ỨNG DỤNG XƠ DỪA TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC KỴ KHÍ

Nguyễn Ngọc Bích*, Lâm Minh Triết**

* Viện Nghiên cứu Cao su Việt Nam, ** Viện Môi trường và Tài nguyên – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 10 tháng 6 năm 2002, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 27 tháng 6 năm 2002)

TÓM TẮT: *Một mô hình thử nghiệm bể phân huỷ kỵ khí ở quy mô 5 m^3/ngày đã được thiết lập và vận hành trong hai năm để xử lý nước thải ngành chế biến cao su có các hàm lượng COD và BOD tương ứng khoảng 9500mg/L và 6500 mg/L. Xơ dừa thô được sử dụng làm giá thể cho vi sinh vật kết bám trong bể. Kết quả cho thấy với thời gian lưu nước 2 ngày, mô hình này có thể loại 90% COD và 90% BOD ra khỏi nước thải nói trên.*

Giới thiệu

Một trong những biện pháp then chốt trong việc nâng cao hiệu suất xử lý nước thải bằng công nghệ sinh học là nâng cao mật độ vi sinh vật trong hệ thống. Xử lý nước thải bằng quá trình sinh trưởng lơ lửng có một điểm bất lợi là khó duy trì được mật độ vi sinh vật cao. Điều này có nguyên nhân là khi nước thải đã qua xử lý được đưa ra ngoài bể, nó mang theo một lượng đáng kể vi sinh vật. Sinh trưởng kết bám khắc phục được điều này, do phần lớn vi sinh vật bám vào giá thể nên không bị cuốn trôi đi.

Những vật liệu được sử dụng làm giá thể thường là các vật liệu trơ như cát sỏi, gốm, xỉ quặng, hoặc chất dẻo [5]. Tuy nhiên, các vật liệu hiện được dùng phổ biến để làm giá thể thường có ít nhất một trong bốn điểm yếu là (i) đắt tiền, (ii) trọng lượng lớn, (iii) chiếm chỗ và (iv) dễ gây tắc nghẽn dòng chảy của nước thải qua bể xử lý. Vật liệu chất dẻo thường đòi hỏi đầu tư từ 75 đến 200 USD cho mỗi mét khối thể tích bể xử lý [8]. Tỷ số diện tích bề mặt/thể tích công tác của hầu hết vật liệu thường ở mức 100 m^2/m^3, và thể tích chiếm chỗ của chúng thường cao hơn 5% thể tích công tác của bể xử lý, có thể đến 20% đối với một số loại giá thể thuộc loại bố trí ngẫu nhiên như cát, sỏi, xỉ quặng [9]. Trong vận hành thực tế ở quy mô công nghiệp, nhiều trường hợp tắc nghẽn hoặc ngắn mạch dòng chảy đã được ghi nhận ở các bể xử lý sử dụng các loại giá thể bố trí ngẫu nhiên.

