

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN KẸO DỪA

Nguyễn Văn Phước, Nguyễn Thị Thanh Phượng, Trần Thị Sáu
Viện Môi trường và Tài Nguyên, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT: Nước thải sản xuất kẹo dừa tại Bến Tre có pH thấp 3,9 – 4,2, ô nhiễm hữu cơ rất nặng $COD = 8.625 - 13.875 \text{ mg/l}$, $BOD_5 = 5.350 - 8.500 \text{ mg/l}$, dầu mỡ thực vật = 284 – 306 mg/l, ngoài ra còn bị ô nhiễm bởi N. Tuy nhiên, cho đến vẫn chưa được quan tâm xử lý thích đáng, vì vậy có nguy cơ gây ô nhiễm nguồn tiếp nhận, đặc biệt là nguồn nước cấp cho sinh hoạt như sông Hàm Luông. Đề tài đã nghiên cứu thành công công nghệ xử lý nước thải phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội của địa phương: chi phí đầu tư và vận hành thấp, dễ vận hành. Công nghệ gồm các công đoạn chính như sau: Tách dầu mỡ bằng thiết bị lắng vách nghiêng, lọc sinh học kỵ khí với thời gian lưu 2 ngày (hiệu suất 70%), lọc sinh học hiếu khí thời gian lưu 1 ngày (hiệu suất 97%), sử dụng giá thể xơ dừa. Nước sau xử lý đạt TCVN 5945-2005 cột B. Để đạt tiêu chuẩn cột A cần bổ sung bể lọc cát, than hoạt tính hoặc hồ sinh học, tùy theo điều kiện mặt bằng của cơ sở sản xuất.

Từ khóa: xử lý nước thải, kẹo dừa, tách dầu, lọc sinh học.

1. GIỚI THIỆU

Bến Tre là tỉnh thuộc vùng ĐBSCL với cây dừa là loại cây nông nghiệp chủ yếu, gần 40 ha trồng dừa, sản lượng trên 200 triệu trái/năm. Từ trái dừa có thể tạo ra các sản phẩm như: thạch dừa, kẹo dừa, sữa dừa, ... với tổng sản lượng lên đến 20.000 tấn/năm.

Do sản xuất tự phát theo qui mô hộ gia đình, hiểu biết về môi trường của các cơ sở sản xuất chưa cao, do đó đã gây ra các vấn đề ô nhiễm. Nước thải kẹo dừa có hàm lượng COD, BOD và dầu mỡ khá cao với lượng nước thải trung bình sinh ra khi sản xuất 1 tấn kẹo dừa là $2,5 \text{ m}^3$ nước thải. [1]

Thành phần và tính chất ô nhiễm của nước thải đã được khảo sát, đo đạc tại phân xưởng IV thuộc công ty TNHH Đông Á như sau.

Bảng 1. Thành phần, tính chất nước thải sản xuất kẹo dừa.

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Giá trị TB	(TCVN 5945 – 2005) cột B
1	pH	-	3,91	4.15	4,07	4,04	5.5 – 9
2	N NH_3	mg/l	14,8	28	49,5	30,8	1
3	Phospho	mg/l	3,4	6,7	11,2	7,1	6
4	COD	mg/l	8.625	9.450	13.875	10.650	80
5	$BOD_5 (20^\circ\text{C})$	mg/l	5.350	5.860	8.500	6.570	50
6	SS	mg/l	4.700	4.560	5.200	4.820	100
7	Nhiệt độ	$^\circ\text{C}$	31	35	39	35	40
8	Dầu mỡ tổng	mg/l	270	285	362	306	20

Nguồn: PTN Khoa Môi trường – Trường Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh



Hình 1. Nước thải kẹo dừa

Tại thị xã Bến Tre, các cơ sở sản xuất kẹo dừa thường nằm xen kẽ trong khu dân cư và có diện tích chật hẹp, do đó phải ứng dụng công nghệ cao tải, không thể sử dụng điều kiện tự nhiên như hồ sinh học..

