



DOI:10.22144/ctujos.2026.052

ẢNH HƯỞNG CỦA XỬ LÝ AXIT BORIC TRƯỚC THU HOẠCH ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG TRÁI QUÝT HỒNG (*Citrus reticulata* Blanco)

Trịnh Xuân Việt^{1,2}, Phạm Thị Phương Thảo³, Lê Văn Hòa³ và Nguyễn Văn Ấy^{3*}

¹Nghiên cứu sinh ngành Khoa học Cây trồng, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Cao đẳng Cộng đồng Đồng Tháp, Việt Nam

³Khoa Sinh lý Sinh hoá, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): nvay@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 16/11/2025

Sửa bài (Revised): 10/02/2026

Duyệt đăng (Accepted): 25/02/2026

Title: Effects of pre-harvest spray of boric acid on the yield and fruit quality improvement of Hong mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)

Author(s): Trinh Xuan Viet^{1,2}, Pham Thi Phuong Thao³, Le Van Hoa³ and Nguyen Van Ay^{3*}

Affiliation(s): ¹PhD Student in Crop Science, College of Agriculture, Can Tho University, Viet Nam; ²Dong Thap Community College, Viet Nam; ³Faculty of Biochemistry - Plant Physiology, College of Agriculture, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện tại xã Hòa Long, tỉnh Đồng Tháp từ tháng 7/2023 đến tháng 3/2024 nhằm xác định nồng độ và thời điểm phun axit boric thích hợp trước thu hoạch nhằm nâng cao năng suất và chất lượng trái quýt hồng. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với hai nhân tố gồm nồng độ axit boric (50, 100, 150 ppm và đối chứng) và số lần phun (2 và 3 lần) tại các thời điểm 105, 113 và 120 ngày trước thu hoạch. Thí nghiệm gồm 8 nghiệm thức, lặp lại 3 lần, 2 cây/lần lặp lại. Dung dịch axit boric được phun đều lên tán cây vào buổi chiều mát với lượng 6 lít/cây, nghiệm thức đối chứng được phun nước. Các chỉ tiêu đánh giá gồm năng suất và đặc tính chất lượng trái như độ Brix, màu sắc vỏ và tỷ lệ khô đầu múi. Kết quả cho thấy xử lý axit boric trước thu hoạch cải thiện đáng kể năng suất và chất lượng trái quýt hồng. Trong đó, nghiệm thức phun axit boric nồng độ 100 ppm với hai lần phun tại 113 và 105 ngày trước thu hoạch cho hiệu quả tối ưu, đạt khối lượng trái 52,32 kg/cây, năng suất 57,56 tấn/ha tăng 111,31%. Đồng thời, độ Brix đạt 11,48% tăng 41,55% và tỷ lệ trái khô đầu múi giảm còn 25,44%, cho thấy chất lượng trái được cải thiện rõ rệt.

Từ khóa: Axit boric, chất lượng, năng suất, quýt hồng (*Citrus reticulata* Blanco), xử lý trước thu hoạch

ABSTRACT

The study was conducted in Hoa Long commune, Dong Thap province, from July 2023 to March 2024 to determine the appropriate concentration and application timing of boric acid before harvest to improve yield and fruit quality of Hong mandarin. The experiment was arranged in a completely randomized design with two factors: boric acid concentration (0, 50, 100, and 150 ppm) and number of applications (2 and 3 times), applied at 105, 113, and 120 days before harvest. The experiment consisted of eight treatments with three replications, each replication including 2 trees. Boric acid solutions were sprayed evenly onto the tree canopy in the late afternoon at a volume of 6 L per tree, while control trees were sprayed with water. Yield and fruit quality parameters, including total soluble solids ($^{\circ}$ Brix), peel color, and the incidence of dry juice sacs, were evaluated. Results showed that pre-harvest boric acid application significantly improved yield and fruit quality of Hong mandarin. Spraying 100 ppm boric acid twice at 113 and 105 days before harvest was the most effective, producing 52.32 kg fruit per tree and a productivity of 57.56 t ha⁻¹, an increase of 111.31% compared with the control. Total soluble solids reached 11.48% (41.55% increasing), while the incidence of dry juice sacs decreased to 25.44%, indicating improved fruit quality.

Keywords: Boric acid, fruit quality, hong mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), preharvesting treatment, productivity

1. GIỚI THIỆU

Tỉnh Đồng Tháp từ lâu đã nổi tiếng với các loại cây ăn trái đặc sản, trong đó quýt hồng (*Citrus reticulata* Blanco) chiếm một vị trí độc tôn về cả giá trị kinh tế lẫn biểu tượng văn hóa. Tuy nhiên, khi được nhìn nhận một cách khách quan thì ngành sản xuất quýt hồng tại địa phương vẫn chưa phát triển tương xứng với tiềm năng và tầm quan trọng vốn có. Kỹ thuật canh tác chủ yếu dựa trên tập quán lâu đời, thiếu sự đầu tư nghiên cứu khoa học chuyên sâu, dẫn đến chất lượng sản phẩm không ổn định. Đặc biệt, hiện tượng neo trái quá lâu dẫn đến cây bị stress, gây ra tình trạng chai trái và khô đầu múi nghiêm trọng. Trong khi các nghiên cứu về việc bảo quản sau thu hoạch (Hội, 2005) đã được thực hiện, thì mảng xử lý trước thu hoạch để nâng cao chất lượng cảm quan và kéo dài tuổi thọ trái vẫn còn bỏ ngỏ.

Kết quả của nhiều nghiên cứu trên thế giới đã cho thấy Brassinolide cùng các nguyên tố khoáng như Ca, B và Mg có vai trò quan trọng trong việc nâng cao tỷ lệ đậu trái, đồng thời cải thiện màu sắc và độ ngọt của trái (Ali et al., 2019; Murlimanohar et al., 2018). Bo là vi lượng thiết yếu cho cây ăn trái, tham gia vào sự hình thành vách tế bào, phân chia tế bào và quá trình ra hoa – đậu trái, từ đó thúc đẩy sinh trưởng và tăng năng suất. Việc bổ sung Bo hợp lý giúp cải thiện tỷ lệ đậu trái, tăng chiều dài cành, diện tích lá và chất lượng quả, góp phần nâng cao năng suất trái cây (Tao et al., 2024; Alvarez-Herrera, 2025). Dẫu vậy, việc ứng dụng cụ thể axit boric trên cây quýt hồng vẫn còn rất hạn chế (Hussain et al., 2020; Hakim et al., 2022). Do đó, nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định liều lượng và thời điểm phun axit boric phù hợp, góp phần cải thiện kích thước trái, tăng tính hấp dẫn về màu sắc và nâng cao chất lượng trái.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thời gian nghiên cứu

Cây quýt hồng được sử dụng trong thí nghiệm 7 năm tuổi, đã cho trái 4 năm và có năng suất tương đối ổn định, được trồng tại xã Hoà Long, tỉnh Đồng Tháp (trước đây thuộc xã Long Hậu, huyện Lai Vung, tỉnh Đồng Tháp). Vườn được bố trí với khoảng cách trồng 3 m giữa các cây và 3 m giữa các hàng.

Hóa chất axit boric (99,5%, Trung Quốc).

Thí nghiệm được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Sinh lý Thực vật, Đại học Cần Thơ và ở xã Hoà Long, tỉnh Đồng Tháp, từ tháng 7 năm 2023 đến tháng 3 năm 2024.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên, thừa số hai nhân tố: (A) nồng độ chất xử lý; (B) số lần phun (2 và 3 lần) ở thời điểm 120, 113 và 105 ngày trước thu hoạch (Bảng 1), 2 lần phun ở thời điểm 113 và 105 ngày trước thu hoạch. Tổ hợp có 8 nghiệm thức, 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại của một nghiệm thức tương ứng với 2 cây quýt hồng. Các dưỡng chất được phun đều trên tán cây và ướt đều cả lá và trái (mỗi cây phun 6 lít nước), phun ướt vào thời điểm chiều mát và dùng nước phun cho nghiệm thức đối chứng.

