

Recycling crushed pottery as a growing media for *Angelonia angustifolia* Benth.
in Binh Duong

Nhung T. C. Truong*, Tran H. T. Q. Nguyen, & Tien T. M. Duong

Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: May 02, 2025

Revised: May 27, 2025

Accepted: June 09, 2025

Keywords

Angelonia angustifolia Benth.

Angelonia flower

Crushed pottery

Floral growing media

Substrate mixtures

*Corresponding author

Truong Thi Cam Nhung

Email:

camnhung@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of different crushed pottery rates on the growth and flowering performance of *Angelonia angustifolia* Benth. A single-factor experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) comprising five treatments: G1 (Control): 40% coconut coir + 40% rice husk ash + 20% vermicompost; G2: 80% control substrate + 20% crushed pottery; G3: 60% control substrate + 40% crushed pottery; G4: 40% control substrate + 60% crushed pottery; and G5: 20% control substrate + 80% crushed pottery. Each treatment was replicated three times, with 10 pots per replicate and one plant per pot, totaling 150 plants in the experiment. The results indicated that the air-filled porosity of the substrate increased with higher proportions of crushed pottery, whereas the water-holding capacity decreased. Specifically, when 80% crushed pottery was added to the control substrate mixture, the air-filled porosity increased from 11.8% to 23.6%, while the water-holding capacity decreased from 50.74 to 18.65%. Monitoring the growth and flowering parameters of *Angelonia angustifolia* revealed that the substrate containing 40% crushed pottery combined with 60% of the control mixture (coconut coir, rice husk ash, and vermicompost in a 2:2:1 ratio) resulted in the best performance. Plants grown in this treatment achieved the highest values for plant height (36.9 cm), number of primary branches (15.1 branches/plant), flower spike length (25.5 cm), fresh floral biomass (15 g), dry floral biomass (8.3 g), time to bud initiation (18.6 days), and flower longevity (14.3 days).

Cited as: Truong, N. T. C., Nguyen, T. H. T. Q., & Duong, T. T. M. (2026). Recycling crushed pottery as a growing media for *Angelonia angustifolia* Benth. in Binh Duong. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 112-121.

Nghiên cứu sử dụng phế phẩm gạch gốm nghiền làm giá thể trồng cây hoa bàng khuâng (*Angelonia angustifolia* Benth.) tại tỉnh Bình Dương

Trương Thị Cẩm Nhung*, Nguyễn Huỳnh Thị Quế Trân & Dương Thị Mỹ Tiên
Khoa Môi Trường và Tài Nguyên, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/05/2025

Ngày chỉnh sửa: 03/06/2025

Ngày chấp nhận: 09/06/2025

Từ khóa

Angelonia angustifolia Benth.

Cây hoa bàng khuâng

Giá thể trồng hoa

Phế phẩm gạch gốm

Phối trộn giá thể

*Tác giả liên hệ

Trương Thị Cẩm Nhung

Email: camnhung@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của liều lượng phế phẩm gạch gốm nghiền đến sinh trưởng và sự ra hoa của cây bàng khuâng (*Angelonia angustifolia* Benth.). Thí nghiệm một yếu tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) gồm 5 nghiệm thức (G1: 40% xơ dừa + 40% tro trấu + 20% phân trùn (ĐC); G2: 80% ĐC + 20% gạch gốm nghiền; G3: 60% ĐC + 40% gạch gốm nghiền; G4: 40% ĐC + 60% gạch gốm nghiền; và G5: 20% ĐC + 80% gạch gốm nghiền) và 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại 10 chậu, mỗi chậu 1 cây. Tổng số cây có trong thí nghiệm là 150 cây. Kết quả cho thấy độ thoáng khí có xu hướng tăng khi tăng liều lượng phối trộn phế phẩm gạch gốm nghiền trong giá thể, ngược lại khả năng giữ nước của hỗn hợp giá thể thì giảm, cụ thể khi thêm 80% đất sét nung vào hỗn hợp giá thể đối chứng thì độ thoáng khí tăng từ 11,8 lên 23,6% và khả năng giữ nước giảm từ 50,74 xuống 18,65%. Kết quả theo dõi quá trình sinh trưởng và sự ra hoa của cây bàng khuâng cho thấy giá thể có 40% phế phẩm gạch gốm nghiền + 60% hỗn hợp giá thể (xơ dừa + tro trấu + phân trùn theo tỉ lệ 2:2:1) thì cây đạt các chỉ tiêu cao nhất về chiều cao cây (36,9 cm), số cành cấp 1 (15,1 cành/cây), chiều dài cành hoa (25,5 cm), sinh khối hoa tươi (15 g), sinh khối hoa khô (8,3 g), thời gian ra nụ (18,6 ngày) và độ bền hoa (14,3 ngày).

