

# NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP PHỨC CHẤT CỦA La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) VỚI AXIT CITRIC VÀ ỨNG DỤNG LÀM PHÂN BÓN VI LƯỢNG CHO HOA RẠNG ĐÔNG

NGUYỄN QUỐC QUANG ANH, VÕ VĂN TÂN \*  
Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế  
\*Email: vovantan@dhsphue.edu.vn

**Tóm tắt:** Phức chất của La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) với axit citric đã được tổng hợp ở các điều kiện tối ưu của thời gian phản ứng, nhiệt độ, tỉ lệ các chất tham gia phản ứng và pH môi trường. Các phức chất tổng hợp được đặc trưng bằng phổ hồng ngoại IR, hiển vi điện tử quét SEM và đồng thời tiến hành ứng dụng làm phân bón vi lượng cho cây hoa rạng đông (*Pyrostegia venusta*) cho nhiều kết quả khả quan.

**Từ khoá:** Phức chất đất hiếm, axit citric, hiệu suất tạo phức.

## 1. MỞ ĐẦU

Việc ứng dụng các nguyên tố đất hiếm (NTĐH) trong nông nghiệp đã được tiến hành từ lâu ở Trung Quốc, trung bình 1gam đất hiếm đủ để pha dung dịch ngâm 10 kg hạt giống, tăng năng suất 10%. Nghiên cứu về vai trò sinh lý của NTĐH với cây trồng cho thấy các NTĐH có khả năng làm tăng hàm lượng chlorophyl, thúc đẩy quá trình quang hợp và làm tăng khả năng kháng bệnh của cây trồng, bảo vệ được môi trường, không làm cho các loài vật sống chung bị tiêu diệt, không thải hóa chất độc như các loại thuốc trừ sâu [1], [5], [6]. Ở Úc các nghiên cứu về việc sử dụng phân bón vi lượng NTĐH cho 50 loại cây trồng nông nghiệp, đã có tác dụng tăng năng suất và chất lượng từ 10 đến 15 % như : táo, cà chua, mía, nhãn, thuốc lá, dưa chuột, chuối, bắp cải...[1]. Adisa I.O. và cộng sự đã nghiên cứu, ứng dụng CeO<sub>2</sub> dạng nano, ceri axetat tác dụng thông qua con đường rễ và lá giúp giảm bệnh hại thối rễ *Fusarium* ở cây cà chua có thể cho hiệu quả lớn nhất tới 57 % [7]. Từ năm 2002, Trung tâm Công nghệ và Tinh chế, Viện Công nghệ Xạ hiếm, viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam đã sản xuất chế phẩm NTĐH ở dạng muối đất hiếm dễ tan và thử nghiệm trên cây chè của Công ty chè Sông Lô. Kết quả cho thấy năng suất búp chè tươi tăng từ 10-15% và chất lượng chè thơm ngon hơn khi không bón [1], [3], [4]. Từ năm 2006 tại khoa Hóa học trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế, chúng tôi đã nghiên cứu chế tạo và thử nghiệm ảnh hưởng của phức glutamat lantan và hỗn hợp các phức chất đất hiếm đến sự quá trình phát triển và năng suất của cây thanh trà tại Thủy Biều, thành phố Huế; cây cam tại huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên-Huế. Kết quả, cho thấy các phức hỗn hợp glutamat vi lượng NTĐH có ảnh hưởng tốt đến sự phát triển của cây thanh trà ở nồng độ 0,01 % và cây cam ở nồng độ 0,02 %. Năng suất thanh trà có thể tăng đến 15,5% và năng suất cam, ổi có thể tăng đến 12% [1], [2].

Trong công trình này chúng tôi nghiên cứu, tổng hợp các phức chất NTĐH bao gồm La, Ce, Nd, Y với axit citric đồng thời ứng dụng làm phân bón vi lượng cho cây hoa rạng đông (*Pyrostegia venusta*).

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Hoá chất và dụng cụ

Các loại hóa chất sử dụng đều có độ sạch phân tích:  $\text{LaCl}_3$ ,  $\text{CeCl}_3$ ,  $\text{NdCl}_3$ ,  $\text{YCl}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ , axit citric  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , arsenazo (III), dung dịch đệm axetat 2M ; dung dịch chuẩn DTPA  $10^{-2}$  M... Máy ly tâm, pHmet, cân phân tích, máy khuấy từ gia nhiệt, máy lọc hút, bình hút ẩm, các loại bình tam giác, cốc thuỷ tinh, các pipet, micropipet....