Bảng 1. Tổ hợp các nghiệm thức thí nghiệm

TT	Chất xử lý (A)	Số lần phun (B)	
		2 lần	3 lần
1	H ₃ BO ₃ 50 ppm	1	5
2	H ₃ BO ₃ 100 ppm	2	6
3	H ₃ BO ₃ 150 ppm	3	7
4	Đối chứng (nước)	4	8

Vườn quýt hồng làm thí nghiệm được nhà vườn sử dụng lượng phân bón tại các thời điểm như sau:

Sau thu hoạch bón 66,2 g N/cây + 182,5 g P₂O₅/cây + 53,0 g K₂O/cây

Tươi ra hoa bón 160,3 g N/cây + 169,4 g P₂O₅/cây + 57,9 g K₂O/cây

Tăng trưởng trái (90 ngày tính từ khi đậu trái) bón 183,3 g N/cây + 188,3 g P₂O₅/cây + 14,7 g K₂O/cây

Trái trưởng thành bón 63,9 g N/cây + 48,7 g P₂O₅/cây + 50,7 g K₂O/cây

Bên cạnh việc sử dụng phân hóa học, nhà vườn còn bổ sung phân hữu cơ ủ từ rơm rạ với lượng 20 kg/cây, được chia thành 4 lần bón gồm: sau thu hoạch, trước khi cây ra hoa, trong giai đoạn trái phát triển và khi trái bước vào giai đoạn trưởng thành (Hòa và Hậu, 2014).

Quýt hồng được xử lý kích thích ra hoa vào đầu tháng 3 âm lịch và được thu hoạch sau khoảng 9 tháng kể từ khi đậu trái. Ở giai đoạn 6 tháng sau đậu trái, trái bắt đầu tăng nhanh về kích thước và khối lượng, đồng thời màu vỏ chuyển dần từ xanh đậm sang vàng nhạt. Dựa trên các kết quả nghiên cứu trước đây, thời điểm xử lý 3 tháng trước thu hoạch được lựa chọn cho thí nghiệm, tương ứng 120 ngày trước thu hoạch, với ba mức axit boric là 50 ppm, 100 ppm và 150 ppm.

Trái được thu hoạch khi chín đồng đều trên cây vào ngày 25/12 âm lịch, cũng là thời điểm nhà vườn tiến hành thu hoạch để tiêu thụ. Mẫu trái được thu ngẫu nhiên và phân bố đều trên các cây, việc thu hái thực hiện vào buổi sáng sớm, với 30 trái cho mỗi nghiệm thức. Sau khi thu, các mẫu được đánh số theo từng nghiệm thức và chuyển về phòng thí nghiệm để tiến hành phân tích.

Các chỉ tiêu được đánh giá bao gồm: chiều cao trái, đường kính trái, khối lượng trái, khối lượng trái trên cây, năng suất, màu sắc vỏ trái, tỷ lệ rò rỉ ion, độ Brix của dịch trái, pH dịch trái, hàm lượng vitamin C và hiện tượng khô đầu múi.

– Thành phần năng suất

Trước hết, 10 trái quýt ở mỗi nghiệm thức được chọn ngẫu nhiên để tiến hành đo các chỉ tiêu kích thước. Chiều cao và chiều rộng trái được xác định bằng thước kẹp; trong đó chiều cao (cm) được đo từ đỉnh đến đáy trái, còn chiều rộng (cm) được đo tại vị trí rộng nhất của trái (từ bụng đến lưng). Đồng thời, khối lượng của 10 trái cũng được cân để tính khối lượng trung bình của một trái.

– Năng suất

Năng suất được ghi nhận tại thời điểm thu hoạch như:

Năng suất trái/cây (kg/cây) được xác định bằng cách cân toàn bộ số trái trên cây .

Năng suất tổng (tấn/ha) được tính bằng cách lấy năng suất trung bình của cây x mật độ trồng (1.100 cây/hecta)/1.000.

Năng suất thương phẩm (tấn/ha) được xác định bằng cách lấy năng suất tổng trên cây trừ cho năng suất không thương phẩm trên cây.

Tỷ lệ năng suất thương phẩm/năng suất tổng (%) được tính bằng cách lấy năng suất thương phẩm chia cho năng suất tổng và nhân cho 100.

– Đánh giá màu sắc vỏ trái

Sự khác biệt về màu sắc vỏ trái được xác định bằng máy đo màu Minolta CR-400. Mỗi trái được đo tại ba vị trí khác nhau trên vỏ, sau đó tính giá trị trung bình và so sánh với màu chuẩn của thiết bị. Kết quả được đánh giá theo hệ thống CIE (L, a, b) như sau: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$

– Tỷ lệ rò rỉ ion (%)

Tính thấm của màng được diễn đạt bởi mối quan hệ tỷ lệ rò rỉ các ion trong tế bào, được xác định theo phương pháp của Shao et al. (2013), phương pháp như sau: trái thu hoạch về được loại bỏ vỏ lấy phần

ruột đem ngâm với nước khử ion, đo độ dẫn điện sau 3 giờ để ở nhiệt độ phòng (EC₁). Mẫu được đông lạnh/rã đông 3 lần, đo độ dẫn điện (EC₂). Độ dẫn điện được đo bằng máy EC (HANNA, model HI 8633, EURORE sản xuất). Tỷ lệ rò rỉ ion được tính theo công thức:

$$\text{Tỷ lệ rò rỉ ion (\%)} = \frac{100 * (EC_1 - EC_0)}{EC_2}$$

Trong đó: EC₀: độ dẫn điện của nước khử ion,

EC₁: độ dẫn điện của dung dịch ngâm mẫu sau 3 giờ,

EC₂: độ dẫn điện của dung dịch ngâm mẫu sau khi đông lạnh/rã đông 3 lần.

– Độ Brix dịch trái (%)

Độ Brix của dịch trái được xác định bằng chiết quang kế Atago (Nhật Bản) với thang đo từ 0–32%. Ở mỗi nghiệm thức, 3 trái được chọn ngẫu nhiên; trên mỗi trái lấy 3 múi ở các vị trí khác nhau. Nước từ từng múi được ép lấy dịch, sau đó nhỏ trực tiếp lên khúc xạ kế để đo độ Brix, và giá trị trung bình của ba lần đo được sử dụng cho kết quả.

– pH dịch trái

Giá trị pH của dịch trái được xác định bằng cách chọn ngẫu nhiên 10 trái ở mỗi nghiệm thức. Dịch trái được đo trực tiếp bằng máy đo pH cầm tay hiệu Hanna (Nhật Bản). Cụ thể, 20 ml dịch trái của mỗi mẫu được cho vào cốc thủy tinh 50 ml, sau đó điện cực pH được đặt trực tiếp vào dung dịch để tiến hành đo. Kết quả hiển thị trên máy được ghi nhận và tính giá trị trung bình của ba lần đo.

– Hàm lượng vitamin C của dịch trái

Hàm lượng vitamin C (mg/100 g trọng lượng trái tươi) (axit ascorbic) của dịch trái được xác định theo phương pháp của Muri (1990, được trích dẫn bởi Chon và ctv., 2005), dựa trên tính khử của 2,6-Dichlorophenol indophenol.

– Đánh giá phần trăm trái bị khô đầu múi (KDM), số múi bị khô trên trái, độ dài múi bị khô

Đầu tiên, 10 trái/nghiệm thức được lấy để đánh giá:

Tỷ lệ trái bị KDM (%): Trái được xem là KDM khi có từ 1 múi trở lên bị khô một phần hoặc toàn bộ, phần bị khô là các tép quýt không có màu “đỏ cam” bình thường.

Tỷ lệ múi khô trên trái (%) được xác định bằng cách đếm số múi bị khô một phần và toàn phần trên trái.

Tỷ lệ chiều dài múi khô (%) được đo từ đầu múi đến hết phần bị khô.