Nước thải kẹo dừa có thành phần chất hữu cơ, N, P cao và tỉ số BOD/COD > 0.5 , đồng thời không chứa các thành phần độc hại nên hoàn toàn có thể xử lý bằng phương pháp sinh học [3]. Quá trình lọc sinh học kỵ khí và hiếu khí với giá thể xơ dừa được đề nghị vì có nhiều ưu điểm như: dễ vận hành, mật độ vi sinh cao dẫn đến khối tích công trình nhỏ, chi phí đầu tư và vận hành thấp, phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội của địa phương [2,4]

Tuy nhiên, nước thải có nồng độ dầu mỡ thực vật cao, nên trước tiên phải tách dầu mỡ.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu hiệu quả tách dầu.

Mô hình: Thùng nhựa dung tích 20 lít, chiều cao 45cm, đường kính 26cm, có bố trí vòi thu nước sau lắng ở đáy thùng (Hình 2)

Vật liệu: Nước thải ban đầu có hàm lượng dầu mỡ đầu vào trong khoảng từ 270 – 362 mg/l.

Mục đích: xác định khả năng nổi tự nhiên của dầu theo thời gian trong bình lắng.

Tiến trình: theo dõi nồng độ dầu theo thời gian lưu

2.2. Mô hình kỵ khí

Mô hình: thùng nhựa tròn dung tích 20 lít, chiều cao 45 cm, đường kính 26 cm. Trên đỉnh có ống dẫn nước xuống đáy bể, một van thông khí và một van xả nước ra, dưới đáy cũng có một van thu xả bùn (Hình 3)

Vật liệu:

- Bùn kỵ khí
- Giá thể xơ dừa: 25g/l (được xác định từ đề tài khác, theo trở lực tối ưu)
- Bơm tuần hoàn

Mục tiêu: xác định hiệu quả phân hủy chất hữu cơ tối ưu của quá trình lọc sinh học kỵ khí với giá thể xơ dừa. Xác định phương trình động học

Tiến trình: giai đoạn thích nghi khoảng 22 ngày, giai đoạn ổn định được thử nghiệm với nồng độ COD trong khoảng 2000 - 8000mg/l, lưu lượng dòng cố định. Theo dõi diễn biến COD và pH đầu ra theo thời gian.

2.3. Mô hình hiếu khí

Mô hình: thùng nhựa tròn dung tích 20 lít, chiều cao 45 cm, đường kính 26 cm. Có 1 van dưới đáy để xả bùn, một van phía trên dùng để lấy mẫu nhằm xác định hiệu quả xử lý theo thời gian (Hình 5).

Vật liệu:

- Bùn hiếu khí
- Giá thể xơ dừa : 20g/l (được xác định từ đề tài khác, theo trở lực tối ưu)
- Bơm tuần hoàn và máy nén khí

Mục tiêu: xác định hiệu quả phân hủy chất hữu cơ tối ưu của quá trình lọc sinh học hiếu khí với giá thể xơ dừa. Xác định phương trình động học

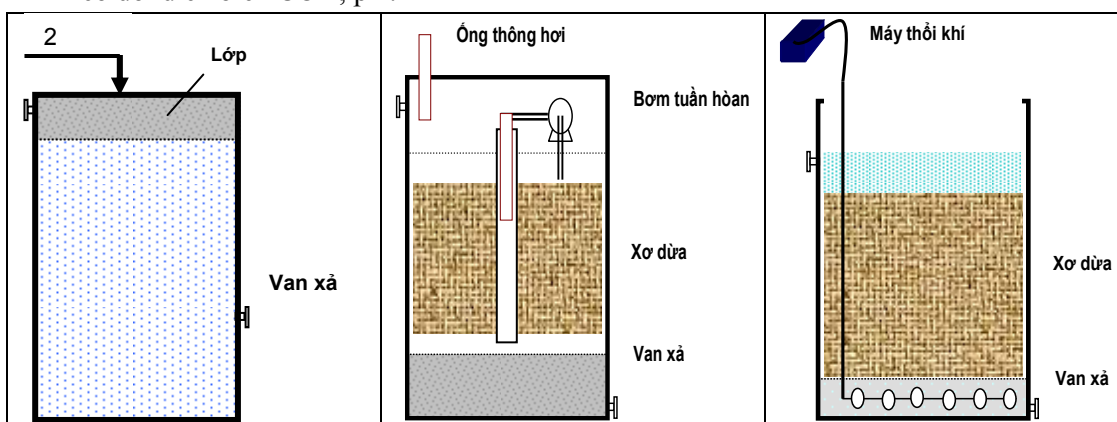
Tiến trình: giai đoạn thích nghi khoảng 15 ngày, giai đoạn ổn định được thử nghiệm với COD trong khoảng từ 1000 - 2000mg/l, lưu lượng dòng cố định. Theo dõi diễn biến COD và pH đầu ra theo thời gian.