1. Đặt Vấn Đề

Cây bàng khuâng (*Angelonia angustifolia* Benth.) có nguồn gốc từ Mexico và Tây Ấn (Miller & Armitage, 2002). Đây là loài cây thân thảo, nổi bật với hình dáng độc đáo và màu hoa rực rỡ, khả năng nở hoa quanh năm kết hợp với mùi hương dịu nhẹ vì vậy được ưa trồng rộng rãi. Hơn nữa, cây bàng khuâng phù hợp với khí hậu nhiệt đới, là loài cây có khả năng chịu hạn nên thích hợp trồng ở ban công, sân vườn hoặc lối đi

công viên, trồng chậu (Yue & ctv., 2022; Liao & ctv., 2024). Cây bàng khuâng cũng có hoạt tính sinh học quan trọng được phát triển thành một loại dược phẩm để chống viêm (Stephen & ctv., 2014). Đây là loại cây có nhiều giá trị cả về cảnh quan lẫn y học nhưng chưa được trồng phổ biến. Hơn thế, cây có khả năng chịu hạn tốt, không yêu cầu đất có độ phì cao nhưng phải thoát nước tốt vì môi trường ẩm ướt có thể gây thối rễ.

Tái sử dụng phế, phụ phẩm từ các ngành sản xuất rất quan trọng vì vừa giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường, vừa tận dụng được nguồn tài nguyên có giá trị nhưng chưa được khai thác đúng cách như đốt hoặc chôn lấp (Nzihou & Lifset, 2010; Kabongo, 2013). Nhiều kết quả nghiên cứu trong tái sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp để làm phân bón hoặc giá thể trồng cây đã cho kết quả tích cực như sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ bã bùn mía (Duong & ctv., 2011), thân lá bắp và rau cải xoong được ủ làm phân hữu cơ (Nguyen & ctv., 2023), sử dụng bùn thải làm thành phần phối trộn trong giá thể trồng cây (Hernandez-Apaolaza & ctv., 2005; Tariq & ctv., 2012) hoặc gạch đỏ nghiền và viên đất sét đã được nghiên cứu sử dụng rộng rãi làm giá thể trồng trên mái (Molineux & ctv., 2015). Nghiên cứu của Matlock & Rowe (2016) và Graceson & ctv. (2014) đã sử dụng gạch đỏ nghiền, sứ nghiền (từ chất thải là gạch lát nền, bồn rửa mặt,...) để làm giá thể trồng cây. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng cây trồng có thể sinh trưởng và phủ xanh tốt trên nền giá thể từ chất thải ngành gốm sứ. Ngành công nghiệp gốm sứ đã tạo ra một lượng lớn chất thải đất sét nung mỗi năm. Lượng chất thải trong các giai đoạn sản xuất khác nhau đạt khoảng 3 - 7% sản lượng toàn cầu, đồng nghĩa với việc hàng triệu tấn đất sét nung mỗi năm được chôn lấp (Pacheco-Torgal & Jalali, 2010). Do vậy, đã có nhiều nghiên cứu nhằm giải quyết vấn đề chất thải của ngành công nghiệp gốm sứ như thay thế cát bằng chất thải gốm sứ nghiền mịn trong sản xuất bê tông (Pacheco-Torgal & Jalali, 2010), hoặc làm giá thể trồng cây (Graceson &