2.2.2. Thống kê và xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Sau đó, dữ liệu được phân tích phương sai (ANOVA) và so sánh trung bình bằng phép kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa 1% bằng phần mềm SPSS phiên bản 21.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần năng suất trái

3.1.1. Chiều cao trái

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy không ghi nhận sự tương tác giữa loại chất xử lý và số lần xử lý đối với

Bảng 2. Chiều cao trái quýt hồng (cm)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	5,49	5,33	5,41
H ₃ BO ₃ 100 ppm	5,26	5,38	5,32
H ₃ BO ₃ 150 ppm	5,38	5,80	5,59
Đối chứng (phun nước)	5,61	5,26	5,43
Trung bình (B)	5,43	5,44	
F Chất xử lý (A)	ns		
F Lần xử lý (B)	ns		
F (AxB)	ns		
CV (%)	9,07		

ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

3.1.2. Đường kính trái

Kết quả trình bày ở Bảng 3 cho thấy chất xử lý và số lần xử lý không ảnh hưởng đáng kể đến đường

Bảng 3. Đường kính trái quýt hồng (cm)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	6,24	6,41	6,32
H ₃ BO ₃ 100 ppm	6,74	6,46	6,60
H ₃ BO ₃ 150 ppm	6,07	6,07	6,07
Đối chứng (nước)	6,28	6,27	6,28
Trung bình (B)	6,33	6,30	
F Chất xử lý (A)	ns		
F Lần xử lý (B)	ns		
F (AxB)	ns		
CV (%)	14,99		

ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Kết quả ở Bảng 3 tương tự như Bảng 2, cho thấy việc phun axit boric trước thu hoạch 2 hoặc 3 lần không làm gia tăng đường kính trái quýt hồng. Nguyên nhân có thể do thời điểm xử lý ở 120, 113 và 105 ngày trước thu hoạch, khi đó trái đã phát triển gần đạt kích thước tối đa, nên việc bổ sung axit boric

chiều cao trái. Đồng thời, cả chất xử lý và số lần phun đều không ảnh hưởng đáng kể đến chiều cao trái quýt hồng. Điều này cho thấy việc phun H₃BO₃ với các nồng độ khác nhau, dù thực hiện 2 lần hay 3 lần, đều không làm thay đổi chiều cao trái quýt.

Kết quả cho thấy việc phun axit boric trước thu hoạch 2 và 3 lần không làm gia tăng chiều cao trái quýt hồng. Điều này có thể do thời điểm xử lý ở 120, 113 và 105 ngày trước thu hoạch, khi đó trái quýt đã gần như đạt kích thước tối đa, nên việc bổ sung axit boric không còn ảnh hưởng đáng kể đến sự gia tăng chiều cao của trái.

kính trái. Do đó, các mức nồng độ H₃BO₃ được sử dụng trong thí nghiệm đều không làm thay đổi đường kính trái quýt hồng.

không còn ảnh hưởng đáng kể đến sự gia tăng đường kính của trái.

3.1.3. Khối lượng trái

Kết quả phân tích ở Bảng 4 cho thấy có sự tương tác giữa số lần xử lý và nồng độ xử lý đối với khối

lượng trái quýt hồng. Trong đó, nghiệm thức phun H_3BO_3 ở nồng độ 100 ppm với 2 lần xử lý cho khối lượng trái cao nhất (198,20 g), vượt trội so với các nghiệm thức khác cũng như nghiệm thức đối chứng (151,00 g). Kết quả này cho thấy axit boric có thể góp phần làm vững chắc thành tế bào, giúp trái giữ nước tốt hơn, từ đó làm tăng khối lượng trái quýt hồng.

Trong sản xuất nông nghiệp, năng suất được xem là yếu tố then chốt, có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả và sự thành công của người nông dân. Có nhiều yếu tố tác động đến dinh dưỡng cho cây, thời tiết, đất đai,... Kết quả Bảng 4 cho thấy số lần xử lý H_3BO_3 có tác động đến khối lượng trái, trong đó xử lý 2 lần có trọng lượng trái (178,10 g) cao hơn xử lý 3 lần (172,13 g), khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Trái quýt hồng được xử lý bằng H_3BO_3 ở nồng độ 100 ppm có

trọng lượng (191,57 g) cao hơn nhiều so với nghiệm thức đối chứng (150,63) và các nghiệm thức còn lại.

Một trong những vai trò quan trọng nhất của boron là duy trì tính cứng chắc của vách tế bào thông qua việc liên kết với polysaccharide pectin, đặc biệt là hợp chất rhamnogalacturonan II (RG-II), giúp thành tế bào cứng cáp và đàn hồi hơn. Ngoài ra, boron còn thúc đẩy sự vận chuyển các chất đồng hóa, đặc biệt là đường từ lá đến trái thông qua mô libe (phloem). Khi thiếu Bo, quá trình vận chuyển carbohydrate bị gián đoạn, dẫn đến trái phát triển chậm, nhỏ và có hàm lượng đường thấp hơn (Shireen et al., 2018). Vì vậy, sự gia tăng khối lượng và năng suất của quýt hồng trong thí nghiệm có thể được giải thích dựa trên cơ chế điều hòa sự biểu hiện của các gen liên quan trong suốt quá trình thí nghiệm.

Bảng 4. Khối lượng trái quýt hồng (g/trái)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H_3BO_3 50 ppm	187,73 ^b	181,53 ^c	184,63 ^b
H_3BO_3 100 ppm	198,20 ^a	184,93 ^{bc}	191,57 ^a
H_3BO_3 150 ppm	175,47 ^d	171,77 ^d	173,62 ^c
Đối chứng (phun nước)	151,00 ^e	150,27 ^e	150,63 ^d
Trung bình (B)	178,10 ^a	172,13 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	*		
CV (%)	1,67		

Trong cùng một cột hoặc hàng, các số có chữ theo sau giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và *: khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%.

3.1.4. Khối lượng trái trên cây

Kết quả phân tích ở Bảng 5 cho thấy có sự tương tác giữa nồng độ và số lần phun axit boric đối với khối lượng trái quýt hồng trên cây. Trong đó, nghiệm thức xử lý H_3BO_3 ở nồng độ 100 ppm kết hợp phun 2 lần cho khối lượng trái đạt 52,32 kg/cây, cao hơn so với các nghiệm thức khác cũng như đối chứng (24,76 kg/cây). Kết quả này cho thấy H_3BO_3 có khả năng kích thích sự sinh trưởng của trái, góp phần làm tăng khối lượng trái quýt hồng; đồng thời trọng lượng trái cao hơn cũng có thể dẫn đến tổng khối lượng trái trên cây tăng.

Việc cung cấp Boron hợp lý có thể góp phần nâng cao năng suất cũng như cải thiện chất lượng trái cây. Kết quả của thí nghiệm này cũng tương

đồng với nhiều nghiên cứu trước đó về các loại dưỡng chất này trong cải thiện năng suất và phẩm chất của các loại cây ăn trái. Các nghiên cứu trên cây có múi như *Liuyueza* pummelo, cho thấy việc xử lý phun qua lá calcium và boron không chỉ làm tăng hàm lượng Ca và Bo trong vỏ trái mà còn cải thiện chất lượng trái, tăng lượng đường hòa tan (Sucrose, Fructose), vitamin C và giảm axit hữu cơ, góp phần tăng độ cứng vỏ và giảm tỷ lệ nứt trái. Việc ứng dụng đồng thời Ca và B còn tạo điều kiện cũng cố thành tế bào trái thông qua ức chế hoạt động enzyme phân giải pectin, từ đó cải thiện chất lượng thương phẩm và kéo dài thời gian bảo quản trái cây có múi (Zhu et al., 2024).

Bảng 5. Khối lượng trái trên cây (kg/cây)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	45,12 ^b	40,71 ^c	42,91 ^b
H ₃ BO ₃ 100 ppm	52,32 ^a	44,07 ^b	48,20 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	37,70 ^d	31,20 ^e	34,45 ^c
Đối chứng (phun nước)	24,76 ^f	24,35 ^f	24,55 ^b
Trung bình (B)	39,98 ^a	35,08 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	3,69		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ cái theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

3.2. Năng suất

3.2.1. Năng suất tổng

Kết quả phân tích thống kê ở Bảng 6 cho thấy có sự tương tác có ý nghĩa thống kê giữa dưỡng chất và số lần xử lý đối với năng suất tổng của trái quýt

hồng. Nghiệm thức H₃BO₃ 100 ppm kết hợp phun 2 lần có năng suất tổng (57,56 tấn/ha) cao hơn so với các nghiệm thức còn lại và nghiệm thức đối chứng (27,24 tấn/ha).

