



ẢNH HƯỞNG CỦA CALCIUM SILICATE VÀ MAGNESIUM SILICATE LÊN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ BỆNH THÁN THU TRÊN ỚT CHỈ THIÊN

EFFECTS OF CALCIUM SILICATE AND MAGNESIUM SILICATE SUPPLEMENTATION ON CHILLI GROWTH, YIELD AND ANTHRACNOSE

Nhan Ngọc Ngân* và Phạm Phước Nhân

Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ
* ngngannhan@gmail.com

Ngày nhận bài:
13/5/2025

Ngày chấp nhận đăng:
18/6/2025

ABSTRACT

Silicon is recently well-known as a beneficial nutritional element for growth and development in many crop plants, particularly in tolerance and resistance to biotic and abiotic stress. This study was conducted to investigate the effectiveness of CaSiO_3 and MgSiO_3 on growth, yield and anthracnose on chilli fruits with an experimental layout of a randomised complete block design with three replications, including two factors: silicon compounds (CaSiO_3 , MgSiO_3) and spraying concentrations (0, 100, 200 mg/L). The results showed that plant height, chlorophyll index, fresh and dry weights increased significantly in the treatments with silicon compounds in comparison to those of the control. The chlorophyll index, when sprayed with MgSiO_3 , was higher than that of CaSiO_3 . CaSiO_3 supplementation had a higher dry weight than that of MgSiO_3 . The highest capsaicin content at two harvesting times in the 200 mg/L treatment was 300,9 $\mu\text{g}/\text{KLK}$. When spraying with MgSiO_3 at 200 mg/L the production reached the highest of 13,3 tons/ha. The treatments with silicon supplements resulted in lower rate of anthracnose infection compared to the control. CaSiO_3 showed a better efficiency in reducing anthracnose incidence on chilli fruits before and after harvesting with the rates of 29.4% and 34.6%, respectively.

Keywords: Chilli pepper, capsaicin, yield, anthracnose, calcium silicate, magnesium silicate.

TÓM TẮT

Silic ngày nay được biết đến như là một nguyên tố dinh dưỡng có lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của nhiều loại cây trồng, đặc biệt là trong sự chịu đựng và kháng lại các yếu tố bất lợi sinh học và phi sinh học. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát hiệu quả của silic lên sinh trưởng, năng suất và bệnh thán thư trên ớt chỉ thiên với 2 nhân tố là hợp chất silic (CaSiO_3 ; MgSiO_3) và nồng độ phun (0; 100; 200 mg/L) được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Kết

Từ khóa: Ớt chỉ thiên, capsaicin, năng suất, bệnh thán thư, calcium silicate, magnesium silicate.

qua cho thấy chiều cao cây, chỉ số diệp lục tố của lá, khối lượng tươi và khối lượng khô đều tăng đáng kể khi được xử lý hợp chất silic so với đối chứng. Trong đó xử lý $MgSiO_3$ cho chỉ số diệp lục tố cao hơn so với $CaSiO_3$. Khối lượng khô của trái khi phun $CaSiO_3$ cao hơn so với phun $MgSiO_3$. Hàm lượng Capsaicin qua 2 lần thu hoạch cao nhất ở nghiệm thức xử lý 200 mg/L là 300,9 $\mu\text{g/KLK}$. Năng suất khi phun $MgSiO_3$ 200 mg/L đạt cao nhất 13,3 tấn/ha. Các nghiệm thức có xử lý hợp chất silic có tỷ lệ bệnh thán thư thấp hơn so với đối chứng. $CaSiO_3$ cho hiệu quả kháng bệnh tốt hơn, với tỷ lệ bệnh giảm 29,4% trước thu hoạch và 34,6% sau thu hoạch.

1. Giới thiệu

Cây ớt (*Capsicum* spp.) một trong những loại cây trồng quan trọng của họ Cà (Solanaceae) là nông sản được tiêu dùng phổ biến trên thế giới. Người ta ngày càng chú ý hơn đến việc sản xuất ớt vì nó có lợi cho sức khỏe, giàu vitamin E và C, tiền vitamin A, chất xơ, capsaicin và các hợp chất hoạt tính sinh học khác (Baenas et al., 2019). Nhu cầu tiêu thụ ngày càng tăng, tuy nhiên diện tích canh tác hiện nay đang có xu hướng giảm, biến đổi khí hậu là mối đe dọa lớn đến sản xuất nông nghiệp, không những làm hạn chế khả năng sinh trưởng, phát triển mà còn tạo điều kiện cho nấm bệnh trên ớt phát triển làm giảm năng suất và chất lượng ớt. Silic trước đây không được xem là nguyên tố thiết yếu cần thiết cho cây trồng, nhưng gần đây, Silic đã được sử dụng trên nhiều đối tượng cây trồng và cho thấy có tác dụng giúp tăng năng suất, chất lượng quả và giúp cây tăng khả năng kháng bệnh (Hodson et al., 2005). Silic hòa tan có thể tăng cường khả năng chống lại tác nhân gây bệnh bằng cách tương tác với một số hợp chất chính của hệ thống tín hiệu phòng vệ ở thực vật (Rodrigues et al., 2004). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc bổ sung silic ở mức vừa phải, thường trong khoảng từ 50 đến 200 mg/L, giúp tăng cường khả năng chống hạn, chống mặn và cải thiện chất lượng cây trồng (Rizwan et al., 2019). Calci là một thành phần quan trọng của thành tế bào và màng tế bào, giúp duy trì cấu trúc và chức năng bình thường của tế bào và làm giảm hoặc làm chậm quá trình tổn thương màng tế bào (Hocking et al., 2016). Bên cạnh đó, Calci (Ca^{2+}) còn là một thành phần trong mạng lưới các chất truyền tín hiệu thứ cấp có vai trò giúp thực vật thích ứng với môi trường stress (Tuteja and Mahajan, 2007). Magie (Mg^{2+}) là thành phần cơ bản của sắc tố diệp lục (Chl) trong phức hợp bắt sáng của lục lạp và do đó,