ctv., 2014). Hơn thế nữa, sử dụng chất thải từ gốm sứ cụ thể là phế phẩm gạch gốm nghiền sẽ tốn ít năng lượng và chi phí hơn là sản xuất gốm kỹ thuật để trồng cây (Nguyen & ctv., 2016). Tuy nhiên, chất thải từ ngành gốm cũng khá đa dạng tùy thuộc vào thành phần cấu tạo của vật liệu nên cần nghiên cứu tỉ lệ gạch gốm nghiền thay thế trong giá thể trồng cây mà không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây.

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định liều lượng phế phẩm gạch gốm nghiền phối trộn với hỗn hợp giá thể (xơ dừa + tro trấu + phân trùn theo tỉ lệ 2:2:1) phù hợp cho sự sinh trưởng và ra hoa của cây bàng khuâng.

2. Vật Liệu và Phương Pháp

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Hạt giống cây bàng khuâng của Công ty TNHH Hạt Giống Hoa Việt Nam. Gieo hạt vào khay và chăm sóc cho đến khi cây con có 2 - 3 cặp lá thật, không bị sâu bệnh thì sang chậu để bố trí thí nghiệm. Giá thể trồng cây được phối trộn gồm: xơ dừa + tro trấu + phân trùn quế Sfarm theo tỉ lệ 2:2:1. Nghiệm thức này được kế thừa từ kết quả nghiên cứu về giá thể trồng hoa của Nguyen & Le (2023).

Phế phẩm gạch gốm được nghiền nhỏ có kích thước hạt từ 1 - 5 mm (Farrell & ctv., 2013), và được phối trộn vào giá thể trồng cây theo tỉ lệ của nghiệm thức. Quy trình xử lý nghiền gạch gốm được minh họa ở Hình 1.



Hình 1. Xử lý gạch gốm nghiền.

Ngoài ra, thí nghiệm dùng chậu nhựa C6 (16 x 14 cm). Phân bón giai đoạn cây con là NPK 30-15-10 pha 1-2g/L và thời gian bón phân là 7 ngày/lần. Phân bón giai đoạn ra chậu là NPK 15-20-25 pha 2g/L và 7 ngày bón/lần.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí tại vườn ươm khu đô thị Eco Xuân, phường Lái Thiêu, thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương. Thời gian triển khai thí nghiệm từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2024.

Thí nghiệm có 5 nghiệm thức là G1: xơ dừa + tro trấu + phân trùn theo tỉ lệ 2:2:1 (Đối chứng - ĐC); G2: 80% ĐC + 20% gạch gốm nghiền; G3: 60% ĐC + 40% gạch gốm nghiền; G4: 40% ĐC + 60% gạch gốm nghiền; và G5: 20% ĐC + 80% gạch gốm nghiền. Các nghiệm thức được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên CRD, số lần lặp là 3, mỗi lần lặp 10 chậu, mỗi chậu trồng 1 cây, tổng số cây thí nghiệm là 150 cây.

2.3. Phương pháp theo dõi và xử lý số liệu

Phân tích tính chất vật lý, hoá học của giá thể gồm: Khả năng giữ nước, độ thoáng khí, dung trọng, pH, EC được thực hiện theo quy trình

phân tích của Handreck & Black (2010). Chỉ tiêu theo dõi về sinh trưởng: chọn 5 chậu ngẫu nhiên trên mỗi nghiệm thức theo dõi sau 35 ngày sang chậu. Các chỉ tiêu về sinh trưởng gồm chiều cao của cây (cm), số cành cấp 1 (cành/cây). Các chỉ tiêu về hoa bao gồm thời gian ra cành hoa (ngày) được tính từ lúc sang chậu đến khi cây có cành hoa (nhìn thấy rõ cành và nụ hoa), độ bền hoa nở (ngày) là thời gian từ lúc hoa nở đến khi hoa tàn, chiều dài cành hoa (cm) được đo từ cuống hoa đến đỉnh cành hoa. Sinh khối của hoa gồm sinh khối hoa tươi (g/cây) và sinh khối hoa khô (g/cây) được lấy vào thời điểm hoa nở hoàn toàn, mỗi nghiệm thức lấy 4 cây. Mẫu thu được đem sấy khô ở nhiệt độ 70°C cho đến khi khối lượng không đổi.