Bảng 6. Năng suất tổng (tấn/ha) của quýt hồng

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	49,63 ^b	44,78 ^c	47,21 ^b
H ₃ BO ₃ 100 ppm	57,56 ^a	48,48 ^b	53,02 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	41,47 ^d	34,32 ^e	37,90 ^c
Đối chứng (phun nước)	27,24 ^f	26,78 ^f	27,01 ^d
Trung bình (B)	43,97 ^a	38,59 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	3,69		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ cái theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

Kết quả cho thấy việc xử lý H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm đã thúc đẩy sự sinh trưởng của trái, góp phần làm giảm tỷ lệ trái bị mô đầu múi và hiện tượng múi khô. Nhờ đó, năng suất tổng của quýt hồng được cải thiện. Hiệu quả này có thể liên quan đến việc H₃BO₃ 100 ppm làm gia tăng khối lượng trái trên cây (Bảng 5), từ đó dẫn đến sự gia tăng năng suất tổng.

vai trò then chốt trong việc nâng cao năng suất, chất lượng và khả năng bảo quản trái sau thu hoạch.

3.2.2. Năng suất thương phẩm (tấn/ha)

Kết quả này tương tự với kết quả thí nghiệm của Zhang et al. (2015), cho thấy ở cây quýt đường (*Citrus unshiu*), việc bổ sung Bo qua đất hoặc qua lá đã được chứng minh giúp cải thiện năng suất, tăng hàm lượng vitamin C và độ ngọt của trái. Do đó, việc xử lý dinh dưỡng vi lượng, đặc biệt là Bo, có

Kết quả thí nghiệm cho thấy việc phun dưỡng chất 2 và 3 lần giúp tăng năng suất thương phẩm của trái so với nghiệm thức đối chứng. Phân tích thống kê ở Bảng 7 cho thấy có sự tương tác có ý nghĩa giữa loại dưỡng chất và số lần xử lý đối với năng suất thương phẩm của quýt hồng. Trong các nghiệm thức, xử lý H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm kết hợp phun 2 lần cho năng suất thương phẩm cao nhất, đạt 39,01 tấn/ha, cao hơn so với các nghiệm thức còn lại; trong khi nghiệm thức đối chứng ghi nhận năng suất thương phẩm thấp nhất, chỉ đạt 5,24 tấn/ha.

Kết quả nghiên cứu cho thấy số lần xử lý H₃BO₃ có ảnh hưởng đến năng suất thương phẩm của quýt hồng. Cụ thể, nghiệm thức xử lý 2 lần cho năng suất thương phẩm đạt 17,66 tấn/ha, cao hơn so với xử lý 3 lần (14,01 tấn/ha), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Ngoài ra, loại dưỡng chất sử dụng cũng ảnh hưởng đáng kể đến năng suất thương phẩm của quýt hồng và sự khác biệt này cũng đạt mức ý nghĩa thống kê 1%. Quýt hồng được xử lý bằng H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm có năng suất thương phẩm (35,55 tấn) cao hơn nhiều so với nghiệm thức đối chứng (5,17 tấn) và các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức đối chứng ghi nhận giá trị thấp nhất, có thể do tỷ lệ trái bị khô đầu múi cao hơn

so với các nghiệm thức khác. Nguyên nhân là do liên quan đến việc trái được giữ trên cây trong thời gian dài để chờ thu hoạch vào dịp cận Tết. Thời gian neo trái kéo dài này có thể làm gia tăng hiện tượng khô đầu múi trên trái quýt hồng. Kết quả Bảng 7 cũng tương đồng với nghiên cứu gần đây trên cây có múi cho thấy việc phun qua lá boron hoặc kết hợp với Calcium cải thiện đáng kể chất lượng trái và năng suất. Phun boron giúp củng cố thành tế bào bằng cách hạn chế hoạt động enzyme phá vỡ pectin, tăng hàm lượng đường, vitamin C và làm giảm axit hữu cơ trong mô trái. Điều này dẫn đến trái chắc hơn, giảm tỷ lệ nứt/quá trình phân giải mô và tăng chất lượng thương phẩm (Zhu et al., 2025).

Bảng 7. Năng suất thương phẩm (tấn/ha) của trái quýt hồng

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	14,76 ^c	13,02 ^d	13,89 ^b
H ₃ BO ₃ 100 ppm	39,01 ^a	32,09 ^b	35,55 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	11,65 ^e	9,33 ^f	10,49 ^c
Đối chứng (phun nước)	5,24 ^g	5,10 ^g	5,17 ^d
Trung bình (B)	17,66 ^a	14,01 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	3,61		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ cái theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

3.2.3. Tỷ lệ năng suất thương phẩm/năng suất tổng

Kết quả phân tích thống kê trình bày ở Bảng 8 cho thấy có sự tương tác giữa nồng độ H₃BO₃ và số lần xử lý đối với tỷ lệ năng suất thương phẩm so với

năng suất tổng. Trong các nghiệm thức, xử lý H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm kết hợp phun 2 lần cho tỷ lệ năng suất thương phẩm cao nhất, đạt 67,78%. Giá trị này cao hơn so với nghiệm thức đối chứng (19,24%) cũng như các nghiệm thức còn lại.

Bảng 8. Tỷ lệ năng suất thương phẩm/năng suất tổng (%)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	29,73 ^c	29,07 ^d	29,40 ^b
H ₃ BO ₃ 100 ppm	67,78 ^a	66,18 ^b	66,98 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	28,08 ^e	27,18 ^f	27,63 ^c
Đối chứng (phun nước)	19,24 ^g	19,04 ^g	19,14 ^d
Trung bình (B)	36,21 ^a	35,37 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	0,77		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

Kết quả trình bày trên cho thấy số lần xử lý dưỡng chất và loại chất xử lý đều ảnh hưởng đến tỷ lệ năng suất thương phẩm so với năng suất tổng của quýt hồng, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Trong đó, nghiệm thức xử lý 2 lần cho tỷ lệ năng suất thương phẩm đạt 36,21%, cao hơn so với xử lý 3 lần (35,37%).

3.3. Phẩm chất trái

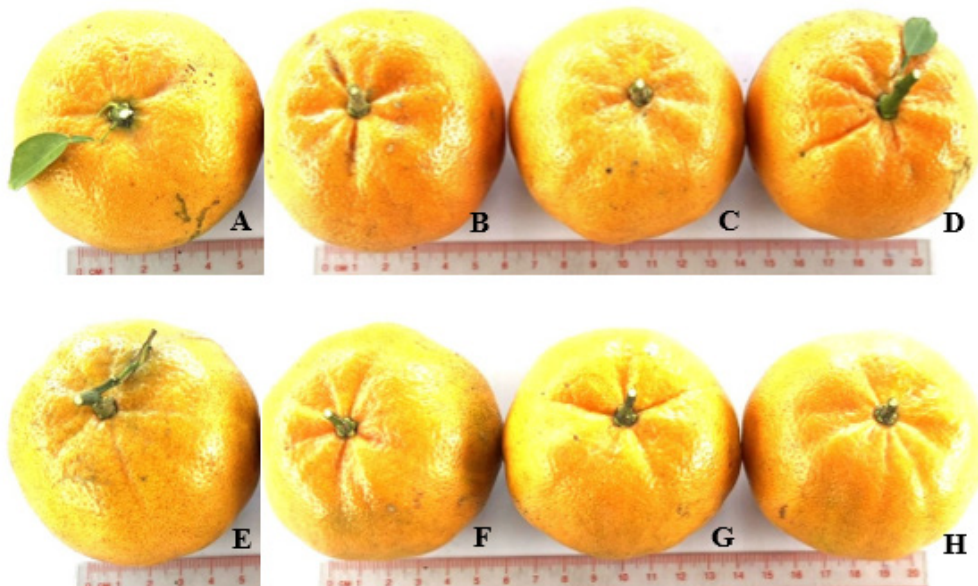
3.3.1. Màu sắc vỏ trái

Kết quả phân tích số liệu ở Bảng 9 cho thấy có sự tương tác giữa loại dưỡng chất và số lần xử lý đối với màu sắc vỏ trái quýt hồng. Sự khác biệt về màu sắc vỏ trái giữa các nghiệm thức. Nghiệm thức xử lý H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm phun 2 lần cho màu sắc vỏ trái tốt nhất với giá trị ΔE đạt 60,26, cao hơn so với nghiệm thức đối chứng (52,63) và các nghiệm thức còn lại (Hình 1).

