

# ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC THẢI XI MẠ ĐỒNG ( $\text{Cu}^{2+}$ ) CỦA CHẤT KEO TỤ SINH HỌC TRÍCH LY TỪ HẠT MUỒNG HOÀNG YẾN

Thân Văn Long<sup>(1)</sup>, Nguyễn Thanh Quang<sup>(1)</sup>,  
Nguyễn Xuân Thành Nam<sup>(2)</sup>, Đào Minh Trung<sup>(1)</sup>,

<sup>(1)</sup> Trường Đại học Thủ Dầu Một; <sup>(2)</sup> Trường Đại học Công Nghiệp TPHCM

Ngày nhận 29/12/2016; Chấp nhận đăng 29/01/2017; Email: trungdm@tdmu.edu.vn

## Tóm tắt

Nghiên cứu này đã đánh giá hiệu quả xử lý nước thải xi mạ nhân tạo với các thông số khảo sát ban đầu  $\text{pH} = 7$ ,  $\text{Cu}^{2+} = 25$  (mg/l). Chất keo tụ trích ly từ hạt cây Muồng Hoàng Yến (*Biogum*) được sử dụng như vật liệu keo tụ và vật liệu keo tụ hóa học PAC. Kết quả khảo sát trên đối tượng nước thải xi mạ  $\text{Cu}^{2+}$  cho thấy hiệu suất cải thiếc của *Biogum* ở liều lượng tối ưu đã đạt được  $84,54\% \pm 3,36$  trong khi PAC đạt chỉ  $68,12\% \pm 0,99$ . Qua đó cho thấy vật liệu *Biogum* có thể đề xuất nghiên cứu thay thế vật liệu hóa học PAC.

**Từ khóa:** nước thải, xi mạ đồng, keo tụ, muồng Hoàng Yến, hóa học, sinh học

## Abstract

### **EFFICIENCY IMPROVE COPPER PLATING WASTEWATER QUALITY OF THE BIOLOGICAL FLOCCULANTS**

This study evaluated the effect of artificial plating wastewater treatment with initial survey parameters  $\text{pH} = 7$ ,  $\text{Cu}^{2+} = 25$  (mg / l). (This is a flocculants extracted from theseeds of *Cassia fistula*) s used as coagulant material and PAC chemical conglomerate. Survey results on  $\text{Cu}^{2+}$  plating water show that the optimum *biogum* conversion efficiency was  $84,54\% \pm 3,36$  while PAC reached  $68,12\% \pm 0,99$ . This suggests that *Biogum* could propose a substitute for PAC.

## 1. Đặt vấn đề

Nước thải ngành xi mạ chứa thành phần ô nhiễm kim loại nặng với nồng độ ô nhiễm rất cao. Theo Đinh Thị Huyền Nhung (2012), đặc trưng của nước thải ngành xi mạ là chứa hàm lượng cao các muối vô cơ và kim loại nặng. Tùy theo kim loại của lớp mạ mà nguồn ô nhiễm chính có thể là đồng, kẽm, crôm, niken, tùy vào loại muối kim loại sử dụng mà nước thải có chứa các độc tố như xianua, muối sunfat, crômat, amonium. Theo Sở khoa học - Công nghệ và Môi Trường TP.HCM (1998), trong nước thải xi mạ thường có sự thay đổi pH rất rộng từ axit thấp ( $\text{pH} = 2-3$ ) đến kiềm cao ( $\text{pH} = 10-11$ ).

Nước thải sinh ra trong quá trình mạ kim loại chứa hàm lượng độc chất cao nên mức độ ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe cộng đồng là đáng kể. Với các kết quả phân tích chất lượng nước thải của các nhà máy, cơ sở xi mạ tại TP.HCM, Bình Dương, Đồng Nai đều thấy hàm lượng kim loại nặng vượt tiêu chuẩn cho phép, COD dao động trong khoảng 320 – 885

mg/lít. Ước tính, lượng chất thải các loại phát sinh trong công nghiệp xi mạ trong những năm tới sẽ lên đến hàng ngàn tấn mỗi năm (Đặng Thị Thơm, 2008) và đây là thách thức lớn cho môi trường tiếp nhận trong thời gian tới. Qua đó có thể thấy cần có giải pháp về quản lý cũng như công nghệ trong cải thiện chất lượng nước nguồn tiếp nhận.