tham gia vào quá trình đồng hóa CO_2 trong quang hợp (Cakmak and Yazici, 2010). Tầm quan trọng của nó trải dài trên một phổ rộng về sinh lý thực vật, tham gia vào quá trình quang hợp, chuyển hóa chất dinh dưỡng, độ ổn định của màng tế bào, hoạt hóa enzyme và đáng chú ý là khả năng giúp phục hồi ở thực vật trước nhiều yếu tố bất lợi của môi trường sống (Tian et al., 2021). Nghiên cứu được thực hiện để khảo sát hiệu quả của calcium silicate, magnesium silicate lên sinh trưởng, năng suất và bệnh thán thư trên ớt.

2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện tại xã Tân Thới, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ và phòng thí nghiệm Sinh hóa, Trường Nông Nghiệp, Trường Đại Học Cần Thơ, với các vật liệu là giống ớt chỉ thiên, $CaSiO_3$, $MgSiO_3$. Thời vụ: Đông Xuân gieo hạt vào tháng 11 và thu hoạch vào tháng 3. Lô đất được lên liếp cao 25-30 cm. Hạt được gieo vào bầu đất làm bằng lá chuối. Khi cây có từ 4-5 lá thật, chọn những cây phát triển tốt có thể tiến hành đem ra trồng. Khoảng cách trồng: cây cách cây 30 cm, hàng cách hàng 50 cm. Chăm sóc: tưới nước, bón phân: phân chuồng và supe lân được sử dụng làm phân bón lót, với lượng bón lần lượt khoảng 200 kg phân chuồng và 10-15 kg supe lân cho diện tích 1000 m^2 . Toàn bộ phân chuồng và supe lân cùng với 2-3 kg urê được bón lót sâu theo rãnh trước khi trồng nhằm cung cấp dinh dưỡng nền cho cây ớt. Bón thúc được chia làm hai lần: Lần 1: Khi cây bắt đầu phân cành, bón 4-5 kg urê kết hợp với 4 - 5 kg K_2SO_4 , đồng thời tiến hành vun gốc và làm cỏ để thúc đẩy sự phát triển của cây. Lần 2: Khi cây ra hoa rộ và quả non, bón 3 - 4 kg đạm (urê) cùng với 4-5 kg kali.

Bố trí thí nghiệm: theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nhân tố. Nhân tố 1: $CaSiO_3$ và

MgSiO₃. Nhân tố 2: nồng độ phun 0 (đối chứng); 100; 200 mg/L (2L/9 cây). Tổng cộng có 6 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, tạo thành 18 đơn vị thí nghiệm với mỗi đơn vị trồng khoảng 70 cây, mỗi đơn vị 20 m² bao gồm lối đi để chăm sóc và lấy mẫu. Xử lý hoá chất bằng cách phun đều cho mỗi nghiệm thức sau 50 ngày trồng (cây sinh trưởng mạnh mẽ và bắt đầu ra hoa) và tiếp tục phun bổ sung sau 110 ngày sau trồng (Duy trì sức khỏe cây cho các đợt thu kế tiếp vì bệnh có thể phát triển mạnh sau thu hoạch đầu, ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất và chất lượng của các đợt thu tiếp theo).

Các chỉ tiêu theo dõi:

Chiều cao cây, chỉ số diệp lục tố (SPAD): vào 40 ngày, 60 ngày, 120 ngày sau khi trồng. Đo từ mặt đất dọc theo thân chính đến đỉnh sinh trưởng cao nhất của cây. Sử dụng máy SPAD-502 để đo SPAD 3 lá trên cùng có kích thước tương đương nhau, đánh dấu cố định.

* Thời gian thu hoạch: Tiến hành thu quả 14 ngày/1 lần thu vào ngày 107 sau trồng; và ngày 121 sau trồng.

Khối lượng tươi (KLT), khối lượng khô

(KLK): 14 ngày/1 lần thu. Mỗi nghiệm thức chọn 5 quả tương đương nhau đại diện và ghi nhận khối lượng bằng cân phân tích, sau đó sấy ở nhiệt độ 60°C đến khi khối lượng không đổi để xác định KLK.

Hàm lượng capsaicin: Hàm lượng capsaicin tổng trong trái được tính dựa vào sự tương quan giữa độ hấp thụ và nồng độ capsaicin chuẩn (Mandal et al., 1998). Nhóm phenolic trong capsaicin khử acid phosphomolybdic thành acid molybden. Thành phần thu được có màu xanh lam và được đo ở bước sóng 650 nm. Cường độ màu tỷ lệ thuận với nồng độ capsaicin.