Bảng 9. Màu sắc vỏ trái quýt hồng (ΔE)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	58,39 ^b	56,78 ^c	57,58 ^b
H ₃ BO ₃ 100 ppm	60,26 ^a	58,04 ^b	59,15 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	58,38 ^b	53,48 ^d	55,93 ^c
Đối chứng (phun nước)	52,63 ^d	48,89 ^e	50,76 ^d
Trung bình (B)	57,41 ^a	54,30 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	1,00		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ cái theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.



Hình 1. Màu sắc của vỏ trái quýt hồng

Ghi chú: A. Đối chứng xử lý 2 lần, B. H₃BO₃ 50 ppm xử lý 2 lần, C. H₃BO₃ 100 ppm xử lý 2 lần, D. H₃BO₃ 150 ppm xử lý 2 lần, E. Đối chứng xử lý 3 lần, F. H₃BO₃ 50 ppm xử lý 3 lần, G. H₃BO₃ 100 ppm xử lý 3 lần và H. H₃BO₃ 150 ppm xử lý 3 lần.

Kết quả cho thấy việc xử lý dưỡng chất ở thời điểm 120 ngày trước khi thu hoạch đã ảnh hưởng rõ rệt đến màu sắc vỏ trái quýt hồng (ΔE) tại thời điểm thu hoạch. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức đạt ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Trong đó, nghiệm thức đối chứng ghi nhận giá trị màu sắc thấp nhất so với các nghiệm thức được xử lý dưỡng chất. Mặt khác, việc xử lý 3 lần thì màu sắc của trái (54,30) thấp hơn so với xử lý 2 lần (57,41), khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 1%. Boron là vi lượng cần thiết cho sự hình thành vách tế bào, vận chuyển carbohydrate và quá trình trao đổi chất trong thực vật, trong đó có cây có múi. Một số nghiên cứu gần đây khi được thực hiện đã giúp chứng minh rằng việc phun Bo, đặc biệt khi kết hợp với Kali (K), trước thu hoạch có thể cải thiện đáng kể màu sắc vỏ của các giống quýt/mandarin. Theo Vashisth và Shahzad (2022), việc phun qua lá kali (K) kết hợp với boron (Bo) sáu lần trong năm, tương đương khoảng 5 lb B/acre/năm, trên giống quýt ‘Tango’ trồng tại Florida đã cải thiện đáng kể chất lượng trái. Biện pháp này giúp màu vỏ trái đồng đều hơn, tăng cường cường độ màu cam và đồng thời làm giảm

nhu cầu xử lý khử xanh sau thu hoạch, qua đó nâng cao giá trị thương phẩm của trái. Tác động tích cực này được cho là xuất phát từ việc Bo tăng cường tính cứng chắc của tế bào vỏ và hỗ trợ chuyển hóa sắc tố carotenoid. Kết quả một số nghiên cứu tại Ấn Độ trên giống Nagpur mandarin, như của Meena et al. (2017) đã cho thấy việc sử dụng phun axit boric đơn lẻ hoặc phối hợp với Ca/Zn cũng cho thấy trái có màu cam đậm hơn so với đối chứng, dù phần lớn đánh giá màu ở mức định tính. Nhìn chung, các bằng chứng cho thấy Bo đóng vai trò quan trọng trong quá trình hình thành và ổn định sắc tố vỏ, đặc biệt hiệu quả khi kết hợp với K, giúp cải thiện khả năng chuyển màu của trái trong điều kiện bất lợi.

3.3.2. Tỷ lệ rò rỉ ion

Kết quả phân tích thống kê trình bày ở Bảng 10 cho thấy có sự tương tác giữa loại dưỡng chất và số lần xử lý đối với tỷ lệ rò rỉ ion của múi trái quýt hồng. Trong các nghiệm thức, xử lý H_3BO_3 ở nồng độ 100 ppm kết hợp phun 2 lần cho tỷ lệ rò rỉ ion thấp nhất, đạt 77,20%. Giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng, vốn ghi nhận tỷ lệ rò rỉ ion cao hơn (96,95%).

Bảng 10. Tỷ lệ (%) rò rỉ ion

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H_3BO_3 50 ppm	80,58 ^d	84,61 ^c	82,60 ^c
H_3BO_3 100 ppm	77,20 ^e	81,42 ^d	79,31 ^d
H_3BO_3 150 ppm	84,76 ^c	89,41 ^b	87,09 ^b
Đối chứng (phun nước)	96,95 ^a	97,71 ^a	97,18 ^a
Trung bình (B)	84,87 ^b	88,29 ^a	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	1,76		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ cái theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

Kết quả nghiên cứu này cho thấy, mức độ rò rỉ ion khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức xử lý H_3BO_3 (dao động từ 77,20% đến 89,41%) và nghiệm thức đối chứng.

Độ rò rỉ ion qua màng tế bào là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá mức độ tổn thương màng dưới các điều kiện bất lợi, chẳng hạn như stress mặn. Ở cây có múi như *Troyer citrange* (gốc ghép cho *Citrus sinensis*), stress muối làm tăng đáng kể mức rò rỉ ion (electrolyte leakage) do tổn thương màng, phản ánh sự mất tính toàn vẹn của màng tế bào và phân tán ion nội bào ra ngoài môi trường. Trong các dòng tế bào chịu mặn yếu, lượng ion rò rỉ cao hơn nhiều so

với các dòng chịu mặn mạnh, cho thấy mức độ hư hại màng và mất cân bằng ion liên quan chặt chẽ với khả năng chịu stress (Elyacoubi et al., 2022).

3.3.3. Độ Brix dịch trái

Kết quả phân tích cho thấy độ Brix dịch trái quýt hồng trồng tại xã Hoà Long cho thấy có sự tương tác giữa dưỡng chất và số lần xử lý đối với độ Brix của dịch trái quýt hồng (Bảng 11). Trong các nghiệm thức, xử lý H_3BO_3 ở nồng độ 100 ppm kết hợp phun 2 lần cho độ Brix cao nhất, đạt 11,48. Giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng (8,11) cũng như các nghiệm thức còn lại.

Kết quả ở trên có sự tương đồng với một số kết quả thí nghiệm gần đây. Trong giai đoạn trái đang phát triển và chín, Bo giúp cải thiện sự vận chuyển đường từ lá đến trái thông qua hệ thống mạch libe, từ đó nâng cao hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số, vốn là chỉ tiêu phản ánh trực tiếp độ Brix của trái. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng phun Bo trước thu hoạch có thể làm tăng độ ngọt và chất lượng cảm quan của trái quýt. Trên giống quýt Nagpur (*Citrus reticulata*), Meena et al. (2016) đã tiến hành phun tiền thu hoạch với các dung dịch chứa canxi nitrat, axit boric và kẽm sunfat ở nhiều nồng độ khác nhau. Kết quả cho thấy các nghiệm thức có bổ sung axit boric (0,4 – 0,6%) giúp tăng đáng kể TSS, tỷ lệ TSS/axit, tổng đường và vitamin C so với đối chứng, đồng thời cải thiện năng suất và chất lượng trái một cách rõ rệt. Kết quả một nghiên

cứu khác trên bưởi ‘Liuyueza’ cho thấy việc kết hợp phun canxi và Bo trước thu hoạch, hàm lượng sucrose, glucose, tổng đường và vitamin C trong trái đều tăng rõ rệt (Foods, 2024). Dù đối tượng nghiên cứu không phải là quýt, nhưng cơ chế tác động của Bo lên chất lượng trái có mũi là tương đồng, gợi ý rằng giải pháp này có thể áp dụng cho nhiều loài thuộc chi *Citrus*. Ngoài ra, Talang et al. (2022) nghiên cứu trên xoài *Himsagar* cũng ghi nhận hiệu quả tích cực của Bo được khi phun kết hợp axit boric (0,02%) và sorbitol (2,0%) trước thu hoạch. Hỗn hợp này không chỉ làm tăng trọng lượng trái mà còn tăng độ Brix lên tới 18,6 °Brix và tổng đường gần 15 %. Mặc dù là cây ăn trái khác họ, việc kết quả này cũng có thêm vai trò của Bo trong việc cải thiện đặc tính ngọt và giá trị dinh dưỡng của trái.

