

ẢNH HƯỞNG CỦA BÓN BỔ SUNG SILIC ĐẾN SINH TRƯỞNG, GIẢI PHẪU CỦA CÂY MẠCH MÔN (*Ophiopogon Japonicus* Wall.) TRONG ĐIỀU KIỆN KHÔNG TƯỚI TẠI HẠ HÒA, PHÚ THỌ

Nguyễn Thị Thanh Hải^{1*}, Nguyễn Đình Vinh², Nguyễn Văn Phú¹

¹Hội Khoa học Công nghệ Chè Việt Nam
²Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ntthai@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 24.06.2022

Ngày chấp nhận đăng: 27.09.2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá đặc điểm sinh trưởng, năng suất và giải phẫu của cây mạch môn khi được bón bổ sung silic trong điều kiện không tưới nước. Thí nghiệm hai nhân tố được bố trí theo kiểu split-plot trên đất xám bạc màu tại Hạ Hòa, Phú Thọ với 6 mức bón silic (0, 20, 30, 40, 50, 60kg SiO₂/ha/năm) và hai mẫu giống mạch môn (G2 và G6). Kết quả nghiên cứu cho thấy trong điều kiện không tưới, sinh trưởng của mẫu giống G6 tốt hơn mẫu giống G2. Bón bổ sung silic lượng đều có ảnh hưởng tốt với cây mạch môn, tăng sự phát triển sâu và rộng hơn của bộ rễ, tăng khả năng đẻ nhánh, tăng diện tích bộ lá và chất khô tích lũy. Cấu tạo giải phẫu lá và rễ cây mạch môn cũng có sự thay đổi giúp cây hút nước và dẫn truyền tốt hơn. Tuy nhiên trên đất xám bạc màu mức bón S4 (30kg N + 30kg P₂O₅ + 30kg K₂O + 40kg SiO₂/ha) được cho là phù hợp với cây mạch môn, tại mức bón này năng suất củ mạch môn đạt cao nhất (3,7 tấn/ha), tăng 27,6% so với công thức không bón silic. Do đó, việc sử dụng bón bổ sung silic được khuyến khích nhằm làm giảm tác hại của việc thiếu nước đến sinh trưởng phát triển của cây mạch môn.

Từ khoá: Mạch môn, không tưới, silic, giải phẫu, Phú Thọ.

Effect of Silicon Fertilizer Application on Growth and Anatomical Characteristics of Mondo grass (*Ophiopogon Japonicus* Wall) under Non-irrigated Conditions at Ha Hoa District, Phu Tho Province

ABSTRACT

The study aimed to evaluate Mondo grass's growth, productivity, and anatomical characteristics when fertilized with silicon under non-irrigated conditions. A two-factor experiment was conducted in Ha Hoa district, Phu Tho province according to a split-plot design on ferralic gray soil with 6 levels of silicon (0, 20, 30, 40, 50, 60kg SiO₂/ha/year) and 2 varieties of Mondo grass (G2 and G6). The results showed that under non-irrigated conditions, the growth of the G6 variety was better than that of G2. The supplemental application of silicon brought about better effect on Mondo grass, increasing the depth and width of the root system, and the leaf area and enhancing the tillering ability and dry matter accumulation. The change in the anatomical structure of Mondo grass leaves and roots increases the ability of the plant to absorb and conduct water better. On haplic acrisols, the level of fertilizer application of 30kg N + 30kg P₂O₅ + 30kg K₂O + 40kg SiO₂/ha was is considered suitable for Mondo grass. At this level, the yield of Mondo grass was the highest (at 3.7 tons/ha), an increase by 27.6% compared to the non-silicon treatment. Therefore, the use of silicon supplements is recommended to reduce the harmful effects of water shortage on the growth and development of Mondo grass.

Keywords: *Ophiopogon japonicus* Wall, non-irrigated, silicon, anatomy, Phu Tho.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với sản xuất nông nghiệp, các tác nhân chính đóng vai trò hạn chế sự sinh trưởng, phát

triển của cây trồng là mặn, kim loại nặng, hạn hán và nhiệt độ khắc nghiệt. Các dự báo đã chỉ ra rằng biến đổi khí hậu toàn cầu có thể làm tăng khả năng mất mùa khi có một hoặc vài yếu tố phi

Ảnh hưởng của bón bổ sung silic đến sinh trưởng, giải phẫu của cây mạch môn (*Ophiopogon Japonicus* Wall.) trong điều kiện không tưới tại Hạ Hòa, Phú Thọ

sinh học cùng tác động (Haak & cs., 2017). Trong đó, hạn hán đã trở thành yếu tố hạn chế năng suất cây trồng ở mức độ lớn hơn bất kỳ yếu tố môi trường nào khác (Shao & cs., 2009).

Việc sử dụng silic (Si) trong canh tác nông nghiệp có thể làm giảm căng thẳng do hạn hán gây ra bằng cách tăng cường hiệu quả sử dụng nước (WUE) của cây trồng (Ma & Yamaji, 2006). Sau khi hấp thụ, Si kích thích các phản ứng sinh lý khác nhau, bao gồm sinh trưởng và phát triển của thực vật (Mateos-Naranjo & cs., 2015) và biểu hiện gen (Vatansever & cs., 2017). Vai trò này của silic đã được quan sát thấy trên rất nhiều loại cây trồng, bao gồm lúa miến (Ahmed & cs., 2014), lúa mì (Gong & Chen 2012), ngô (Amin & cs., 2014; Bianchini & Marques 2019), lúa nước (Ming & cs., 2012) và cà chua (Shi & cs., 2016). Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng của Si đối với nhóm cây được liệu vẫn chưa có nhiều nghiên cứu quan tâm.