**Bảng 1.** Các chỉ số ô nhiễm kim loại nặng của nước thải xi mạ

Chỉ tiêu	Đơn vị	Nước thải chưa xử lý	QCVN 40 – 2011/BTNMT	
			A	B
pH	-	3 – 11	6 – 9	5,5 – 9
Niken (Ni)	mg/l	5 – 85	0,2	0,5
Crôm (Cr VI)	mg/l	1 – 100	0,05	0,1
Kẽm (Zn)	mg/l	2 – 150	3	3
Đồng (Cu)	mg/l	15 – 200	2	2

(Theo Bùi Văn Anh, Phạm Quang Khánh, Đỗ Thị Lương, 2006)

Với nước thải xi mạ đồng, sau khi mạ sẽ có nhiều màu sắc khác nhau. Quá trình mạ đồng thải ra nước có pH thấp đồng thời chứa nhiều muối vô cơ có nồng độ cao (muối sunfat đồng, muối amoni, soda, muối photpho), xianua, amoni, axit naptalendisunfonic, hồ tinh bột và chất hoạt động bề mặt (Nguyễn Khương, 1997). Do đó, nước thải mạ đồng gây ô nhiễm hệ sinh thái nguồn tiếp nhận, do đó cần phải cải thiện chất lượng nước đạt quy chuẩn cho phép xả thải trước khi xả nguồn tiếp nhận.

**2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

*2.1. Đối tượng nghiên cứu*

Nước thải xi mạ đồng nhân tạo được pha chế trong phòng thí nghiệm có thành phần ô nhiễm: Cu<sup>2+</sup> 25(mg/l), CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0,0977mg. Nước thải nhà máy dùng trong nghiên cứu được mô tả ở bảng 2. Vật liệu sinh học (Biogum) được trích li từ hạt cây muồng Hoàng Yến theo phương pháp hòa tan trong nước cất. PAC sử dụng nghiên cứu có công thức chung (Aln(OH)mCln<sub>m</sub>, Poli Alumino Clorua). Một số hóa chất dùng điều chỉnh pH: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N, NaOH 1N. Máy AAS (atomic absorption spectrometer), máy đo pH Mettler Toledo; máy đo TDS; thiết bị Jarrest. Mô hình Jarrest.

*2.2. Phương pháp nghiên cứu*

*Phương pháp lấy mẫu và phân tích:* Lấy mẫu theo TCVN 5999:1995. Bảo quản mẫu theo TCVN 4556:1988. Phân tích pH theo TCVN 6492:1999. Phân tích kim loại nặng trên máy AAS (atomic absorption spectrometer) theo phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử. Các thí nghiệm thực hiện ở nhiệt độ môi trường (25 -32°C), áp suất 1atm và chọn nồng độ cho ion kim loại nặng (Cu<sup>2+</sup>) là 25 mg/L.

**Thí nghiệm 1:** Xác định loại PAC tối ưu.

**Bảng 2.** Loại PAC sử dụng trong thí nghiệm

MẪU	PVCu	PDCu	PYCu
pH	Ban đầu	Ban đầu	Ban đầu
PAC (mL)	10	10	10
Loại PAC	PAC 01V	PAC 02D	PAC 02Y
Nước thải	Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
Nồng độ đầu vào (mg/L)	25	25	25

Chuẩn bị 3 cốc thể tích 1 lít. Mỗi cốc cho 1l nước thải có các thông số pH, nồng độ đầu vào (mg/l) được mô tả ở bảng 2. Sau khi thêm vào mỗi cốc hàm lượng chất keo tụ được mô tả ở bảng 4, đưa cốc lên thiết bị Jarrest tiến hành khuấy nhanh 100 vòng/phút trong vòng 4 phút, khuấy chậm 50 vòng/phút trong 4 phút. Sau khi lắng cặn 30 phút, lấy dung dịch xác định nồng độ ion kim loại nặng ( $\text{Cu}^{2+}$ ) bằng máy AAS 7000.

**Thí nghiệm 2: Xác định pH tối ưu của PAC và Biogum**

**Bố trí thí nghiệm xác định pH tối ưu của PAC**

Thí nghiệm được tiến hành với giá trị pH biến thiên 2,3,5 với lượng chất keo tụ PAC (mL) như ở bảng 3, tổng cộng có 3 nghiệm thức. Tiến hành khuấy trộn nhanh 100 vòng/phút trong 4 phút, sau đó khuấy chậm 50 vòng/phút trong 4 phút, sau đó lắng với thời gian lắng 30 phút. Giá trị pH mong muốn sẽ được điều chỉnh bằng cách cho  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1N để hạ pH. Sau khi thí nghiệm thu mẫu phân tích, lấy mẫu nước trong đo nồng độ ion kim loại nặng ( $\text{Cu}^{2+}$ ), so sánh hiệu suất loại bỏ nồng độ ion kim loại nặng ( $\text{Cu}^{2+}$ ) của mỗi cốc để xác định được cốc có giá trị pH tốt nhất  $\rightarrow$  pH tối ưu.