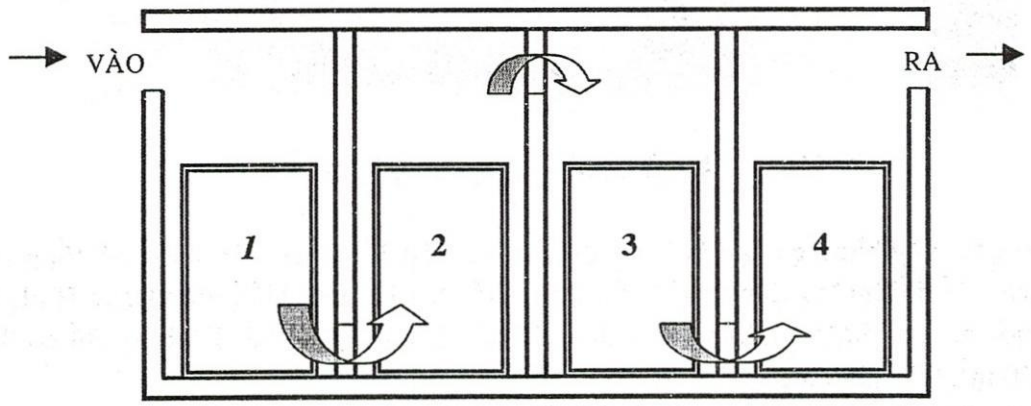
Nhằm tìm kiếm một loại vật liệu làm giá thể có thể khắc phục được các điểm yếu đã nêu trên, xơ dừa đã bắt đầu được nghiên cứu từ năm 1996 [7]. Các miếng đệm xơ dừa phủ cao su (rubberized coir) dưới dạng các khối chữ nhật kích thước nhỏ đã được lắp đặt phân bố đều bên trong một bể xử lý kỵ khí ở quy mô thử nghiệm [6]. Với nước thải ngành chế biến cao su, bể này cho hiệu suất xử lý chất ô nhiễm hữu cơ khoảng 90% (hàm lượng COD và BOD trung bình ban đầu tương ứng khoảng 10000 mg/L và 4500 mg/L, thời gian lưu nước 2 ngày).

Báo cáo này trình bày một nghiên cứu tiếp theo về ứng dụng của xơ dừa trong xử lý nước thải, nhằm phát triển một loại thiết bị xử lý đơn giản và rẻ tiền. Để làm tăng độ rỗng (porosity) nhằm tránh ngắn mạch cục bộ dòng chảy, cũng như để tạo sự tiếp xúc nhiều hơn giữa chất ô nhiễm hữu cơ với vi sinh vật, xơ dừa được thử nghiệm dưới một dạng đơn giản hơn. Các sợi xơ dừa được kết thành chuỗi dạng bàn chải hình trụ tiết diện tròn, và không phủ cao su.

Vật liệu và phương pháp

Một mô hình bể phân huỷ kỵ khí đã được thiết lập theo sơ đồ nguyên lý như trình bày trong Hình 1.

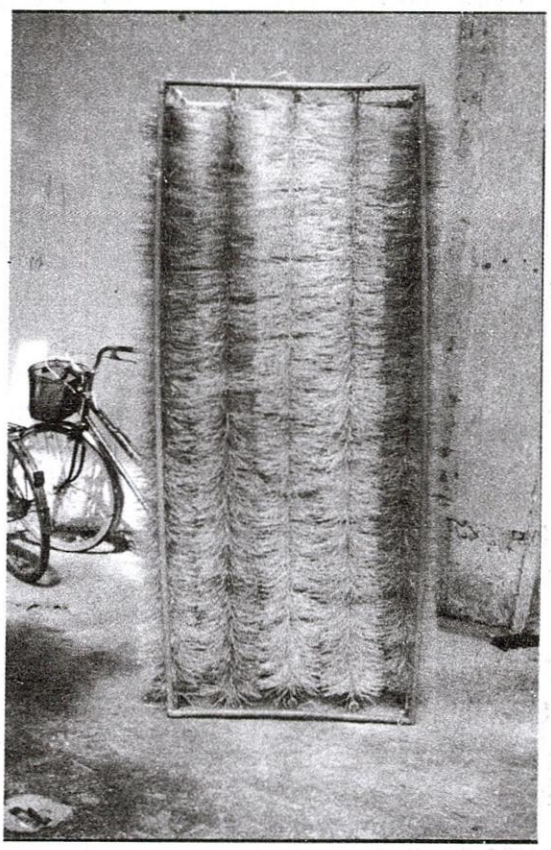
Các khối xơ dừa gồm bởi các chuỗi dạng bàn chải tiết diện tròn, có đường kính 20 cm và dài 200 cm. Những chuỗi này được tạo ra bằng cách kết các sợi xơ dừa (đã được chải sạch phần mềm, luộc trong nước sôi, xả sạch, và phơi khô) lại bằng dây nhựa PP có đường kính 3 mm. Cũng bằng các sợi dây nhựa PP này, các chuỗi xơ dừa được cột chặt, khít, và song song với nhau trên một khung hình khối chữ nhật, được tạo ra bằng cách lắp ghép các ống nhựa PVC ∅ 21 mm (Hình 2).