Cây mạch môn (*Ophiopogon japonicus* Wall) là một loài dược liệu quý được sử dụng nhiều trong y học cổ truyền, phòng, trừ các bệnh về hô hấp và tiểu đường, phân bố rộng rãi ở Đông Á. Mặc dù *O. japonicus* có khả năng chịu hạn, chịu nóng và giữ được màu xanh ngay cả trong mùa đông (Zhang, 2003) nhưng muốn nâng cao năng suất của cây trong điều kiện thiếu nước thì cần có quy trình kỹ thuật thích hợp để tăng cường khả năng chống chịu của chúng. Nó có thể được xem như một giải pháp thay thế bền vững để giảm thiểu tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu toàn cầu. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của Si đến sinh trưởng, giải phẫu và năng suất của cây mạch môn trong điều kiện không tưới để từ đó xác định được lượng bón silic thích hợp giúp tăng khả năng sinh trưởng của cây.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Cây giống mạch môn được sử dụng là hai mẫu giống (G2 và G6) đã được thu thập và chọn lọc tại Hạ Hòa, Phú Thọ.

Các dạng phân bón được sử dụng trong thí nghiệm: Đạm ure (46% N), supe lân (16% P₂O₅),

kali clorua (60% K₂O), silic silicamon 8 quả đào (20% SiO₂).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí trên đất xám bạc màu tại huyện Hạ Hòa, tỉnh Phú Thọ từ tháng 2/2017-12/2018 và không tưới nước bổ sung. Từ tháng 1-3 và tháng 10-12 hàng năm là thời kỳ ít mưa tại khu vực thí nghiệm. Cây mạch môn được trồng thuần với khoảng cách trồng 40 × 20 cm/bụi (trồng 3 nhánh/bụi), nền phân bón: 30kg N + 30kg P₂O₅ + 30kg K₂O/ha/năm. Riêng phân P₂O₅ được bón tập trung trong tháng 2, các dạng phân khác chia đều bón trong tháng 2 (50%) và tháng 7 (50%) hàng năm theo phương pháp bón rạch hàng. Thí nghiệm hai nhân tố, được bố trí theo ô lớn - ô nhỏ. Nhân tố thứ 1 là giống: G2 và G6. Nhân tố thứ 2 là công thức bón phân bao gồm: S1 (đ/c): Nền + 0kg SiO₂/ha, S2: Nền + 20kg SiO₂/ha, S3: Nền + 30kg SiO₂/ha, S4: Nền + 40kg SiO₂/ha, S5: Nền + 50kg SiO₂/ha, S6: Nền + 60kg SiO₂/ha. Sau 24 tháng trồng lấy mẫu theo dõi các chỉ tiêu về sinh trưởng, năng suất và cấu tạo giải phẫu lá, rễ của cây.

Các chỉ tiêu sinh trưởng: số rễ cấp 1 (rễ/bụi), khối lượng rễ (g/bụi), chiều dài rễ (cm), chiều rộng rễ (cm), chiều cao cây (cm), chiều rộng tán (cm), số nhánh (nhánh/bụi), số lá (lá/bụi), khả năng tích lũy chất khô (g/cây, phơi và sấy ở 105°C trong 10h đến khối lượng không đổi theo phương pháp của Mader & cs. (1998), năng suất củ (tấn/ha).

Mẫu tiến hành theo dõi các chỉ tiêu giải phẫu được đánh giá trên lá trưởng thành (có màu xanh đậm, ổn định về mặt hình thái) và rễ sơ cấp. Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu giải phẫu ở rễ và lá được thực hiện theo phương pháp cải tiến của Trần Công Khánh (1981) và Nguyễn Nghĩa Thìn (2007) tại Bộ môn Thực vật, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Các chỉ tiêu theo dõi trên lá gồm: chiều rộng lá (mm), độ dày gân lá (mm), độ dày phiến lá (mm), kích thước bó dẫn (mm), số lượng bó dẫn (bó/lá). Chỉ tiêu theo dõi trên rễ gồm: đường kính rễ (mm), đường kính trụ (mm), độ dày

bần (mm), độ dày nội bì (mm), đường kính nhu mô lõi (mm), số lượng bó dẫn (bó/rễ). Mỗi chỉ tiêu lựa chọn ngẫu nhiên trên 30 lát cắt của mỗi mẫu giống để theo dõi.

Các số liệu thu thập được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) hai nhân tố cho nhân tố giống mạch môn và lượng bón silic theo mô hình tuyến tính tổng quát (GLM - General Linear Model). Trong đó các nguồn biến động gồm giống, silic, tương tác (giữa giống và silic) và sai số ngẫu nhiên; 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 NGHIÊN CỨU

3.1. Ảnh hưởng của lượng bón silic đến sinh trưởng cây mạch môn trong điều kiện không tưới

3.1.1. Ảnh hưởng lượng bón silic đến sinh trưởng thân, lá cây mạch môn

Sinh trưởng và phát triển của cây trồng phụ thuộc vào khả năng phân chia, kéo dài và biệt

hóa; tất cả quá trình đó đều chịu ảnh hưởng bởi sự thiếu nước (Correia & cs., 2001). Đánh giá phản ứng của cây mạch môn với các mức bón silic được trình bày tại bảng 1.

