

ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ VÀ THỜI GIAN PHUN PHENYLALANINE ĐẾN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ HÀM LƯỢNG CURCUMIN TRONG NGHỆ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Bùi Thị Cẩm Hường*, Lưu Thái Danh, Lê Vĩnh Thúc

Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường đại học Cần Thơ

Email: btchuong@ctu.edu.vn*

Ngày gửi bài: 05.04.2017

Ngày chấp nhận: 17.07.2017

TÓM TẮT

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên hoàn toàn 2 nhân tố, nhân tố A là nồng độ phenylalanine (0, 50, 100 và 200 ppm), nhân tố B là thời gian phun phenylalanine (90, 120, 150, 180 và 210 ngày sau trồng - NST). Thí nghiệm gồm 20 công thức, 3 lần lặp lại cho mỗi công thức, mỗi lần lặp lại có 3 chậu. Kết quả cho thấy khi phun ở các thời điểm khác nhau, phenylalanine không ảnh hưởng đến số chồi/bụi, số lá/bụi, số lá/chồi, chiều cao cây, chiều dài lá và chiều rộng lá; nhưng khối lượng củ tươi và hàm lượng curcumin khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Phun phenylalanine ở 120 NST, khối lượng củ tươi và hàm lượng curcumin cao nhất, lần lượt là 198,7 g và 11,23%. Phun phenylalanine 100 ppm giúp tăng các chỉ tiêu tăng trưởng cũng như khối lượng củ tươi (211,5 g/bụi) và hàm lượng curcumin (12,26%). Tổ hợp nghiệm thức 120 NST với nồng độ phenylalanine 100 ppm có khối lượng củ tươi và hàm lượng curcumin cao nhất (lần lượt là 279,6 g và 12,40%).

Từ khóa: Cây nghệ, *Curcuma xanthorrhiza* Roxb., hàm lượng curcumin, phenylalanine, phenylalanine ammonia lyase.

Effects of Concentration and Timing of Foliar Application of Phenylalanine on the Growth, Yield and Curcumin Content in Turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

ABSTRACT

The experiment was arranged in a completely randomized design with two factors, factor A consisted of 4 levels of phenylalanine (0, 50, 100 and 200 ppm), factor B consisted of 5 times the phenylalanine treatment (90, 120 150, 180 and 210 days after planting - DAP), and 3 replications with 3 pots/replication. The results showed that phenylalanine did not affect the growth of turmeric such as number of tillers per clump, number of leaves per clump, number of leaves in main tiller, height of pseudostem, leaf length and leaf breadth. However, the difference in clump weight and content of curcumin was statistically significant at 1%. Treatment at 120 DAP resulted in highest clump weight and content of curcumin (198.7 g/clump and 11.23%, respectively). The clump weight and curcumin contents in the 100 ppm phenylalanine treatment were higher than other concentrations (211.5 g/clump and 12.26%, respectively). Phenylalanine application at 120 DAP with the concentration of 100 ppm yielded the highest clump weight and content of curcumin (279.6 g/clump and 12.4%, respectively) as compared with the remaining treatment groups.

Keywords: *Curcuma xanthorrhiza* Roxb., curcumin content, phenylalanine, turmeric.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Từ lâu, củ nghệ được sử dụng như một thảo dược để điều trị bệnh ở nhiều nơi trên thế giới. Ngoài ra, củ nghệ còn được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như thực phẩm, gia vị và mỹ phẩm. Curcuminoids là thành phần chính trong củ nghệ bao gồm 3 dạng curcumin, bisdemethocurcumin

và demethocurcumin (Chempakam and Parthasarathy, 2008). Trong những năm gần đây, curcumin đã được ứng dụng nhiều trong y học hiện đại do có khả năng chống oxy hóa, chống đột biến, chống ung thư, kháng viêm, kháng khuẩn, kháng nấm, kháng ký sinh trùng và có khả năng giải độc (Akamine *et al.*, 2007). Vì vậy, tiềm năng ứng dụng curcumin trong

Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian phun phenylalanine đến sinh trưởng, năng suất và hàm lượng curcumin trong nghệ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