**Bảng 3. Thí nghiệm xác định pH tối ưu cho vật liệu hóa học PAC**

Mẫu $\text{Cu}^{2+}$	PCu H1	PCu H2	PCu H3
pH	2	3	5
Liều lượng PAC (mL)	10	10	10
Nồng độ đầu vào (mg/L)	25	25	25

**Bố trí thí nghiệm xác định pH tối ưu của Biogum**

Thí nghiệm được tiến hành với giá trị pH biến thiên 2,3,5 với lượng chất keo tụ Biogum (ml) như ở bảng 4, tổng cộng có 3 nghiệm thức. Tiến hành khuấy trộn nhanh 100 vòng/phút trong 4 phút, sau đó khuấy chậm 50 vòng/phút trong 4 phút, sau đó lắng với thời gian lắng 30 phút. Giá trị pH mong muốn sẽ được điều chỉnh bằng cách cho  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1N để hạ pH. Sau khi thí nghiệm thu mẫu phân tích, lấy mẫu nước trong đo nồng độ ion kim loại nặng ( $\text{Cu}^{2+}$ ), so sánh hiệu suất loại bỏ nồng độ ion kim loại nặng ( $\text{Cu}^{2+}$ ) của mỗi cốc để xác định được cốc có giá trị pH tốt nhất  $\rightarrow$  pH tối ưu.

**Bảng 4. Thí nghiệm xác định pH tối ưu cho vật liệu sinh học Biogum**

Mẫu $\text{Cu}^{2+}$	GCuH1	GCuH2	GCuH3
pH	2	3	5
Biogum (mL)	7,5	7,5	7,5
Nồng độ đầu vào (mg/L)	25	25	25
Loại PAC	PAC tối ưu	PAC tối ưu	PAC tối ưu

**Thí nghiệm 3: Xác định liều lượng tối ưu của Biogum và PAC trên nước thải giả định - PAC**

**Bảng 5. Thí nghiệm xác định liều lượng tối ưu cho vật liệu hóa học PAC trên nước thải giả định**

Mẫu $\text{Cu}^{2+}$	PCu L1	PCu L2	PCu L3	PCu L4	PCu L5
pH	Tối ưu	Tối ưu	Tối ưu	Tối ưu	Tối ưu
PAC (mL)	V1	V2	V3	V4	V5
Nồng độ đầu vào (mg/L)	25	25	25	25	25

Các thí nghiệm nghiên cứu được tiến hành ở điều kiện như các thí nghiệm trước, lượng keo tụ PAC (mL) thay đổi như bảng 7, pH tối ưu được chọn từ thí nghiệm 2 và được điều chỉnh bằng dung dịch H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Để lắng cặn 30 phút, lấy dung dịch xác định nồng độ ion kim loại nặng (Cu<sup>2+</sup>) bằng thiết bị đo kim loại nặng AAS 7000.

- *Biogum*

**Bảng 6.** Thí nghiệm xác định liều lượng tối ưu cho vật liệu sinh học *Biogum* trên nước thải giả định

Mẫu Cu <sup>2+</sup>	GCuL1	GCuL 2	GCuL 3	GCuL 4	GCuL 5
pH	Tối ưu	Tối ưu	Tối ưu	Tối ưu	Tối ưu
Nồng độ đầu vào (mg/L)	25	25	25	25	25
Loại PAC	tối ưu	tối ưu	tối ưu	tối ưu	tối ưu
PAC (mL)	V1	V2	V3	V4	V5

Các thí nghiệm nghiên cứu được tiến hành ở điều kiện như các thí nghiệm trước, lượng keo tụ Biogum (mL) thay đổi như bảng 8, pH tối ưu được chọn từ thí nghiệm 2 và được điều chỉnh bằng dung dịch H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Để lắng cặn 30 phút, lấy dung dịch xác định nồng độ ion kim loại nặng (Cu<sup>2+</sup>) bằng thiết bị đo kim loại nặng AAS 7000.