Kết quả nghiên cứu tại bảng 1 cho thấy, chiều cao cây ở mẫu giống G2 cao hơn có ý nghĩa với mẫu giống G6. Trong hai mẫu giống, sự sinh trưởng bộ lá, khả năng đẻ nhánh của G6 tốt hơn so với G2. Tại mức bón S4 (nền + 40kg SiO₂/ha) cây mạch môn có chiều cao cây, số nhánh/bụi và số lá/bụi cao hơn có ý nghĩa so với mức bón khác trên cả hai giống.

Việc giảm diện tích lá trên cây mạch môn chủ yếu là do số lượng lá và số nhánh. Kết quả bảng 1 thấy tăng mức bổ sung silic từ S1 (nền + 0 kg/ha SiO₂) lên S6 (nền + 60 kg/ha SiO₂), số lá/bụi trên cả G2 và G6 có xu hướng tăng lên đạt cao nhất ở mức S4 (175,5 lá/bụi) sau đó giảm xuống ở mức S5 (163,2 lá/bụi) và S3 (154,4 lá/bụi). Như vậy, bón bổ sung silic đã giúp cây mạch môn đẻ nhánh và phát triển bộ lá tốt hơn trong điều kiện không tưới. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Ma & Yamaji (2006) khi nghiên cứu trên cây lúa mì và lúa miến.

Bảng 1. Ảnh hưởng của lượng bón silic tới đặc điểm sinh trưởng thân, lá của cây mạch môn trong điều kiện không tưới (sau 24 tháng trồng)

Công thức		Chiều cao tán (cm)	Chiều rộng tán (cm)	Số nhánh (nhánh/bụi)	Số lá (lá/bụi)
G2	S1	31,1 ^d	27,4 ^f	5,2 ^h	98,4 ^k
	S2	31,7 ^c	28,5 ^e	5,4 ^{gh}	105,8 ^j
	S3	32,2 ^b	29,4 ^{cd}	5,8 ^f	116,6 ⁱ
	S4	33,2 ^a	31,5 ^a	7,1 ^d	137,3 ^g
	S5	31,9 ^{bc}	29,6 ^c	6,3 ^e	128,7 ^h
	S6	30,7 ^d	28,5 ^e	5,7 ^{fg}	107,8 ^j
G6	S1	20,7 ^g	28,7 ^{de}	7,8 ^b	171,9 ^f
	S2	20,9 ^g	29,7 ^c	7,9 ^{bc}	180,7 ^e
	S3	21,7 ^f	30,8 ^b	8,2 ^b	192,2 ^c
	S4	22,6 ^e	31,8 ^a	9,0 ^a	213,6 ^a
	S5	21,9 ^f	30,8 ^b	7,9 ^{bc}	197,7 ^b
	S6	21,1 ^g	29,2 ^{cd}	7,4 ^d	185,4 ^d
LSD _{0,05} G×S		0,5	0,6	0,4	2,7
CV%		1,1	1,1	2,7	1,1

Ghi chú: 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 $\alpha = 0,05$.

Ảnh hưởng của bón bổ sung silic đến sinh trưởng, giải phẫu của cây mạch môn (*Ophiopogon Japonicus* Wall.) trong điều kiện không tưới tại Hạ Hòa, Phú Thọ

Bảng 2. Ảnh hưởng của lượng bón silic tới sinh trưởng bộ rễ và khả năng tích lũy chất khô của cây mạch môn trong điều kiện không tưới (sau 24 tháng trồng)

Công thức	Số rễ cấp 1 (rễ/bụi)	Chiều dài bộ rễ (cm)	Chiều rộng bộ rễ (cm)	Khối lượng khô rễ (g/bụi)	Tỉ lệ rễ/thân lá	Khối lượng khô toàn cây (g/bụi)	
G2	S1	59,2 ^l	23,1 ^h	20,1 ^h	15,3 ^h	0,61	40,3 ⁱ
	S2	63,2 ^k	23,9 ^g	22,0 ^g	18,7 ^g	0,65	47,8 ^h
	S3	66,5 ⁱ	24,7 ^f	23,4 ^f	21,1 ^f	0,66	53,2 ^g
	S4	69,7 ^g	26,0 ^e	25,3 ^d	22,7 ^e	0,67	56,8 ^f
	S5	68,4 ^h	25,0 ^f	24,1 ^{ef}	20,6 ^f	0,65	52,3 ^g
	S6	64,7 ^j	24,0 ^g	22,6 ^g	19,2 ^g	0,65	49,1 ^h
	TB	65,3 ^b	24,4 ^b	22,9 ^b	19,6 ^b	-	49,9 ^b
G6	S1	118,3 ^f	24,9 ^f	25,0 ^{df}	23,9 ^e	0,65	60,5 ^e
	S2	124,9 ^e	26,6 ^{de}	26,5 ^c	27,5 ^c	0,70	66,5 ^{cd}
	S3	129,1 ^c	27,6 ^c	27,6 ^b	29,3 ^b	0,71	70,5 ^b
	S4	131,7 ^a	29,5 ^a	29,0 ^a	31,2 ^a	0,73	74,2 ^a
	S5	130,1 ^b	28,4 ^b	27,1 ^{bc}	28,8 ^b	0,71	69,5 ^{bc}
	S6	126,7 ^d	27,0 ^{cd}	25,6 ^d	26,2 ^d	0,68	64,7 ^d
	TB	126,8 ^a	27,4 ^a	26,8 ^a	27,8 ^a	-	67,7 ^a
LSD _{0,05} G×S	2,9	0,9	1,0	1,4		3,4	
CV%	0,4	1,4	1,7	3,1	-	3,2	

Ghi chú: 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 $\alpha = 0,05$.