### 2.2. Thiết bị và phương pháp nghiên cứu

Phổ hồng ngoại IR được đo trên máy GX-PerkinElmer USA tại khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ảnh (SEM) chụp trên máy Hitachi S-4800 (Nhật Bản), tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam.

### 2.3. Tổng hợp phức chất NTĐH

Quá trình tổng hợp các phức chất citrat NTĐH được thực hiện bằng cách lấy chính xác dung dịch  $\text{LnCl}_3$  (Ln: La, Ce, Nd, Y) có nồng độ đã biết, thêm từ từ dung dịch  $\text{NH}_4\text{OH}$  đến khi xuất hiện kết tủa hydroxit  $\text{Ln}(\text{OH})_3$ , rồi cho phản ứng ngay với axit citric trên máy khuấy từ gia nhiệt ở nhiệt độ nhất định, duy trì phản ứng cho đến khi kết tủa tan hoàn toàn. Cô dung dịch trên máy điều nhiệt cho đến khi xuất hiện váng trên bề mặt. Để nguội, tạo mầm rồi cho vào bình hút ẩm chờ kết tinh trong khoảng 24 giờ. Lọc hút lấy phức chất citrat và dung dịch, xác định lượng  $\text{Ln}^{3+}$  còn dư bằng cách chuẩn độ với dung dịch DTPA, chỉ thị arsenazo(III) trong dung dịch đệm axetat pH = 4,2 từ đó tính được lượng  $\text{Ln}^{3+}$  đã tham gia phản ứng.

Hiệu suất của phản ứng tạo phức được tính theo công thức tổng quát như sau:

$$H\% = \frac{n_{\text{Ln}^{3+}_{\text{bd}}} - n_{\text{Ln}^{3+}_{\text{dư}}}}{n_{\text{Ln}^{3+}_{\text{bd}}}} \cdot 100\%$$

Trong đó:  $n_{\text{Ln}^{3+}_{\text{bd}}}$  : số mol  $\text{Ln}^{3+}$  trong dung dịch ban đầu.

$n_{\text{Ln}^{3+}_{\text{dư}}}$  : số mol  $\text{Ln}^{3+}$  còn lại.

### 2.4. Ứng dụng làm phân bón vi lượng cho cây hoa rạng đông (*Pyrostegia venusta*)

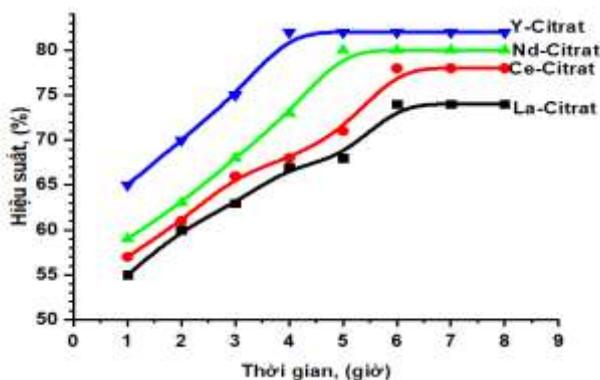
Để ứng dụng các dung dịch phức citrat đất hiếm đã điều chế được vào lĩnh vực nông nghiệp, chúng tôi tiến hành thử nghiệm phun các dung dịch vi lượng của phức citrat đất hiếm, để khảo sát quá trình sinh trưởng, phát triển và khả năng ra hoa của cây hoa rạng đông tại nhà vườn Tiên Garden, thành phố Huế. Các thí nghiệm được tiến hành bằng cách phun dung dịch citrat ở các khoảng nồng độ thích hợp lên lá cây hoa rạng đông ở những thời điểm nhất định, theo dõi sự phát triển của cây hoa rạng đông từng ngày, các số liệu thực nghiệm được xử lý thống kê.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Nghiên cứu tổng hợp phức chất của La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) với axit citric

##### 3.1.1. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu suất tạo phức

Các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến khả năng tạo phức chất citrat của các  $\text{Ln}^{3+}$ : La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) được tiến hành trong các điều kiện tỉ lệ mol  $\text{Ln}^{3+}$ : citric = 1:1 (mol/mol), nhiệt độ phản ứng được cố định ở  $60^\circ\text{C}$ , điều chỉnh pH = 7, thời gian phản ứng được tăng dần từ 1 giờ đến 8 giờ. Kết quả thực nghiệm được trình bày ở hình 1.