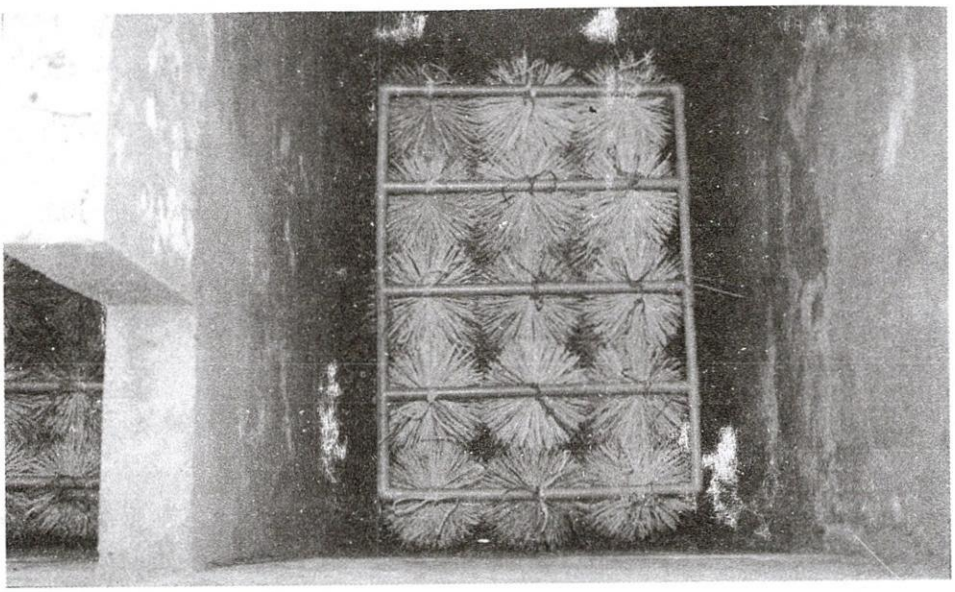
(mặt cắt đứng)

Chú thích: -1, 2, 3, 4 : Các khối xơ dừa.
-Các mũi tên biểu thị chiều của dòng nước thải qua bể.

Hình 1. Sơ đồ nguyên lý bể phân huỷ kỵ khí dùng xơ dừa



Hình 2. Khối xơ dừa



Hình 3. Khối xơ dừa trong lòng bể kỵ khí

Bể được xây bằng gạch, dài 3 m, rộng 1,2 m, sâu 3,5 m, có nắp bằng bê-tông và chia thành 4 ngăn để đổi hướng dòng chảy của nước thải qua bể như biểu diễn trong Hình 1. Các khối xơ dừa cao 2 m được cột bằng dây nhựa PP để cố định ở đáy bể (Hình 3). Bể có thể tích công tác 10 m^3, thời gian lưu nước 2 ngày.

Nước thải từ một xưởng chế biến cao su tờ (có COD ~ 9500 mg/L, BOD ~ 6500 mg/L, TKN ~ 300 mg/L, NH_3-N ~ 120 mg/L, TSS ~ 450 mg/L, và pH ~ 5) được đưa vào bể thông qua một bể điều hoà lưu lượng (thời gian lưu nước 1 ngày) và một bể gạn (thời gian lưu nước 1 ngày) để loại những hạt cao su trong nước thải chưa xử lý. Sau một giai đoạn khởi động khoảng 2 tháng, mô hình này đã được đưa vào vận hành thường xuyên theo chế độ liên tục từ tháng 9/1999.