3.1.2. Ảnh hưởng lượng bón silic đến sinh trưởng bộ rễ và khả năng tích lũy chất khô của cây mạch môn

Thiếu hụt nước có thể ức chế sự sinh trưởng của cây. Tuy nhiên, một số nghiên cứu chỉ ra rằng hệ thống rễ cây đóng vai trò quan trọng trong sự thích nghi của cây với môi trường sống khi bị hạn hán (Zhang & cs., 2012). Các đặc điểm hình thái của rễ làm tăng diện tích tiếp xúc giúp cây hấp thụ chất khoáng tốt hơn được xem như là chỉ tiêu đánh giá thích nghi với điều kiện thiếu nước của cây (Gupta & Huang, 2014).

Kết quả từ bảng 2 cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa trong phát triển rễ và khả năng tích lũy chất khô giữa hai mẫu giống mạch môn khi được bón bổ sung Si với mức S1 (nền + 0 kg/ha) đến S6 (nền + 60 kg/ha). Các chỉ tiêu sinh trưởng của rễ và khả năng tích lũy của hai mẫu giống có xu hướng tăng dần từ mức bón S1 (nền + 0 kg/ha SiO₂) đến mức S4 (nền + 40 kg/ha

SiO₂) rồi giảm nhẹ ở mức bón S5 (nền + 50 kg/ha SiO₂) và S6 (nền + 60 kg/ha SiO₂). Chiều dài bộ rễ biến động từ 24,4cm (G2) đến 27,4cm (G6). Trong cùng điều kiện không tưới, mức bón S4 có số rễ cao nhất (100,7 rễ/bụi), thấp nhất là S1 (88,8 rễ/bụi). Cùng với sự tăng trưởng bộ lá, mẫu giống G6 có số rễ cấp 1 (126,8 rễ/bụi) cao hơn có ý nghĩa với mẫu giống G2 (65,3 rễ cấp 1/bụi). Như vậy có thể thấy xu hướng phát triển bộ rễ của cây mạch môn phù hợp với những nghiên cứu trước đây cho rằng bổ sung silic giúp tăng sự phát triển của rễ đã được ghi nhận trong các kết quả nghiên cứu về hạn (Ahmad & Haddad, 2011; Hameed & cs., 2013; Verma & cs., 2019).

Kết quả bảng 2 cũng cho thấy tác động của việc bón bổ sung silic đến khả năng tích lũy chất khô của hai giống mẫu mạch môn (G2 và G6) trong điều kiện không tưới. Trên cơ sở đó, khối lượng tích lũy chất khô đạt cao nhất ở công thức G6S4 (74,2 g/bụi), thấp nhất là G2S1 (40,3 g/bụi).

Tỉ lệ rễ/thân lá được tăng lên ở các cây có bón silic đã làm rõ hơn vai trò của Si trong việc tăng khả năng hút nước của cây (Sonobe & cs., 2011). Quan sát trên cây mạch môn chúng tôi nhận thấy tỉ lệ rễ/thân lá tăng theo mức bón Si, tỉ lệ này đạt cao nhất ở G6S4 (0,73), thấp nhất là

G2S1 (0,61) tiếp theo là G6S1 (0,65). Như vậy, vai trò của silic đối với cây mạch môn thể hiện ở sự tăng trưởng về số lượng rễ, khả năng ăn sâu và lan rộng của bộ rễ từ đó có thể giúp cây hấp thụ nước và dinh dưỡng khoáng tốt hơn trong điều kiện không tưới.

Bảng 3. Ảnh hưởng của lượng bón silic đến cấu tạo giải phẫu lá của cây mạch môn trong điều kiện không tưới