Hình 1. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất tạo phức

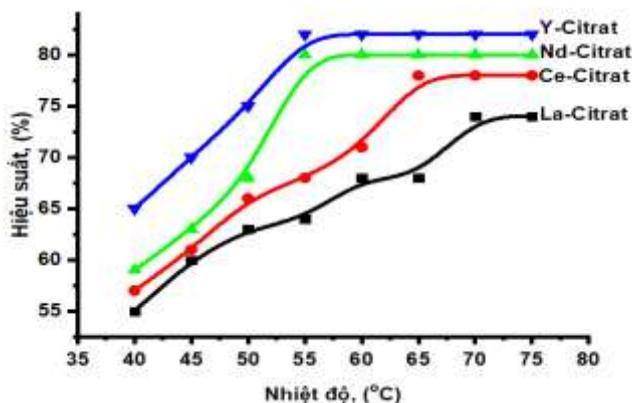
Từ hình 1, có thể nhận thấy trong cùng điều kiện về tỉ lệ mol  $\text{Ln}^{3+}$ : citric (mol/mol), nhiệt độ và pH. Nhưng thời gian phản ứng tăng từ 1 giờ trở lên thì hiệu suất phản ứng tạo phức chất của các NTĐH đều tăng nhanh do quá trình hình thành tinh thể phức chất của La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) phát triển mạnh.

Nhưng khi thời gian tăng đến 4 giờ trở lên, thì hiệu suất phản ứng tạo phức chất của các NTĐH có sự thay đổi rõ rệt: Y(III) cho hiệu suất cao nhất là 82,05 % khi thời gian phản ứng đạt 4 giờ và bắt đầu chậm lại, tiếp đến là Nd(III) cho hiệu suất 80,12 % khi thời gian phản ứng đạt 5 giờ, rồi đến Ce(III) cho hiệu suất 78,34 % khi thời gian phản ứng đạt 6 giờ và cuối cùng là La(III) cho hiệu suất ổn định 74,18 % khi thời gian phản ứng đạt 6 giờ. Sau đó nếu tăng thời gian phản ứng thêm nữa, hiệu suất tạo phức của các NTĐH này cũng không tăng thêm được nữa.

Sở dĩ khả năng tạo phức của các NTĐH này rất mạnh do điện tích hạt nhân khá lớn và bán kính ion hiệu dụng nhỏ lại do hiệu ứng nén Lantanit (Y(III): 0,0892 nm; Nd(III): 0,0995 nm; Ce(III): 0,1046 nm; La(III): 0,1061 nm). Do vậy khả năng tạo phức của Y(III) với axit citric là 4 giờ, nhanh nhất trong các NTĐH đã khảo sát; tiếp đến là Nd(III) là 5 giờ và thời gian phản ứng dài hơn là 6 giờ đối với hai NTĐH có bán kính tương đồng nhau là Ce(III) và La(III). Vì vậy, thời gian thích hợp nhất để phản ứng tạo phức của các NTĐH với axit citric cho hiệu suất cao là 4 giờ đối với Y(III); 5 giờ đối với Nd(III) và 6 giờ đối với Ce(III) và La(III).

### 3.1.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến hiệu suất tạo phức

Các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng tạo phức chất citrat của các  $\text{Ln}^{3+}$ : La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) được tiến hành trong các điều kiện tỉ lệ mol  $\text{Ln}^{3+}$ : citric = 1:1 (mol/mol), giá trị pH = 7, thời gian phản ứng là 4 giờ đối với Y(III); 5 giờ đối với Nd(III) và 6 giờ đối với Ce(III) và La(III). Nhiệt độ phản ứng thay đổi từ 40°C đến 75 °C. Kết quả thực nghiệm được trình bày ở hình 2.



