

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI LỢN BẰNG THÁP UASB VÀ MÁNG THỰC VẬT THỦY SINH

ĐẶNG XUYẾN NHU, PHẠM HƯƠNG SON,
NGUYỄN PHÚ CƯỜNG, NGUYỄN THỊ LAN,
DUYNG HỒNG DINH

Viện Ứng dụng Công nghệ

Trong những năm qua, mô hình kinh tế trang trại hộ gia đình ở nước ta đang có xu thế phát triển mạnh. Trong đó phải kể đến ngành chăn nuôi, với tổng giá trị sản phẩm chăn nuôi luôn chiếm tỷ trọng 22-25% tổng giá trị toàn ngành. Tính đến năm 1997, cả nước đã có 17,6 triệu con lợn, 121 triệu con gà, 3,8 triệu con bò, gần 3 triệu con trâu... [10]. Cùng với sự phát triển đó là lượng chất thải chăn nuôi ngày càng tăng và hầu hết chúng đều được các hộ nông dân xả trực tiếp xuống các ao, hồ dùng làm thức ăn trực tiếp cho cá. Quá trình phân giải các hợp chất protein trong phân lợn, nhất là trong điều kiện yếm khí, sản sinh ra những mùi hôi thối và lõi cuốn các loại ruồi nhặng đến tập trung, làm mất vệ sinh nghiêm trọng. Không những thế, chất thải chăn nuôi lợn có chứa một hàm lượng cao các chất hữu cơ dễ phân huỷ sinh học và chứa nhiều vi sinh vật gây bệnh ngấm xuống mạch nước ngầm, gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới vệ sinh môi trường, gieo rắc mầm bệnh không những cho nông dân mà còn cho cả những người sử dụng sản phẩm của họ. Hiện nay, xảy ra tình trạng chất thải chăn nuôi ngày một tăng mà hầu như chưa có biện pháp thích hợp để xử lý. Đây là một vấn đề đáng lo ngại cho tình trạng vệ sinh môi trường ở nông thôn hiện nay, một nơi mà vấn đề chống ô nhiễm môi trường chưa được quan tâm đầy đủ.

Đặc tính của chất thải chăn nuôi lợn phụ thuộc vào giống lợn, thức ăn, tuổi lợn và thời tiết. Sau đây là một vài thông số đặc trưng cho chất thải chăn nuôi lợn (tính trung bình): COD 27.515 mg/l, BOD 9.171 mg/l, TSS 22.013 mg/l, pH 7,5, TKN 1.836 mg/l, tổng P 481 mg/l [5]. Kết quả điều tra của Trần Thị Dân và cs. (2003) cho thấy chất thải chăn nuôi lợn tại nhiều vùng ở miền Nam Việt Nam có các chỉ tiêu: COD,

coliforms, *E.coli* vượt quá TCVN 5945:1995 nhiều lần. Ví dụ chỉ tiêu COD dao động từ 4373 mg/l -12852 mg/l vào mùa khô và từ 827 mg/l-32750 mg/l vào mùa mưa [11].

Việc giải quyết ô nhiễm môi trường nói chung và ô nhiễm do nước thải chăn nuôi lợn đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu [1, 4, 5, 13] và đã đưa ra được một số giải pháp xử lý: lên men kỵ khí tạo biogas, sử dụng bùn hoạt tính, hoá chất,... [3, 12]. Vấn đề đặt ra là phải tìm ra một phương pháp hoặc kết hợp vài phương pháp hữu hiệu, rẻ tiền, dễ vận hành, không tiêu tốn nhiều năng lượng để có thể ứng dụng được trong điều kiện nông thôn Việt Nam. Một trong những giải pháp đáp ứng được các yêu cầu trên là nghiên cứu kết hợp sử dụng thiết bị xử lý kỵ khí UASB với hệ thực vật thủy sinh để loại bỏ các chất ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi lợn. Với hệ thống xử lý kỵ khí UASB, có thể loại bỏ được khá nhiều các chất hữu cơ có trong nước thải; đối với lượng chất dinh dưỡng còn lại, có thể tận dụng các loài thực vật thủy sinh sẵn có trong tự nhiên ở các ao hồ để xử lý trong giai đoạn tiếp theo. Phương pháp này đã được nghiên cứu và sử dụng ở nhiều nước có khí hậu ẩm áp và đạt hiệu quả xử lý cao như ở Trung Quốc, Ấn Độ,....

I - PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

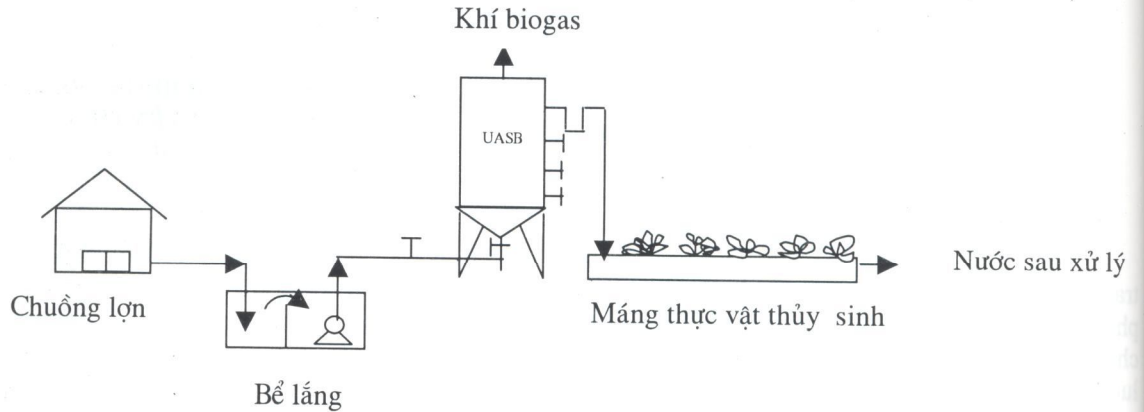
- Nước thải chăn nuôi lợn trong thí nghiệm của chúng tôi là nước thải tổng hợp bao gồm: nước rửa chuồng trại, nước tiểu của lợn, nước phân của vật nuôi.
- Độ pH được đo bằng máy pH meter EC của hãng HACH, Mỹ [2].
- Hàm lượng TSS, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$ được

xác định bằng máy quang phổ DRELL-HACH, Mỹ [2].

- COD, coliform được xác định bằng các thiết bị của HACH, Mỹ [2].

- Hàm lượng kim loại nặng được đo bằng máy quang phổ hấp thụ nguyên tử Perkin Elmer 300, Mỹ.

- Sơ đồ thí nghiệm được bố trí như sau:



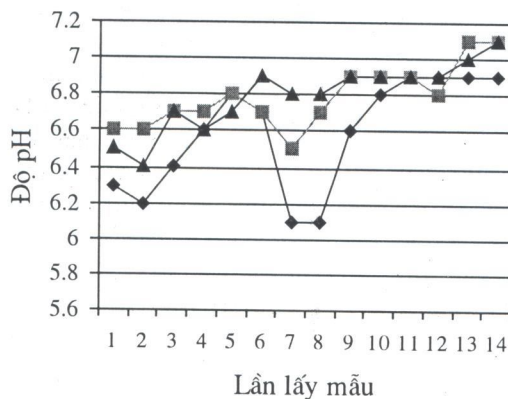
Mô hình tháp UASB có đường kính 0,6 m, chiều cao của phần trụ đứng 1,9m. Nước thải được bơm đều đặn từ bể gom vào tháp theo chu kỳ bơm 15 phút nghỉ 30 phút nhờ bộ điều khiển tự động. Lượng nước qua tháp được duy trì 500-70 0L/ngày đêm. Thời gian lưu nước (HRT-Hydraulic retention time) khoảng 8-14 giờ.

Máng thực vật thủy sinh được đào chìm dưới đất, lót tấm nhựa PE ở đáy. Máng có kích thước: 5m x 0,6mx0,45 m. Bèo tây được thả làm thực vật thủy sinh.

II - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

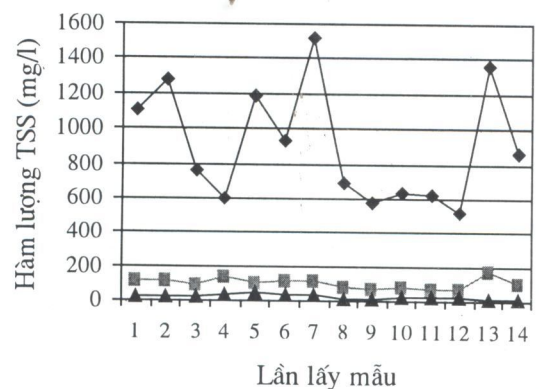
Chúng tôi đã xây dựng mô hình xử lý nước thải chăn nuôi lợn kết hợp tháp UASB và máng trồng bèo tây tại hộ nông dân làm trang trại ở xã Cổ Nhuế với số đầu lợn 60-100 con.

Sau 3 tháng chạy khởi động, khi tháp UASB hoạt động đã tương đối ổn định, chúng tôi đưa máng trồng bèo tây vào hoạt động để xử lý thứ cấp trong 8 tuần (từ 7/5/2001 đến 29/6/2001). Các mẫu phân tích được lấy 2 lần/tuần.



—◆— Nước vào —■— Nước sau khi xử lý bằng tháp UASB
—▲— Nước sau khi xử lý bằng máng trồng bèo tây

Hình 1. Sự thay đổi của độ pH trước và sau khi xử lý bằng tháp UASB và máng trồng bèo tây



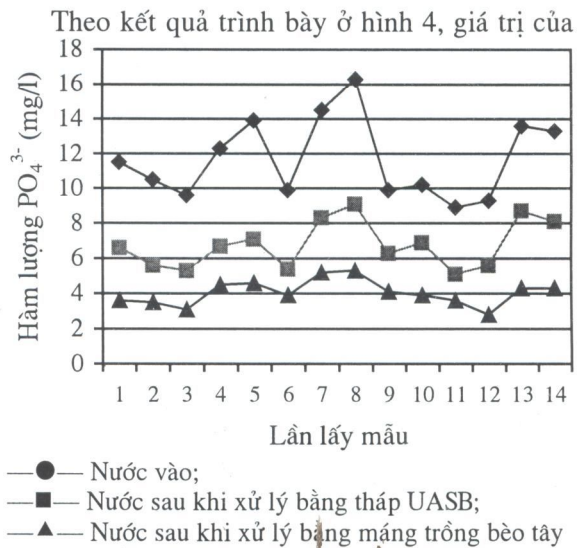
Hình 2. Sự thay đổi của hàm lượng TSS trước và sau khi xử lý bằng tháp UASB và máng trồng bèo tây

Kết quả cho thấy sự diễn biến của độ pH cũng như hàm lượng TSS của nước sau khi xử lý bằng mô hình đạt kết quả tốt. Mặc dù độ pH của nước vào khá thay đổi nhưng nước sau khi xử lý bằng tháp UASB và máng bèo tây, có độ pH ổn định và vào khoảng gần trung tính. Đặc biệt, nước sau khi chảy qua máng bèo tây có độ pH ổn định tốt và đạt 6,8 - 6,9. Không phát hiện thấy sự thay đổi đột ngột của độ pH trong suốt thời gian theo dõi.

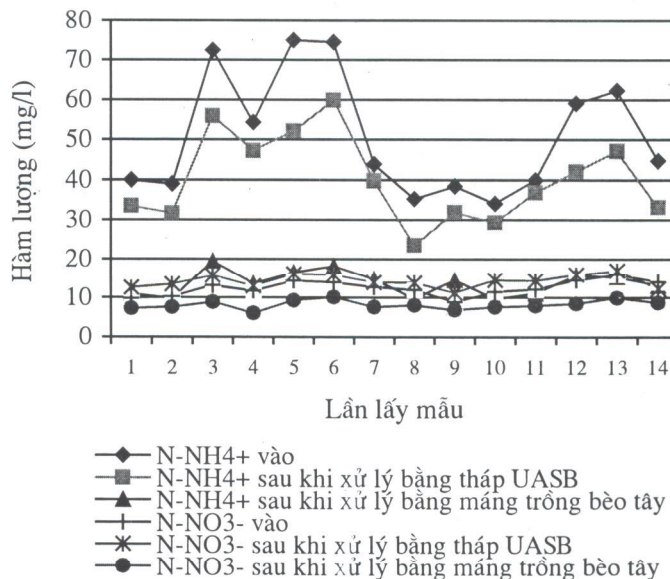
Hàm lượng TSS trong nước thải chăn nuôi lợn khá cao. Vì lý do đó, việc xây dựng bể lắng trước khi xử lý là rất cần thiết. Hàm lượng TSS của nước vào thay đổi rất thất thường, từ 500-1300 mg/l; sau khi qua tháp UASB, hàm lượng TSS còn từ 64-170 mg/l, tương đương với hiệu quả xử lý >80% và hiệu quả loại bỏ TSS của toàn hệ thống đạt khoảng trên dưới 90% và đạt TCVN 5942-1995 loại B quy định cho chất lượng nước mặt. Điều này cho thấy khả năng loại bỏ TSS của hệ thống rất ổn định.