Công thức	Chiều rộng lá (mm)	Độ dày gân lá (mm)	Độ dày phiến lá (mm)	Kích thước bó dẫn (mm)		Số lượng bó dẫn (bó/lá)	
				Dài	Rộng		
G2	S1	4,36 ± 0,16 ^g	0,40 ± 0,02 ^g	0,23 ± 0,02 ^f	0,047 ± 0,004 ^f	0,042 ± 0,002 ^{def}	8,00 ± 0,00 ^{bcd}
	S2	4,46 ± 0,21 ^{fg}	0,40 ± 0,02 ^g	0,25 ± 0,02 ^{ef}	0,049 ± 0,003 ^{ef}	0,043 ± 0,002 ^{cde}	8,00 ± 0,00 ^{bcd}
	S3	4,62 ± 0,36 ^{ef}	0,43 ± 0,03 ^{fg}	0,27 ± 0,02 ^{de}	0,050 ± 0,004 ^e	0,044 ± 0,007 ^{bcd}	8,33 ± 0,62 ^{abc}
	S4	4,71 ± 0,29 ^e	0,47 ± 0,08 ^{ef}	0,31 ± 0,07 ^{ab}	0,052 ± 0,007 ^{bc}	0,044 ± 0,004 ^{bcd}	8,53 ± 0,52 ^{ab}
	S5	3,86 ± 0,25 ^h	0,49 ± 0,06 ^{cde}	0,33 ± 0,05 ^a	0,057 ± 0,006 ^{ab}	0,045 ± 0,003 ^{bc}	8,67 ± 0,49 ^{ab}
	S6	3,65 ± 0,20 ^h	0,43 ± 0,03 ^{fg}	0,29 ± 0,04 ^{bcd}	0,053 ± 0,004 ^{cd}	0,046 ± 0,003 ^b	8,67 ± 0,72 ^{ab}
G6	S1	4,55 ± 0,23 ^{efg}	0,48 ± 0,09 ^{de}	0,27 ± 0,03 ^{de}	0,051 ± 0,006 ^{de}	0,038 ± 0,006 ^g	7,33 ± 1,29 ^d
	S2	4,97 ± 0,21 ^d	0,52 ± 0,03 ^{bcd}	0,31 ± 0,03 ^{ab}	0,056 ± 0,003 ^{bc}	0,052 ± 0,002 ^a	7,45 ± 0,00 ^d
	S3	5,78 ± 0,54 ^b	0,55 ± 0,04 ^{ab}	0,30 ± 0,03 ^{bc}	0,060 ± 0,005 ^a	0,045 ± 0,003 ^{bc}	7,53 ± 0,83 ^{cd}
	S4	5,53 ± 0,32 ^c	0,57 ± 0,08 ^a	0,29 ± 0,04 ^{bcd}	0,054 ± 0,008 ^{bc}	0,043 ± 0,004 ^{cde}	8,53 ± 0,64 ^{ab}
	S5	5,74 ± 0,42 ^{bc}	0,53 ± 0,03 ^{abc}	0,28 ± 0,04 ^{cd}	0,042 ± 0,004 ^g	0,041 ± 0,004 ^{ef}	8,80 ± 0,86 ^{ab}
	S6	6,84 ± 0,07 ^a	0,50 ± 0,01 ^{cde}	0,28 ± 0,02 ^{cd}	0,041 ± 0,003 ^g	0,040 ± 0,002 ^{fg}	9,00 ± 0,00 ^a
LSD _{0,05} G×S	0,23	0,04	0,02	0,003	0,002	0,80	
CV%	2,60	5,86	5,47	3,24	3,91	2,60	

Bảng 4. Ảnh hưởng của lượng silic bón tới cấu tạo giải phẫu rễ của cây mạch môn trong điều kiện không tưới

Công thức	Đường kính rễ (mm)	Đường kính trụ (mm)	Độ dày bản (mm)	Độ dày nội bì (mm)	Đường kính nhu mô lõi (mm)	Số lượng bó dẫn (bó/rễ)	
G2	S1	0,87 ± 0,12 ^g	0,54 ± 0,06 ^b	0,05 ± 0,01 ^c	0,032 ± 0,007 ^{bc}	0,058 ± 0,018 ^h	13,27 ± 0,46 ^f
	S2	1,98 ± 0,15 ^{ab}	0,47 ± 0,06 ^c	0,07 ± 0,01 ^a	0,032 ± 0,007 ^{bc}	0,120 ± 0,038 ^d	18,13 ± 3,14 ^{bc}
	S3	1,25 ± 0,07 ^e	0,26 ± 0,04 ^f	0,06 ± 0,01 ^b	0,013 ± 0,003 ^f	0,073 ± 0,017 ^f	19,27 ± 2,25 ^{ab}
	S4	1,87 ± 0,10 ^{bc}	0,20 ± 0,02 ^g	0,06 ± 0,01 ^b	0,018 ± 0,003 ^e	0,074 ± 0,014 ^f	18,93 ± 0,96 ^{ab}
	S5	1,28 ± 0,08 ^e	0,38 ± 0,04 ^d	0,06 ± 0,01 ^b	0,022 ± 0,002 ^d	0,129 ± 0,013 ^{cd}	20,80 ± 0,41 ^a
	S6	1,08 ± 0,07 ^f	0,19 ± 0,02 ^g	0,07 ± 0,01 ^a	0,018 ± 0,003 ^e	0,072 ± 0,014 ^{fg}	17,67 ± 0,49 ^{bc}
G6	S1	0,88 ± 0,09 ^g	0,18 ± 0,05 ^g	0,05 ± 0,00 ^c	0,013 ± 0,001 ^f	0,060 ± 0,010 ^{gh}	8,40 ± 3,11 ^h
	S2	1,12 ± 0,09 ^f	0,59 ± 0,02 ^a	0,06 ± 0,01 ^b	0,035 ± 0,005 ^b	0,223 ± 0,013 ^a	17,00 ± 0,00 ^{cd}
	S3	1,37 ± 0,12 ^e	0,33 ± 0,04 ^e	0,06 ± 0,01 ^b	0,018 ± 0,002 ^e	0,100 ± 0,020 ^e	11,00 ± 1,85 ^g
	S4	1,51 ± 0,11 ^d	0,20 ± 0,02 ^g	0,06 ± 0,01 ^b	0,018 ± 0,005 ^e	0,105 ± 0,014 ^e	14,93 ± 0,80 ^{ef}
	S5	1,75 ± 0,20 ^c	0,48 ± 0,08 ^c	0,07 ± 0,01 ^a	0,139 ± 0,006 ^a	0,139 ± 0,026 ^c	15,53 ± 0,74 ^{de}
	S6	2,01 ± 0,06 ^a	0,53 ± 0,02 ^b	0,06 ± 0,01 ^b	0,030 ± 0,003 ^c	0,206 ± 0,020 ^b	18,33 ± 1,76 ^{bc}
LSD _{0,05} G×S	0,12	0,03	0,003	0,003	0,012	1,75	
CV%	5,37	5,84	2,75	6,50	6,98	6,96	

