

XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT BIA BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TỔ HỢP BÙN HOẠT TÍNH VÀ THỰC VẬT

Đến tòa soạn 25-9-2016

Cao Văn Hoàng, Nguyễn Thị Diệu Cẩm

Khoa Hóa - Trường Đại học Quy Nhơn

SUMMARY

TREATMENT OF *BREWERY* MANUFACTURING WASTEWATER USING COMBINED ACTIVATED SLUDGE AND PLANT PROCESS

Brewery industries discharge larger amounts of wastewater as compared to other drink industries. Brewery wastewater contains high amount of organic materials and nutrients such as fat, protein, and lactose. Biological treatment is widely used to treat this kind of wastewater due to the fluctuation of amount and content of brewery wastewater. This study investigated the removal of organic and ammonium contaminants from brewery wastewater by biological process. The obtained results showed that the combined use of activated sludge and plant treatment reduced approximately 90% of the COD and NH_4^+ and reached portion QCVN 40: 2011/BTNMT about industrial wastewater sort A.

Keywords: Brewery, wastewater, plant, activated sludge, biological treatment.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ô nhiễm môi trường nói chung và môi trường nước nói riêng đang có chiều hướng gia tăng, do vậy cần có các giải pháp kiểm soát nhằm giảm tối thiểu việc phát thải các chất gây ô nhiễm ra môi trường. Một trong những giải pháp đó là cần phải xử lý triệt để các chất ô nhiễm trước khi xả thải vào môi trường nước. Có nhiều phương pháp để xử lý nước thải từ các hoạt động công nghiệp như: phương pháp hóa học, hóa lý, sinh học,... Trong đó, phương pháp hoá học, hoá lý đều có sử dụng hóa chất và khó kiểm soát khả năng gây ô nhiễm thứ cấp, phương pháp

sinh học thì có nhiều ưu điểm vượt trội về chi phí xử lý, dễ vận hành, thân thiện với môi trường, do vậy thường được cân nhắc, áp dụng để xử lý nước thải chứa chất hữu cơ, đặc biệt là các chất hữu cơ dễ bị sinh hủy [1, 2, 3, 4]. Bên cạnh đó, việc xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học tổ hợp giữa vi sinh vật và thực vật (bèo tây, súng, bèo cái,...) đang ngày càng được quan tâm nhiều hơn do tính khả thi khi ứng dụng trong thực tiễn.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng phương pháp sinh học tổ hợp để xử lý nước thải của nhà máy bia nhằm tạo ra một tổ hợp xử lý sinh học hữu hiệu cho

loại nước thải chứa hợp chất hữu cơ dễ sinh hủy và hợp chất nitơ nói chung và nước thải sản xuất bia nói riêng.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu

Nước thải sản xuất bia được lấy tại hệ thống công Nhà máy bia Sài Gòn- Miền Trung tỉnh Bình Định.

Bể xử lý bùn bằng hoạt tính chế tạo từ nhựa PVC.

Bùn hoạt tính, bèo tây, bèo cái

2.2. Thực nghiệm xử lý nước thải

2.2.1. Xử lý bằng bùn hoạt tính

Nước thải được xử lý sơ bộ sau đó xử lý qua bể bùn hoạt tính (Hình 1). Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện: pH $\approx$ 7, V=5 lít, COD =944 mg/L, [NH $_4^+$]= 8,33 mg/L, MLSS (mixed liquor suspended solids) khoảng 2800 mg/L.

2.2.2. Xử lý bằng bèo cái và bèo lục bình

Nước thải sau khi được xử lý sơ bộ cho vào bể chứa bèo lục bình/bèo cái (Hình 1) để xử lý. Điều kiện thí nghiệm tương tự mục 2.2.1 nhưng không sục khí và không sử dụng bùn hoạt tính.

2.2.3. Xử lý kết hợp bằng bùn hoạt tính kết và bèo lục bình/bèo cái

Nước thải sau khi được xử lý sơ bộ nước thải, cho 5 lít nước thải vào bể bùn hoạt tính. Sau 3 giờ xử lý bằng kỹ thuật bùn hoạt tính, nước thải được chuyển qua bể chứa bèo lục bình/bèo cái. Điều kiện thí nghiệm tương tự mục 2.2.1 và 2.2.2.