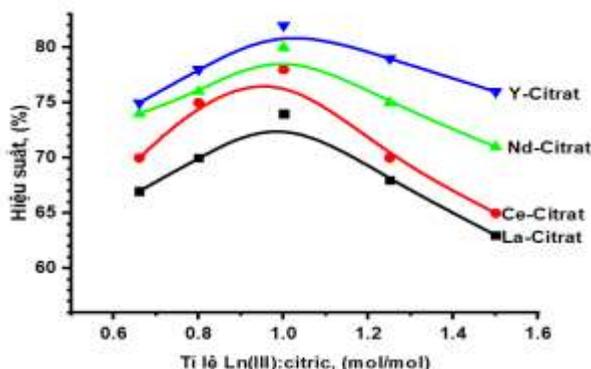
Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất tạo phức

Từ hình 2, có thể nhận thấy khi tăng nhiệt độ từ 40 °C đến 55°C thì hiệu suất phản ứng tạo phức axit citric với các NTĐH tăng đáng kể. Đối với Y(III) và Nd(III) khi nhiệt độ phản ứng từ 55 °C đến 60 °C cho hiệu suất tạo phức 82,05 % và 80,12 % sau đó không tăng thêm nữa. Nhưng với Ce(III) khi nhiệt độ phản ứng đến 65 °C mới cho hiệu suất cao là 79,15 %; còn La(III) khi nhiệt độ phản ứng đến 70 °C thì cho hiệu suất 75,20 %. Lý do tương tự như khi khảo sát ảnh hưởng thời gian phản ứng ở trên, đó là vì bán kính ion các NTĐH này tăng dần theo thứ tự Y(III), Nd(III), Ce(III), La(III) nên nhiệt độ phản ứng tạo phức cũng tăng dần theo, điều này phù hợp với lý thuyết là các NTĐH có hiệu ứng nén Lantanid nên bán kính nguyên tử từ La đến Lu giảm dần.

Vì vậy, nhiệt độ thích hợp nhất cho phản ứng tạo phức axit citric với các NTĐH: Y(III) là 55°C; Nd(III) là 60 °C; Ce(III) là 65 °C; La(III) là 70 °C để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

### 3.1.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ $\text{Ln}^{3+}$ : citric đến hiệu suất tạo phức

Các thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ các chất tham gia phản ứng đến hiệu suất tạo phức chất citrat của các  $\text{Ln}^{3+}$ : La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) được tiến hành trong môi trường pH = 7 với điều kiện các tỉ lệ mol  $\text{Ln}^{3+}$ : citric được thay đổi từ 0,7; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5 (mol/mol) và các điều kiện khác cho từng NTĐH là: La(III) với thời gian 6 giờ, nhiệt độ 70 °C; Ce(III) với thời gian 6 giờ, nhiệt độ 65 °C; Nd(III) với thời gian 5 giờ, nhiệt độ 60 °C; Y(III) với thời gian 4 giờ, nhiệt độ 55 °C. Kết quả thực nghiệm được trình bày ở hình 3.

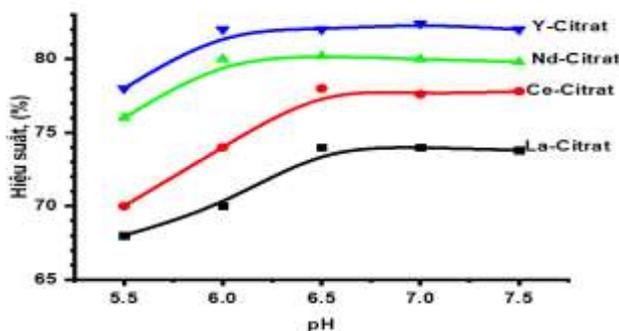


Hình 3. Ảnh hưởng của tỉ lệ  $\text{Ln}^{3+}$ : citric (mol/mol) đến hiệu suất tạo phức

Qua hình 3, có thể thấy khi tỉ lệ  $\text{Ln}^{3+}$ : citric tăng từ 0,7 đến 1,0 (mol/ mol) thì hiệu suất phản ứng tạo phức của các NTĐH đều tăng theo thứ tự La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III) do sự tạo thành tinh thể phức mạnh. Nhưng khi tăng tỉ lệ  $\text{Ln}^{3+}$ : citric quá 1,0 (mol/mol) thì hiệu suất tạo phức của các NTĐH đều giảm dần, theo chúng tôi tỉ lệ mol  $\text{Ln}^{3+}$ : citric là 1:1 (mol/mol) tạo được phức của La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III) với axit citric là đúng hệ số tỉ lượng và đạt giá trị lớn nhất là: 75,20 %; 79,15 %; 80,12 %; 82,05 %. Vì các NTĐH: La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III) sẽ tạo liên kết bền với 3 nhóm  $-\text{COO}^-$  của axit citric để hình thành phức chất citrat đất hiếm.