Phương pháp xử lý số liệu: số liệu được thu thập và tổng hợp tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel; phân tích phương sai (ANOVA) và trắc nghiệm phân hạng LSD bằng phần mềm SAS 9.1.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Kết quả phân tích tính chất vật lý và hóa học của giá thể trồng cây

Bảng 1. Kết quả phân tích tính chất vật lý và hóa học của giá thể trồng cây

Nghiem thức	Độ thoáng khí (%)	Khả năng giữ nước (%)	Dung trọng khô (g/mL)	pH	Độ dẫn điện ($\mu\text{s/cm}$)
G1	11,8 ^d	50,7 ^a	0,72 ^b	5,9 ^c	86,0 ^a
G2	12,3 ^d	49,6 ^{ab}	0,71 ^b	6,4 ^b	62,3 ^b
G3	15,0 ^c	47,3 ^b	0,91 ^a	6,4 ^b	60,6 ^b
G4	20,0 ^b	25,0 ^c	0,92 ^a	6,7 ^a	56,0 ^b
G5	23,6 ^a	18,6 ^d	0,96 ^a	6,6 ^a	42,6 ^c
CV (%)	6,25	3,87	3,77	1,55	9,16
F _{tính}	73,69 ^{**}	316,65 ^{**}	45,92 ^{**}	33,59 ^{**}	23,27 ^{**}

****:** khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$. Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Kết quả Bảng 1 cho thấy giữa các nghiệm thức giá thể có sự khác biệt rất có ý nghĩa ở tất cả các chỉ tiêu đánh giá tính chất vật lý và hóa học của giá thể. Nghiệm thức giá thể phối trộn liều lượng gạch gốm nghiền càng nhiều thì độ thoáng khí có xu hướng tăng dần. Ở nghiệm thức đối chứng, độ thoáng khí thấp nhất, đạt 11,8%, khi tăng lượng phối trộn gạch gốm nghiền lên 80% thì độ thoáng khí tăng gấp hai lần là 23,6%. Kết quả nghiền cứu của Graceson & ctv. (2014) đã chỉ ra rằng gạch gốm nghiền có tỉ lệ phân bố cấp hạt khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến độ thoáng khí của giá thể, trong 9 nghiệm thức gạch gốm nghiền thì độ thoáng khí thay đổi từ 15 - 50%. Độ thoáng khí của giá thể càng cao thì khả năng cung cấp O₂, khuếch tán CO₂ vào khí quyển càng dễ dàng, đáp ứng đủ oxy cho nhu cầu hô hấp của rễ cây trồng. Mức giới hạn tối thiểu cho độ thoáng khí của giá thể là 10% (Graceson & ctv., 2014). Trong 5 nghiệm thức giá thể nghiền cứu thì độ thoáng khí đều đạt tiêu chuẩn đảm bảo cho sự khuếch tán khí diễn ra.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp giá thể đối chứng đạt lớn nhất là 50,7% và khi phối trộn thêm gạch gốm nghiền theo tỉ lệ tăng dần từ 20 đến 80% thì khả năng giữ nước cũng có xu

hướng giảm dần từ 49,6% xuống còn 18,6%. Giá thể có khả năng giữ nước tốt có thể giữ lại và lưu giữ được lượng nước sau khi mưa hoặc tưới, giúp cung cấp đủ nước cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Mức giới hạn tối thiểu của khả năng giữ nước là 20% để đảm bảo cho cây trồng thoát hơi nước mà không gây ra tình trạng héo cây (Graceson & ctv., 2014). Các nghiệm thức giá thể trong thí nghiệm đều đạt mức giới hạn của khả năng giữ nước trừ nghiệm thức G5 có phối trộn 80% gạch gốm nghiền. Qua đó có thể thấy giá thể có kích thước hạt lớn có thể làm gia tăng độ xốp, độ thoáng khí nhưng lại làm giảm khả năng giữ nước của giá thể.