điều trị bệnh ở người rất lớn. Tuy nhiên, hàm lượng curcumin trong củ nghệ tương đối thấp, khoảng 3 - 6% (Gryniewicz and Sifirski, 2012). Nhiều nghiên cứu chứng minh rằng hàm lượng curcumin trong nghệ đã bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như kỹ thuật canh tác (Randhawa and Mahey, 2002), kiểu gen (Singh *et al.*, 2015) và có thể do dinh dưỡng (Rethinam *et al.*, 1994). Hiện nay, trên thế giới tập trung nghiên cứu về ảnh hưởng của dinh dưỡng (đa lượng, vi lượng và chất điều hòa sinh trưởng) đến sự sinh trưởng, phát triển và năng suất của nghệ hoặc trong ứng dụng nuôi cấy mô (Banwasi and Singh, 2010; Chaturvedi *et al.*, 2014 và Singh, 2014), chưa có nhiều nghiên cứu liên quan đến hàm lượng curcumin. Theo Neema (2005), trong cây nghệ, phenylalanine tham gia vào con đường sinh tổng hợp curcumin và theo Hancock (2012), enzyme BH4 (tetrahydrobiopterin enzyme) có quan hệ với phenylalanine. Hoạt tính của enzyme BH4 tăng khi nồng độ phenylalanine trong cây tăng và khi nồng độ phenylalanine khoảng 105 ppm thì hoạt tính của enzyme BH4 không còn tăng nữa (Gersting *et al.*, 2010). Ở vùng Bảy núi An Giang, giống nghệ Xà cừ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) được trồng rất phổ biến và có giá trị kinh tế cao hơn so với các loại cây khác. Theo kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả (chưa công bố) trong số 34 giống nghệ nhập nội, nghệ Xà cừ thuộc nhóm có hàm lượng curcumin cao khác biệt có ý nghĩa so với các nhóm nghệ khác. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm ra nồng độ và thời gian tác động phenylalanine đến sự sinh trưởng, năng suất và hàm lượng curcumin trong nghệ Xà cừ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Thí nghiệm được thực hiện tại Phòng thí nghiệm của bộ môn Khoa học cây trồng - Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng, Trường đại học Cần Thơ và huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ từ tháng 5 năm 2016 đến tháng 4 năm 2017. Giống nghệ Xà cừ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) được thu ở vùng Bảy núi, An Giang có hàm lượng curcumin cao (kết quả nghiên cứu

chưa công bố của nhóm tác giả) và L-Phenylalanine (Sigma - Đức) được chọn làm vật liệu chính. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên hoàn toàn 2 nhân tố: nhân tố A là 4 nồng độ phenylalanine (0, 50, 100 và 200 ppm) và nhân tố B là 5 thời gian phun phenylalanine (90, 120, 150, 180 và 210 ngày sau trồng - NST) gồm 20 công thức thí nghiệm, 3 lần lặp lại, mỗi lặp lại là 3 chậu. Củ nhánh cấp 2 có khối lượng tương đối đồng đều từ 30 - 40 g (Hossain *et al.*, 2005) được chọn để trồng. Nghệ được trồng trong chậu nhựa màu đen, kích thước 28 x 18 x 22 cm. Đáy chậu được khoan 5 lỗ đường kính 2 cm. Mỗi chậu chứa 6,5 kg đất và trồng 3 nhánh/chậu. Kỹ thuật trồng, chăm sóc áp dụng theo Mai Văn Quyền và cs. (2007) và Ravindran *et al.* (2007). Phenylalanine được phun ướt đều 2 mặt lá nghệ với thể tích là 200 ml/chậu. Các chỉ tiêu tăng trưởng như số chồi/bụi, số lá/bụi, số lá/chồi chính, chiều cao cây, chiều dài lá và chiều rộng lá được thu thập vào 120, 150, 180 và 210 ngày sau trồng (NST). Các chỉ tiêu lúc thu hoạch (240 NST) gồm khối lượng củ tươi trên bụi và hàm lượng curcumin trên khối lượng củ khô được phân tích theo Chatterjee *et al.* (1998). Số liệu sau khi thu thập được nhập, xử lý và vẽ đồ thị bằng chương trình Microsoft excel. Phần mềm SPSS 20.0 được dùng để phân tích phương sai và kiểm định Duncan các trung bình nghiệm thức.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả

3.1.1. Số chồi trên bụi

Số chồi trên bụi ở 4 nồng độ phun phenylalanine có xu hướng tăng dần theo thời gian tăng trưởng và khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Số chồi trên bụi ở 100 ppm luôn đạt cao nhất (lần lượt 3,21; 6,35; 6,49 và 6,61 chồi), kế đến là mức 200 và 50 ppm, thấp nhất khi không phun (lần lượt 2,79; 3,17; 3,24 và 2,87 chồi) (Hình 1).

Số chồi trên bụi tính theo thời gian phun phenylalanine; sự tương tác giữa giữa nồng độ và thời gian phun phenylalanine khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.2. Số lá trên bụi

Số lá trên bụi ở 4 nồng độ phenylalanine có xu hướng tăng dần ở 120 - 180 NST; giảm dần ở 210 NST và khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Số lá trên bụi ở 100 ppm luôn đạt cao nhất (lần lượt 16,73; 31,77; 37,64 và 34,07 lá) và thấp nhất khi không phun (lần lượt 12,74; 16,32; 21,48 và 18,99 lá) (Hình 2).