Vì vậy chúng tôi chọn tỉ lệ này để tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến hiệu suất tạo phức.

### 3.1.4. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất tạo phức



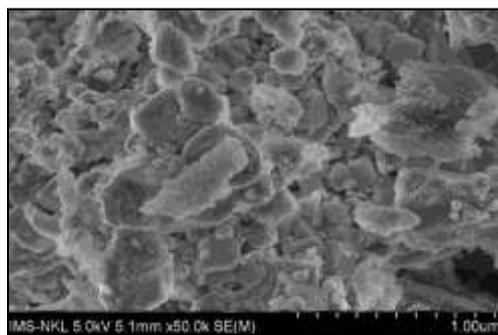
Hình 4. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất tạo phức

Các thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến hiệu suất tạo phức của các NTĐH được tiến hành trong cùng điều kiện tỉ lệ  $\text{Ln}^{3+}$ : citric là 1:1 (mol/mol), các điều kiện nhiệt độ và thời gian, đối với từng NTĐH là tương tự như điều kiện ở mục 3.1.3. Nhưng pH được thay đổi từ 5,5 đến 7,5. Kết quả thực nghiệm được trình bày trên hình 4. Từ hình 4, có thể thấy pH từ 5,5 trở lên 6,5 thì hiệu suất phản ứng tạo phức tăng, nhưng khi  $\text{pH} > 7$  thì hiệu suất tạo phức không tăng được nữa, vì quá trình tạo hydroxyt của các

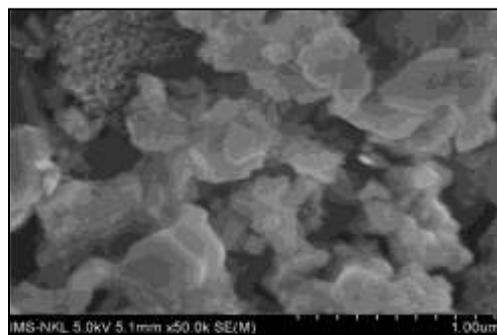
NTĐH xảy ra mạnh ngay từ ban đầu. Do đó, pH thích hợp nhất cho hiệu suất tạo phức chất của La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III) với axit citric là 7.

### 3.2. Ảnh SEM phức chất của La (III), Ce(III), Nd(III), Y(III) với axit citric

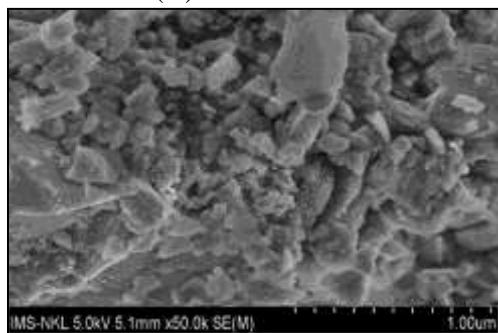
Từ kết quả nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng, nhiệt độ, tỉ lệ  $\text{Ln}^{3+}$ : citric và pH tạo phức tốt nhất ở trên. Chúng tôi đã điều chế được phức của axit citric với La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III). Ảnh SEM của các phức chất này được trình bày ở hình 5.