Số trái, năng suất tổng và năng suất quy đổi (14 ngày/lần thu): Đếm tất cả số trái có trên cây. Cân toàn bộ trái đã thu hoạch trên cây (g/cây), tính ra năng suất quy đổi (tấn/ha) = năng suất trung bình x số cây/ha.

Bệnh trước thu hoạch: Bệnh gây hại trên cả trái non lẫn trái chín, đốm tròn lõm vào trong, trên vết bệnh thường có các vòng đồng tâm làm quả thối và rụng sớm (Hình 1). Theo dõi từ cây con đến thời kỳ thu hoạch ghi nhận số lượng trái bệnh. Tỷ lệ bệnh (%) = Tổng số trái bị bệnh/Tổng số trái trên cây x 100.



Hình 1. Biểu hiện bệnh thán thư trước thu hoạch trên ớt: (A) Trái bệnh trên cây; (B) Quả bị thối rụng sớm ở trái non lẫn trái chín; (C) Vết bệnh lõm xuống có các vòng đồng tâm

Bệnh trong quá trình bảo quản: Bảo quản ớt sau thu hoạch ở điều kiện thường và theo dõi trong vòng 14 ngày và ghi nhận số lượng trái bệnh. Đếm số trái bị bệnh, tính tỷ lệ % số trái bị bệnh. Tỷ lệ bệnh (%) = Tổng số trái bị bệnh/ Tổng số trái theo dõi x 100.

Xử lý số liệu: Dữ liệu sơ cấp được thu thập từ các kết quả thí nghiệm là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại được tính bằng phần mềm Microsoft

Excel 2010. Thống kê kết quả và đánh giá sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng phần mềm SPSS 22.0.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chiều cao cây, chỉ số diệp lục tố

Qua Bảng 3.1 cho thấy 40 ngày khi chưa xử lý hợp chất silic chiều cao cây và chỉ số diệp lục tố (SPAD) ở các nghiệm thức không có sự khác biệt.

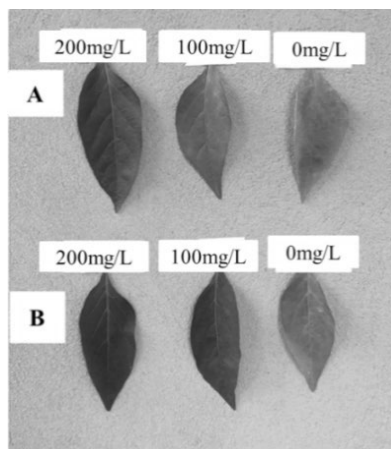
Sau 60 nồng độ 0 mg/L có chiều cao thấp nhất là 37,3 cm. Sau 120 ngày tác động độc lập của nồng độ có sự khác biệt ý nghĩa ở mức 1% chiều cao cây cao nhất ở nồng độ 200 mg/L 86,5 cm tăng 68,9% so với ngày 60, nồng độ 0 mg/L luôn cho chiều cao cây thấp nhất 43 cm tăng 15,3%. Chỉ số SPAD sau 60 ngày có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 1% về hợp chất và nồng độ $MgSiO_3$ (58,1) cho chỉ số SPAD cao hơn so với $CaSiO_3$ (56,3) và nồng độ 0 mg/L (53,9) có chỉ số SPAD thấp nhất. Sau 120 ngày $MgSiO_3$ luôn có chỉ số điệp lục tố cao hơn (62,2) tăng 7,1% so với thời điểm trước, xét về nồng độ 100 mg/L (62,8) tăng 7,4% và 200 mg/L (63,7) tăng 7,4 so với 0 mg/L (54,3) chỉ tăng 0,7%.

Đối với cây trồng chiều cao cây chủ yếu là do di truyền của giống, bên cạnh đó cũng chịu ảnh hưởng bởi yếu tố ngoại cảnh. Khi tăng liều lượng $CaSiO_3$ và $MgSiO_3$ chiều cao cây có sự vượt trội hơn. Ở nồng độ thấp cây phát triển kém, còi cọc hơn dù có sự chăm sóc tương đương nhau. Diệp lục đóng vai trò là “nhà máy năng lượng” của thực vật, chịu trách nhiệm hấp thụ năng lượng ánh sáng trong quá trình quang hợp. Magie là thành phần chính trong nhà máy này, nếu không có nó, quá trình tổng hợp diệp lục bị cản trở đáng kể (Ali et al., 2024). Hình 2 cho thấy màu sắc lá đậm dần từ nồng độ phun 0 mg/L đến 200 mg/L. Màu lá ở nghiệm thức xử lý $MgSiO_3$ đậm hơn $CaSiO_3$.

Bảng 3.1. Chiều cao cây và chỉ số điệp lục tố ở thời điểm 40, 60 và 120 ngày sau khi trồng

Nhân tố	Chiều cao cây (cm)			Chỉ số điệp lục tố		
	Thời gian (ngày)					
	40	60	120	40	60	120
A. Hoá chất						
$CaSiO_3$	30,7	45,7	65,6	52,2	56,3 ^b	58,3 ^b
$MgSiO_3$	29,9	45,6	68,0	52,7	58,1 ^a	62,2 ^a
B. Nồng độ (mg/L)						
0	30,4	37,3 ^b	43,0 ^c	52,7	53,9 ^b	54,3 ^b
100	30,4	48,6 ^a	70,9 ^b	51,9	58,5 ^a	62,2 ^a
200	30,2	51,2 ^a	86,5 ^a	52,8	59,3 ^a	63,7 ^a
F(A)	ns	ns	ns	ns	**	*
F(B)	ns	**	**	ns	**	**
F(AxB)	ns	ns	**	ns	ns	ns
CV(%)	4,7	5,2	6,1	1,4	2,2	5,2

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng mẫu tự không khác biệt qua phép thử Duncan; **và*: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt.