2.4. Mô hình liên tục

Mô hình liên tục gồm 3 mô hình tĩnh đã trình bày ở trên mắc nối tiếp, nước thải được cấp vào liên tục với các giá trị COD khác nhau. (Hình 5)

Mục tiêu: kiểm chứng các kết quả của mô hình tĩnh

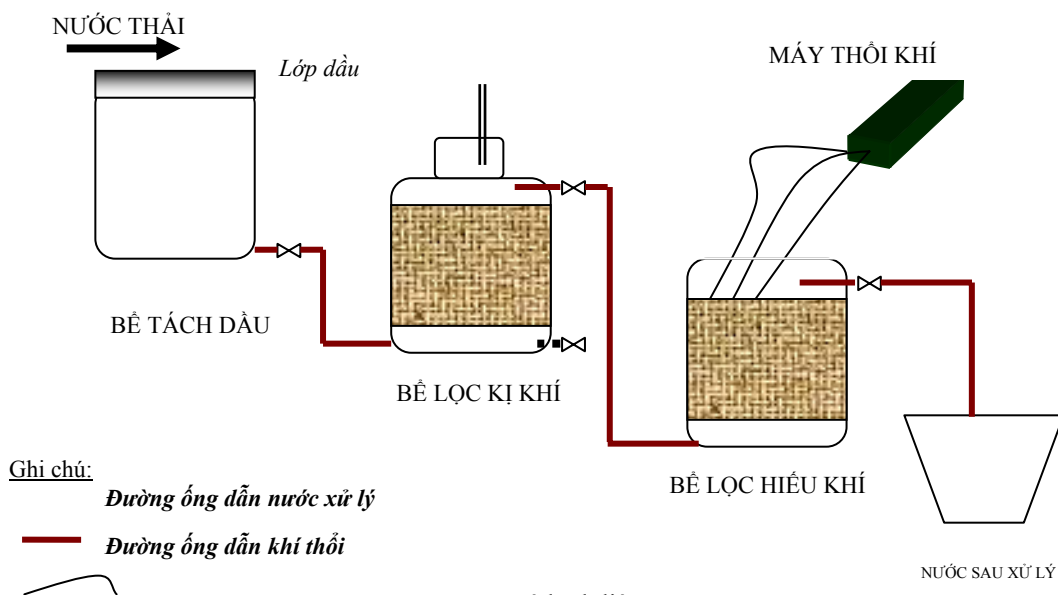
Theo dõi diễn biến COD, pH.



Hình 2. Mô hình tách dầu

Hình 3. Mô hình kỵ khí

Hình 4. Mô hình hiếu khí

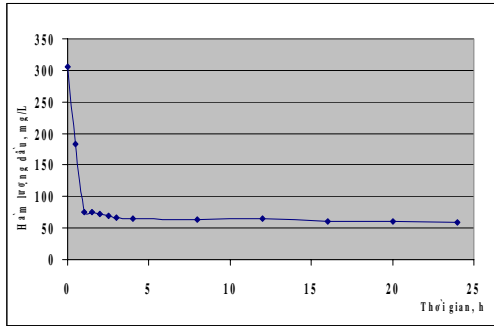


Hình 5. Mô hình liên tục

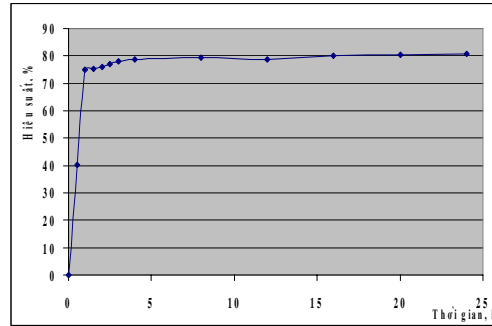
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả trên mô hình tách dầu

Dầu nổi rất nhanh đạt hiệu suất 75,17% chỉ trong vòng 1 giờ. Sau đó, lượng dầu giảm không đáng kể, do đó chọn thời gian tách dầu là 1 giờ.