**3. Kết quả và thảo luận**

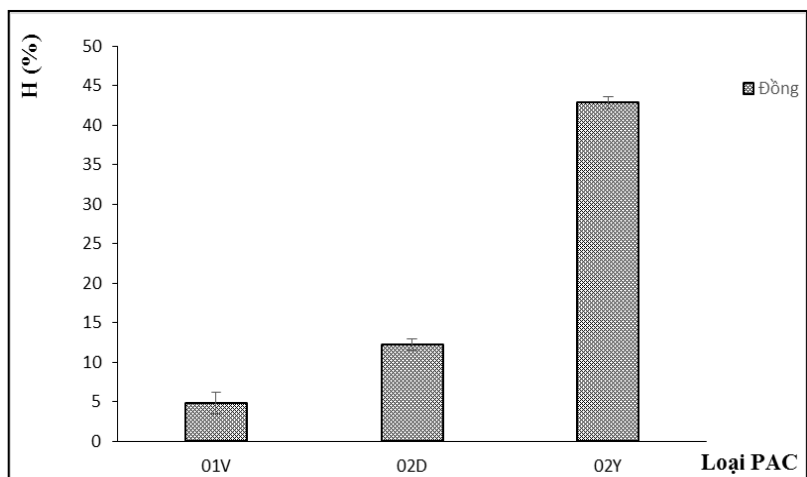
*3.1. Xác định các thông số vận hành tối ưu*

*Xác định loại PAC phù hợp cho nước thải*

**Bảng 8.** Kết quả phân tích ion kim loại Cu<sup>2+</sup>

ST T	Ký hiệu	PAC (mL)	pH				Cu (mg/L)			
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
1	PVCu	10	3,96	4,01	4,03	4,00	26,15	25,90	25,40	25,82
2	PDCu	10	4,64	4,68	4,50	4,61	23,85	23,60	24,00	23,82
3	PYCu	10	5,14	5,02	5,00	5,05	15,13	16,40	15,00	15,51
4	Cu BĐ	0	4,48	4,30	4,45	4,41	25,00	25,00	25,00	25,00

**Đồ thị 1.** Xác định loại PAC tối ưu dựa vào hiệu suất xử lý



Kết quả phân tích cho thấy ở mẫu PAC 02Y cho kết quả tốt nhất đạt hiệu quả xử lý là 42,83% ± 0,77 qua đó cho thấy PAC 02Y phù hợp cho việc thực hiện thí nghiệm.

*Xác định pH tối ưu*

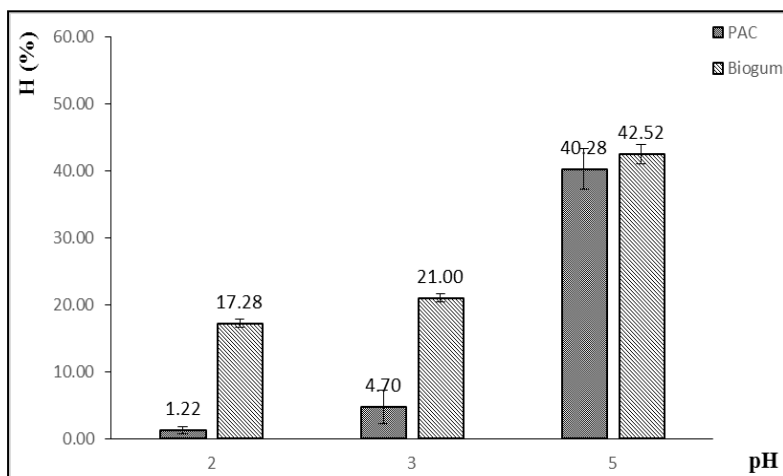
**Bảng 9.** Kết quả phân tích ion kim loại – Xác định pH phù hợp của PAC

ST T	Ký hiệu	PAC (mL)	pH				Cu (mg/L)			
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
1	PCuH1	10	1,91	1,82	1,87	1,87	24,10	24,80	24,00	24,30
2	PCuH2	10	2,84	2,94	2,89	2,89	22,76	22,89	23,40	23,02
3	PCuH3	10	4,28	4,60	4,44	4,44	15,40	16,50	17,01	16,30
4	PCuH4	10	5,10	5,40	5,60	5,37	19,50	19,60	18,70	19,27
5	Cu BĐ	0	5,01	5,12	5,07	5,07	25,00	25,00	25,00	25,00