Hình 2. Màu sắc lá ở 120 ngày sau khi trồng (A): $CaSiO_3$; (B): $MgSiO_3$

3.2. Khối lượng tươi, khối lượng khô

Kết quả Bảng 3.2 cho thấy ở lần thu hoạch đầu tiên có sự khác biệt ý nghĩa ở mức 1% ở nghiệm thức xử lý $MgSiO_3$ có KLT 17,8 g/5 trái cao hơn $CaSiO_3$ 16,3 g/5 trái và đối chứng có KLT thấp nhất. Ở lần thu hoạch thứ 2 có sự khác biệt ý nghĩa về và nồng độ ở mức 1% nghiệm thức xử lý 0 mg/L luôn có KLT thấp nhất 13,5 g/5 trái giảm 4,3% so với lần thu hoạch trước trong khi các nghiệm thức còn lại đều có xu hướng ổn định thậm chí tăng. Kết quả ở lần thu đầu tiên về nồng độ 0 mg/L cho KLK thấp nhất 3,9 g/5 trái. Ở lần thu hoạch thứ hai kết quả cho thấy KLK ở nghiệm thức xử lý $CaSiO_3$ (4,8 g/5 trái) cao hơn nghiệm thức xử lý $MgSiO_3$ (4,6 g/5 trái), KLK cao ở nồng độ 100 mg/L (5 g/5 trái tăng 6,4%) và 200 mg/L (5,2 g/5 trái tăng 10,6%), 0 mg/L luôn có KLK

nhất 3,9 g/5 trái.

Qua 2 lần thu hoạch khối lượng tươi tăng khi được xử lý $CaSiO_3$ và $MgSiO_3$ ở nồng độ (100 mg/L; 200 mg/L). Silic đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện cấu trúc tế bào của quả, giúp quả cứng hơn, từ đó tăng khối lượng tươi. Calci đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện cấu trúc tế bào của quả, giúp quả cứng hơn. Trong điều kiện thiếu Mg, quá trình quang hợp và tổng hợp protein bị giảm, dẫn đến rối loạn chức năng và cấu trúc bình thường của tế bào, mô và cơ quan thực vật (Marschner, 2012). Bên cạnh đó khi bổ sung $CaSiO_3$ và $MgSiO_3$ thì khối lượng khô cao hơn nghiệm thức không bổ sung, từ đó cây có thể duy trì nhịp độ phát triển, tuy nhiên $CaSiO_3$ cho kết quả rõ ràng nhất.

Bảng 3.2. Khối lượng tươi (g/5 trái) và khối lượng khô (g/5 trái) ở 2 lần thu

	Khối lượng tươi (KLT)		Khối lượng khô (KLK)	
	Lần thu			
	1	2	1	2
A. Hoá chất				
$CaSiO_3$	16,3 ^b	16,7	4,5	4,8 ^a
$MgSiO_3$	17,8 ^a	17,6	4,4	4,6 ^b
B. Nồng độ (mg/L)				
0	14,1 ^b	13,5 ^b	3,9 ^b	3,9 ^b
100	18,3 ^a	18,5 ^a	4,7 ^a	5,0 ^a
200	18,7 ^a	19,4 ^a	4,7 ^a	5,2 ^a
F(A)	**	ns	ns	*
F(B)	**	**	**	**
F(AxB)	ns	ns	ns	ns
CV(%)	5,5	6,2	5,7	3,1

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng mẫu tự không khác biệt qua phép thử Duncan; **và* khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt.

3.3. Hàm lượng Capsaicin

Qua Bảng 3.3 thu hoạch lần 1 ghi nhận có sự khác biệt ý nghĩa ở mức 1% về nồng độ, hợp chất silic và có sự tương tác giữa nồng độ và 2 hợp chất khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Điều này cho thấy $CaSiO_3$ và $MgSiO_3$ ảnh hưởng theo nồng độ xử lý và ngược lại. Ở nghiệm thức không xử lý hàm lượng Capsaicin thấp hơn so với hàm lượng capsaicin ở các nghiệm thức còn lại. Thu hoạch lần 2 ghi nhận được sự khác biệt về nồng độ ở mức

ý nghĩa 1%, nồng độ tác động độc lập và không làm ảnh hưởng đến hàm lượng capsaicin khi hoá chất thay đổi. Trong đó nghiệm thức có nồng độ 200mg/L cho hàm lượng capsaicin cao nhất là 300,9 μ g/KLK so với các nghiệm thức còn lại và thấp nhất ở nồng độ 0 mg/L 170,1 μ g/KLK.