Hình 1. Hệ xử lý nước thải bia bằng bùn hoạt tính và thực vật

2.3. Phương pháp phân tích

Xác định các thông số đặc trưng cho quá trình xử lý theo phương pháp chuẩn về phân tích môi trường: Xác định COD bằng phương pháp bicromat, xác định NH $_4^+$ bằng phương pháp bằng phương pháp Nessler.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xử lý nước thải bia bằng bùn hoạt tính

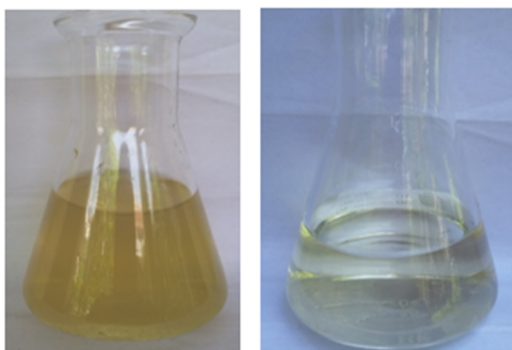
Sự biến đổi các thông số COD, NH $_4^+$ của mẫu nước thải sản xuất bia theo thời gian xử lý bằng kỹ thuật bùn hoạt tính (M1) được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả xử lý mẫu nước thải sản xuất bia bằng kỹ thuật bùn hoạt tính

Thời gian xử lý (giờ)	COD (mg/L)	NH $_4^+$ (mg/L)
0	944	8,33
1	718	8,60
2	445	9,71
4	404	7,70
6	331	6,71
8	245	4,01
10	145	2,00
25	119	1,63

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, nhìn chung giá trị COD của mẫu nước thải sản xuất bia giảm dần theo thời gian xử lý. Trong khoảng 4 giờ đầu giá trị COD giảm rất nhanh (từ 944 mg/L giảm còn 404 mg/L, hiệu suất đạt 57,20%). Điều này có thể giải thích là do ban đầu phần lớn là các chất hữu cơ dễ sinh hủy, nên các vi sinh vật phân hủy rất nhanh các chất hữu cơ hòa tan có trong nước thải. Sau đó COD giảm chậm dần do hàm lượng chất dinh dưỡng giảm dần và còn lại các hợp chất hữu cơ khó phân hủy hơn. Mặt khác, chất dinh dưỡng giảm đã ảnh hưởng đến tốc độ phát triển của vi sinh vật. Sau 10 giờ xử lý nước đầu ra đã đạt tiêu chuẩn về nước thải công nghiệp loại

A theo QCVN 40-2011/ BTNMT về chỉ số COD cho phép thải ra môi trường. Kết quả thực nghiệm ở bảng 1 chỉ ra rằng hàm lượng NH_4^+ của mẫu nước thải sản xuất bia tăng lên trong khoảng thời gian từ 0 đến 2 giờ xử lý, là do các hợp chất hữu cơ có chứa nitơ trong phân tử, như các protein bị phân hủy tạo ra các sản phẩm trung gian chứa nitơ (các peptit, các axit amin) và cuối cùng giải phóng ra NH_3 nên làm cho nồng độ NH_4^+ tăng lên trong giai đoạn đầu. Trong thời gian từ 2 đến 8 giờ, nồng độ NH_4^+ giảm nhanh do NH_4^+ tiếp tục bị oxi hóa thành NO_2^- và NO_3^- .



Hình 1. Nước thải bia trước (a) và sau xử lý bằng kỹ thuật bùn hoạt tính (b)

3.2. Xử lý nước thải bia bằng bèo cái và bèo lục bình

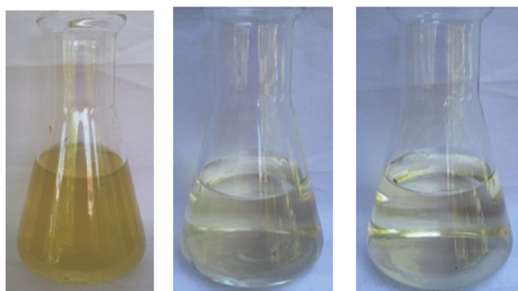
Sự biến đổi các thông số COD, NH_4^+ của mẫu nước thải sản xuất bia theo thời gian xử lý bằng bèo lục bình (M2) và bèo cái (M3) được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xử lý mẫu nước thải nhà máy bia bằng bèo lục bình (M2) và bèo cái (M3)