Tương tự như TSS, khả năng loại bỏ COD của tháp UASB đạt rất cao, khoảng 70-80%. Giá trị COD của nước sau khi xử lý bằng tháp UASB nằm trong khoảng 240-540 mg/l và sau khi qua máng trồng bèo tây là 36-100 mg/l, cho dù COD của nước đầu vào có ngày lên tới 3260mg/l. Xem xét giá trị TSS và COD của nước sau khi xử lý bằng máng trồng bèo tây, ta có thể thấy ngay hiệu quả làm sạch thứ cấp của máng thực

vật thủy sinh. Trong tuần đầu phân tích, tuy TSS giảm mạnh nhưng COD của nước sau khi xử lý bằng thực vật thủy sinh vẫn cao, khoảng 150 mg/l. Sang tuần thứ hai phân tích thì đã thấy COD giảm rõ rệt. Điều đó chứng tỏ khi cây bèo ổn định thì khả năng loại bỏ chất dinh dưỡng tăng lên. Hầu hết các giá trị phân tích của COD và TSS của nước sau khi qua máng bèo tây đều đạt tiêu chuẩn cho phép trong suốt đợt thí nghiệm.



Hình 3. Sự thay đổi của hàm lượng COD trước và sau khi xử lý bằng tháp UASB và máng trồng bèo tây

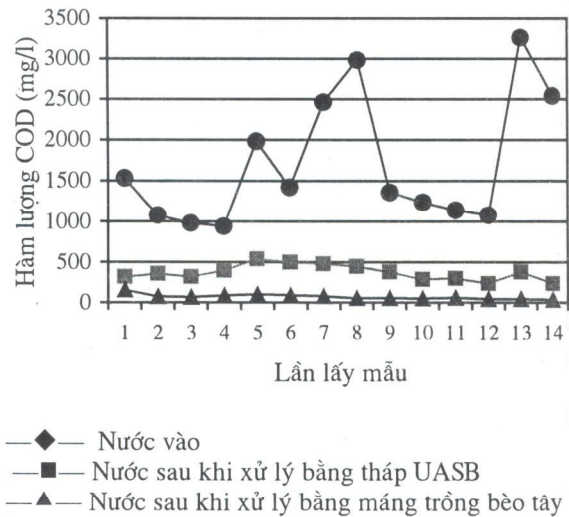


Hình 4. Sự thay đổi của hàm lượng N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ trước và sau khi xử lý bằng tháp UASB và máng trồng bèo tây

các chỉ tiêu $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$ đều giảm trong dòng ra từ tháp UASB cũng như tại máng bèo tây. Hàm lượng $N-NH_4^+$ trong nước sau khi xử lý bằng hệ thống UASB kết hợp máng trồng bèo tây giảm từ 3 đến 4 lần (khoảng 70%) so với trước khi xử lý. Hàm lượng $N-NO_3^-$ diễn biến ổn định và đạt tiêu chuẩn TCVN 5942-1995, loại B quy định cho chất lượng nước mặt. Với việc đưa máng bèo tây như là một bước xử lý thứ cấp, đã làm cho chất lượng của nước sau khi xử lý cải thiện đáng kể do việc giảm hàm lượng nitơ. Điều này vô cùng quan trọng vì nó giải quyết được một trong những nguyên nhân chính gây nên hiện tượng phú dưỡng của thủy vực.

