

# SỬ DỤNG VỎ TRÁU, ĐÁ VÔI VÀ SẬY (*PHRAGMITES AUSTRALIS* Cav.) TRONG BÃI LỌC TRỒNG CÂY NHÂN TẠO ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA CROM (VI)

Bùi Thị Kim Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Hồng Chuyên<sup>1</sup>, Đỗ Thị Hải<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ môi trường, Viện HLKH&CNVN, buianh7811@gmail.com

<sup>2</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất

## TÓM TẮT

Với những lợi thế về chi phí xây dựng, vận hành và bảo trì thấp, các ứng dụng của bãi lọc trồng cây nhân tạo (CW) để xử lý nước thải đã tăng lên nhanh chóng trên toàn thế giới. Nghiên cứu này sử dụng công nghệ CW để xử lý Crom (Cr) (VI) trong nước thải. Các vật liệu rẻ tiền, sẵn có như đá vôi, vỏ trấu và sậy được tận dụng trong thiết kế bãi lọc trồng cây. Đá vôi và vỏ trấu có khả năng loại bỏ Cr (VI), hiệu suất xử lý lần lượt là 29,9-39,8% và 69,8-79,8%, trồng thêm sậy vào hệ thống lọc trên giúp tăng hiệu quả xử lý thêm từ 5,6% đến 11%. Sau 168h thí nghiệm, hiệu quả xử lý Cr (VI) của bãi lọc trồng cây nhân tạo kết hợp đá vôi, vỏ trấu và sậy đạt 64,9-99,8%. Chất lượng nước thải đầu ra của hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo đạt quy chuẩn Việt Nam về nước thải công nghiệp (QCVN 40:2011/BTNMT cột B).

**Từ khóa:** Bãi lọc trồng cây nhân tạo, Crom (VI), vỏ trấu, đá vôi, sậy.

## 1. GIỚI THIỆU

Các hợp chất chứa Crom được thải ra môi trường chủ yếu từ nguồn nước thải của các ngành công nghiệp như thuộc da, luyện kim, sản xuất thép, mạ điện, sản xuất bột màu và dệt, bảo quản gỗ (Barrera-Díaz et al., 2012). Theo khuyến cáo, Cr (VI) tiềm ẩn nguy cơ gây ra ô nhiễm môi trường nghiêm trọng do có tính độc cao và khả năng tích lũy vào chuỗi thức ăn (Dhal et al., 2013). Do vậy, cần có một phương pháp hiệu quả để xử lý nước bị ô nhiễm Cr (VI) trước khi xả thải nhằm giải quyết các vấn đề liên quan đến môi trường và sức khỏe cộng đồng.

Công nghệ bãi lọc trồng cây nhân tạo (CW) được biết đến là công nghệ có chi phí thấp và thân thiện với môi trường. Cơ chế loại bỏ ô nhiễm của công nghệ CW dựa trên vật liệu nền, hấp thụ thực vật và hoạt động của vi sinh vật (Vymazal et al., 1998). Trong thiết kế CW, các loại vật liệu nền thường được lựa chọn như đất, đá, sỏi. Các vật liệu đá vôi, vỏ trấu, sậy sẵn có tại Việt Nam có thể được tận dụng làm vật liệu cho bãi lọc trồng cây nhân tạo để xử lý ô nhiễm. Sậy là loài thực vật được sử dụng phổ biến trong bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm (Sultana et al., 2014). Trong nghiên cứu này, chúng tôi thiết kế hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo sử dụng các vật liệu đá vôi, vỏ trấu và sậy ở quy mô phòng thí nghiệm nhằm (1): xác định hiệu suất xử lý Cr (VI) và (2): Đánh giá vai trò của các vật liệu khác nhau tác động đến việc loại bỏ Cr (VI) trong hệ thống đất ngập nước nhân tạo đã được thiết kế.

## 2. PHƯƠNG PHÁP

**2.1. Đánh giá khả năng loại bỏ Cr (VI) của đá vôi:** Các thí nghiệm ĐC, TN1, TN2, TN3, TN4 và TN5 được bố trí bằng cách cân lần lượt 0kg, 5kg, 10kg, 15kg, 20kg, 25kg đá vôi cho vào từng xô thí nghiệm. Bổ sung 8,5 lít nước thải có nồng độ Cr (VI) 10mg/l vào từng xô có khối lượng đá khác nhau.