Ảnh hưởng của bón bổ sung silic đến sinh trưởng, giải phẫu của cây mạch môn (*Ophiopogon Japonicus* Wall.) trong điều kiện không tưới tại Hạ Hòa, Phú Thọ

3.2. Ảnh hưởng của lượng bón silic đến đặc điểm giải phẫu lá, rễ cây mạch môn trong điều kiện không tưới

3.2.1. Ảnh hưởng lượng bón silic đến đặc điểm giải phẫu lá cây mạch môn

Thực vật phản ứng với sự thay đổi trạng thái oxy và nước của đất thông qua các điều chỉnh về hình thái, giải phẫu và sinh lý. Phản ứng của cây mạch môn với lượng silic bón liên quan đến giải phẫu lá trong nghiên cứu này được trình bày trong bảng 3.

Quan sát trên cây mạch môn chúng tôi nhận thấy, bón bổ sung silic đã làm tăng chiều rộng lá nhưng có sự khác nhau về phản ứng của G2 và G6. Trên mẫu giống G2, chiều rộng lá tăng từ $4,36 \pm 0,16\text{mm}$ (S1) lên $4,71 \pm 0,29\text{mm}$ (S4) sau đó giảm ở mức bón S5 và S6. Trong khi đó, chiều rộng lá của G6 tăng dần khi tăng mức bón silic từ $4,55 \pm 0,23\text{mm}$ (S1) đến $6,84 \pm 0,07\text{mm}$ (S6).

Theo Feihu & cs. (2005) trong điều kiện khô hạn, những cây có độ dày phiến lá lớn sẽ có khả năng giữ nước tốt hơn. Kết quả bảng 3 cho thấy, khi chưa bón bổ sung silic (S1) mẫu giống G6 ($0,27 \pm 0,03\text{mm}$) có độ dày phiến lá lớn hơn so với G2 ($0,23 \pm 0,02\text{mm}$). Qua đó có thể nhận thấy khả năng sinh trưởng của G6 trong điều kiện thiếu nước cao hơn G2. Vai trò của silic trong việc tăng khả năng giữ nước cho cây mạch môn qua chỉ tiêu độ dày lá đã được quan sát thấy trên mẫu giống G2 khi tăng mức bón từ S1 đến S5 và từ S1 đến S3 trên mẫu giống G6 (Bảng 3).

Khả năng chịu hạn của cây liên quan chặt với chỉ tiêu kích thước bó dẫn và số lượng bó mạch ở thân lá. Những giống có số lượng bó mạch nhiều, kích thước bó mạch lớn có khả năng dẫn truyền nước và chất dinh dưỡng tốt hơn, làm tăng khả năng chịu hạn của cây (Bùi Thị Cúc & cs., 2017). Quan sát trên cây mạch môn chúng tôi nhận thấy, khi được bón bổ sung silic mẫu giống G2 có sự tăng trưởng kích thước bó dẫn lớn hơn so với G6 (Bảng 3). Kích thước bó mạch của mẫu giống G2 tăng theo lượng silic bón từ mức S1 đến mức S5 sau đó giảm ở mức bón S6. Tuy nhiên, phản ứng của mẫu giống G6 được ghi nhận thấy có sự tăng kích thước bó mạch từ mức bón S1 đến mức S3 sau đó giảm dần tới S6. Bên cạnh đó, số lượng bó dẫn cũng tăng từ 8,00 bó/lá (G2S1) lên

8,67 bó/lá (G2S6) và 7,33 bó/lá (G6S1) lên 9,00 bó/lá (G6S6). Những kết quả trên cho thấy khi được bón bổ sung silic, cây mạch môn đã có những biến đổi trong cấu trúc giải phẫu lá để tăng khả năng giữ và vận chuyển nước trong điều kiện không tưới.

3.2.2. Ảnh hưởng lượng bón silic đến đặc điểm giải phẫu rễ cây mạch môn

Theo Javot & Maurel (2002) cây trồng tăng khả năng hút nước trong điều kiện thiếu nước bằng cách điều chỉnh diện tích bề mặt và giải phẫu rễ. Trong đó, những đặc điểm liên quan tới khả năng chịu hạn của cây trồng là đường kính trụ lớn, số lượng bó dẫn nhiều. Kết quả nghiên cứu ở bảng 4 cho thấy, bón bổ sung silic đã làm tăng đường kính rễ trên cả hai mẫu giống mạch môn. Tuy nhiên, qua quan sát nhận thấy, có sự khác nhau về phản ứng của mẫu giống G2 và G6 đối với sự thay đổi đường kính trụ. Đường kính trụ của mẫu giống G2 có xu hướng giảm từ $0,54 \pm 0,06\text{mm}$ (S1) đến $0,19 \pm 0,02\text{mm}$ (S6); ngược lại mẫu giống G6 có sự gia tăng đường kính trụ khi được bón bổ sung silic tương ứng $0,18 \pm 0,05\text{mm}$ (S1) và $0,59 \pm 0,02\text{mm}$ (S2). Qua đó bước đầu cho thấy mẫu giống G6 có khả năng chịu hạn và phản ứng với lượng silic bón tốt hơn so với G2 trong điều kiện không tưới.