Kết quả ở hình 5 cho thấy khả năng loại bỏ PO_4^{3-} của tháp UASB chưa cao. Tuy nhiên với việc xử lý kết hợp với máng trồng bèo tây thì hàm lượng PO_4^{3-} của nước sau khi xử lý đã giảm tới 3 lần. Điều này cũng chứng tỏ khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng của bèo tây rất mạnh. Với diện tích bề mặt của máng trồng bèo tây chỉ là 3 m², trong khi lưu lượng nước qua máng là 700L/ngày đêm, tương đương với 230L/m²/ngày đêm, hàm lượng PO_4^{3-} đã giảm đáng kể trong

nước sau khi xử lý. Chỉ số coliform tổng số của nước sau khi xử lý giảm 1000 lần và đạt tiêu chuẩn TCVN 5942-1995 xả thải vào các thủy vực dùng cho mục đích trồng trọt, nuôi trồng thủy sản.



Hình 5. Sự thay đổi của hàm lượng PO_4^{3-} trước và sau khi xử lý

Bảng 1

Khả năng loại bỏ coliform của tháp UASB và máng thực vật thủy sinh

Số lần lấy mẫu	Số lượng		
	Nước vào (CFU x 10 ³ /100ml)	Nước ra sau khi xử lý bằng tháp UASB (CFU x 10 ² /100ml)	Nước ra sau khi xử lý bằng máng trồng bèo tây (CFU/100ml)
1	51	27	43
2	43	41	61
3	71	55	59
4	66	49	49
5	47	23	32
6	59	61	35
7	78	35	78
8	39	34	61
9	46	37	62
10	55	29	52
11	69	51	47
12	73	46	83
13	58	23	69
14	71	66	75

Chúng tôi đã tiến hành phân tích thành phần kim loại, hàm lượng chất khô của bùn dư tạo ra

trong tháp UASB để xác định tính chất của bùn và so sánh với TCVN về giá trị giới hạn của kim

loại trong đất nông nghiệp, nhằm có phương án xử lý sau này. Thành phần chất khô của mẫu bùn thu được là 3,4%. So sánh với kết quả của các tác giả khác đã công bố thì mẫu bùn có thành phần chất khô ở mức khá cao. Điều đó chứng tỏ khả năng lắng cũng như độ bền vững của lớp đệm bùn trong tháp UASB.

Kết quả phân tích thành phần kim loại của

bùn trong tháp UASB được trình bày trong bảng 2. Bảng 2 cho thấy tất cả các kim loại được phân tích đều có nồng độ thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn về dư lượng kim loại có trong đất dùng trong nông nghiệp. Kết quả này chứng tỏ bùn dư sinh ra trong tháp UASB xử lý nước thải chăn nuôi lợn là bùn không độc hại và có thể sử dụng làm phân bón cho cây trồng, như cây lương thực hoặc rau quả.

Bảng 2

Thành phần kim loại nặng trong bùn của tháp UASB

Tên nguyên tố	Hàm lượng trong bùn ($\mu\text{g/g}$ khô)	TCVN 7209-2002 (mg/kg đất khô)
Cadimi	0,01	2
Chì	0,30	70
Asen	0,00	12
Đồng	2,40	50
Kẽm	16,62	200
Mangan	7,57	-
Crôm tổng số	0,46	-

III. KẾT LUẬN

1. Hàm lượng các chất rắn trong nước thải chăn nuôi lợn rất cao vì vậy nhất thiết phải có bể lắng để loại bỏ cặn trước khi xử lý.

2. Hệ thống tháp UASB sau khi ổn định có thể chịu được tải lượng hữu cơ lớn ($\text{COD} \approx 3000 \text{ mg/l}$) mà vẫn hoạt động ổn định.

3. Nước thải chăn nuôi lợn sau khi xử lý bằng tháp kỵ khí UASB và máng trồng bèo tây có: độ pH 6,8 -7,1, COD giảm 80%, TSS < 80 mg/l, N-NH_4^+ giảm 70%, N-NO_3^- < 15 mg/l, PO_4^{3-} giảm 58-65%, coliform tổng số < 10^4 TB/ml.

4. Lượng bùn dư tạo ra trong tháp không đáng kể khoảng 80 lít. Hàm lượng kim loại nặng tích tụ trong bùn của tháp UASB khi xử lý nước thải chăn nuôi là không đáng kể và lượng bùn dư này có thể sử dụng để làm phân bón cho cây trồng.