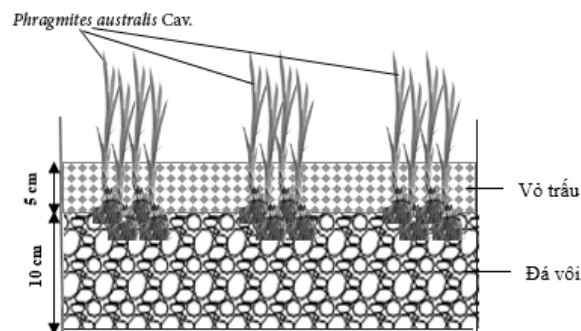
**2.2. Đánh giá khả năng loại bỏ Cr (VI) của vỏ trấu:** Các thí nghiệm ĐC, TN1, TN2, TN3, TN4 và TN5 được bố trí bằng cách cân lần lượt 0kg, 0,5kg, 1kg, 1,5kg, 2,0kg, 2,5kg vỏ trấu cho vào từng xô thí nghiệm. Bổ sung 8,5 lít nước thải có nồng độ Cr (VI) 10mg/l vào từng xô có khối lượng vỏ trấu khác nhau.

**2.3. Đánh giá vai trò của sậy trong việc loại bỏ Cr(VI):** Thí nghiệm được đặt trong 2 bể có kích thước giống nhau. Bể 1 (CT1) chỉ chứa vật liệu lọc bao gồm 10cm đá vôi và 5cm vỏ trấu.

Bể 2 (CT2) gồm 10cm đá vôi và 5cm vỏ trấu và 6 khóm sậy kháng cách 15cm x 15cm trồng trên lớp vật liệu lọc. Bổ sung 10 lít nước thải có nồng độ Cr (VI) 10mg/l vào từng bể.

**2.4. Đánh giá khả năng xử lý Cr (VI) của hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo:** Thí nghiệm được bố trí như hình 2.1; Thể tích nước rỗng của bình là 10 lít. Bổ sung nước thải chứa Cr (VI) vào từng hệ bãi lọc có thiết kế tương đương các dải nồng độ 5mg/l, 10mg/l, 15mg/l, 20mg/l và 25 mg/l với kí hiệu tương ứng TN1, TN2, TN3, TN4, TN5.

Mỗi thí nghiệm trên từ 2.1 đến 2.4 đều lặp lại 3 lần. Tiến hành lấy mẫu đầu ra theo các khoảng thời gian 0h, 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h.



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm 2.4.

- Phương pháp lấy mẫu theo TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-1:2006) và TCVN 6663-3:2008 (ISO 5667-3:2003) và phương pháp xác định Crom (VI) theo TCVN 6658:2000.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Khả năng loại bỏ Cr(VI) của đá vôi

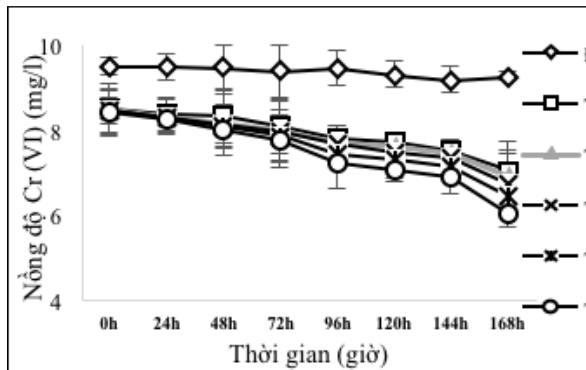
Kết quả xử lý Cr(VI) của vật liệu đá vôi theo thời gian được thể hiện tại hình 2. Kết quả cho thấy, nồng độ Cr(VI) giảm ngay sau khi đi qua lớp vật liệu đá vôi. Nồng độ Cr(VI) xác định được trong nước thải đầu ra tại 0h giảm từ 15-16% so với ban đầu. Sau 168h, tại TN5 chứa 2,5kg đá vôi hiệu suất loại bỏ Cr(VI) cao nhất đạt 39,8%. Ở các thí nghiệm còn lại nồng độ Cr(VI) giảm từ 29,9-39,8%. Các ion kim loại được loại bỏ do sự hấp phụ tại bề mặt vật liệu (Aziz et al., 2008). Đồng thời, quá trình hòa tan của  $\text{CaCO}_3$  trong đá vôi làm tăng pH của dung dịch khiến kim loại kết tủa dưới dạng oxit kim loại hoặc muối cacbonat (Aziz et al., 2008). Hiệu suất loại bỏ Cr (VI) khá thấp từ 29,9-39,8%. Tuy nhiên, điều này cho thấy đá vôi có khả năng loại bỏ Cr(VI). Để tăng hiệu suất loại bỏ có thể kết hợp với các vật liệu khác.