**Bảng 10.** Kết quả phân tích ion kim loại – Xác định pH phù hợp của Biogum

ST T	Ký hiệu	Biogum (mL)	pH				Cu (mg/L)			
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
1	GCuH1	7,5	2,24	2,03	2,01	2,09	22,22	22,31	21,98	22,17
2	GCuH2	7,5	2,94	2,68	3,01	2,88	21,36	21,04	21,12	21,17
3	GCuH3	7,5	5,3	5,2	5,1	5,20	15,75	15,47	14,99	15,40
4	Cu BĐ	0	5,14	5,15	5,1	5,13	25,00	25,00	25,00	25,00

**Đồ thị 2.** Xác định pH tối ưu của PAC và Biogum dựa vào hiệu suất xử lý kim loại nặng ( $Cu^{2+}$ )



Kết quả phân tích ở pH = 5 cho thấy hiệu quả xử lý ion kim loại nặng  $Cu^{2+}$  với Biogum và PAC ( $42,52\% \pm 1,43$ ;  $40,28\% \pm 3,05$ ) là tốt hơn so với ở pH = 3 ( $21,00\% \pm 0,62$ ;  $4,7\% \pm 2,52$ ) và pH = 2 ( $17,28\% \pm 0,64$ ;  $1,22\% \pm 0,55$ ). Nhiều kim loại đã được hấp phụ ở các giá trị pH cao hơn của các dung dịch (pH 4 đối với Cr (III) và pH 5 đối với Cu (II) và Zn (II))[8].

3.2. Xác định liều lượng tối ưu đối với nước thải giả định

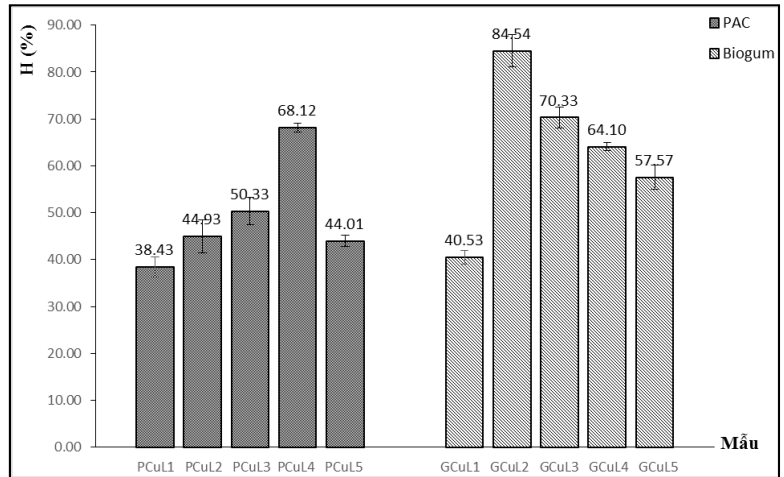
**Bảng 11.** Kết quả xử lý ion kim loại – Xác định liều lượng tối ưu của PAC

STT	Ký hiệu	PAC (mL)	pH				Cu (mg/L)			
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
1	PCuL1	20	5,40	5,13	5,27	5,27	16,10	15,60	15,03	15,58
2	PCuL2	30	5,56	5,51	5,54	5,54	14,90	13,10	13,80	13,93
3	PCuL3	40	5,60	5,61	5,61	5,61	13,40	12,00	12,30	12,57
4	PCuL4	50	5,49	5,40	5,45	5,45	8,10	8,30	7,80	8,07
5	PCuL5	60	5,17	5,10	5,14	5,14	14,50	13,90	14,10	14,17
6	Cu BĐ	0	5,03	5,13	5,08	5,08	25,00	25,00	25,00	25,00

**Bảng 12.** Kết quả phân tích ion kim loại – Xác định liều lượng tối ưu của Biogum

STT	Ký hiệu	Biogum (mL)	pH				Cu (mg/L)			
			lần 1	lần 2	lần 3	Trung bình	lần 1	lần 2	lần 3	Trung bình
1	GCuL1	10	5,40	5,13	5,20	5,24	16,59	15,82	16,30	16,24
2	GCuL2	20	5,50	5,30	5,40	5,40	4,26	5,20	3,20	4,22
3	GCuL3	30	5,88	5,48	5,70	5,69	7,40	8,50	8,40	8,10
4	GCuL4	40	5,68	5,56	5,80	5,68	9,54	10,03	9,83	9,80
5	GCuL5	50	5,66	6,12	6,01	5,93	11,05	11,30	12,40	11,58
6	Cu BĐ	0	5,02	5,30	5,50	5,27	25,00	25,00	25,00	25,00