Bảng 11. Độ Brix (%) dịch trái quýt hồng

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	10,45 ^b	9,96 ^{cd}	10,20 ^b
H ₃ BO ₃ 100 ppm	11,48 ^a	10,3 ^{cd}	10,89 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	9,81 ^d	8,52 ^e	9,16 ^c
Đối chứng (phun nước)	8,11 ^{ef}	7,86 ^f	7,99 ^d
Trung bình (B)	9,96 ^a	9,16 ^b	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	*		
CV (%)	3,52		

Trong cùng một cột và hàng, các số có chữ cái theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và *: khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%.

3.3.4. pH dịch trái

Kết quả phân tích ở Bảng 12 cho thấy độ pH của dịch trái quýt hồng không có sự khác biệt có ý nghĩa

thống kê, đồng thời cũng không ghi nhận sự ảnh hưởng tương tác giữa dưỡng chất và số lần xử lý.

Bảng 12. pH của dịch trái quýt hồng

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	3,63	3,66	3,65
H ₃ BO ₃ 100 ppm	3,67	3,58	3,62
H ₃ BO ₃ 150 ppm	3,47	3,85	3,66
Đối chứng (phun nước)	3,53	3,65	3,59
Trung bình (B)	3,58	3,69	
F Chất xử lý (A)	ns		
F Lần xử lý (B)	ns		
F (AxB)	ns		
CV (%)	8,03		

ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Nhìn chung, pH của dịch trái chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như giống trái, điều kiện bảo quản, cũng như mức độ hư hỏng của trái,... Đây là một chỉ tiêu quan trọng phản ánh độ axit của dịch trái, đồng thời tác động trực tiếp đến vị chua, khả năng bảo quản và sự phát triển của vi sinh vật. Boron là vi lượng cần thiết cho sự phát triển mô phân sinh, hình thành tế bào và vận chuyển đường trong cây có múi, trong đó bao gồm các giống quýt thương mại. Kết quả nhiều nghiên cứu cho thấy phun Bo qua lá trước thu hoạch có thể cải thiện một số chỉ tiêu sinh trưởng và chất lượng trái, nhưng ảnh hưởng của nó đến pH dịch trái vẫn còn chưa đồng nhất. Bên cạnh đó, kết quả nhiều nghiên cứu khác cũng cho thấy việc phun boron qua lá hoặc kết hợp với Canxi trước thu hoạch cải thiện đáng kể năng suất và các chỉ tiêu chất lượng trái, như trọng lượng trái, tổng chất rắn hòa tan (TSS) và Vitamin C, đồng thời giảm axit dịch trái trong một số trường hợp, mặc dù hiệu quả lên pH

dịch trái không luôn nhất quán giữa các giống và điều kiện môi trường. Điều này gợi ý ảnh hưởng của boron lên pH trái phụ thuộc vào giống, giai đoạn sinh lý và mức độ phối hợp với các dinh dưỡng khác (Farhat, 2017).

3.3.5. Hàm lượng vitamin C

Kết quả thống kê trình bày ở Bảng 13 cho thấy hàm lượng vitamin C trong trái quýt hồng không chịu ảnh hưởng từ sự tương tác giữa dưỡng chất và số lần xử lý. Tuy nhiên, sự khác biệt về nồng độ xử lý giữa các nghiệm thức đã tác động đáng kể và tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê đối với hàm lượng vitamin C. Nghiệm thức xử lý H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm và 150 ppm cho kết quả lần lượt là 33,77 và 33,57, hai giá trị này không có sự khác biệt với nhau nhưng lại khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nồng độ xử lý còn lại. Bên cạnh đó, số lần xử lý không gây ảnh hưởng đến hàm lượng vitamin C trong dịch trái quýt hồng.

Bảng 13. Hàm lượng vitamin C (mg/100g khối lượng trái tươi)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	33,07	33,23	33,15 ^{bc}
H ₃ BO ₃ 100 ppm	33,80	33,73	33,77 ^a
H ₃ BO ₃ 150 ppm	33,80	33,33	33,57 ^{ab}
Đối chứng (phun nước)	32,90	33,07	32,98 ^c
Trung bình (B)	33,39	33,34	
F Chất xử lý (A)	*		
F Lần xử lý (B)	ns		
F (AxB)	ns		
CV (%)	1,36		

Trong cùng một cột hoặc hàng, các số có chữ theo sau giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, *: khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%; ns: không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Vitamin C là một trong những chất dinh dưỡng quan trọng nhất được tìm thấy trong các loại trái cây có múi. Boron là một nguyên tố vi lượng thiết yếu trong cây có múi, tham gia vào cấu trúc thành tế bào, vận chuyển đường và ảnh hưởng tới các hợp chất chống oxy hóa trong trái. Kết quả nghiên cứu trên *Liuyezao* pummelo cho thấy phun qua lá hỗn hợp Calcium và boron trong giai đoạn trái giãn nở không chỉ làm giảm nứt vỏ mà còn tăng hàm lượng đường và vitamin C trong trái, nhờ sự ổn định của thành tế bào và giảm phân giải pectin. Việc ứng dụng boron qua lá đã được chứng minh làm tăng chất lượng trái đa dạng ở cây có múi và cải thiện các chỉ tiêu như tổng chất rắn hòa tan (TSS) và vitamin C, mặc dù ảnh hưởng lên pH dịch trái có thể khác nhau tùy giống và điều kiện môi trường (Lee & Kader, 2020).

Những kết quả này cho thấy boron không chỉ cùng cấu trúc tế bào mà còn đóng góp tích cực vào chất lượng và khả năng bảo quản của trái cây có múi (Du et al., 2025; Vashisth và Shahzad, 2022). Kết quả một nghiên cứu khác trên trái chanh (axit lime) cho thấy xử lý trước thu hoạch với axit boric ở nồng độ 0,6% đã dẫn đến trái có hàm lượng vitamin C cao nhất, lên tới 55,47 mg/100 g (năm đầu) và 49,61 mg/100 g (năm tiếp theo), cùng kết quả TSS tăng và độ chua (TA) giảm nhẹ. Điều này cho thấy Bo cũng có vai trò tích cực trong việc nâng cao chất lượng dinh dưỡng sau thu hoạch và kéo dài độ tươi ngon của trái khi bảo quản (Yadav et al., 2013). Theo Davey et al. (2000), vitamin C trong trái cây bao gồm hai dạng chủ yếu là axit ascorbic và axit dehydroascorbic. Hàm lượng của hợp chất này có

thể biến động tùy thuộc vào giống cây trồng, điều kiện môi trường, kỹ thuật canh tác cũng như mức độ chín của trái.

3.3.6. Tỷ lệ trái bị khô đầu múi

Kết quả trình bày ở Bảng 14 cho thấy có sự tương tác giữa dưỡng chất và số lần xử lý đối với tỷ lệ trái quýt hồng bị khô đầu múi. Trong đó, nghiệm thức phun H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm kết hợp với 2 lần xử lý cho tỷ lệ trái bị khô đầu múi thấp nhất (25,44). Giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng (78,84) cũng như so với các nghiệm thức còn lại. Kết quả này cho thấy việc sử dụng H₃BO₃ ở các nồng độ và số lần phun khác nhau có tác động tích cực đến cấu trúc màng tế bào. Nhờ đó, màng tế bào trở nên bền vững và ổn định hơn, hạn chế sự rò rỉ khoáng chất ra bên ngoài, dẫn đến mức thất thoát thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng.