Về chỉ tiêu dung trọng của hỗn hợp giá thể cho thấy giá thể khá nhẹ, ở nghiệm thức đối chứng là 0,72 g/mL nhưng khi phối trộn phế phẩm gạch gốm nghiền theo tỉ lệ tăng dần từ 20 đến 80% thì dung trọng tăng tương ứng từ 0,71 g/mL đến 0,96 g/mL. Giá thể gốm kỹ thuật Việt Nam được đánh giá là có cấu trúc xốp, đạt 50 - 60% và có kích thước lớn 8 - 10 mm nhưng có khối lượng riêng khá lớn là 1,6 - 2 g/mL (Nguyen & ctv., 2016). Kết quả nghiền cứu của Graceson & ctv. (2014) cho thấy tỉ lệ phân bố kích thước hạt gạch gốm nghiền có ảnh hưởng rõ rệt đến

dung trọng, biến thiên lớn từ 822 đến 1521 kg/m³. Có thể thấy giá thể từ gạch gốm nghiền có dung trọng thay đổi phụ thuộc vào kích thước hạt và cấu trúc của hạt. Đối với cây hoa trồng chậu thì giá thể cần có trọng lượng nhẹ, thuận lợi cho việc vận chuyển đồng thời đảm bảo môi trường giá thể ít bị biến động trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển của cây thì việc thay thế 1 phần giá thể hữu cơ bằng giá thể vô cơ là điều cần thiết.

Độ pH của các nghiệm thức giá thể nằm trong khoảng từ 5,9 đến 6,7, kết quả này là phù hợp cho sự sinh trưởng của đa số loài cây trồng. Mặc dù vậy, khi thêm 20 - 80% gạch gốm nghiền vào giá thể đối chứng thì độ pH có sự thay đổi, làm tăng độ pH và có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê giữa các nghiệm thức giá thể.

Đối với chỉ tiêu EC thì giá thể có phối trộn gạch gốm nghiền càng tăng thì độ dẫn điện (EC) lại giảm tương ứng với liều lượng thêm vào. Điều này có thể thấy gạch gốm nghiền có tính chất trơ, nghèo chất dinh dưỡng nên khi phối trộn vào giá thể xơ dừa thì EC giảm theo mức tăng của liều lượng gạch gốm nghiền. Độ dẫn điện cao nhất là giá thể đối chứng 86 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và thấp nhất là giá

thể có phối trộn 80% gạch gốm nghiền là 42,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Theo Graceson & ctv. (2014) tính chất vật lý của các giá thể từ chất thải gạch gốm có thể thay đổi rất nhiều do sự phân bố tỉ lệ các kích thước hạt được nghiền khác nhau và nguồn gốc cốt liệu của gạch gốm. Do vậy, để sử dụng gạch gốm nghiền làm giá thể trồng cây mang lại hiệu quả tối ưu cần phải phân tích tỉ lệ các cấp hạt để đạt tính chất vật lý phù hợp cho nhóm cây trồng.

3.2. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến sinh trưởng của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

Kết quả theo dõi chiều cao trung bình cây bàng khuâng (Bảng 2) cho thấy có sự khác biệt rất có ý nghĩa về mặt thống kê. Chiều cao trung bình ở nghiệm thức G1 là thấp nhất đạt 31,8 cm, nghiệm thức G2 có chiều cao trung bình cao nhất (36,9 cm). Giá thể có phối trộn thêm gạch gốm nghiền cho thấy cây tăng trưởng tốt hơn so với giá thể không có gạch gốm nghiền. Tuy vậy, không có sự khác biệt về chiều cao trung bình giữa các liều lượng phối trộn.