Hình 6. Lượng dầu còn lại sau lắng tự nhiên

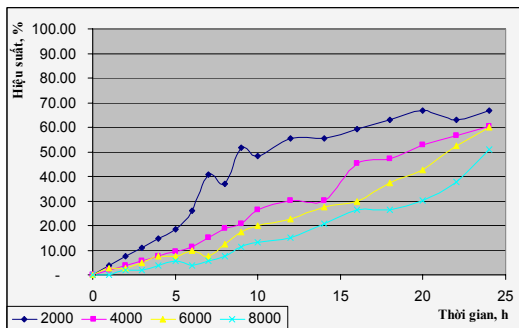


Hình 7. Hiệu quả lắng dầu theo thời gian

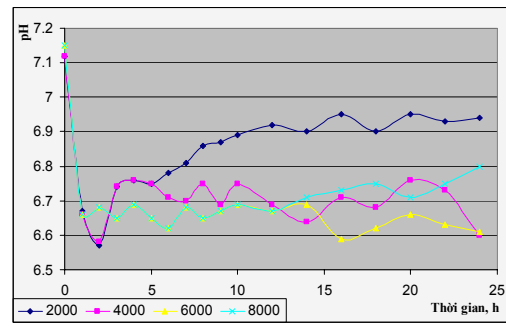
Kết quả nghiên cứu đã chứng minh dầu nổi dễ dàng được loại bỏ trong thành phần nước thải bằng phương pháp lắng tự nhiên [6] do sự chênh lệch về khối lượng riêng: dầu (tỉ trọng 0,915-0,918) và nước (tỉ trọng: 1,015 – 1,086).

3.2. Kết quả trên mô hình kỵ khí

Hiệu suất phân hủy COD với các tải trọng khác nhau được trình bày trên đồ thị

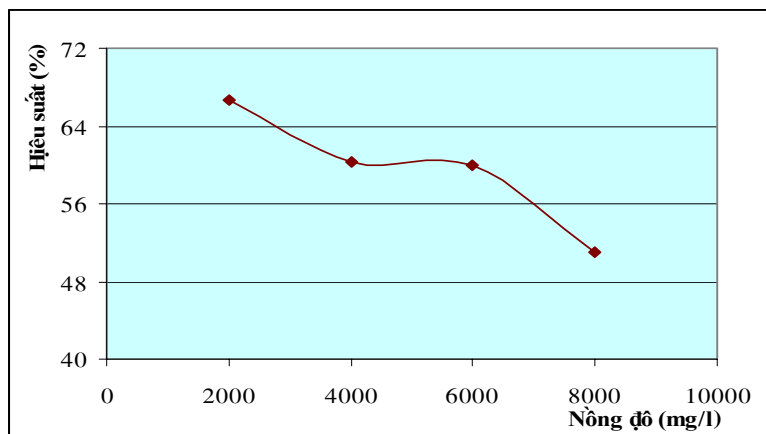


Hình 8. Hiệu suất phân hủy COD theo thời gian



Hình 9. Diễn biến pH theo thời gian

Vẽ đồ thị hiệu suất theo nồng độ COD ban đầu, suy ra nồng độ tối ưu là 6000 mg/l



Hình 10. Hiệu suất xử lý theo nồng độ COD ban đầu

Mô hình sinh học lọc kị khí có khả năng xử lý 47 – 66% COD. Tải trọng càng cao, hiệu suất xử lý COD càng thấp.

Bản chất của quá trình phân hủy được giải thích bởi hoạt động của các vi sinh vật tham gia trong quá trình thủy phân, chuyển hóa các thành phần hữu cơ đặc trưng như: acid béo no Panmitic, acid Lauric (44-52%), Mistiric (13-19%), triglyxerit thành các dạng acid đơn giản và cuối cùng là CH_4 , CO_2 và nước [3].