Số lá trên bụi tính theo thời gian phun phenylalanine; sự tương tác giữa giữa nồng độ và thời gian phun phenylalanine khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.3. Số lá trên chồi chính

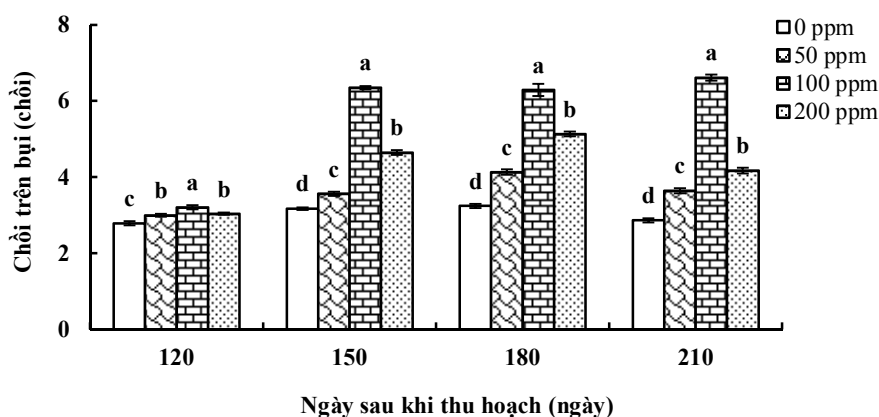
Số lá trên chồi ở 4 nồng độ phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Tại 120 - 180 NST, số lá/chồi ở 100 ppm luôn cao nhưng không khác biệt so với 50 và 200 ppm, thấp

nhất là không phun (Hình 3). Tại 210 NST, số lá/chồi đạt cao nhất (5,97 lá) ở 100 ppm, kế đến là ở mức 50 và 200 ppm, thấp nhất khi không phun (4,59 lá).

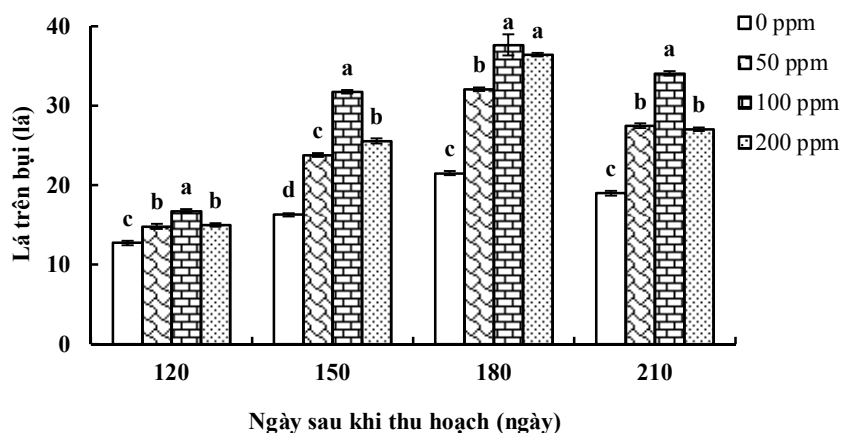
Số lá trên chồi tính theo thời gian phun phenylalanine; sự tương tác giữa giữa nồng độ và thời gian phun phenylalanine khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.4. Chiều cao cây

Chiều cao cây ở 4 nồng độ phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 5% tại 120, 180 và 210 NST và ở mức 1% tại 150 NST. Tại 120 NST, chiều cao cây cao nhất ở 100 ppm (53,64 cm), khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Tại 150, 180 và 210 NST, chiều cao cây cao ở 100 ppm nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với ở 50 và 200 ppm. thấp nhất khi không phun (Hình 4).

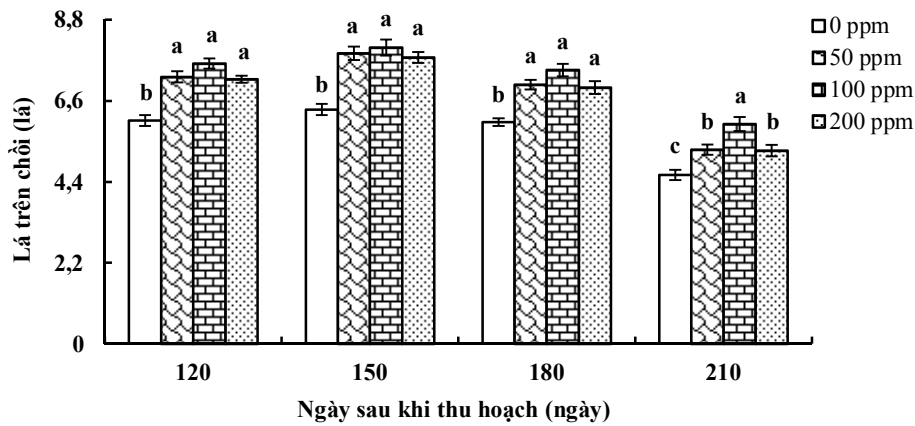


Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ phenylalanine đến số chồi trên bụi (chồi)