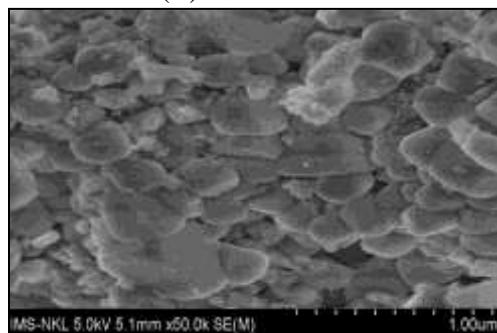
(A): La-citrat



(B): Ce-citrat



(C): Nd-citrat



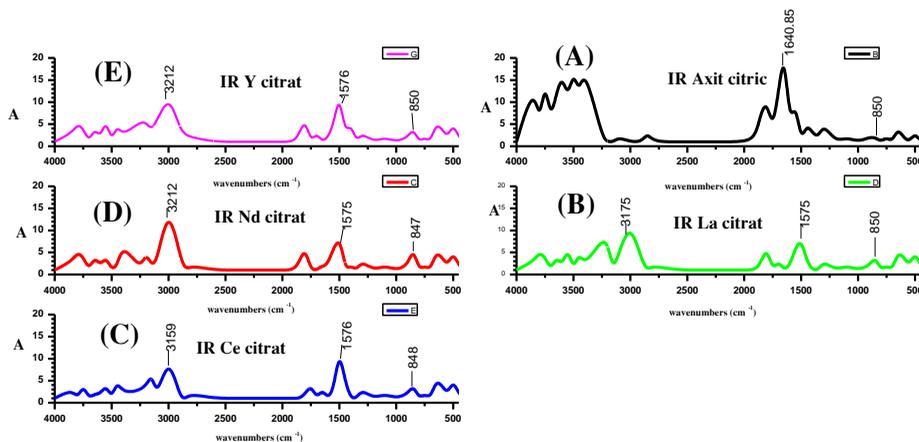
(D): Y-citrat

Hình 5. Ảnh SEM của phức axit citric với các NTĐH  
(A): La-citrat; (B): Ce-citrat; (C): Nd-citrat; (D): Y-citrat

Kết quả ảnh SEM trên hình 5, cho thấy tất cả các phức chất của axit citric với La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III) đều kết tinh rõ ràng và tương đối đồng đều, không tạo đám, không vón cục.

### 3.3. Phổ hồng ngoại của phức chất La(III), Ce(III), Nd(III) và Y(III) với axit citric

Phổ hồng ngoại của axit citric và phức chất axit citric với La(III), Ce(III), Nd(III) và Y(III) đã tổng hợp thành công, được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Phổ hồng ngoại của phức chất đã tổng hợp

Kết quả của phổ hồng ngoại (hình 6) cho thấy phổ của phối tử là axit citric (A) có nhóm -COOH xuất hiện với số sóng  $1640,85\text{ cm}^{-1}$  nhưng trong phổ của các phức chất La-citrat (B), Ce-citrat (C), Nd-citrat (D), Y-citrat (E) số sóng này giảm, chỉ còn  $1575\text{ cm}^{-1}$ ;  $1576\text{ cm}^{-1}$  và chỉ xuất hiện với cường độ rất yếu, chứng tỏ nhóm -COOH đã tham gia liên kết với La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) là hoàn toàn phù hợp với tỉ lệ mol 1:1 (mol/mol) đã nghiên cứu. Phổ hồng ngoại của phức chất La-citrat (B), Ce-citrat (C), Nd-citrat (D), Y-citrat (E) còn có thêm các dải hấp thụ ở số sóng  $847\text{ cm}^{-1}$  đến  $850\text{ cm}^{-1}$  là các dao động hóa trị của liên kết Ln-O. Từ những dữ kiện đã phân tích trên, chúng tôi kết luận rằng các phức chất La-citrat (B), Ce-citrat (C), Nd-citrat (D), Y-citrat (E) đã được tổng hợp thành công.

### 3.4. Khảo sát ảnh hưởng của phức citrat La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) lên cây hoa rạng đông (Pyrostegia venusta)

#### 3.4.1. Ảnh hưởng của nồng độ các loại dung dịch phức citrat đến sự phát triển của cây hoa rạng đông

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của phức citrat La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) đến sự phát triển chiều cao của cây hoa rạng đông sau 60 ngày cho thấy sự phát triển của cây hoa rạng đông ở các giai đoạn đều tăng so với đối chứng.

Ở nồng độ 0,5% sau 60 ngày: khi phun phức La-citrat thì cây hoa rạng đông phát triển thêm 25,42 % và khi phun phức Ce-nitrat thì cây hoa rạng đông phát triển thêm 28,47 % là cao hơn hẳn khi phun dung dịch phức ở các nồng độ khác và so với đối chứng.

Đặc biệt ở nồng độ 0,3 % sau 60 ngày: khi phun phức Nd-citrat thì cây hoa rạng đông phát triển thêm 31,18 % và ở nồng độ 0,3 % sau 60 ngày, khi phun phức Y-citrat thì cây

hoa rạng đông phát triển thêm 32,88 % là cao hơn hẳn khi phun dung dịch phức citrat đất hiếm ở các nồng độ khác và so với đối chứng.