Thông số pH giảm 0,5 – 0,62 đơn vị trong vòng 2-3 giờ đầu sau đó tăng dần 0,05 – 0,25 đơn vị cũng chứng minh quá trình acid hóa và metan hóa đã diễn ra trong bể lọc sinh học kị khí.

Bảng 2. Kết quả nghiên cứu trên mô hình tĩnh (COD = 6000mg/l và xơ dừa là 25g/l)

Thời gian (h)	0h	2h	4h	6h	8h	12h	24h
Thông số							
COD (mg/l)	6000	5850	5550	5400	5250	4650	2400
pH	7.15	6.68	6.69	6.62	6.65	6.67	6.61
$\text{Ln}(-\Delta S/\Delta t)$	-	2.60	2.18	2.30	2.30	2.18	1.80
$\text{Ln } S$	-	1,76	1,70	1,69	1,65	1,53	0,80

Xác định phương trình động học ở điều kiện tối ưu

Phương trình động học hình thức theo cơ chất có dạng:

$$r = -\frac{V}{M} \frac{dS}{dt} = kS^n \quad (1) \quad \Leftrightarrow -\frac{dS}{dt} = \frac{M}{V} kS^n$$

$$\Leftrightarrow \ln -\frac{dS}{dt} = \ln \frac{M}{V} k + n \ln S \quad (2)$$

Trong đó:

S: nồng độ cơ chất (COD)

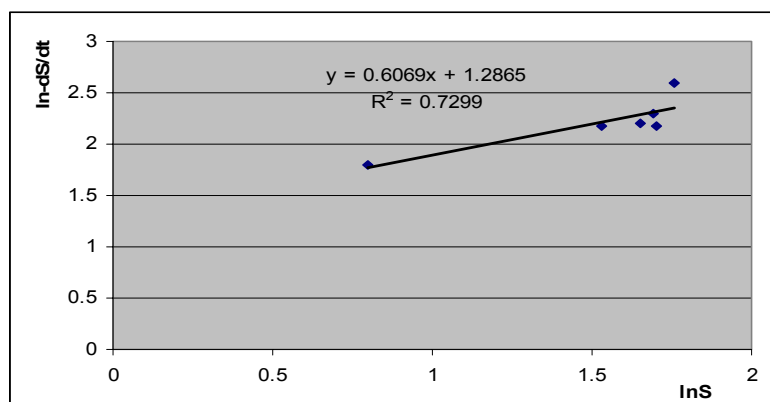
V: thể tích nước trong mô hình

M: khối lượng vật liệu đệm. [5]

Một cách gần đúng phương trình (2) được biến đổi thành:

$$\ln -\frac{\Delta S}{\Delta t} = \ln \frac{M}{V} k + n \ln S \quad (3)$$

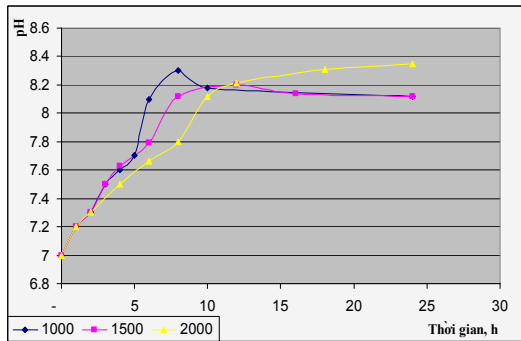
Vẽ đồ thị, xác định được các thông số động học: $n = 0,6069$, $k = 0,145$



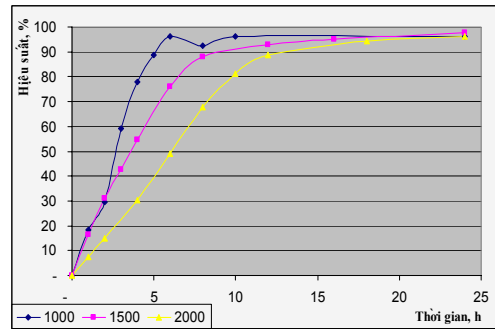
Hình 11. Xác định bậc phản ứng và hằng số tốc độ phản ứng của quá trình kỵ khí

3.3. Kết quả mô hình hiếu khí

Hiệu suất phân hủy COD với các tải trọng (nồng độ) khác nhau được trình bày trên đồ thị.