Khảo sát về chỉ số diệp lục tố cho thấy $MgSiO_3$ đã làm tăng chỉ số diệp lục tố khi cây được xử lý nó, giúp tăng cường khả năng quang hợp có thể gián tiếp làm tăng hàm lượng capsaicin trong quả

ớt bằng cách cung cấp thêm năng lượng và nguyên liệu cho quá trình tổng hợp (Zheng et al., 2015). Trong điều kiện sinh lý ổn định và ít stress tiêu cực, cây có thể dành năng lượng để tăng cường tổng hợp các chất thứ cấp, trong đó có capsaicin-một loại alkaloid thuộc nhóm chất bảo vệ thực vật. Nghiên cứu của Fawe et al. (1998), đã chỉ ra rằng silic kích hoạt PAL (Phenylalanine Ammonia-Lyase) và tăng cường tích lũy các hợp chất phenolic, điều này gián

tiếp hỗ trợ việc tổng hợp các chất phòng vệ như capsaicin trong một số cây trồng. Qua giới thiệu và kết quả thí nghiệm cho thấy CaSiO_3 và MgSiO_3 không đóng vai trò là tác nhân duy nhất trong việc làm tăng hàm lượng capsaicin trong ớt nhưng cũng có thể thấy cả hai đã có tác động đến quá trình sinh lý bên trong quả ớt làm cho các tế bào này có khả năng tổng hợp capsaicin nhiều hơn so với các tế bào quả bình thường.

Bảng 3.3. Hàm lượng capsaicin ($\mu\text{g}/\text{KLK}$) ở 2 lần thu

Nhân tố	Hàm lượng capsaicin	
	Lần thu	
	1	2
A. Hoá chất		
CaSiO_3	212,7 ^a	253,9
MgSiO_3	147,0 ^b	215,2
B. Nồng độ (mg/L)		
0	118,4 ^b	170,1 ^b
100	188,0 ^a	232,7 ^{ab}
200	233,3 ^a	300,9 ^a
F(A)	**	ns
F(B)	**	**
F(AxB)	*	ns
CV(%)	16,3	17,3

*Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng mẫu tự không khác biệt qua phép thử Duncan; **và*: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt*

3.4. Năng suất

Nồng độ 0 mg/L năng suất thấp nhất 110,1g khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Năng suất tiếp tục được duy trì qua lần thu hoạch thứ hai ở nghiệm thức có xử lý MgSiO_3 luôn là nghiệm thức có năng suất cao nhất 161 g tăng 15,5%, ở nghiệm thức xử lý nồng độ 200 mg/L năng suất đạt cao nhất 198,8 g tăng 34,3% so với đợt trước 0 mg/L luôn có năng suất thấp nhất 102,8% giảm 6,6%. Năng suất quy đổi có kết quả tương đối giống nhau. Nghiệm thức được xử lý MgSiO_3 luôn có năng suất cao nhất qua 2 lần thu hoạch. Nồng độ 100 mg/L; 200 mg/L ở lần thu đầu tiên có sự tương đồng với nhau về năng suất quy đổi nhưng ở lần thu hoạch thứ 2 nồng độ 200 mg/L có năng suất cao nhất 13,3 tấn/ha, 0 mg/L luôn có nồng độ thấp nhất qua 2 lần thu lần lượt (7,3 tấn/ha; 6,9 tấn/ha) và thậm chí có xu hướng giảm.

Việc xử lý Magie hợp lý có thể thúc đẩy sự phát triển của thực vật, tăng hiệu quả quang hợp (Tian et al., 2021), cải thiện năng suất và chất lượng cây trồng (Orlovius and Mchoul, 2015). Cung cấp Magie một cách khoa học và hiệu quả không chỉ có lợi cho quá trình chuyển hóa N mà còn có tác động đáng kể đến việc cải thiện năng suất và chất lượng cây trồng. Điều này đã được báo cáo ở cam quýt (Tang et al., 2012), khoai tây (Orlovius and Mchoul, 2015) và các loại cây trồng khác. Cây được cung cấp đủ silic giúp cho việc tạo chất diệp lục tố thuận lợi nâng cao hiệu quả quang hợp ánh sáng, tăng khả năng sử dụng P và N, silic là nguyên tố dinh dưỡng hữu ích cho hầu hết các loại thực vật. Khi khả năng sinh trưởng tăng cũng kéo theo năng suất ớt tăng. Nghiên cứu của Reyes-Pérez et al. (2023) cho thấy, việc bổ sung 10 g silic/cây trong điều kiện nhà kính đã giúp cây ớt tăng chiều cao thêm 12 cm và đạt năng suất 24,6 tấn/ha so với đối chứng.