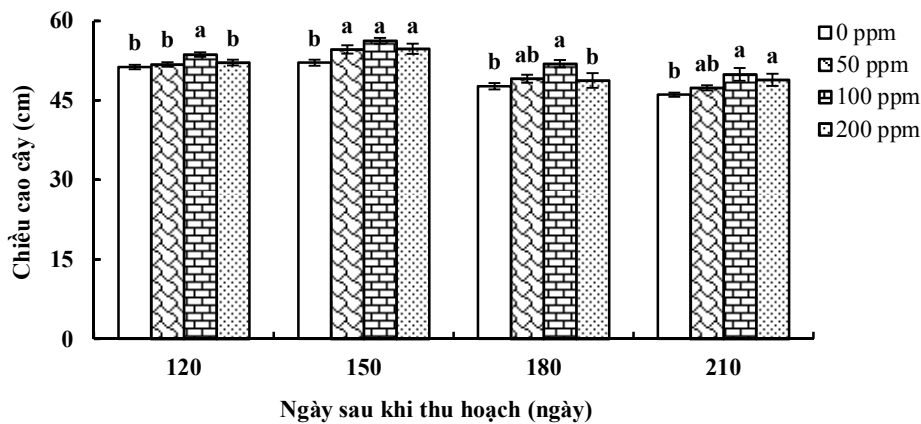


Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ phenylalanine đến số lá trên bụi (lá)

Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian phun phenylalanine đến sinh trưởng, năng suất và hàm lượng curcumin trong nghệ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)



Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ phenylalanine đến số lá/chồi (lá)



Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ phenylalanine đến chiều cao cây (cm)

Chiều cao cây tính theo thời gian phun phenylalanine; sự tương tác giữa giữa nồng độ và thời gian phun phenylalanine khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.5. Chiều dài lá

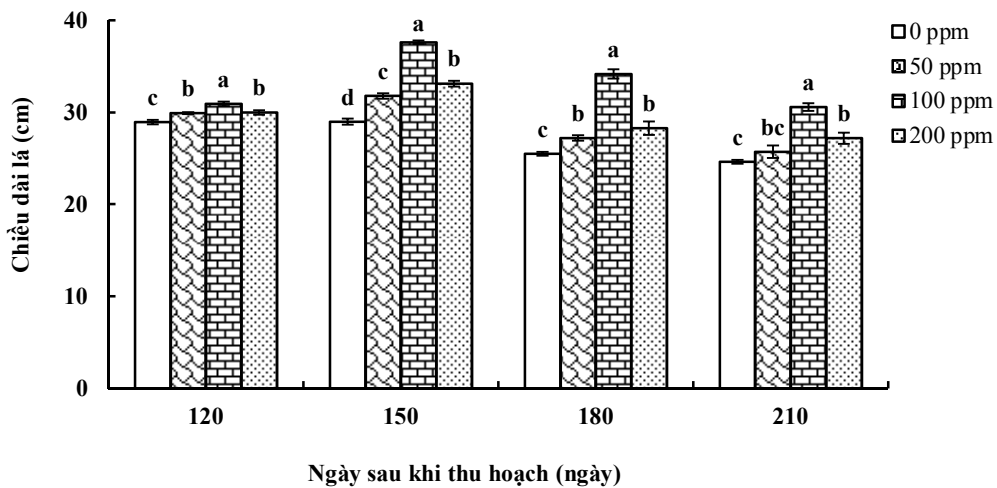
Chiều dài lá theo 4 nồng độ phun phenylalanine có xu hướng tăng dần từ 120-150 NST và giảm dần ở 180 - 210 NST. Chiều dài lá ở 4 nồng độ phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Chiều dài lá luôn cao nhất ở 100 ppm (lần lượt 30,93; 37,61; 34,17 và 30,58 cm), kế đến là ở mức 50 và 200 ppm, thấp nhất khi không phun (lần lượt 28,95; 28,99; 25,51 và 24,63 cm) (Hình 5).