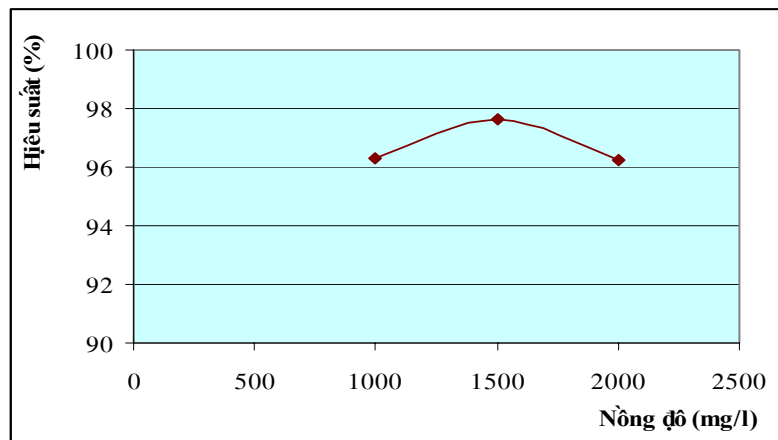


Hình 12. Hiệu suất phân hủy COD theo thời gian



Hình 13. Diễn biến pH theo thời gian

Vẽ đồ thị hiệu suất theo nồng độ COD ban đầu, suy ra nồng độ tối ưu là 1500 mg/l



Hình 14. Hiệu suất xử lý theo nồng độ COD ban đầu

Bảng 3. Kết quả nghiên cứu trên mô hình tĩnh (COD = 1500mg/l và xơ dừa là 20g/l)

Thời gian (h)	0h	2h	4h	6h	8h	10h	24h
Thông số							
COD (mg/l)	1575	1088	713	188	113	75	38
pH	7.00	7.30	7.63	8.12	8.20	8.14	8.12

Kết quả nghiên cứu trên mô hình lọc hiếu khí cho thấy hiệu quả xử lý COD đạt 97,5% với tải trọng vận hành tối ưu là 1,5 kg COD/m³.ngày. Trong vòng 8 giờ đầu, dưới tác dụng của vi sinh vật hiếu khí, COD giảm nhanh đến 92,5% sau đó tiếp tục giảm chậm và đạt 97,5% sau 24 giờ.

Phương trình động học phân hủy cơ chất

Phương trình động học hình thức đối với quá trình hiếu khí đồng dạng quá trình kỵ khí: [5]

$$r = -\frac{V}{M} \cdot \frac{dS}{dt} = k \cdot S^n \quad (4)$$

Sau khi lấy tích phân và biến đổi ta có:

$$k_{\tau} = \frac{S_0^{1-n} V [1 - (1-x)^{1-n}]}{M(1-n)} \quad (5)$$

Với, $x = (S_0 - S(t))/S_0$ - độ chuyển hoá của cơ chất

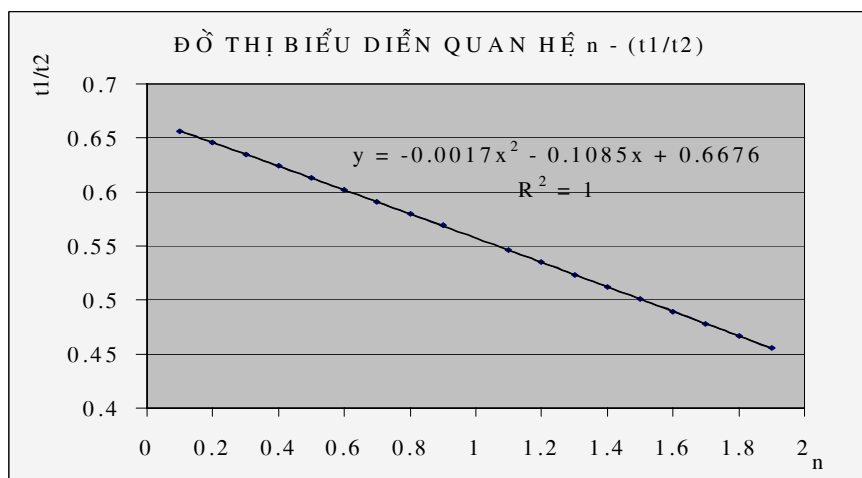
Để xác định bậc phản ứng ở điều kiện ổn định ta cần số đo nồng độ của cơ chất tại các thời điểm: τ_1 ứng với $X_1 = 40\%$; τ_2 ứng với $X_2 = 60\%$.

