ chọn giống lúa đột biến chất lượng.

Từ khóa: Gen *Waxy*, SNPs, lúa đột biến, chiếu xạ ionbeam

¹ Viện Di truyền Nông nghiệp

² Trung tâm Nghiên cứu Năng lượng Wakasa-wan, Fukui, Nhật Bản

* Tác giả liên hệ, email: nguyenhongdhnn@gmail.com