Chiều dài lá tính theo thời gian phun phenylalanine; sự tương tác giữa giữa nồng độ

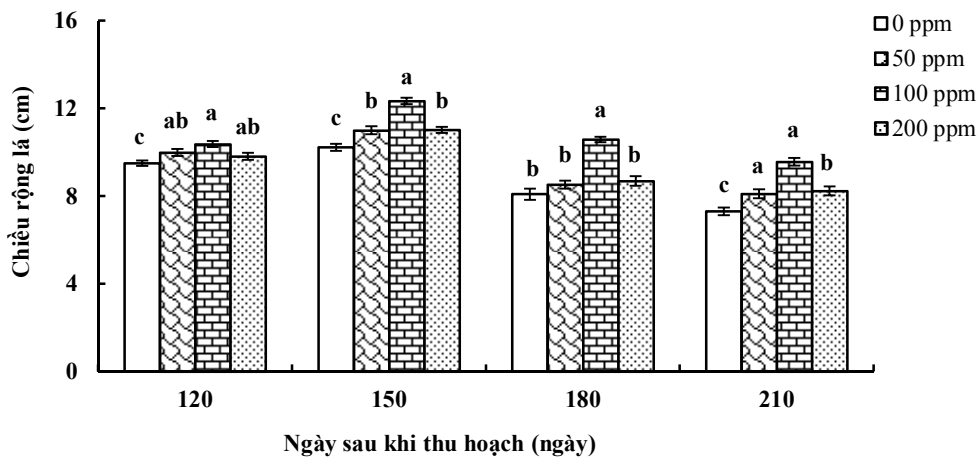
và thời gian phun phenylalanine khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.6. Chiều rộng lá

Chiều rộng lá ở 4 nồng độ phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Ở 120 NST, chiều rộng lá cao nhất ở 100 ppm (10,4 cm) nhưng khác biệt không ý nghĩa so với ở 50 và 200 ppm (lần lượt 9,99 và 9,81 cm). Tuy nhiên, chiều rộng lá ở 50 và 200 ppm lại khác biệt không ý nghĩa so với không phun (9,50 cm). Ở 150 và 210 NST, chiều rộng lá cao nhất ở 100 ppm (12,34 và 9,57 cm), kế đến là mức 50 và 200 ppm (lần lượt 11,00; 11,03 và 8,11; 8,24 cm) và thấp nhất là không phun (10,22 và 7,30 cm). Ở 180 NST, chiều rộng lá nghệ cao nhất ở 100 ppm (10,59 cm), khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại (Hình 6).



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ phenylalanine đến chiều dài lá (cm)



Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ phenylalanine đến chiều rộng lá (cm)

Chiều rộng lá tính theo thời gian phun phenylalanine; sự tương tác giữa giữa nồng độ và thời gian phun phenylalanine khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.7. Khối lượng củ tươi

Khối lượng củ trên bụi theo 4 nồng độ phun phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Khối lượng củ trên bụi ở 100 ppm cao nhất (211,5 g/bụi), kế đến là mức 200 ppm (189,8 g), tiếp theo là 50 ppm (178,4 g/bụi) và thấp nhất khi không phun (159,7 g/bụi) (Bảng 7).

Khối lượng củ trên bụi theo 5 thời gian phun phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1% và đạt cao nhất ở 120 NST (198,7

g/bụi). Có sự tương tác giữa nồng độ với thời gian phun phenylalanine lên khối lượng củ tươi ở mức ý nghĩa 1%. Khi phun phenylalanine ở 90 và 210 NST với các nồng độ khác nhau, khối lượng củ tươi ở các công thức thí nghiệm khác biệt không ý nghĩa. Khi phun phenylalanine ở 120 NST với nồng độ 100 ppm, khối lượng củ tươi cao nhất (279,6 g/bụi), kế đến là phun phenylalanine ở 120 NST với nồng độ 200 ppm (195,8 g/bụi). Khối lượng củ tươi thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng không phun (157,2 g/bụi) nhưng khác biệt không ý nghĩa so với công thức thí nghiệm phun phenylalanine 120 NST với nồng độ 50 ppm (162,3 g/bụi) (Bảng 7).

Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian phun phenylalanine đến sinh trưởng, năng suất và hàm lượng curcumin trong nghệ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Bảng 7. Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian phun phenylalanine đến khối lượng củ tươi (g/bụi) tại thời điểm thu hoạch

Nồng độ phenylalanine (ppm)	Thời gian phun phenylalanine (NST)					Trung bình
	90	120	150	180	210	
0	164,2	157,2 ^c	161,4 ^b	154,9 ^b	160,9	159,7 ^d
50	183,7	162,3 ^c	180,2 ^{ab}	186,2 ^b	179,8	178,4 ^c
100	192,8	279,6 ^a	200,3 ^a	199,8 ^a	184,8	211,5 ^a
200	189,2	195,8 ^b	187,8 ^{ab}	185,2 ^b	191,2	189,8 ^b
Trung bình	182,5 ^b	198,7 ^a	182,4 ^b	181,5 ^b	179,2 ^b	
F (A)			4,19**			
F (B)			39,76**			
F (AxB)			7,69**			
CV (%)			7,20			

Ghi chú: Trong cùng một cột hoặc một hàng, các giá trị mang các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%

3.1.8. Hàm lượng curcumin

Hàm lượng curcumin theo 4 nồng độ phun phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Hàm lượng curcumin ở 100 ppm cao nhất (12,26%), kế đến là 200 ppm (11,18%), tiếp theo là 50 ppm (10,72%) và thấp nhất là không phun (10,38%) (Bảng 8).