Lập tỉ lệ phương trình tại 2 thời điểm này ta được:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{1 - [1 - (1-x_1)^{1-n}]}{1 - [1 - (1-x_2)^{1-n}]} \quad (6)$$

Cho n thay đổi, tính τ_1/τ_2 theo công thức (6) ta có bảng và đồ thị sau:

n	...	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	...
τ_1/τ_2	...	0.512	0.501	0.489	0.478	0.467	0.456	0.444	...



Hình 15. Xác định bậc phản ứng và hằng số tốc độ phản ứng của quá trình hiếu khí

Quan hệ giữa τ_1/τ_2 và n được mô tả bởi phương trình bậc 2 gần đúng là :

$$\tau_1/\tau_2 = -0,0017n^2 - 0,1085n + 0,6676$$

với hệ số tương quan rất cao $R^2=1$.

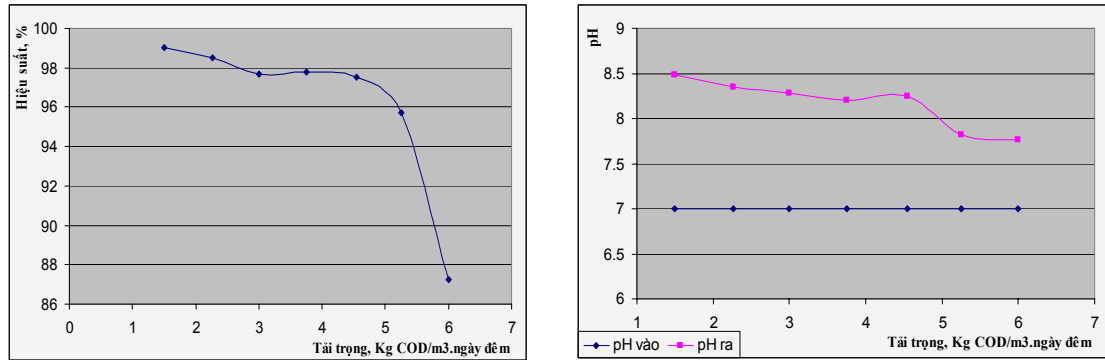
Theo số liệu thực nghiệm ta xác định được τ_1/τ_2 , thay vào phương trình, giải và thu được bậc phản ứng n . Thế n vào công thức sau để xác định k :

$$k = \frac{S_0^{1-n} V [1 - (1-x)^{1-n}]}{\tau M (1-n)} \quad (7)$$

Xác định được các thông số động học: $n = 0,162$, $k = 0,0262$

3.4. Kết quả mô hình liên tục

Từ đồ thị cho thấy hiệu quả xử lý COD giảm dần khi tải trọng COD tăng. Tải trọng chung phù hợp cho quá trình lọc kỵ khí và hiếu khí là $3,75 \text{ kgCOD/m}^3/\text{ngày}$, đạt hiệu quả 97,8%. Nồng độ COD đầu ra đạt được tiêu chuẩn loại B.