M2			M3	
Thời gian (giờ)	COD (mg/L)	NH_4^+ (mg/L)	COD (mg/L)	NH_4^+ (mg/L)
0	778	7,91	751	7,91
25	350	2,01	351	2,10
48	245	5,02	245	5,56
72	119	3,61	146	4,02
96	86	1,91	89	2,42

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, quá trình xử lý chất hữu cơ ở cả 2 mẫu nước thải M2 và M3 diễn ra nhanh từ 0-72 giờ (giá trị COD mẫu M2 từ 778 mg/L giảm xuống 119 mg/L, hiệu suất đạt 84,70%; mẫu M3 từ 751 mg/L còn 146 mg/L, hiệu suất đạt 80,56%). Điều này được giải thích là do giai đoạn đầu trong nước thải sản xuất bia nồng độ các chất dinh dưỡng cao thuận lợi cho việc hấp thu và phát triển của bèo lục bình và bèo cái cũng như sự chuyển hóa của hệ vi sinh vật bám ở rễ bèo. Từ 72 – 96 giờ, giá trị COD giảm chậm hơn (đối với mẫu M2 từ 119 mg/L xuống 86 mg/L, hiệu suất đạt 27,73%; mẫu M3 từ 146 mg/L còn 89 mg/L, hiệu suất đạt 37,50%) nguyên nhân có thể do hàm lượng chất dinh dưỡng giảm dần và cạn kiệt. Mặt khác, ở giai đoạn sau còn lại các hợp chất hữu cơ khó hấp thu hơn, đồng thời các hợp chất hữu cơ này cũng khó bị phân hủy bởi hệ vi sinh vật bám ở bộ rễ của bèo lục bình và bèo cái nên càng về sau giá trị COD càng giảm chậm.

Hàm lượng amoni của cả hai mẫu M2, M3 đều giảm sau 24 giờ đầu xử lý (nồng độ amoni của mẫu M2 giảm từ 7,91 mg/L xuống 2,01 mg/L, hiệu suất xử lý đạt 74,59% ; mẫu M3 giảm từ 7,91 mg/L xuống 2,10 mg/L, hiệu suất đạt 73,45%). Điều này có thể giải thích là do bèo lục bình và bèo cái có khả năng hấp thu rất tốt NH_4^+ làm chất dinh dưỡng để phát triển. Từ 25 giờ đến 48 giờ, hàm lượng amoni lại tăng lên có thể do các hợp chất hữu cơ có chứa nitơ như các protein bị phân hủy tạo ra các sản phẩm trung gian và cuối cùng giải phóng ra NH_3 . Sau đó thì nồng độ NH_4^+ giảm dần có thể quá trình phân hủy chất hữu cơ chứa nitơ đã kết thúc, đồng thời NH_4^+ được bèo hấp thu làm chất dinh dưỡng và một phần bị oxi hóa thành NO_2^- và NO_3^- .



Hình 2. Nước thải bia trước (a) và sau khi xử lý bằng bèo cái (b) và bèo lục bình (c)

3.3. Xử lý nước thải bia bằng kỹ thuật bùn hoạt tính kết hợp với bèo lục bình/bèo cái

Sự biến đổi các thông số COD, NH_4^+ của mẫu nước thải sản xuất bia theo thời gian xử lý bằng kỹ thuật bùn hoạt tính kết hợp với bèo lục bình (M4)/bèo cái (M5) được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả xử lý nước thải bia bằng kỹ thuật bùn hoạt tính kết hợp với bèo lục bình (M4)/bèo cái (M5)

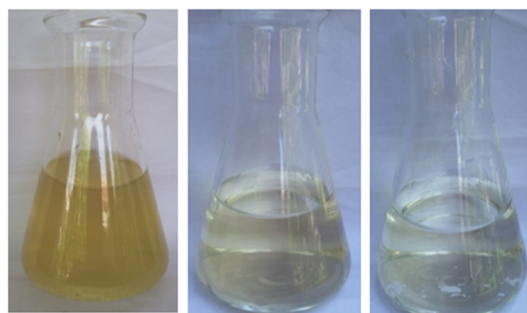
Hệ xử lý	Thời gian (giờ)	COD (mg/L)	$[\text{NH}_4^+]$ (mg/L)
Bùn hoạt tính	0	806	12,00
	3	552	10,00
M4	3	552	10,00
	6	372	6,10
	18	162	1,21
	23	109	1,00
	25	92	0,90
M5	3	552	11,00
	6	416	9,21
	18	226	1,21
	25	122	1,12

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, giá trị COD của mẫu nước thải sản xuất bia giảm khá nhanh sau 3 giờ xử lý (từ 806 mg/L giảm còn 552 mg/L),.