Kiểm nghiệm chất lượng nước thải đã được thực hiện trên 54 mẫu nước thải được thu thập hằng tuần, chia thành 3 đợt. Đợt lấy mẫu thứ nhất kéo dài từ 23/11/1999 đến 26/1/2000. Đợt lấy mẫu thứ hai kéo dài từ 4/10/2000 đến 16/1/2001. Đợt lấy mẫu thứ ba kéo dài từ 2/5/2001 đến 26/12/2001. Các vị trí lấy mẫu là trước bể điều hoà (trước xử lý) và sau bể phân huỷ kỵ khí (sau xử lý). Các chỉ tiêu phân tích chất lượng nước thải là pH, Nhu cầu Ôxy Hoá học (COD), Nhu cầu Ôxy Hoá sinh (BOD), Chất rắn Lơ lửng Tổng số (TSS), Nitơ Kjeldahl Tổng số (TKN), và Nitơ dạng Amôni (NH_3 – N). Các phương pháp lấy mẫu, bảo quản mẫu, và phân tích tiến hành theo APHA [1]. Các phân tích thống kê gồm có trị trung bình ($\bar{x}$), độ lệch chuẩn (δ) và hệ số biến thiên (CV%).

Kết quả và thảo luận

Hiệu quả xử lý nước thải

Hiệu suất xử lý đối với chất ô nhiễm hữu cơ cao đáng kể, đạt khoảng 90% đối với cả COD và BOD (Bảng 1). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước [6]. Như đã được dự kiến, hiệu suất xử lý đối với tổng nitơ là thấp (30%), trong khi hiệu suất đó là âm đối với nitơ dạng ammonia, đây vốn là một đặc điểm của quá trình khoáng hóa kỵ khí. Trong khi không có quá trình lắng theo sau xử lý kỵ khí, tổng chất rắn lơ lửng vẫn thấp (96 mg/L) ở đầu ra cho thấy hiện tượng cuốn trôi vi sinh vật ra khỏi bể xử lý là không đáng kể.

Mặc dù không sử dụng hóa chất trung hòa trước bể kỵ khí, pH vẫn đạt trung hòa sau xử lý với thời gian lưu nước khá ngắn. Đây là bằng chứng của quá trình phân huỷ kỵ khí tốt, cho thấy sự phát triển tốt của vi sinh vật, và là một thuận lợi cho những quá trình xử lý kế tiếp.

Bảng 1. Hiệu quả xử lý nước thải của bể phân huỷ kỵ khí dùng xơ dừa

Chỉ tiêu	Trước xử lý			Sau xử lý			Hiệu suất xử lý
	$\bar{x}$	δ	CV%	$\bar{x}$	δ	CV%	
PH	5.15	0,83	16,09	7.05	0,52	7,43	-
COD	9685	5164,09	53,32	897	1078,49	120,21	90,74
BOD	6424	3255,38	50,67	524	501,18	95,49	91,83
TKN	300	163,02	54,35	207	91,17	43,90	30,77
$NH_3 - N$	128	124,75	97,67	170	94,14	55,13	-
TSS	442	441,91	81,44	96	97,52	101,25	78,21

Chú thích: -Đơn vị tính của các chỉ tiêu, không kể pH, là mg/L;
-Số lượng mẫu n = 54.

Tính chất công nghệ của xơ dừa dùng trong bể phân huỷ kỵ khí

Cấu tạo từ các sợi xơ dừa dài 20 cm, tiết diện gần tròn, có đường kính 0,5 –0,7 mm, các khối xơ dừa được sử dụng có thể tích chiếm chỗ, theo tính toán, trong khoảng 3-5% với một tỷ số diện tích bề mặt/thể tích công tác ở khoảng 150 m^2/m^3. Điều này cho phép sử dụng một khối lượng vật liệu nhỏ hơn để cung cấp một diện tích bề mặt kết bám lớn hơn, so với các vật liệu thông thường. Sau hơn một năm vận hành, quan sát cho thấy bể kỵ khí dùng xơ dừa không có hiện tượng tắc nghẽn hoặc ngắn mạch dòng chảy nước thải.