Bảng 3.4. Số trái (trái/cây); năng suất tổng (g); năng suất quy đổi (tấn/ha) sau 2 lần thu

Nhân tố	Số trái (trái/cây)		Năng suất tổng (g)		Năng suất quy đổi (tấn/ha)	
	Lần thu					
	1	2	1	2	1	2
A. Hoá chất						
CaSiO ₃	38,7	44,0	125,9 ^b	146,2 ^b	8,4 ^b	9,7 ^b
MgSiO ₃	38,3	44,2	139,4 ^a	161,0 ^a	9,3 ^a	10,7 ^a
B. Nồng độ (mg/L)						
0	38,9	38,1 ^c	110,1 ^b	102,8 ^c	7,3 ^b	6,9 ^c
100	37,8	42,6 ^b	139,8 ^a	159,2 ^b	9,3 ^a	10,6 ^b
200	38,8	51,6 ^a	148,0 ^a	198,8 ^a	9,9 ^a	13,3 ^a
F(A)	ns	ns	*	*	*	*
F(B)	ns	**	**	**	**	**
F(AxB)	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV(%)	4,7	3,8	7,8	7,9	7,8	7,9

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng mẫu tự không khác biệt qua phép thử Duncan; **và* khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt

3.5. Tỷ lệ trái nhiễm bệnh thán thư

Tỷ lệ bệnh thán thư trên trái trước thu hoạch cao hơn ở nghiệm thức xử lý MgSiO₃ 34,7%. Nghiệm thức xử lý ở nồng độ 0 mg/L luôn cao nhất, khác biệt ở mức ý nghĩa 1%. Ở lần thu hoạch thứ 2 CaSiO₃ 29,4% giảm 5,2% luôn cho tỷ lệ bệnh thấp hơn MgSiO₃ 33,7% giảm 2,9% so với

lần thu hoạch trước. Có sự khác biệt về nồng độ ở mức 1% nồng độ 200 mg/L có tỷ lệ bệnh thấp nhất 20,2% giảm 11% so với lần thu đầu tiên. Bên cạnh đó sự tương tác giữa 2 hợp chất và nồng độ là có ý nghĩa ở mức 5%, để tối ưu hiệu quả kiểm soát bệnh cần sử dụng CaSiO₃ ở nồng độ 200 mg/L (Bảng 3.5).

Bảng 3.5. Tỷ lệ bệnh (%) trên trái ở 2 lần thu hoạch

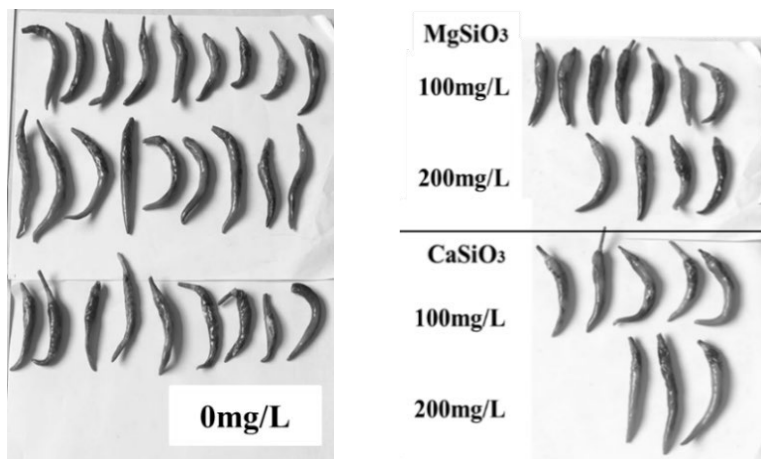
Nhân tố	Tỷ lệ bệnh trước thu hoạch (%)		Tỷ lệ bệnh sau 14 ngày bảo quản (%)	
	Lần thu			
	1	2	1	2
A. Hoá chất				
CaSiO ₃	31,0 ^b	29,4 ^b	30,6 ^b	34,6 ^b
MgSiO ₃	34,7 ^a	33,7 ^a	38,4 ^a	45,9 ^a
B. Nồng độ (mg/L)				
0	48,8 ^a	47,6 ^a	55,3 ^a	63,3 ^a
100	27,1 ^b	26,9 ^b	27,0 ^b	31,8 ^b
200	22,7 ^b	20,2 ^b	21,2 ^c	25,5 ^b
F(A)	*	*	**	**
F(B)	**	**	**	**
F(AxB)	ns	*	**	*
CV(%)	10,3	12,7	7,1	6,3

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng mẫu tự không khác biệt qua phép thử Duncan; **và* khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt

Tỷ lệ bệnh ở nghiệm thức có xử lý CaSiO_3 (30,6%) thấp hơn so với nghiệm thức xử lý MgSiO_3 (38,4%). Ở nồng độ 0 mg/L tỷ lệ bệnh cao nhất (55,3%) so với các nghiệm thức còn lại, nghiệm thức xử lý nồng độ 200 mg/L có tỷ lệ bệnh thấp nhất (21,2%) chỉ tiêu bệnh sau thu hoạch đều có sự tương tác giữa hợp chất silic với nồng độ, điều này cho thấy hợp chất sử dụng ảnh hưởng theo nồng độ xử lý và ngược lại. Ở lần thu hoạch thứ 2 tỷ lệ bệnh ở mọi nghiệm thức đều có xu hướng tăng, tuy nhiên ở nghiệm thức xử lý CaSiO_3 tỷ lệ bệnh 34,6 tăng 13,1% thấp hơn ở nghiệm thức xử lý MgSiO_3 45,9 tăng 19,5%. Nồng độ 0 mg/L có tỷ lệ bệnh cao nhất 63,3% tăng 14,5%

Ở lần thu đầu tiên thời tiết thay đổi bất ngờ do mưa đầu mùa làm tỷ lệ bệnh trước thu hoạch tăng cao tuy nhiên ở nghiệm thức nghiệm thức có xử lý hợp chất silic tỷ lệ bệnh thấp hơn so với đối chứng, kết quả này hoàn toàn trùng khớp với thực tế tuy không kháng bệnh 100% nhưng qua kết quả cho thấy ở các nghiệm thức có phun CaSiO_3 tỷ lệ bệnh tăng chậm hơn. Bằng chứng gần đây silic