Kết quả thống kê trình bày ở Bảng 14 cho thấy tỷ lệ khô đầu múi trên trái quýt hồng đạt mức thấp nhất khi xử lý H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm với 2 lần phun. Nghiệm thức này khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với nghiệm thức đối chứng và các

nghiệm thức xử lý còn lại. Ngoài ra số lần xử lý cũng đã có tác động đến tỷ lệ này, việc xử lý 2 lần cho kết quả tốt hơn xử lý 3 lần. Hiện tượng khô đầu múi trên trái quýt hồng có thể xuất phát từ nhiều nguyên nhân khác nhau. Hiện tượng này có thể xuất phát từ nhiều nguyên nhân như sự mất cân đối giữa các nguyên tố dinh dưỡng, ảnh hưởng của các chất điều hòa sinh trưởng, thời gian neo trái quá lâu, mật độ trồng hoặc tuổi của cây. Trong quá trình canh tác quýt hồng, nhiều nhà vườn thường chỉ chú trọng sử dụng phân đơn, bón lượng đạm cao nhưng lại thiếu canxi và kali, đồng thời tỷ lệ N-P-K không hợp lý và thiếu các nguyên tố trung, vi lượng. Những yếu tố này dễ dẫn đến tình trạng khô đầu múi trên trái (Hòa và Hậu, 2014). Bên cạnh đó, vườn quýt hồng được canh tác trong thời gian dài và việc bón phân chưa cân đối cũng có thể làm cho đất trồng ngày càng suy giảm dinh dưỡng. Một số thí nghiệm bổ sung phân hữu cơ nhằm cải thiện chất lượng đất cũng đã được thực hiện, tuy nhiên hiệu quả mang lại vẫn chưa thật sự rõ rệt (Hòa & Hậu, 2014). Kết quả của thí nghiệm hiện tại cho thấy việc phun H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm với 2 lần xử lý mang lại hiệu quả cao nhất trong việc hạn chế hiện tượng này.

Bảng 14. Tỷ lệ trái khô đầu múi quýt hồng (%)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	67,29 ^c	68,02 ^d	67,66 ^c
H ₃ BO ₃ 100 ppm	25,44 ^e	27,20 ^f	26,32 ^d
H ₃ BO ₃ 150 ppm	69,11 ^c	70,10 ^b	69,61 ^b
Đối chứng (phun nước)	78,84 ^a	79,05 ^a	78,95 ^a
Trung bình (B)	60,17 ^b	61,09 ^a	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	0,50		

Trong cùng một cột hay hàng, các số có chữ theo sau giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

3.3.7. Tỷ lệ múi khô/trái

Kết quả thống kê ở Bảng 15 cho thấy tỷ lệ múi khô trên trái chịu ảnh hưởng bởi sự tương tác giữa dưỡng chất và số lần xử lý. Nhìn chung, các nghiệm thức có xử lý dưỡng chất đều cho kết quả cải thiện so với đối chứng. Trong đó, nghiệm thức phun H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm kết hợp 2 lần xử lý cho tỷ lệ múi khô/trái thấp nhất (58,01). Ngược lại, nghiệm thức đối chứng ghi nhận tỷ lệ múi khô/trái cao nhất, đạt 75,19.

Vách tế bào thực vật là lớp cấu trúc nằm bên ngoài màng sinh chất, giữ vai trò quan trọng trong việc duy trì hình dạng tế bào, tạo độ bền cơ học, bảo vệ tế bào và điều hòa quá trình trao đổi chất giữa tế bào với môi trường xung quanh (Taiz et al., 2015). Đối với trái cây, đặc biệt là các loại quả mọng nước như nhóm cây có múi (Citrus), vách tế bào không chỉ quyết định các đặc tính cơ học như độ cứng, độ đàn hồi và khả năng giữ nước mà còn tác động trực tiếp đến những đặc điểm cảm quan của trái như độ ngọt, vị chua, độ mọng nước và cấu trúc thịt trái. Việc phun boron qua lá trước thu hoạch được ghi

nhận có thể ảnh hưởng tích cực đến cấu trúc mô múi và giảm hiện tượng khô múi (granulation) ở một số cây có múi, bao gồm quýt. Kết quả các nghiên cứu gần đây cho thấy thiếu boron thường làm yếu vách tế bào, làm giảm tính toàn vẹn của màng và tăng nguy cơ khô múi hoặc biến dạng trái, trong khi tích cực bổ sung boron qua lá hoặc đất có thể cải thiện chất lượng trái, bao gồm độ chắc vỏ, trọng lượng trái và tổng chất rắn hòa tan (TSS). Boron hình thành các phức hợp borate-pectin trong vách tế bào, giúp

ổn định cấu trúc và giảm sự phân giải pectin, từ đó hạn chế các hiện tượng hư tổn mô như nứt vỏ hoặc “segment drying” ở trái citrus. Cơ chế này cũng liên quan đến vai trò của boron trong vận chuyển carbohydrate và điều hòa axit hữu cơ, góp phần cải thiện các đặc tính cảm quan như độ ngọt và chất lượng hậu thu hoạch, mặc dù tác động trực tiếp lên pH dịch trái vẫn khác nhau tùy giống và điều kiện xử lý (Álvarez-Herrera et al., 2025).

Bảng 15. Tỷ lệ múi khô/trái của quýt hồng (%)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	65,33 ^c	68,30 ^d	66,81 ^c
H ₃ BO ₃ 100 ppm	58,01 ^g	63,18 ^f	60,59 ^d
H ₃ BO ₃ 150 ppm	67,89 ^d	69,37 ^e	68,63 ^b
Đối chứng (phun nước)	75,19 ^b	76,15 ^a	75,67 ^a
Trung bình (B)	66,60 ^b	69,25 ^a	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	0,67		

Trong cùng một cột hay hàng, các số có chữ theo sau giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

3.3.8. Tỷ lệ chiều dài múi khô

Kết quả phân tích thống kê cho thấy tỷ lệ chiều dài múi khô trên trái quýt hồng đã được cải thiện rõ rệt. Đồng thời, sự tương tác giữa dưỡng chất và số lần xử lý cũng ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến

chỉ tiêu tỷ lệ chiều dài múi khô của trái. Trong đó, nghiệm thức phun H₃BO₃ ở nồng độ 100 ppm kết hợp với 2 lần xử lý cho tỷ lệ chiều dài múi khô thấp nhất (17,38), thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức còn lại.

Bảng 16. Tỷ lệ chiều dài múi khô (%)

Chất xử lý (A)	Số lần xử lý (B)		Trung bình (A)
	2 lần	3 lần	
H ₃ BO ₃ 50 ppm	32,63 ^e	34,11 ^d	33,37 ^c
H ₃ BO ₃ 100 ppm	17,38 ^g	25,59 ^f	21,49 ^d
H ₃ BO ₃ 150 ppm	36,06 ^e	39,25 ^b	37,66 ^b
Đối chứng (phun nước)	42,58 ^a	42,74 ^a	42,66 ^a
Trung bình (B)	32,16 ^b	35,42 ^a	
F Chất xử lý (A)	**		
F Lần xử lý (B)	**		
F (AxB)	**		
CV (%)	1,42		

Trong cùng một cột hay hàng, các số có chữ theo sau giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, **: khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%.

Kết quả ở Bảng 16 có xu hướng giống với một số kết quả nghiên cứu trước đây. Ở các nghiên cứu trên cây dâu tây, việc phun Bo ở nồng độ 0,1% giúp

giảm hoạt tính của các enzyme phân giải pectin như polygalacturonase và pectate lyase, góp phần giữ vững cấu trúc tế bào và giảm mất nước (Tariq et al., 2024). Tương tự, kết quả thí nghiệm trên bưởi

‘Liuyueza’ cho thấy việc bổ sung Bo (kết hợp Ca) trong giai đoạn trước thu hoạch cải thiện đáng kể hàm lượng đường, vitamin C và hạn chế sự suy giảm chất lượng mùi khi bảo quản (Li et al., 2022). Mặc dù việc thực hiện trực tiếp các nghiên cứu về ảnh hưởng của Bo phun muộn lên chiều dài vết khô mùi ở quýt còn hạn chế, những bằng chứng trên cho thấy tiềm năng ứng dụng Bo như một giải pháp dinh dưỡng vi lượng nhằm giảm tỷ lệ khô mùi, đặc biệt khi kết hợp với các yếu tố khác như canxi.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Việc phun axit boric ở nồng độ 100 ppm vào hai thời điểm 113 và 105 ngày trước thu hoạch cho hiệu quả cao nhất. Biện pháp này giúp tăng khối lượng

trái trên mỗi cây đạt 52,32 kg/cây, từ đó nâng năng suất tổng lên 57,56 tấn/ha. Đồng thời, tỷ lệ khô đầu múi giảm còn 25,44%, tỷ lệ múi bị khô là 58,01% và tỷ lệ chiều dài múi khô chỉ còn 17,38%. Ngoài ra, xử lý axit boric ở nồng độ này còn cải thiện một số chỉ tiêu chất lượng trái như độ Brix của thịt trái đạt 11,48%, giảm tỷ lệ rò rỉ ion xuống 77,20% và hàm lượng vitamin C đạt 33,80.