**Đồ thị 3.** Xác định liều lượng tối ưu của PAC và Biogum dựa vào hiệu suất xử lý kim loại ( $Cu^{2+}$ )



Kết quả phân tích cho thấy với vật liệu Biogum khi ở liều lượng 20ml và PAC ở liều lượng 50ml là tốt nhất với hiệu suất xử lý ion kim loại nặng ( $Cu^{2+}$ ) lần lượt là  $84,54\% \pm 3,36$  và  $68,12\% \pm 0,99$ . Ở nghiên cứu của Phung Thị Kim Thanh (2011) cũng chỉ ra rằng với nồng độ ban đầu của  $Cu^{2+}$  là 99,07 và liều lượng bã mía là 0,5g đạt hiệu suất là 79,43% [4].

#### 4. Kết luận

Quá trình cải thiện chất lượng nước thải xi mạ đồng khi sử dụng vật liệu sinh học Biogum cho kết quả tốt hơn so với vật liệu hóa học PAC trong cùng điều kiện nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở giá trị tối ưu về pH và liều lượng vật liệu vật liệu Biogum cho hiệu suất cải thiện ion kim loại ( $Cu^{2+}$ ) đạt  $84,54\% \pm 3,67$  và tốt hơn vật liệu PAC, hiệu suất cải thiện chỉ đạt  $68,12\% \pm 0,99$ . Kết quả cho thấy có sự khác biệt về hiệu suất cải thiện chất lượng nước thải xi mạ đồng khi sử dụng vật liệu sinh học so với hóa học. Mặt khác về khía cạnh môi trường Biogum chất thân thiện môi trường, có khả năng phân hủy trong môi trường nước tự nhiên sẽ là lựa chọn trong đề cải thiện chất lượng nước thải trong tương lai. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học định hướng cho các nghiên cứu cải thiện chất lượng nước xi mạ kẽm; Niken; Crôm trong thời gian tới. Bên cạnh đó hướng đi mới là tạo vật liệu sinh học thân thiện môi trường có thể thu hồi khi sử dụng là hướng đi trong cải thiện chất lượng môi trường nước.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Thị Hà, Trần Thị Hồng, Nguyễn Thị Thanh Nhân, Đỗ Thị Cẩm Vân và Lê Thị Thu Yến (2006), *Nghiên cứu khả năng hấp thụ một số kim loại nặng ( $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ) trong nước của nấm men Saccharomyces cerevisiae*, Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa tự nhiên và công nghệ, 23: 99-106.

- [2] Nguyễn Thị Hạnh (2012), *Tìm hiểu khả năng hấp phụ niken trong nước của vật liệu hấp phụ chế tạo từ bã mía cho biết khả năng hấp phụ từ vật liệu chế tạo từ bã mía*, Khóa luận tốt nghiệp ngành Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Dân lập Hải Phòng.
- [3] Lê Thanh Hưng, Phạm Thành Quân, Lê Minh Tâm và Nguyễn Xuân Thơm (2008), *Nghiên cứu khả năng hấp phụ và trao đổi ion của sơ dừa và vỏ trấu biến tính*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 11(8): 5-12.
- [4] Phung Thi Kim Thanh (2011), *Investigation of the adsorption capacity of Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> by modified sugarcane bagasse and treatment environment testing*, Ha Noi University of Sciences; VNU, Major: Environmental Chemistry; Code: 60 44 41.
- [5] Magdalena Balintova, Marian Holub, Eva Singovszka (2012), *Study of Iron, Copper and Zinc Removal from Acidic Solutions by Sorption*, Technical University of Kosice, Civil Engineering Faculty, Institute of Environmental Engineering Vysokoskolska 4, 042 00 Kosice, Slovakia, VOL. 28 .
- [6] Nguyễn Quốc Thông, Đặng Đình Kim, Lê Lan Anh và Nguyễn Hiếu Mai (2004), *Nghiên cứu khả năng hấp thụ kim loại nặng của bèo sen (Eichhornia crassipes) góp phần xử lý nước thải công nghiệp bằng biện pháp sinh học*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 42(5).
- [7] Lê Đức Trung, Nguyễn Ngọc Linh và Lê Thị Thanh Thúy (2006), *Sử dụng vật liệu tự nhiên để xử lý kim loại nặng trong bùn thải công nghiệp*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, 10(1): 63-70.
- [8] W.S. Wan Ngah, M.A.K.M. Hanafiah (2008), *Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents*, School of Chemical Sciences, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia, Bioresource Technology 99 (2008) 3935–3948.