Nước thải sau 3 giờ xử lý bằng bùn hoạt tính, tiếp tục được xử lý bằng bèo lục bình, bèo cái. Dữ liệu thực nghiệm ở

bảng 3 cho thấy, hiệu quả xử lý COD và NH_4^+ bằng bèo lục bình ở giai đoạn này cao hơn so với bèo cái. Điều này có thể được giải thích là do bèo lục bình có bộ rễ chùm dài hơn bèo cái, như đã biết đặc điểm của rễ giống như các ống hút lọc nước, thân bèo to hơn cũng là một đặc điểm giúp cho khả năng hấp thu chất dinh dưỡng trong nước tốt hơn. Thời gian xử lý nước thải sản xuất bia nhằm đạt được tiêu chuẩn loại A về nước thải công nghiệp theo QCVN 40-2011/BTNMT về chỉ số COD và NH_4^+ khi kết hợp hệ bùn hoạt tính và bèo là ngắn hơn so với xử lý nước thải chưa qua xử lý bùn hoạt tính. Điều này có thể giải thích là do ở giai đoạn xử lý bằng bùn hoạt tính các hợp chất hữu cơ phức tạp đã được phân hủy thành các hợp chất đơn giản hơn thuận lợi cho sự hấp thu của bèo làm chất dinh dưỡng.

Nồng độ amoni ở mẫu M4 và mẫu M5 đều giảm dần theo thời gian xử lý. Sau 3 giờ xử lý bằng bùn hoạt tính nồng độ amoni giảm nhẹ. Khi tiếp tục xử lý nước bằng bèo lục bình và bèo cái, trong thời gian từ 3-18 giờ nồng độ amoni giảm rất nhanh (mẫu M4 giảm từ 10,00 mg/L xuống 1,21 mg/L; mẫu M5 giảm từ 11,00 mg/L xuống 1,21 mg/L).



Hình 3. Nước thải bia trước (a) và sau xử lý bằng bùn hoạt tính (b), kết hợp bèo lục bình (c)

3.4. So sánh hiệu quả xử lý mẫu nước thải sản xuất bia theo các cách xử lý khác nhau

Để nghiên cứu hiệu quả xử lý nước thải sản xuất bia theo các cách xử lý khác nhau, hiệu suất xử lý được so sánh. Kết quả được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. So sánh hiệu suất xử lý nước thải sản xuất bia theo các cách xử lý khác nhau

Chỉ tiêu		Bùn hoạt tính	Bèo		Bùn hoạt tính - Bèo	
			Lục bình	Cái	Lục bình	Cái
Thời gian (giờ)		10	72	72	25	25
COD (mg/L)	Nước vào	944	778	751	806	806
	Nước ra	145	119	146	92	122
	H (%)	84,6	84,7	80,1	88,6	84,8
NH ₄ ⁺ (mg/L)	Nước vào	8,3	7,9	7,9	12,0	12,0
	Nước ra	2	3,61	4,02	0,9	1,12
	H (%)	75,9	54,3	49,1	92,5	90,6

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, để xử lý nước thải sản xuất bia đạt được QCVN 40-2011/BTNMT về nước thải công nghiệp loại A đối với chỉ tiêu COD, NH₄⁺ thì cả 3 cách xử lý đều đáp ứng. Tuy nhiên, xử lý bằng bèo cần có diện tích đất rộng và thời gian xử lý dài; xử lý bằng bùn hoạt tính thì thời gian xử lý ngắn nhưng tiêu hao năng lượng do sục khí; xử lý bằng bùn hoạt tính kết hợp với bèo thì thời gian xử lý hiếu khí được rút ngắn, giảm được chi phí sục khí và diện tích đất xử lý bằng bèo.

Từ những nhận xét trên chúng tôi cho rằng có thể sử dụng phương pháp bùn hoạt tính hiếu khí để xử lý nước thải sản xuất bia trong giai đoạn đầu vì giai đoạn này cho hiệu suất xử lý khá cao và không nên sử dụng phương pháp bùn hoạt tính cho giai đoạn tiếp theo (mà

nên kết hợp với xử lý bằng thực vật) vì hiệu quả xử lý thấp không tận dụng được công suất xử lý của thiết bị và làm tăng chi phí xử lý nước thải.