Thành phần chính của xơ trong thân, lá, vỏ các cây họ Dừa (Palmae) là cellulose (khoảng 80%) và lignin (khoảng 18%) [4]. Cellulose được coi là một trong những polysaccharides khó bị phân huỷ nhất bởi vi sinh vật, do khối lượng phân tử rất lớn, cấu trúc chuỗi phân tử và tính không tan của nó. Số loài vi sinh vật phân huỷ được cellulose không nhiều. Trong số các vi khuẩn kỵ khí, chỉ một số loài thuộc chủng *Clostridium* là có khả năng phân huỷ được cellulose [3]. Năm loài *Clostridium* điển hình cho khả năng phân hủy cellulose là *C. spumarum, C. werneri, C. cellulosolvens, C. dissolvens,* và *C. omelianskii* đã không được tìm thấy trong môi trường nước thải [2]. Vì vậy, tuy xơ dừa đến lượt nó cũng sẽ bị phân huỷ, sau hơn 2 năm vận hành bể kỵ khí dùng xơ dừa, quan sát cho thấy chưa có hiện tượng xơ dừa bị phân hủy. Tuổi thọ của xơ dừa làm việc trong bể kỵ khí có thể ước tính là khoảng 5 năm.

Kết luận và kiến nghị

Kết quả thực nghiệm đã khẳng định khả năng và hiệu quả sử dụng xơ dừa ở dạng thô trong bể xử lý kỵ khí để xử lý nước thải ngành chế biến cao su. Khả năng và hiệu quả này cũng có thể được vận dụng trong xử lý các loại nước thải khác chứa chất ô nhiễm hữu cơ cao. Xơ dừa là một vật liệu rẻ tiền, thân thiện với môi trường, và sẵn có ở nhiều vùng trong nước ta. Tuy tuổi thọ của xơ dừa, với tính chất là một vật liệu, vẫn còn là vấn đề phải xem xét, sử dụng xơ dừa làm giá thể cho vi sinh vật có thể được coi như một hướng phát triển các công nghệ xử lý nước thải đơn giản và rẻ tiền.

THE APPLICATION OF RAW COCONUT FIBRE IN THE ANAEROBIC TREATMENT OF WASTE WATER

Nguyen Ngoc Bich, Lam Minh Triet

ABSTRACT: A pilot-scale Anaerobic Digestion Tank of 5 m^3/day flow rate had been set up and operated for two years to treat rubber waste water having COD and BOD concentrations of about 9500 mg/L and 6500 mg/L, respectively. Raw coconut fibre was used as a medium for attached microorganisms in the tank. The results showed that using a hydraulic retention time of 2 days, this model could remove about 90% COD and 90% BOD from the above wastewater.

Keywords: *Coconut fibre, anaerobic tank, rubber waste water.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] American Public Health Association (APHA) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. APHA, Washington, D.C. (1992).

[2] Buchanan, R.E., and Gibbons, N.E. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams & Wilkins, Baltimore, Md. (1974).

[3] Gaudy, A.F., Jr. and Gaudy, E.T. *Microbiology for Environmental Scientists and Engineers*. McGraw-Hill, New York (1981).

[4] Husin, M., Zakaria, Z.Z. and Hassan, A.H. Workshop Proceedings of the Palm Oil Research Institute of Malaysia, 11, 7-18 (1987).

[5] Metcalf & Eddy Inc. *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse* (Tchobanoglous, G. and F. Burton ed.). McGraw-Hill, New York (1991).

[6] Seneviratne, W.M.G. Report presented at the International Rubber Research and Development Board's Workshop on Effluent Treatment, Alawatta, Sri Lanka (1999).

[7] Warnakula, T., Bliss, P., Thialakaratne. L.M.K., Ashbolt, N. and Kudaligama, S. A New Medium for Biological Waste Water Treatment. Report Presented at the International Rubber Research and Development Board Conference, Colombo, Sri Lanka (1996).

[8] Young, J.C. and Yang, B.S. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 61(9), 1576-1587 (1989).

[9] Young, J.C. and Dahab, M.F. *Water Science and Technology*, 15, 369-383 (1983).