Bảng 2. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến chiều cao, số cành cấp 1 của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

Nghiệm thức	Chiều cao cây (cm)	Số cành cấp 1 (cành/cây)
G1	31,8 ^b	10,3 ^b
G2	36,9 ^a	9,9 ^b
G3	36,9 ^a	15,1 ^a
G4	36,4 ^a	10,6 ^b
G5	35,3 ^a	10,1 ^b
CV (%)	4,30	10,94
F _{tính}	5,96 ^{**}	9,54 ^{**}

****:** khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$. Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Số cành cấp 1 của cây bàng khuâng (Bảng 2) có sự khác biệt rất có ý nghĩa giữa các nghiệm thức giá thể, trong đó giá thể có 20% gạch gốm nghiền có số cành ít nhất (9,9 cành/cây) nhưng không khác biệt so với giá thể đối chứng hoặc có phối trộn 60 - 80%. Giá thể có 40% gạch gốm nghiền có số cành cấp 1 nhiều nhất (15,1 cành/cây) và khác biệt so với các giá thể còn lại trong thí nghiệm. Qua đó cho thấy, liều lượng phối trộn gạch gốm nghiền có ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình sinh trưởng của cây bàng khuâng, thúc đẩy cây tăng trưởng số cành tốt hơn.

Gạch gốm nghiền và sứ nghiền đã được thử nghiệm và đánh giá là phù hợp cho sự sinh trưởng của cây trồng trên mái (Graceson & ctv., 2014; Eksi & Rowe, 2016; Matlock & Rowe, 2016)

mặc dù không phải là loài nào cũng có phản ứng tích cực. Cây bàng khuâng được đánh giá là có khả năng chịu hạn, trong thí nghiệm này cho thấy cây sinh trưởng tốt trong môi trường có gạch gốm nghiền. Tuy vậy, khi phối trộn với liều lượng nhiều (60 - 80%) thì cây phát triển kém, có thể vì khả năng cung cấp nước của giá thể bị hạn chế do khả năng giữ nước giảm hơn 50% so với liều lượng phối trộn 40%. Điều này cũng tương tự với kết luận của nghiên cứu sử dụng sỏi nhẹ từ đất sét phối trộn với 3 tỉ lệ 30, 50 và 70% chất độn làm giá thể trồng rau muống của Tran & ctv. (2015). Từ đó, có thể thấy sử dụng và tái chế gạch gốm làm giá thể trồng cây được nhưng cần phối trộn với liều lượng thích hợp để đạt hiệu quả tối ưu.

3.3. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến sự ra hoa của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

Bảng 3. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến thời gian ra nụ, độ bền hoa và chiều dài phát hoa của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

Nghiệm thức	Thời gian ra nụ (ngày)	Chiều dài cành hoa (cm)	Độ bền hoa (ngày)
G1	10,6 ^a	19,5 ^c	9,0 ^a
G2	15,3 ^b	23,4 ^b	12,6 ^{cd}
G3	18,6 ^d	25,5 ^a	14,3 ^d
G4	17,0 ^{bc}	21,3 ^c	12,0 ^c
G5	17,6 ^c	21,3 ^c	11,0 ^{ab}
CV (%)	9,33	4,51	7,89
F _{tính}	5,09 [*]	16,01 ^{**}	15,12 ^{**}

*: khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; **: khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$. Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Thời gian ra nụ của cây bàng khuâng (Bảng 3) cho thấy có sự khác biệt giữa các nghiệm thức giá thể, nghiệm thức G1 có thời gian ra nụ sớm nhất (10,6 ngày sau trồng), thời gian ra nụ trễ

nhất là nghiệm thức G3 (18,6 ngày sau trồng). Mặc dù cây ra hoa sớm nhưng chất lượng hoa kém hơn so với cây có thời gian ra nụ trễ hơn 1 tuần. Do thời gian sinh trưởng lâu nên cây tích

lũy đủ chất có tác động tích cực đến chất lượng của cành hoa, cụ thể là nghiệm thức G3 có thời gian ra nụ trễ nhất nhưng chiều dài cành hoa là dài nhất (25,5 cm) và thời gian hoa nở lâu nhất (14,3 ngày).