4. KẾT LUẬN

Đã xử lý thành công nước thải sản xuất bia khi sử dụng kết hợp kỹ thuật bùn hoạt tính và thực vật (bèo). Kết quả thu được cho thấy, chỉ tiêu COD, NH₄⁺ của nước sau xử lý đã đạt được QCVN 40-2011/BTNMT về nước thải công nghiệp loại A. Đồng thời qua kết quả nghiên cứu xử lý nước thải sản xuất bia theo các xử lý khác nhau (xử lý hiếu khí, xử lý bằng bèo riêng lẻ và xử lý kết hợp hiếu khí – bèo) đã khẳng định việc xử lý nước thải sản xuất bia bằng phương pháp sinh học kết hợp với thực vật (bèo lục bình hoặc bèo cái) là phương pháp xử lý thích hợp, rút ngắn thời gian xử lý, ít tiêu hao năng lượng do vậy giảm chi phí xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. S. Mathuriya, V. N. Sharma, (2010) “Treatment of brewery wastewater and production of electricity through microbial fuel cell technology”, *Int J Biotech Bioch*, 6 (1), 71–80.
2. D. C. Barrera, H. I. Linares, M. G. Roa, B. Bilyeu, H. P. Balderas, (2009) “Removal of biorefractory compounds in industrial wastewater by chemical and electrochemical pretreatments”, *Ind Eng Chem Res*, 48, 1253–1258.
3. J. A. Alvarej, L. Oteno, (2010) A methodology for optimizing for feed composition for anaerobic co-digestion of agro-industrial wastes, *Journal of Bio resource Technology*, 101, 1153–58.
4. H. Dai, X. Yang, T. Dong, Y. Ke, T. Wang T, (2010) “Engineering application of MBR process to the treatment of beer brewing wastewater”, *Mod Appl Sci*. 4(9), 103– 109.

5. J. F. Wu, (2009) “*Treatment of cornstalk fibrous pulp waste water using Anaerobic Baffled Reactor (ABR): effect of shock loading rates*”, *International Journal of Environmental Pollution*, 56, 81-87.
6. L. Giero, Y. Shi, P. Zhang, (2011) “*Investigations, analysis and study on biogas utilization in cold regions of North China*”, *Journal of Advance Material Resource*, 183, 673-677.
7. M. B Fakoya, H. M Van der Poll, (2013) “*Integrating ERP and MFCA systems for improved waste-reduction in a brewery in South Africa*”, *J Clean Prod*, 40, 136– 140.
8. S. Mohana, B. K Acharya, D. Madamwar, (2009) “*Distillery spent wash: Treatment technologies and potential applications*”, *J Hazard Mater*, 163 (1), 12–25.
9. S. K. Behara, J. M. Park, K. H Kim, (2010) “*Methane Production from food waste leachate in Laboratory Scale simulated land fill*”, *Journal of Waste Management*, 30, 1502-1508.
10. T. M. Mata, A. C Melo, M. Simões, N.S Caetano, (2012) “*Parametric study of a brewery effluent treatment by microalgae *Scenedesmus obliquus**”, *Bioresource Technol*, 107, 151–158.

PHÁT TRIỂN PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÁN(tiếp theo tr. 26)

3. Nguyễn Ngọc Tuấn, Lê Tất Mua, Nguyễn Tiến Đạt, Phạm Thị Lan Phi. (2010) *Nghiên cứu phương pháp chiết pha rắn với hỗn hợp chất hấp phụ than hoạt tính và silica gel để tách và làm giàu dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong các loại rau và phân tích bằng phương pháp sắc kí khí*. Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học. Tập 15, số 3, trang 291 – 295.
4. Nguyễn Tiến Đạt, Lê Tất Mua, Nguyễn Ngọc Tuấn, Hồ Văn Quốc, Huỳnh Thiên Diễm. (2011) *Phân tích dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật acetamiprid, thiamethoxam và chlorfenapyr trong mẫu lá chè bằng phương pháp sắc kí khí khối phổ - GCMS*. Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học. Tập 16, số 3, trang 26 – 37.
5. *Analytical detection limit guidance & Laboratory guide for determination method detection limits*. Wisconsin Department of Natural Resources Laboratory Certification Program. April PUBL-TS-056-96 (1996)
6. *Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed*. European commission, Directorate-general for health and food safety, SANTE/11945 (2015).