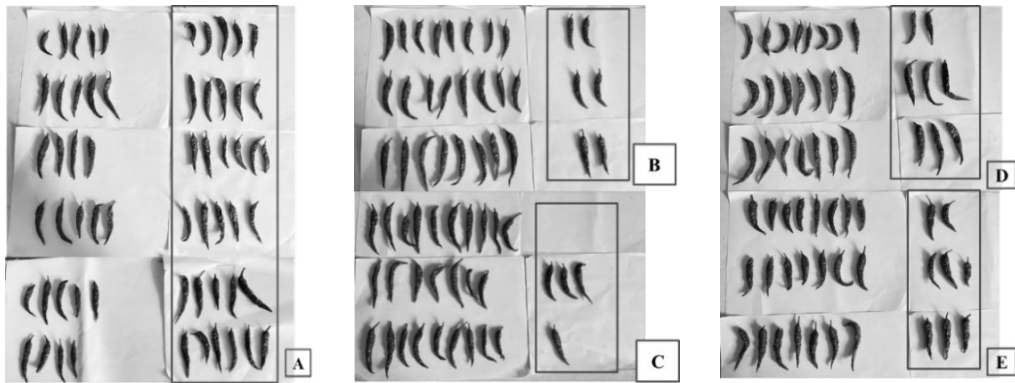
cải thiện các đặc tính cơ học và sinh lý của cây trồng và giúp cây vượt qua nhiều loại stress phi sinh học và sinh học (Richmond et al., 2003) silic sẽ đóng vai trò tích cực hơn trong việc tăng cường khả năng chống chịu bệnh tật của thực vật bằng cách kích thích biểu hiện các phản ứng phòng vệ tự nhiên. Magie đóng vai trò quan trọng trong quá trình quang hợp, do là thành phần trung tâm của phân tử chlorophyll, từ đó gián tiếp hỗ trợ khả năng kiểm soát bệnh trước thu hoạch. Tuy nhiên, để tăng cường sức đề kháng một cách hiệu quả và bền vững, việc sử dụng CaSiO_3 nên được ưu tiên, do hợp chất này có khả năng củng cố cấu trúc thành tế bào và tạo hàng rào cơ học chống lại sự xâm nhập của tác nhân gây bệnh. Nghiên cứu của Belanger et al. (2003) đã chứng minh rằng việc xử lý bằng CaSiO_3 giúp tăng cường khả năng kháng bệnh phấn trắng ở lúa mì bằng cách ngăn chặn sự xâm nhập của nấm vào tế bào biểu bì. Qua Hình 3 có thể thấy được xử lý CaSiO_3 số trái bệnh trước thu hoạch thấp hơn so với MgSiO_3 . Số trái bệnh ở nghiệm thức 0 mg/L cao hơn so với các nghiệm thức còn lại.



Hình 3. Số trái bệnh trong tổng số trái thu hoạch ở nghiệm thức trước thu hoạch ở lần thu hoạch đầu tiên

Từ kết quả có thể kết luận rằng CaSiO_3 và MgSiO_3 ảnh hưởng đến việc hạn chế bệnh sau thu hoạch, xử lý CaSiO_3 tỷ lệ bệnh thấp so với nghiệm thức còn lại. Sự khác biệt này là do vai trò quan trọng của silic và calcium trong quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng, gia tăng khả năng tự bảo vệ của thực vật, giúp thực vật

chống chịu lại những tác động bất lợi của các sinh vật gây hại, nấm bệnh tấn công... (Mali and Aery, 2008). Số trái bệnh sau 14 ngày bảo quản theo dõi mỗi lần lặp lại 10 trái và trái bệnh nằm trong vùng khoanh đỏ ở Hình 4 có thể thấy rằng khi xử lý CaSiO_3 ở nồng độ 200 mg/L có tỷ lệ bệnh thấp nhất.



Hình 4. Số trái bệnh (trong vùng khoanh đỏ) sau 14 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng ở lần thu hoạch đầu tiên của nghiệm thức đối chứng (A); (B) CaSiO_3 100 mg/L; (C) CaSiO_3 200 mg/L; (D) MgSiO_3 100 mg/L; (E) MgSiO_3 200 mg/L.

Sức chịu đựng tốt hơn của cây đối với sự xâm nhập của nấm bệnh có thể cũng nhờ vào sự tích lũy Si trong lớp tế bào biểu bì. Tăng calci ở thực vật đã được chứng minh là làm tăng khả năng kháng các vi khuẩn gây bệnh thực vật làm tổn hại mô thực vật (Perombelon and Kelman, 1980). Calci tham gia vào việc tạo ra các con đường truyền tín hiệu và tính toàn vẹn của màng và thành tế bào (Datnoff et al., 2007). Nó cũng tăng cường tính toàn vẹn về mặt cấu trúc của thành tế bào và màng. Do đó, việc điều chỉnh dinh dưỡng khoáng chất có thể làm giảm mức độ nghiêm trọng của bệnh (Datnoff et al., 2007).