5. Mô hình xử lý bao gồm tháp UASB có kết cấu gọn nhẹ và có thể chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau như thép, nhựa, xây gạch hoặc bê tông. Máng thực vật thủy sinh có thể đào trực tiếp xuống đất hoặc tận dụng các mương rãnh hoặc làm bằng gỗ, nhựa, thép. Mô

hình được vận hành đơn giản nên chi phí vận hành thấp. Chi phí điện năng cho mô hình rất thấp so với việc dùng bể hiếu khí (aerotank) do không phải sục khí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Council of Agriculture Taipei, 1995: Animal Pollution Control.
2. American Public Health Association, 1989: Standard method for the examination of water and wastewater. 17th ed. Washington, DC.
3. Bilitewski B., Hardtle G., Marek K., 1994: Waste Management. Spinger.
4. Đặng Xuyên Như và cs., 1999: Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu sử dụng tảo và các vi sinh vật khác để xử lý nước bị ô nhiễm (nước thải sinh hoạt- chăn nuôi và nước bị ô nhiễm dầu)". Viện Nghiên cứu ứng dụng công nghệ.
5. Estrada V. E. E., Hernandez D. E. A., 2002: Water Science and Technology, 45 (1): 55-60.
6. Georgacaleis D., Mavrogianno Poulos G., Assima Kopoulos J., 1998: Use of

- anaerobically treated swine waste effluents to fertilize corn plants. Agricultural University of Athens. Greece.
7. **Kalyuzhny S., Fedozovich V.**, 2000: Anaerobic treatment of liquid fraction of poultry manure in UASB reactor. Moscow University. Russia.
 8. **Lettinga G. et al.**, 1980: *Biotech. Bioengr*, 22 (4): 699-734.
 9. **Lê Văn Nhung**, 1996: Nghiên cứu công nghệ sử dụng vi sinh vật để xử lý rác thải và nước thải bảo vệ môi trường, để sản xuất phân bón và để khai thác kim loại quý. Báo cáo đề tài cấp nhà nước.
 10. **Nguyễn Đăng Vang**, 1998: Tạp chí Nông nghiệp-Công nghiệp thực phẩm, 11: 474-475.
 11. **Tran Thi Dan et al.**, 2003: Project report: Area-wide integration (AWI) of specialized crop and livestock activities in Vietnam. Nong Lam University. Ho Chi Minh City. Vietnam.
 12. **Verstraete I. W.**, 1998: Biotechnological processes in environmental technology. Laboratory Microbial Ecology. Faculty of Agricultural and Applied biological sciences. University of Ghent. Belgium.
 13. **Yue-Gen Yan, Joo Hwa Tay**, 1996: *Journal of Environmental Engineering*: 550-533.

TREATMENT OF PIGGERY WASTEWATER IN UASB REACTOR AND WATER-HYACINTH POND

DANG XUYEN NHU, PHAM HUONG SON, NGUYEN PHU CUONG,
NGUYEN THI LAN, DUONG HONG DINH

SUMMARY

The increase of animal products in Vietnam in recent years has resulted in environment pollution. In the countries, the piggery wastewater still discharges directly into lakes and ponds. The piggery wastewater has high effluent loads and contains high protein content. In this study, we present the characteristics, the design and the construction of a pilot system for a family farm located in Hanoi area. The design includes a solid sedimentation phase, an upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor and a water-hyacinth (*Eichornia crassipes*) pond. This system should be preferably applicable on a pilot scale at reasonable costs. After the removal of suspended solids by the simple gravity settling, the piggery wastewater was used as a feed. The system reached the steady state after 3 months and the organic, bacterial kinetic constants were determined for the effluent. The results indicated that the effluent from the system reached the vietnamese standards for the surface water quality standard (TCVN 5942-1995): pH 6.8-7.1; TSS < 80 mg/l; N-NO₃⁻ < 15 mg/l; coliform < 10.000 TB/100 ml. Besides, the parameters COD, N-NH₄⁺ decreased 80% and 70%, respectively. The heavy metals agglomerated in the sludge of the UASB reactor with a negligible quantity and this sludge can be used to make fertilizer.

Ngày nhận bài: 27-2-2004