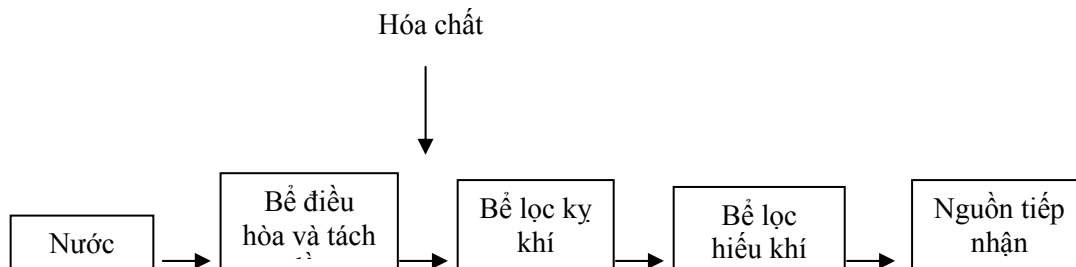


Hình 16. Hiệu quả xử lý COD và pH ở các tải trọng khác nhau

4.KẾT LUẬN

Nước thải kẹo dừa có hàm lượng dầu mỡ và các chất hữu cơ cao gây ô nhiễm nặng nhưng có khả năng xử lý bằng lọc sinh học, hiệu quả thu được rất cao.

Công nghệ đề xuất gồm tách dầu bằng phương pháp nổi tự nhiên, điều chỉnh pH, lọc kỵ khí kết hợp lọc hiếu khí trên giá thể xơ dừa, nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn thải loại B.



Hình 17. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải kẹo dừa

Kết quả thí nghiệm trên mô hình tĩnh cũng như mô hình động cho thấy xơ dừa là một loại vật liệu lọc có hiệu quả xử lý cao, mà chi phí rất thấp và là vật liệu sẵn có tại địa phương.

Để đạt tiêu chuẩn thải cột A cần bổ sung bể lọc cát kết hợp than hoạt tính hoặc hồ sinh học, tùy theo điều kiện mặt bằng của cơ sở sản xuất.

Do đó, kiến nghị triển khai nhanh chóng hệ thống xử lý nước thải cho các cơ sở sản xuất kẹo dừa, để góp phần bảo vệ nguồn nước, sông Hàm Luông cho tỉnh Bến Tre.

A STUDY ON TREATMENT TECHNOLOGY FOR COCONUT PRODUCTION WASTEWATER

Nguyen Van Phuoc, Nguyen Thi Thanh Phuong, Tran Thi Sau
Institute for Environment and Resources, VNU-HCM

ABSTRACT: Wastewater from coconut candy production in Ben Tre have characteristics as low pH= 3.9-4.2; high organic substances pollution with COD= 8.625 – 13.875 mg/l, BOD₅= 5.350 – 8.500 mg/l, vegetable oil = 284 – 306 mg/l, nitrogen pollution. However, there has not been proper wastewater treatment. As a result, wastewater from coconut candy production may be the main source of pollution to Ham Luong river – a domestic

water supply source. This research introduce a effective method for treatment of coconut candy production wastewater, which has low investment, low runing cost, simple operation. The treatment method is based on oil removal by deposit device with sloping partition, anaerobic biofiltration with 2-day-stored (70% productivity), aerobic biofiltration with 1-day-stored (97% productivity), using coconut fiber. The water after treatment has quality of column B TCVN 5945-2005. In order to reach column A quality, it is necessary to treat the water futher with sand filtration pond, activated charcoal or bio-pond according to production area.

Keywords: *wastewater treatment, coconut candy, oil removal, biofiltration.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đinh Thị Hoa Mai, *Nghiên Cứu Thực Nghiệm Trên Mô Hình và Đề Xuất Giải Pháp Xử Lý Nước Thải Sản Xuất Kẹo Dừa*, Luận Văn Thạc Sĩ, Viện Môi Trường và Tài Nguyên.
- [2]. Lương Đức Phẩm, *Công Nghệ Xử Lý Nước Thải Bằng Biện Pháp Sinh Học*, Nhà Xuất Bản Giáo Dục.
- [3]. Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering – Third Edition*, McGraw – Hill Publishers.
- [4]. Nguyễn Văn Phước, *Kỹ Thuật Xử Lý Chất Thải Công Nghiệp*, NXB Xây dựng, 2006.
- [5]. Nguyễn Văn Phước, *Xử Lý Nước Thải Sinh Hoạt Và Công Nghiệp Bằng Phương Pháp Sinh Học*, NXB Xây dựng, 2007.
- [6]. Yiu H. Hui, Ramesh Chandan, stephanie Clark, Nanna A cross, *Hand book of food products manufacturing*, wiley Interscience , A John Wiley and Son Inc, 2007.