4.2. Đề nghị

Để hạn chế tình trạng khô đầu múi trái và đồng thời nâng cao năng suất, chất lượng cũng như độ cảm quan của trái quýt hồng, nhà vườn có thể xử lý axit boric với nồng độ 100 ppm. Việc xử lý được thực hiện 2 lần trên cây quýt hồng, vào thời điểm 113 và 105 ngày trước thu hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ali, S., Anjum, M. A., Nawaz, A., Naz, S., Hussain, S., & Ejaz, S. (2019). Effects of Brassinosteroids on Postharvest Physiology of Horticultural Crops: A Concise Review. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 2(3), 62-68. <http://www.pshsciences.org>.
- Álvarez-Herrera, J. G. (2025). The effect of boron on fruit quality: A review. *Horticulturae*, 11(8), 992. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11080992>
- Chon, N. M., Trâm, P. T. B., & Thủy, N. T. T. (2005). *Giáo trình thực tập sinh hóa*. Tủ sách Đại học Cần Thơ.
- Davey, M. W., Van Montagu, M., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnov, N., Benzie, I. J. J., Strain, J. J., Favell, D., & Fletcher, J. (2000). Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 825–860.
- Du, K., Lin, H., Luo, Q., Li, T., Wu, H., Wang, B., Guo, Z., Pan, T., & She, W. (2025). Calcium and boron foliar fertilizer to relieve cracking of ‘Liuyueza’ pummelos. *Foods*, 14(4), 595. <https://doi.org/10.3390/foods14040595>
- EIYacoubi, H., Mouhssine, F., Imtara, H., Ouallal, I., Ech-Cheddadi, S., Koutoua, A., Lagzouli, M., Alotaibi, B. S., Al Kamaly, O., Parvez, M. K., & Rochdi, A. (2022). Insight into membrane stability and physiological responses of selected salt-tolerant and salt-sensitive cell lines of Troyer citrange (*Citrus sinensis* [L.] × *Citrus trifoliata* [L.] Raf.) under salt stress. *Sustainability*, 14(15), 9583. <https://doi.org/10.3390/su14159583>
- Farhat, A. R. (2017). Effect of different treatments of calcium and boron on productivity and fruit quality of Navel orange fruits. *Egyptian Journal of Horticulture*, 44(1), 119–126. <https://doi.org/10.21608/ejoh.2017.1200.1013>
- Foods. (2024). Calcium and boron foliar fertilizer to relieve cracking of ‘Liuyueza’ pummelos. *Foods*, 14(4), 595. <https://doi.org/10.3390/foods14040595>
- Hakim, M., Amjad, H., Qurban, L and Fen. A. (2022). Brassinosteroids (BRs) Role in Plant Development and Coping with Different Stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3) 1-15. <https://doi.org/10.3390/ijms23031012>
- Hòa, L. V., Hậu, T. V. (2014). *Khắc phục hiện tượng khô đầu múi trái quýt Hồng (Citrus reticulata Blanco) tại huyện Lai Vung, tỉnh Đồng Tháp*. Báo cáo tóm tắt đề tài cấp tỉnh, tỉnh Đồng Tháp.
- Hội, N. Q. (2005). *Ảnh hưởng của một số hóa chất xử lý trước thu hoạch và điều kiện bảo quản đến phẩm chất và thời gian tồn trữ trái quýt Hồng (Luận văn thạc sĩ)*. Đại học Cần Thơ.
- Hussain, M. A., Fahad, S., Sharif, R., Jan, M. F., Mujtaba, M., Ali, Q., Ahmad, A., Ahmad, H., Amin, N., & Ajayo, B. S. (2020). Multifunctional role of brassinosteroid and its analogues in plants. *Plant Growth Regul.*, 92., 141–156. <https://doi.org/10.1007/s10725-020-00647-8>
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2020). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin content of horticultural crops. *Journal of Postharvest Technology*, 8(1), 1-15.
- Li, Y., Zhang, X., & Chen, L. (2022). Preharvest foliar application of calcium and boron improves fruit quality and storability of ‘Liuyueza’ pomelo. *Scientia Horticulturae*, 292, 110644. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110644>

- Meena, M. K., Jain, M. C., Singh, J., Sharma, M., Shing, B., & Maurya, I. B. (2016). Effect of pre-harvest spray of calcium nitrate, boric acid and zinc sulphate on yield and quality of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *International Journal of Horticultural Science*, 22(1–2), 23–28.
<https://doi.org/10.31421/IJHS/22/1-2./1179>
- Meena, M., Singh, J., & Patel, N. (2017). Effect of pre-harvest spray of calcium nitrate, boric acid and zinc sulphate on fruit quality of Nagpur mandarin. *International Journal of Chemical Studies*, 5(6), 1970–1974.
- Murlimanohar, B., Nagaraja, A., Srivastav, M., Meena, N. K., Kumar, M. S., Kumar, A., & Sharma, R. R. (2018). *Pleiotropic influences of brassinosteroids on fruit crops: a review. Plant Growth Regulation*. Springer.
- Shao, X., Cheng, S., Wang, H., Yu, D., & Mungai, C. (2013). The possible mechanism of antifungal action of tea tree oil on *Botrytis cinerea*. *Journal of Applied Microbiology*, 114(6), 1642–1649.
<https://doi.org/10.3390/foods14040595>
- Shireen, F., Nawaz, M., Chen, C., Zhang, Q., & Zheng, Z. (2018). Boron: Functions and Approaches to Enhance Its Availability in Plants for Sustainable Agriculture. *International Journal of Molecular Science*, 19, 1856;
[doi:10.3390/ijms19071856](https://doi.org/10.3390/ijms19071856)
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Talang, H. D., Dutta, P., Mukhim, C., & Patil, S. (2022). Effect of calcium, boron and sorbitol on fruit-set, yield and quality in mango Cv. Himsagar. *Journal of Horticultural Science*, 11(2), 90.
<https://doi.org/10.24154/jhs.v11i2.90>
- Tao, W., Zeng, S., Yan, K., Alwahibi, M. S., & Shao, F. (2024). Effects of boron and zinc micro-fertilizer on growth and quality of jujube trees (*Ziziphus jujuba*) in the desert area. *Agronomy*, 14(4), 741.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14040741>
- Tariq, M., Khan, M. A., & Ahmad, S. (2024). Boron-induced maintenance of cell wall integrity and postharvest quality in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 205, 112431.
- Vashisth, T., & Shahzad, F. (2022). Foliar potassium and boron can improve mandarin yield and quality. *Citrus Industry Magazine*. IFAS/CREC, University of Florida.
- Yadav, V., Singh, J., & Beniwal, B. S. (2013). Effect of foliar application of micronutrients on yield and quality of acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) cv. Kagzi. *Pantnagar Journal of Research*, 11(2), 181–185.
- Zhang, Y., Hu, C., Tan, Q., Hu, S., Zheng, C., & Zeng, W. (2015). Soil application of boron and zinc influence fruit yield and quality of Satsuma Mandarin in acidic soils. *Agronomy Journal*, 107(1), 1–8.
<https://doi.org/10.2134/agronj14.0122>
- Zhu, H., Wang, L., & Yang, X. (2024). Advances in brassinosteroid research for improving fruit yield and postharvest quality. *Plants*, 14(5), 1123.
- Zhu, S., Wang, Y., Chen, L., & Liu, Q. (2025). Calcium and boron foliar fertilizer to relieve cracking and improve fruit quality of ‘Liuyuezhao’ pummelos. *Foods*, 14(4), 595.
<https://doi.org/10.3390/foods14040595>