#### 3.2. Khả năng loại bỏ Cr(VI) của vỏ trấu

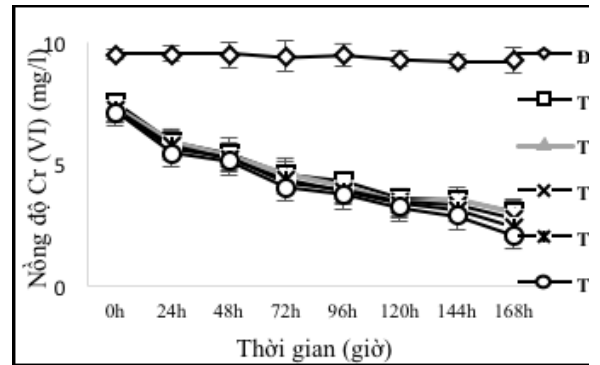
Theo dõi diễn biến nồng độ Cr(VI) khi đi qua lớp vật liệu vỏ trấu trong 7 ngày thí nghiệm, kết quả được trình bày tại Hình 3. Kết quả thu được cho thấy nồng độ Cr(VI) ở các thí nghiệm chứa vỏ trấu thấp hơn hẳn so với đối chứng. Điều này chứng tỏ rằng đã có cơ chế tác động của vỏ trấu đến sự suy giảm nồng độ Cr(VI) trong nước thải. Vỏ trấu có diện tích bề mặt cao ( $272,5 \text{ m}^2/\text{g}$ ) và cấu trúc bề mặt xốp giúp vỏ trấu có thể hấp phụ các cation vô cơ. Khi đi qua lớp vật liệu vỏ trấu, nồng độ Cr (VI) trong nước thải đã giảm 69,8-79,8% (Hình 3). Tuy nhiên, nếu sử dụng riêng biệt vật liệu này cần chú ý đến điều kiện môi trường (pH), hàm lượng vỏ trấu sử dụng hoặc có thể kết hợp với các vật liệu khác để tăng hiệu quả xử lý.

#### 3.3. Vai trò của sậy trong xử lý Cr(VI)

Nước thải nhiễm Cr(VI) được cho vào hai bể thí nghiệm sử dụng sậy và không sử dụng sậy được đặt song song. Theo dõi diễn biến nồng độ Cr (VI) trong 7 ngày, kết quả được trình bày tại hình 4. Kết quả cho thấy, có sự khác biệt rõ ràng giữa hai công thức thí nghiệm sử dụng sậy và không sử dụng sậy. Nồng độ Cr (VI) tại CT2 luôn thấp hơn 0,56-1,1 mg/l so với CT1. Sau 168h thí nghiệm, tại CT2, hiệu suất xử lý Cr (VI) đạt 99,3%, nồng độ Cr (VI) còn lại trong nước thải là 0,07mg/l đạt quy chuẩn cho phép. Kết quả này tương đồng hoặc cao hơn so với các nghiên cứu sử dụng sậy trước đây (Vymazal et al., 1998, Sultana et al., 2014). Sự chênh lệch giữa hiệu suất xử lý Cr(VI) của hai công thức trong cùng một điều kiện thí nghiệm cho thấy sậy đã làm tăng hiệu quả xử lý Cr(VI) của bãi lọc trồng cây.

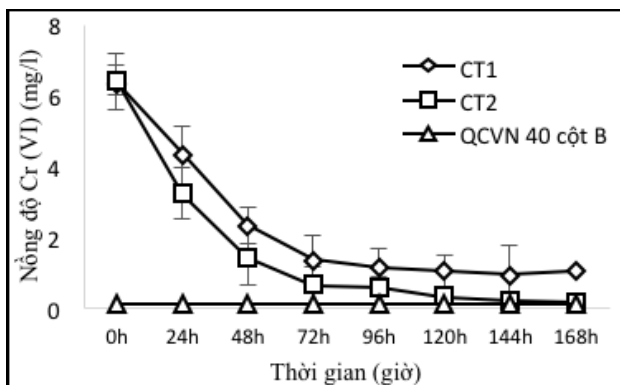


Hình 2. Khả năng xử lý Cr(VI) của đá vôi.

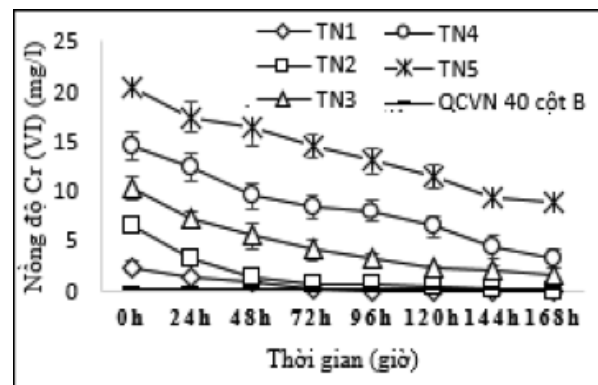


Hình 3. Khả năng xử lý Cr(VI) của vỏ trấu.