Hàm lượng curcumin theo 5 thời gian phun phenylalanine khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Hàm lượng curcumin cao nhất ở 120 NST (11,23%) khác biệt không ý nghĩa so với 150

NST. Ở 150 NST lại khác biệt không ý nghĩa so với 90, 180 và 210 NST (lần lượt là 11,12; 11,09 và 11,08%) (Bảng 8).

Có sự tương tác giữa nồng độ với thời gian xử lý phenylalanine lên hàm lượng curcumin trên khối lượng khô ở mức ý nghĩa 5%. Khi phun phenylalanine ở các thời điểm khác nhau, các công thức thí nghiệm với nồng độ 100 ppm đều cho hàm lượng curcumin trên khối lượng khô cao nhất (lần lượt là 12,16; 12,40; 12,32; 12,27 và 12,15%); kế đến là các công thức thí

Bảng 8. Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian phun phenylalanine đến hàm lượng curcumin trên khối lượng củ khô (%) tại thời điểm thu hoạch

Nồng độ phenylalanine (ppm)	Thời gian phun phenylalanine (NST)					Trung bình
	90	120	150	180	210	
0	10,44d	10,37d	10,36d	10,38d	10,35d	10,38 ^d
50	10,64c	10,78c	10,74c	10,68c	10,74c	10,72 ^c
100	12,16a	12,40a	12,32a	12,27a	12,15a	12,26 ^a
200	11,22b	11,36b	11,20b	11,04b	11,08b	11,18 ^b
Trung bình	11,12 ^b	11,23 ^a	11,16 ^{ab}	11,09 ^b	11,08 ^b	
F (A)			5,00**			
F (B)			1,20**			
F (AxB)			2,13*			
CV (%)			0,80			

Ghi chú: Trong cùng một cột hoặc một hàng, các giá trị mang các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%

nghiệm với nồng độ 200 ppm (11,22; 11,36; 11,20; 11,04 và 11,08%); tiếp theo là các công thức thí nghiệm với nồng độ 50 ppm (10,64; 10,78; 10,74, 10,68 và 10,74%); thấp nhất là các nghiệm thức đối chứng không xử lí (Bảng 8).

3.2. Thảo luận

Nồng độ phenylalanine 100 ppm có ảnh hưởng đến số chồi trên bụi, số lá trên bụi, số lá trên chồi, chiều cao cây, chiều dài lá và chiều rộng lá nghệ. Kết quả này tương tự với các nghiên cứu khác, khi phun phenylalanine (100 ppm) qua lá giúp tăng số lá, số chồi trên cây sả (Gamal *et al.*, 1997); tăng số lượng nhánh, hoa, khối lượng tươi và khô trên cây cúc (Karima *et al.*, 2005); kích thích tăng trưởng và năng suất trên húng quế (Khattab *et al.*, 2011). Khi phun axit amin qua lá đã giúp cây sinh trưởng, phát triển trên cây húng quế (Talaat and Youssef, 2002), húng chanh (Youssef *et al.*, 2004); giúp tăng năng suất trái và các thành phần khác trên đậu (El-Awadi *et al.*, 2011). Theo El-Din and Zaki (2005), khi cung cấp axit amin như lysine, phenylalanine và L-cysteine đã cải thiện chiều cao cây, số cành/cây và khối lượng khô trên *Lupinus termis* L. Theo Reham *et al.* (2016), axit amin đóng vai trò quan trọng trong quá trình biến dưỡng của thực vật, cấu tạo nên protein cần thiết cho sự hình thành tế bào từ đó làm tăng lượng vật chất tươi và khô. Theo Lê Văn Hòa và Nguyễn Bảo Toàn (2005), thế năng quang hợp là chỉ số quan trọng có ý nghĩa quyết định đến năng suất. Thế năng quang hợp thay đổi theo từng loại cây trồng, tùy thời vụ và nhiều yếu tố khác. Thế năng quang hợp bị ảnh hưởng bởi 2 yếu tố chính là diện tích lá trên m² đất (LAI) và thời gian quang hợp. LAI của từng loại cây trồng phụ thuộc vào tổng số lá trên cây và diện tích của lá. Khi chiều dài và chiều rộng của lá tăng, giúp tăng khả năng quang hợp của cây. Như vậy, phenylalanine có ảnh hưởng trực tiếp đến chiều dài và chiều rộng lá nghệ nên đã tác động gián tiếp đến các thành phần năng suất của nghệ. Khi phun phenylalanine 100 ppm lên cây nghệ, khối lượng củ tươi đạt cao nhất (211,5 g/bụi). Kết quả này cao hơn kết quả của Akamime *et al.* (2007) cho rằng khối lượng

củ tươi của nghệ trồng trong chậu chỉ đạt 17,5 - 165,9 g/chậu. Theo Karima *et al.* (2005), khi phun phenylalanine qua lá ở 0, 50, 100 và 150 ppm đã giúp gia tăng sinh trưởng, tinh dầu và một số chất chuyển hóa thứ cấp trong cây cúc *Matricaria chamomilla* L. Số nhánh, số hoa, khối lượng tươi và khô cũng gia tăng đáng kể ở 100 ppm.