Do đó có thể chọn theo thứ tự ưu tiên dung dịch phức chất đất hiếm để phun cho cây hoa rạng đông, để loại hoa này phát triển tốt là: (1) dung dịch phức Y-citrat nồng độ 0,3 % > (2) dung dịch phức Nd-citrat nồng độ 0,3 % > (3) dung dịch phức Ce-citrat nồng độ 0,5 % > (4) dung dịch phức La-citrat nồng độ 0,5 %.

### 3.4.2. Ảnh hưởng của nồng độ các loại dung dịch phức citrat đến năng suất của cây hoa rạng đông

Kết quả thử nghiệm phun các loại dung dịch vi lượng phức citrat La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) lên cây hoa rạng đông, thấy rõ dung dịch vi lượng phức chất này đã có ảnh hưởng tốt đến thời gian ra hoa, tuổi thọ bông hoa, do khả năng hấp thu dung dịch vi lượng phức chất này qua lá là nhanh hơn khi bón vào đất. Tất cả các cây thử nghiệm và đối chứng đều đạt tỉ lệ ra nụ, nở hoa là 100 %. Các kết quả thu được (hình 7), (với ý nghĩa thống kê  $p < 0,05$ ) như sau:

- Thử nghiệm phân bón vi lượng La-citrat cho thấy khi phun dung dịch vi lượng phức La-citrat ở nồng độ 0,5 % thì cây phát triển tốt, tỷ lệ cây ra hoa cao hơn, thời gian ra hoa sớm hơn 5 ngày và tuổi thọ bông hoa lâu hơn khoảng 52,77 % so với điều kiện bình thường.
- Thử nghiệm phân bón vi lượng Ce-citrat cho thấy khi phun dung dịch vi lượng phức Ce-citrat ở nồng độ 0,5 % thì cây phát triển tốt, tỷ lệ cây ra hoa cao hơn, thời gian ra hoa sớm hơn 6 ngày và tuổi thọ bông hoa lâu hơn khoảng 61,11 % so với điều kiện bình thường.
- Thử nghiệm phân bón vi lượng Nd-citrat cho thấy khi phun dung dịch vi lượng phức Nd-citrat ở nồng độ 0,3 % thì cây phát triển tốt, tỷ lệ cây ra hoa cao hơn, thời gian ra hoa sớm hơn 6 ngày và tuổi thọ bông hoa lâu hơn khoảng 66,67 % so với điều kiện bình thường.
- Thử nghiệm phân bón vi lượng Y-citrat cho thấy khi phun dung dịch vi lượng phức Y-citrat ở nồng độ 0,3 % thì cây phát triển tốt, tỷ lệ cây ra hoa cao hơn, thời gian ra hoa sớm hơn 7 ngày và tuổi thọ bông hoa lâu hơn khoảng 69,44 % so với điều kiện bình thường.



Hình 7. Các cây hoa rạng đông đối chứng và thử nghiệm với các dung dịch phức citrat (A): Cây đối chứng; (B): Cây phun dung dịch phức citrat Nd(III) 0,3 %; (C): Cây phun dung dịch phức citrat Y(III) 0,3 %

#### 4. KẾT LUẬN

1. Đã tổng hợp được phức chất của một số nguyên tố đất hiếm: La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III) với axit citric trong kiệnti lệ molLn<sup>3+</sup>: citric là1:1 (mol/mol); pH = 7. Nhưng thời gian phản ứng tốt nhất để có hiệu suất cao là:4 giờ đối với Y(III); 5 giờ đối với Nd(III) và 6 giờ đối với Ce(III) và La(III).Nhiệt độ thích hợp nhất cho phản ứng tạo phức axit citric đối với: Y(III) là 55°C; Nd(III) là 60 °C; Ce(III) là 65 °C; La(III) là 70 °C.Hiệu suất tạo phức của La(III); Ce(III); Nd(III); Y(III) với axit citric đạt giá trị lớn nhất là: 75,20 %; 79,15 %; 80,12 %; 82,05 %.

2. Phân tích phổ hồng ngoại và ảnh SEM, thấy rõ phức citrat của La(III), Ce(III), Nd(III) và Y(III)đều kết tinh dạng mảnh tương đối đồng đều, không tạo đám, không vón cục, không có sự phát triển bất thường về kích thước hạt.