### 3.4. Khả năng xử lý Cr (VI) của hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo



Hình 4. Diễn biến nồng độ Cr(VI) trong hai hệ thí nghiệm sử dụng sậy và không sử dụng sậy.



Hình 5. Khả năng xử lý Cr(VI) của hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo.

Nước thải chứa Cr (VI) với các nồng độ khác nhau được đưa vào hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo trong 7 ngày, kết quả trình bày tại Hình 5. Kết quả thu được cho thấy, với nồng độ đầu vào là 5mg/l, sau 96h thí nghiệm, nồng độ Cr(VI) còn lại 0,06 mg/l đạt quy chuẩn cho phép. Ở TN2 đạt quy chuẩn cho phép sau 168h thí nghiệm. Khi tăng nồng độ Cr(VI), hiệu quả xử lý giảm. Hiệu suất xử lý Cr (VI) của bãi lọc trồng cây nhân tạo đạt 64,9-99,8 %. Vật liệu nền sử dụng trong bãi lọc trồng cây ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả xử lý của hệ thống. Chúng quyết định môi trường thuận lợi hoặc không thuận lợi cho sự phát triển của thực vật và vi sinh vật. Sự chuyển hóa sinh học đóng vai trò quan trọng trong việc loại bỏ Cr (VI) (Sultana et al., 2014).

## 4. KẾT LUẬN

Vật liệu vỏ trấu và đá vôi có khả năng loại bỏ Cr (VI) trong nước thải, nếu trồng thêm sậy lên lớp vật liệu trên giúp tăng 5,6-11% hiệu quả xử lý. Hệ bãi lọc trồng cây kết hợp vỏ trấu, đá vôi và sậy có thể xử lý Cr (VI) với hiệu suất xử lý lên đến 99,8%. Nước thải sau xử lý đạt QCVN 40/BTNMT cột B. Hệ bãi lọc trồng cây nhân tạo trong nghiên cứu trên đã tận dụng được những vật liệu rẻ tiền, sẵn có tại Việt Nam nhằm giảm chi phí xây dựng nhưng vẫn đảm bảo hiệu quả xử lý cao.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Aziz H.A, Adlan N.M and Ariffin K.S. (2008). Heavy metals (Cd, Pb, Zn, Ni, Cu and Cr(III)) removal from water in Malaysia: Post treatment by high quality limestone. *Bioresource Technology*, 99, 1578-1583.
- [2]. Barrera-Díaz, C.E., Lugo-Lugo, V., Bilyeu, B., (2012). A review of chemical, electrochemical and biological methods for aqueous Cr(VI) reduction. *J. Hazard. Mater.* 223, 1-12.
- [3]. Dhal, B., Thatoi, H.N., Das, N.N., Pandey, B.D., (2013). Chemical and microbial remediation of hexavalent chromium from contaminated soil and mining/metallurgical solid waste: a review. *J. Hazard. Mater.* 250, 272-291.

- [4]. Sultana M.Y., Akrotos C.S. and Pavlou S., (2014). Vayenas D.V. Chromium removal in constructed wetlands: A review. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 96, 181-190.
- [5]. Vymazal J., Brix H. and Cooper P. F. (1998). Removal Mechanisms and Types of Constructed Wetlands. *Leiden:Backhuys Publishers*, 1 (35), pp. 4143.

## **USING RICE HUSK, LIMESTONE AND REED (*PHRAGMITES AUSTRALIS* Cav.) IN CONSTRUCTED WETLAND FOR REMOVAL OF CHROMIUM(VI) IN WASTEWATER**

**Bui Thi Kim Anh, Nguyen Van Thanh, Nguyen Hong Chuyen**

*Institute of Environmental Technology, VAST, buianh7811@gmail.com*

### **ABSTRACT**

With the advantages of lower construction, operation and maintenance cost, the applications of the constructed wetlands (CWs) for the treatment of wastewater have been increasing rapidly throughout the world. This study used CWs to treat *Chromium* (Cr) (VI) in wastewater. Cheap and readily available materials such as limestone, rice husk and reed (*Phragmites australis* Cav.) were utilized in the CW. Limestone and rice husk were capable of treating Cr (VI), the treatment efficiencies were 29.9-39.8% and 69.8-79.8%, respectively. Using reed in the system increased treatment efficiency from 5.6% to 11%. The treatment efficiency of Cr (VI) in the constructed wetland with limestone, rice husk and reed was 64.9-99.8%. Outlet water quality of the constructed wetland meet the Vietnamese standards for industrial wastewater (QCVN 40: 2011/BTNMT, column B).

**Key words:** Constructed wetland, chromium (VI), rice husk, limestone, *Phragmites australis* Cav.