Kết quả bảng 4 cho thấy khi được bón bổ sung silic, độ dày bản và độ dày nội bì của hai mẫu giống mạch môn đều tăng so với mức chưa bón. Độ dày nội bì lớn nhất đạt $0,139 \pm 0,006\text{mm}$ (G6S5), thấp nhất là $0,013 \pm 0,001\text{mm}$ (G6S1). Khả năng hút và dẫn truyền nước của rễ cũng được cải thiện nhờ sự gia tăng số lượng bó mạch trên cả hai mẫu giống ở công thức có bón silic. Số lượng bó mạch biến động từ $6,40 \pm 3,11$ bó/rễ (G6S1) đến $20,80 \pm 0,41$ bó/rễ (G2S5). Những thay đổi về cấu tạo giải phẫu trên rễ cây mạch môn phù hợp với nghiên cứu của Fleck & cs. (2015) cho rằng bón bổ sung silic trong điều kiện khô hạn cũng làm tăng quá trình silic hóa nội bì và sự hóa bản của rễ từ đó tăng cường khả năng giữ nước khắc phục những tác động của hạn hán gây ra. Silic đã được chứng minh là thúc đẩy sự phát triển của dải casparian bằng cách tạo liên kết với thành tế bào hoặc bằng cách tạo sự kết tủa của phenol giúp cây hút và giữ nước thuận lợi hơn

Bảng 5. Ảnh hưởng của lượng bón silic đến năng suất củ mạch môn trong điều kiện không tưới

Công thức	Số củ (củ/bụi)	Năng suất cá thể (g/bụi)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu tươi (tấn/ha)
S1	50,9 ^e	58,4 ^f	7,6	2,9 ^f
S2	60,8 ^c	62,2 ^e	8,1	3,2 ^e
S3	65,7 ^b	65,4 ^c	8,5	3,4 ^c
S4	77,0 ^a	70,1 ^a	9,3	3,7 ^a
S5	67,0 ^b	67,9 ^b	8,8	3,5 ^b
S6	56,0 ^d	63,3 ^d	8,2	3,3 ^d
LSD _{0,05}	4,3	1,0	-	0,7
CV%	3,78	0,82	-	1,29

Ghi chú: 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 $\alpha = 0,05$.

3.3. Ảnh hưởng của lượng bón silic đến năng suất củ mạch môn trong điều kiện không tưới

Năng suất là yếu tố hàng đầu mà người sản xuất quan tâm đến, nó phản ánh toàn bộ quá trình sinh trưởng và phát triển của cây mạch môn. Củ mạch môn có giá trị dược liệu cao và là bộ phận cho thu hoạch. Vì vậy, trong điều kiện không tưới cần tìm ra mức bón hợp lý giúp tăng năng suất củ mạch môn. Do đặc điểm mẫu giống G6 không có củ nên kết quả nghiên cứu chúng tôi chỉ trình bày số liệu nghiên cứu ảnh hưởng bón bổ sung silic đến năng suất củ của mẫu giống G2 tại bảng 5.

Kết quả bảng 5 cho thấy bón bổ sung silic giúp tăng khả năng hình thành củ và năng suất của cây mạch môn. Số củ/cây tăng từ 50,9 củ/bụi (S1) đến 77,0 củ/bụi (S4) sau đó giảm dần ở các mức bón cao hơn (S5, S6). Sự sai khác về số củ giữa các mức bón có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Như vậy, bón bổ sung silic trong điều kiện không tưới đã giúp cây mạch môn sinh trưởng tốt hơn, điều này cho thấy silic có vai trò giúp cây hút và dẫn truyền nước tốt hơn (tăng số lượng bó dẫn của rễ, tăng kích thước và số lượng bó dẫn của lá) từ đó năng suất củ đạt cao hơn có ý nghĩa so với mức không bón (S1). Năng suất thực thu đạt cao nhất ở mức bón S4 (3,7 tấn/ha) tăng 27,6% so với năng suất củ ở mức không bón (S1).

4. KẾT LUẬN

Trong điều kiện không tưới nước bổ sung, sinh trưởng của mẫu giống G6 tốt hơn mẫu giống G2. Bón bổ sung silic lượng từ 20, 30, 40, 50 và 60 kg/ha đều có ảnh hưởng tốt với cây mạch môn, tăng sự phát triển sâu và rộng hơn của bộ rễ, tăng khả năng đẻ nhánh, tăng diện tích bộ lá và chất khô tích lũy. Cấu tạo giải phẫu lá và rễ cây mạch môn cũng có sự thay đổi giúp cây hút nước và dẫn truyền tốt hơn. Tuy nhiên trên đất xám bạc màu mức bón S4 (30kg N + 30kg P₂O₅ + 30kg K₂O + 40kg SiO₂/ha) được cho là phù hợp với cây mạch môn, tại mức bón này năng suất củ mạch môn của giống G2 đạt cao nhất (3,7 tấn/ha), tăng 27,6% so với công thức không bón silic (S1). Do đó, việc sử dụng bón bổ sung silic được khuyến khích nhằm làm giảm tác hại của việc thiếu nước đến sinh trưởng phát triển của cây mạch môn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ahmed M., Asif M. & Hassan F. (2014). Augmenting drought tolerance in sorghum by silicon nutrition. *Acta Physiol Plant.* 36: 473-483.
- Amin M., Ahmad R., Basra S.M.A. & Murtaza G. (2014). Silicon induced improvement in morpho-physiological traits of maize (*Zea mays* L.) under water deficit. *Pak J Agric Sci* 51(1): 187-196.
- Ahmad S.T. & Haddad R. (2011). Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and