3.4. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến sinh khối hoa cây bằng khuôn trồng chậu tại thời điểm 56 ngày sau trồng

Bảng 4. Kết quả ảnh hưởng của gạch gốm nghiền đến sinh khối hoa tại thời điểm 56 ngày sau trồng

Nghiệm thức	Sinh khối hoa tươi (g/cây)	Sinh khối hoa khô (g/cây)
G1	9,3 ^c	4,3 ^c
G2	12,6 ^{abc}	7,3 ^{ab}
G3	15,0 ^a	8,3 ^a
G4	14,0 ^{ab}	6,0 ^{bc}
G5	11,3 ^{bc}	5,0 ^c
CV (%)	5,21	9,08
F _{tính}	4,15*	5,79*

*: khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$. Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Sinh khối phản ánh kết quả cho chỉ số tăng trưởng của cây trồng. Kết quả bảng 4 cho thấy sinh khối hoa cây bằng khuôn có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức giá thể. Sinh khối hoa tươi và khô thấp nhất là nghiệm thức giá thể không có gạch gốm nghiền (9,3 và 4,3 g/cây). Giá thể có 20 - 60% gạch gốm nghiền không có sự khác biệt về sinh khối hoa tươi. Sinh khối hoa khô đạt cao nhất là giá thể có chứa 20 - 40% gạch gốm nghiền (7,3 - 8,3 g/cây). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng gạch gốm nung có thể tái chế để làm giá thể trồng cây hoa bằng khuôn. Kết quả này cũng phù hợp với khuyến cáo của Eksi & Rowe (2016), Graceson & ctv. (2014) về việc sử dụng tái chế gạch gốm, sứ gạch ngói,... để làm giá thể trồng cây.

4. Kết Luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể tái chế phế phẩm gạch gốm để làm giá thể trồng cây bằng khuôn. Phối trộn 40% gạch gốm nghiền với 60% hỗn hợp giá thể xơ dừa, tro trấu phân trùn (tỉ lệ 2:2:1) cho các kết quả cao nhất về chiều cao cây (36,9 cm), số nhánh (15,1 nhánh), chiều dài phát hoa (25,5 cm), sinh khối hoa tươi (15 g), sinh khối hoa khô (8,3 g), thời gian ra nụ (18,6 ngày) và độ bền hoa (14,3 ngày). Sử dụng tái chế gạch gốm nghiền để làm giá thể trồng cây nhưng cần bổ sung thêm phân hữu cơ hoặc phối trộn với giá thể hữu cơ để khắc phục nhược điểm của gạch gốm nghiền là nghèo dinh dưỡng và khả năng giữ nước kém. Thêm vào đó, cũng cần phân tích đánh giá sự phân bố của cấp hạt được nghiền để đảm bảo được tính chất vật lý phù hợp cho cây trồng.

Lời Cam Đoan

Các tác giả cam kết rằng không có xung đột lợi ích trong bài viết này.

Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Ông Trần Thế Mỹ, quản lý vườn ươm khu đô thị Eco Xuân đã hỗ trợ thực hiện thí nghiệm.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Duong, V. M., Tran, T. K., & Vo, G. T. (2011). *Composting of microbial organic fertilizers and its effectiveness in improving crop productivity and soil quality*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Ho Chi Minh City Agricultural Publishing House.
- Eksi, M., & Rowe, B. D. (2016). Green roof substrates: Effect of recycled crushed porcelain and foamed glass on plant growth and water retention. *Urban Forestry and Urban Greening* 20, 81-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.008>.
- Farrell, C., Ang, X. Q., & Rayner, J. P. (2013). Water-retention additives increase plant available water in green roof substrates. *Ecological Engineering* 52 (2013), 112-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.098>.
- Graceson, A., Hare, M., Hall, N., & Monaghan, J. (2014). Use of inorganic substrates and composted green waste in growing media for green roofs. *Biosystems Engineering* 124, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.05.007>.
- Handreck, K. A., & Black, N. D. (2002). *Growing media for ornamental plants and turf* (3rd ed.). Sydney, Australia: UNSW Press.
- Hernandez-Apaolaza, L., Gasco, A. M., Gasco, J. M., & Guerrero, F. (2005). Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. *Bioresource Technology* 96(2005), 125-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2004.02.028>.
- Kabongo, J. D. (2013). *Waste valorization*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Liao, Y. C., Tsai, Y. S., & Yeh, D. M. (2024). Morphological characteristics and drought tolerance of the diploid and tetraploid *Angelonia angustifolia*. *HortScience* 59(7), 896-902. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17842-24>.
- Matlock, J. M., & Rowe, B. D. (2016). The suitability of crushed porcelain and foamed glass as alternatives to heat-expanded shale in green roof substrates: An assessment of plant growth, substrate moisture, and thermal regulation. *Ecological Engineering* 94, 423-433. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.044>.
- Miller, A., & Armitage, A. M. (2002). Temperature, irradiance, photoperiod, and growth retardants influence greenhouse production of *Angelonia angustifolia* Benth. *Angel Mist Series. HortScience* 37(2), 319-321. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.2.319>.
- Molineux, C. J., Gange, A. C., Connop, S. P., & Newport, D. J. (2015). Using recycled aggregates in green roof substrates for plant diversity. *Ecological Engineering* 82, 596-604. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.036>.
- Nguyen, B. T., Tran, T. D., Nguyen, N. T. H., Pham, T. Q., Diep, P. T., Mai, T. T., & Nguyen, B. T. (2023). Efficacy of bokashi-composting methods and quality assessment of organic fertilizers on spinach (*Spinacia oleracea* L.). *The Journal of Agriculture and Development* 22(5), 1-11. <https://doi.org/10.52997/jad.1.05.2023>.
- Nguyen, H. T., Nguyen, L. V., Doan, Y. T., Truong, H. T., Duong, S. T. H., Phetthavongsy, S., & Nguyen, L. V. (2016). The effect of the expanded clay cultures and slow released fertilizers on growth, development and fresh leaf biomass of *Mentha arvensis* L. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences* 14(8), 1129-1137.
- Nguyen, T. Q., & Le, N. T. H. (2023). Effects of substrates and cultivars on growth, yield and flower quality of potted lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery) in Ho Chi Minh city. *The Journal of Agriculture and Development*

- 22(2), 23-34. . <https://doi.org/10.52997/jad.3.02.2023>.
- Nzihou, A., & Lifset, R. (2010). Waste valorization, loop-closing, and industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology* 14(4), 608-610.
- Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2010). Reusing ceramic wastes in concrete. *Construction and Building Materials* 24(5), 832-838. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.023>.
- Stephen, T. D., Khush, B. A., Ann, C., Jakop M. H., Eric, S., & Christopher J. T. (2014). Chemical investigation of the medicinal and ornamental plant *Angelonia angustifolia* Benth. reveals therapeutic quantities of lupeol. *Fitoterapia* 98, 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2014.08.005>.
- Tariq, U., Rehman, S. U., Khan, M. A., Younis, A., Yaseen, M., & Ahsan, M. (2012). Agricultural and municipal waste as potting media components for the growth and flowering of *Dahlia hortensis* 'Figaro'. *Turkish Journal of Botany* 36(4), 378-385. <https://doi.org/10.3906/bot-1109-16>.
- Tran, H. V., Vo, M. Q., & Ta, T. H. (2015.). Study on the production of lightweight keramzit gravel from clay as a growing medium for vegetables and ornamental plants in the Mekong Delta. *Can Tho University Journal of Science* 40(2), 120-127.
- Yue, J., Dong, Y., Teng, Y., & Gong, S. (2022). The complete chloroplast genome of *Angelonia angustifolia* Benth. (Plantaginaceae), an ornamental and medicinal plant. *Mitochondrial DNA Part B* 7(12), 2060-2062. <https://doi.org/10.1080/23802359.2022.2152642>.