Teixeira *et al.* (2017) cho rằng cây trồng có thể sử dụng axit amin vào những con đường tín hiệu khác nhau tùy theo giai đoạn phát triển của chúng. Do đó, theo thời gian phun phenylalanine cũng như sự tương tác giữa nồng độ và thời gian phun phenylalanine đã không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, năng suất và hàm lượng curcumin trong nghệ.

Công thức phun phenylalanine ở 120 NST với 100 ppm cho hàm lượng curcumin cao nhất (12,40%). Phenylalanine là tiền chất trong quá trình sinh tổng hợp nhiều hợp chất biến dưỡng thứ cấp. Phenylalanine được chuyển hóa thành axit cinnamic nhờ enzyme phenylalanine ammonia lyase (Nelson and Cox, 2012). Theo Neema (2005), trong cây nghệ, phenylalanine ammonia lyase là enzyme khởi đầu trong sự sinh tổng hợp curcumin. Bên cạnh đó, theo Hancock (2012), enzyme BH4 (tetrahydrobiopterin enzyme) có vai trò quan trọng trong quá trình tạo ra năng lượng trong quang hợp và có quan hệ với phenylalanine. Hoạt tính của enzyme BH4 tăng khi nồng độ phenylalanine trong cây tăng nhưng khi nồng độ phenylalanine đạt khoảng 105 ppm thì hoạt tính của enzyme BH4 không còn tăng nữa (Gersting *et al.*, 2010).

4. KẾT LUẬN

Phun phenylalanine ở thời điểm 120 NST có khối lượng củ tươi và hàm lượng curcumin cao nhất, lần lượt là 198,7 g và 11,23%. Phun phenylalanine 100 ppm giúp gia tăng sinh trưởng, khối lượng củ tươi và hàm lượng curcumin cao nhất (211,5 g và 12,26%). Phun phenylalanine ở 120 NST với 100 ppm có khối lượng củ tươi và hàm lượng curcumin cao nhất (279,6g và 12,4%).

Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian phun phenylalanine đến sinh trưởng, năng suất và hàm lượng curcumin trong nghệ (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Nên thực hiện phun phenylalanine ở 120 NST với 100 ppm cho thí nghiệm ngoài đồng để tăng tính thuyết phục của kết quả thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akamine H., Hossain M.D.A., Ishimine Y., Yogi K., Hokama K., Iraha Y. and Aniya Y. (2007). Effects of application of N, P and K alone or in combination on growth, yield and curcumin content of turmeric. *Plant Prod. Sci.*, 10: 151-154.
- Bálványos I., Szöke É. and Kursinszki L. (2002). The influence of amino acids on the lobeline production of *Lobelia inflata* L. hairy root cultures. *Plant growth regulation*, 36(3): 241-244.
- Banwasi R. and Singh A.K. (2010). Effect of phosphorus levels on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 9(1 & 2): 76-78.
- Chatterjee S., Padwal-Desai S.R. and Thomas P. (1998). Effect of γ -irradiation on the colour power of turmeric (*Curcuma longa*) and red chillies (*Capsicum annuum*) during storage. *Food Research International*, 31(9): 625-628.
- Chaturvedi P., Mukherjee S., Mehta, S., Chatterjee P. and Chowdhary A. (2014). Media optimization in immobilized culture to enhance the content of curcumin in *Curcuma longa* (Zingiberaceae) and protein profile of treated samples in static culture. *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences.*, 3(10): 965-975.
- Chempakam B. and Parthasarathy V.A. (2008). "6 Turmeric" *Chemistry of Spices*, pp. 97.
- El-Awadi, M.E., El-Bassiony A.M., Fawzy Z.F. and El-Nemr M.A. (2011). Response of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants to nitrogen fertilizer and foliar application with methionine and tryptophan. *Nature and Science*, 9(5): 87-94.
- El-Din K.M.G. and El-Wahed M.S.A.A. (2005). Effect of some amino acids on growth and essential oil content of Chamomile plant. *Int. J. Agri. Biol.*, 7(3): 376-380
- El-Din K.M.G. and Zaki N.M. (2005). Effect of some amino acids on growth and biochemical constituents of lupine plant. (*Lupinus termis* L.). *Egypt. J. of Appl. Sci.*, 20(6A): 70-78.
- Gamal E.K.M., Tarraf A.S. and Balbaa L. (1997). Physiological studies on the effect of some amino acids and micronutrients on growth and essential oil content in lemon grass. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 22: 4229-4241.
- Gersting S.W., Staudigl M., Truger M.S., Messing D.D., Danecka M.K., Sommerhoff C.P., Kemter K.F. and Muntau A.C. (2010). Activation of phenylalanine hydroxylase induces positive cooperativity toward the natural cofactor. *The journal of biological chemistry*, 285(40): 30686-30697
- Gryniewicz G. and Ślifirski P. (2012). Curcumin and curcuminoids in quest for medicinal status, *ACTA Biochimica Polonica*, 59(2): 201-212.
- Hancock J.T. (2012). Generation of nitric oxide in plants. *Periodicum biologorum*, 114: 19-24.
- Hossain M.A., Ishimine Y., Motomura K. and Akamine H. (2005). Effects of planting pattern and planting distance on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Plant Prod. Sci.*, 8(1): 95-105.
- Karima M., Kantarci A., Ohira T., Hasturk H., Jones V.L., Nam B.H., Malabanan A., Trackman P.C., Badwey J.A. and Dyke T.E.V. (2005). Enhanced superoxide release and elevated protein kinase C activity in neutrophils from diabetic patients: association with periodontitis. *Journal of leukocyte biology*, 78(4): 862-870.
- Khattab M.E., Omer E.A. and Youssef A.A. (2011). Growth parameters, yield quality and chemical composition of lemon basil as influenced by foliar spray with molybdenum and cysteine. *Egypt. Pharm. J.*, 10(2): 167-185.
- Lê Văn Hòa và Nguyễn Bảo Toàn (2005). *Giáo trình sinh lý thực vật*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. 294 trang.
- Mai Văn Quyền, Lê Thị Việt Nhi, Ngô Quang Vinh, Nguyễn Thị Hòa và Nguyễn Tuấn Kiệt. (2007). *Cây rau gia vị*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Neema, A. (2005). Investigations on the biosynthesis of curcumin in turmeric (*Curcuma longa* L.). Ph.D. Thesis, Calicut University, Calicut, Kerala State, India, pp. 171.
- Neema A. (2005). Investigations on the biosynthesis of curcumin in turmeric (*Curcuma longa* L.). Ph.D. Thesis, Calicut University, Calicut, Kerala State, India, pp. 171.
- Nelson, D.L. and Cox M.M. (2012). *Lehninger, principles of biochemistry*. New York: Worth Publishing.
- Randhawa, G.S. and Mahey R.K. (2002). Advances in agronomy and production of turmeric in India. In: Cracker, L.E. and Simon, J.E. (Editors-in-chief), *herbs, spices and medicinal plants - recent advances in botany, horticulture and pharmacology*. CBS Publishers and Distributers, Darya Ganj, New Delhi, 3: 71-101.
- Ravindran P.N., Babu K.N. and Sivaranan K. (2007). *Turmeric: The genus Curcuma*. Medicinal and Aromatic Plants - Industrial profiles. CRC Press publication. Boca Raton. FL. 484 pp.

- Reham M.S., Khattab M.E., Ahmed S.S. and Kandil M.A.M. (2016). Influence of foliar spray with phenylalanine and nickel on growth, yield quality and chemical composition of genoveser basil plant. *African Journal of Agricultural Research*, 11(16): 1398-1410.
- Rethinam P., Sivaraman K. and Sushama P.K. (1994). Nutrition of turmeric. *In: Chadha, K.L. and Rethinam, P. (Editors): Advances in horticulture. Plantation and spice crops. Part 1.* Malhotra Publishing House, New Delhi, India, 9: 477-490.
- Singh, A.K., Nanda P., Singh A. and Singh B. (2015). Genetic diversity analysis in turmeric (*Curcuma Longa* L.) based on SSR markers. *Journal of Biological Engineering Research and Review*, 2(1): 20-24.
- Singh S.P. (2014). Effect of micro-nutrients on growth, yield and economics of turmeric (*Curcuma longa* L.). *The Asian journal of Horticulture*, 9(1): 169-173.
- Talaat I.M. and Youssef A.A. (2002). The role of the amino acids lysine and ornithine in growth and chemical constituents of Basil plants. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 17: 83-95.
- Teixeira W.F., Fagan E.B., Soares L.H., Umburanas R.C., Reichardt K. and Neto D.D. (2007). Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the Soybean crop. *Frontiers in Plant Science*, 8: 327.
- Youssef A.A., Khattab M.E. and Omer E.A. (2004). Effect of spraying of molybdenum and tyrosine on growth, yield and chemical composition of lemon basil plant. *Egypt. Pharm. J.*, 3(2): 87-106.