3. Đã tiến hành thử nghiệm của 4 loại dung dịch vi lượng phức chất citrat La(III), Ce(III), Nd(III) và Y(III) đến sự phát triển của cây hoa rặng đông (Pyrostegia venusta). Kết quả cho thấy các dung dịch vi lượng phức citrat đất hiếm này đã có ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình sinh trưởng và phát triển rất tốt cho cây hoa rặng đôngso với điều kiện bình thường:

-Phức La-citrat ở nồng độ 0,5 % thì cây phát triển tốt (25,42 %), ra hoa sớm hơn 5 ngày, tuổi thọ của hoa kéo dài khoảng 52,77 %.

- Phức Ce-citrat ở nồng độ 0,5 % thì cây phát triển tốt (28,47 %), ra hoa sớm hơn 6 ngày, tuổi thọ của hoa kéo dài khoảng 61,11 %.

- Phức Nd-citrat ở nồng độ 0,3 % thì cây phát triển tốt (31,18 %), ra hoa sớm hơn 6 ngày, tuổi thọ của hoa kéo dài khoảng 66,67 %.

- Phức Y-citrat ở nồng độ 0,3 % thì cây phát triển tốt (32,88 %), ra hoa sớm hơn 7 ngày, tuổi thọ của hoa kéo dài khoảng 69,44 %.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Võ Văn Tân (2020). *Giáo trình Hóa học các nguyên tố đất hiếm*, NXB Đại học Huế.
- [2] Võ Văn Tân, Nguyễn Thiện Tâm (2014). Nghiên cứu điều chế citrat neodym làm phân vi lượng cho cây ổi. *Tạp chí Hóa học và Ứng dụng*. Số 5(27), tr.31-36.
- [3] Cao Đình Thanh, Vương Hữu Anh, Ngô Văn Tuyển, Nguyễn Huy Cường, Phạm Quang Minh (2021). Nghiên cứu quy trình tổng hợp citrate đất hiếm trên thiết bị quy mô 200L từ carbonat tổng đất hiếm chế biến từ quặng Đông Pao, *Tạp chí Hóa học và Ứng dụng*. Số 3(58), tr.21-25.
- [4] Nguyễn Bá Tiến, Nguyễn Yên Ninh, Nguyễn Minh Phương, Mai Chí Thuần, Nguyễn Quang Anh, Đinh Thị Liên (2003). *Sản xuất phân bón vi lượng đất hiếm và kết quả ứng dụng trên cây chè*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Hóa học toàn quốc lần thứ 4, symposium hóa học phục vụ nông lâm thủy sản, tr.9-13.
- [5] Liu D, Wang X, Chen Z. Liu D, et al. (2012). Effects of rare earth elements and REE-binding proteins on physiological responses in plants, *Protein Pept Lett*. 2012 Feb;19(2):198-202. doi: 10.2174/092986612799080121.

- [6] Song K, Gao J, Li S, Sun Y, Sun H, An B, Hu T, He X. Song K, et al. (2021). Experimental and Theoretical Study of the Effects of Rare Earth Elements on Growth and Chlorophyll of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seedling. *Front Plant Sci.* 2021 Oct 8;12:731838. doi: 10.3389/fpls.2021.731838.
- [7] Adisa IO, Reddy Pullagurala VL, Rawat S, Hernandez-Viezcas JA, Dimkpa CO, Elmer WH, White JC, Peralta-Videa JR, Gardea-Torresdey JL. (2018). Role of cerium compounds in fusarium wilt suppression and growth enhancement in tomato (*Solanum lycopersicum*) *J Agric Food Chem.* 2018;66:5959–5970. doi: 10.1021/acs.jafc.8b01345.

**Title:** SYNTHESIS AND STUDIES ON THE COMPLEXES OF SOME RARE EARTHS (La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III)) WITH CITRIC ACID AND TO MAKE THE MICRONUTRIENTS FOR THE PYROSTEGIA VENUSTA

**Abstract:** The complexes of some rare earths [La(III), Ce(III), Nd(III), Y(III)] with citric acid were synthesized in the appropriate conditions of the reaction time, temperature, the ratio of reactants and pH. The obtained sample was characterized using infrared spectroscopy (IR), scanning electron microscope (SEM), and applied as the micronutrients for the pyrostegia venusta with many positive results.

**Keywords:** Complexes rare earths, citric acid, complexation efficiency.