Ảnh hưởng của bón bổ sung silic đến sinh trưởng, giải phẫu của cây mạch môn (*Ophiopogon Japonicus* Wall.) trong điều kiện không tưới tại Hạ Hòa, Phú Thọ

- osmotic adjustment of wheat under drought stress. Czech J Genet Plant Breed. 47: 17-27.
- Bianchini H.C. & Marques D.J. (2019). Tolerance to hydric stress on cultivars of silicon-fertilized corn crops: absorption and water-use efficiency. Biosci J. 35(2): 527-539.
- Bùi Thị Cúc, Bùi Thị Thu Hương & Đồng Huy Giới (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: 58-63.
- Correia J.M., Coelho D. & David M.M. (2001). Response to seasonal drought in three cultivars of *Ceratonia siliqua*: leaf growth and water relations. Tree Physiology. 21(10): 645-653.
- Feihu L., Qiyuan L., Xueni L., Haiquan H. & Shouwen Z. (2005). Morphological, anatomical, and physiological assessment of ramie (*Boemeria nivea* (L.) Gaud) tolerance to soil drought. Genetic Resources and Crop Evaluation. 52(5): 497-506.
- Fleck A.T., Schulze S., Hinrichs M., Specht A., Waßmann F., Schreiber L. & Schenk M.K. (2015). Silicon promotes exodermal casparian band formation in Si-accumulating and Si-excluding species by forming phenol complexes. PLOS ONE. 10(9). doi: 10.1371/journal.pone.0138555.
- Gupta B. & Huang B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. Int J Genomics. pp. 701596-701518.
- Gong H.J. & Chen K.M. (2012). The regulatory role of silicon on water relations, photosynthetic gas exchange, and carboxylation activities of wheat leaves in field drought conditions. Acta Physiologiae Plantarum. 34(4): 1589-1594.
- Haak D.C., Fukao T., Grene R., Hua Z., Ivanov R., Perrella G. & Li S. (2017). Multilevel regulation of abiotic stress responses in plants. Front Plant Sci. 8(1): 1564.
- Hameed A., Sheikh M.A., Jamil A. & Basra S.M.A. (2013). Seed priming with sodium silicate enhances seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit stress induced by polyethylene glycol. Pak J Life Soc Sci. 11: 19-24.
- Javot H. & Maurel C. (2002). The role of aquaporins in root water uptake. Ann. Bot. 90(3): 301-313.
- Ming D.F., Pei F., Naeem M.S., Gong H.J. & Zhou W.J. (2012). Silicon alleviates peg-induced water-deficit stress in upland rice seedlings by enhancing osmotic adjustment. J Agron Crop Sci. 198(1): 14-26.
- Ma J.F. & Yamaji N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends in Plant Science. 11(8): 392-397.
- Mateos-Naranjo E., Galle A., Florez-Sarasa I., Perdomo J.A., Galmés J., Ribas-Carbó M. & Flexas J. (2015). Assessment of the role of silicon in the Cu - tolerance of the C4 grass *Spartina densiflora*. J Plant Physiol. 178(1): 74-83.
- Nguyễn Nghĩa Thìn (2007). Các phương pháp nghiên cứu thực vật. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia.
- Sonobe K., Hattori T., An P., Tsuji W., Eneji A.E., Kobayashi S., Kawamura Y., Tanaka K. & Inanaga S. (2011). Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. J Plant Nutr. 34: 71-82.
- Shao H.B., Chu L.Y., Jaleel C.A., Manivannan P., Panneerselvam R. & Shao M.A. (2009). Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants-biotechnologically and sustainably improving agriculture and the environment in arid regions of the globe. Crit Rev Biotechnol. 29(2): 131-151.
- Shi Y., Zhang Y., Han W., Feng R., Hu Y., Guo J. & Gong H. (2016). Silicon enhances water stress tolerance by improving root hydraulic conductance in *Solanum lycopersicum* L. Front Plant Sci. 7(196): 1-15.
- Trần Công Khánh (1981). Thực tập hình thái giải phẫu thực vật. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
- Verma K.K., Singh R.K., Song Q.Q., Singh P., Zhang B.Q., Song X.P., Chen G.L. & Li Y.R. (2019). Silicon alleviates drought stress of sugarcane plants by improving antioxidant responses. Biomed J Sci Tech Res. 17(1): 12580-12586.
- Vatansever R., Ozyigit II., Filiz E. & Gozukara N. (2017). Genomewide exploration of silicon (Si) transporter genes, Lsi1 and Lsi2 in plants insights into Si-accumulation status/capacity of plants. BioMetals. 30(1): 185-200.
- Zhang J. (2003). The preliminary study on lilyturfs. Pratacultural Sci. 20: 69-70.
- Zhang J.H., Han H.Y., Lei Y.K., Yang W.B., Li Y.H. & Yang D.F. (2012). Correlations between distribution characteristics of *Asteris ordosica* root system and soil moisture under different fixation stage of sand dunes. J. Southwest Forest Univ. 6: 1-5.