4. Kết luận và kiến nghị

4.1 Kết luận

Xử lý hợp chất CaSiO_3 và MgSiO_3 ở nồng độ 100 mg/L; 200 mg/L tăng đáng kể chiều cao cây, chỉ số diệp lục tố (SPAD), năng suất và giảm tỉ lệ

bệnh thán thư trên ớt. Hàm lượng capsaicin cao nhất khi được xử lý ở nồng độ 200 mg/L.

Kết quả cho thấy MgSiO_3 có hiệu quả rõ rệt trong việc tăng chỉ số diệp lục tố (SPAD) và nâng cao năng suất, còn CaSiO_3 lại giúp giảm đáng kể tỷ lệ bệnh trước và sau thu hoạch.

Việc bổ sung silic thông qua các hợp chất như CaSiO_3 và MgSiO_3 không chỉ giúp cây phát triển khỏe mạnh mà còn nâng cao một số phẩm chất ớt, thể hiện qua sự gia tăng hàm lượng capsaicin và năng suất thu hoạch; giảm bệnh thán thư trên trái lợi nhuận tăng 10-20% nhờ giảm tổn thất trước và sau thu hoạch. Bên cạnh đó, Silic không độc, không gây tồn dư hóa học, thân thiện với môi trường.

4.2 Kiến nghị

Tiến hành khảo sát thực địa ở các đồng ruộng khác nhau và các vụ mùa khác để xem xét sự ảnh hưởng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ali, M. M., Hu, X., Chao, P., Ali, S., Akram, M. T., Naveed, W. A., Gull, S., Deng, H., Mosa, W. F. A., Hou, Y., et al. (2024). Magnesium's impact on fruit quality of loquat: Insights into sugar and acid dynamics. *Scientia Horticulturae*, 328, 112972.
- Baenas, M., Belovic, M., Ilic, N. D., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annuum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274, 872-885.
- Belanger, R. R., Benhamou, N., & Menzies, J. G. (2003). Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). *Phytopathology*, 93(4), 402-412.
- Cakmak, I., and Yazici, A. M. (2010). Magnesium: a forgotten element in crop production. *Better Crops* 94, 23-25.

- Datnoff, L. E., Elmer, W. H., and Huber, D. M. (2007). *Mineral Nutrition and Plant Disease*. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- Fawe, A., Abou-Zaid, M., Menzies, J. G., & Bélanger, R. R. (1998). Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology*, *88*(5), 396-401.
- Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A., and Gilliam, M. (2016). Fruit calcium: transport and physiology. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 569.
- Hodson, M. J., White, P. J., Mead, A., and Broadley, M. R. (2005). Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. *Annals of Botany*, *96*(6), 1027-1046.
- Mali, M., and Aery, N. C. (2008). Influence of silicon on growth, relative water contents, and uptake of silicon, calcium, and potassium in wheat grown in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, *31*, 1867-1876.
- Mandal, S., Suneja, P., and Hore, D. K. (1998). A colorimetric method for estimation of capsaicin in chilli fruits. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, *11*(2), 213-218.
- Marschner, H. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Orlovius, K., and Mchoul, J. (2015). Effect of two magnesium fertilizers on leaf magnesium concentration, yield, and quality of potato and sugar beet. *Journal of Plant Nutrition*, *38*, 2044-2054.
- Perombelon, M. and Kelman, A. (1980) Ecology of the Soft Rot *Erwinia*. *Annual Review of Phytopathology*, *18*, 361-387.
- Reyes-Pérez, J. J., Rodríguez-Salazar, M. Á., Martínez-Téllez, M. Á., & López-Velázquez, M.A. (2023). Biofortification with silicon in the development and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) in a controlled environment. *Revista Terra Latinoamericana*, *41*, 1-10
- Richmond, K. E., and Sussman, M. (2003). Got silicon? The non-essential beneficial plant nutrient. *Current Opinion in Plant Biology*, *6*, 268-272.
- Rizwan, M., Ali, S., Rehman, M. Z. U., Adrees, M., Hafeez, M. B., ur Rehman, M. H., & Abbas, F. (2019). Silicon Amendments Improve Plant Resistance and Crop Yield: A Review. *Agronomy*, *9*(5), 258.
- Rodrigues, F. A., McNally, D. J., Datnoff, L. E., Jones, J. B., Labbé, C., Benhamou, N., Menzies, J. G., and Bélanger, R. R. (2004). Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: A potential mechanism for blast resistance. *Phytopathology*, *94*, 177-183.
- Tang, N., Li, Y., & Chen, L. S. (2012). Magnesium deficiency-induced impairment of photosynthesis in leaves of fruiting *Citrus reticulata* trees accompanied by up-regulation of antioxidant metabolism to avoid photo-oxidative damage. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *175*(5), 784-793.
- Tian, X. Y., He, D. D., Bai, S., Zeng, W. Z., Wang, Z., Wang, M., et al. (2021). Physiological and molecular advances in magnesium nutrition of plants. *Plant and Soil*, *468*, 1-17.
- Tuteja, N., and Mahajan, S. (2007). Calcium signaling network in plants. *Plant Signaling and Behavior*, *2*(2), 79-85.
- Zheng, J., Zhang, M., Chen, J., & Chen, J. (2015). Effect of light intensity on capsaicinoid accumulation in *Capsicum* fruits. *Scientia Horticulturae*, *193*, 14-19.