

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN BẰNG BỂ SINH HỌC TIẾP XÚC HIẾU KHÍ

TÓM TẮT

Hệ thống xử lý nước thải của Bệnh viện đa khoa Đồng Tháp có công suất 250 m³/ngày với bể sinh học hiếu khí *Aerotank* được cải tạo thành bể sinh học tiếp xúc hiếu khí *Activated Sludge combined with Biological Contactor- ASBC* do không có khả năng xử lý nước thải đạt tiêu chuẩn, đặc biệt là các chỉ tiêu tổng Nitơ. Sau khi được cải tạo, HTXL với bể ASBC thể hiện hiệu quả xử lý cao hơn hẳn: 87,8% đối với COD, 71,2% đối với tổng N, 83,6% đối với tổng P, 99,98% đối với Coliforms. Nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn cho phép loại A, TCVN 5945:2005.

Từ khóa: Nước thải bệnh viện, Bể sinh học hiếu khí, Bể sinh học tiếp xúc hiếu khí, Nitơ

1. GIỚI THIỆU

Trung bình, mỗi ngày, các bệnh viện thải ra 750 l nước thải tính trên một giường. Nước thải bệnh viện có đầu ra gồm các vi sinh vật gây bệnh, các loại thuốc, các nguyên tố phóng xạ, và các hóa chất độc hại khác. Các chất ô nhiễm phát sinh từ bệnh viện chủ yếu là các hóa chất chữa trị ung thư, chất kháng sinh, các hợp chất halogen, ... và phần lớn đi thẳng vào hệ thống xử lý nước thải của bệnh viện (HTXL NTB). Cùng với các chất ô nhiễm này, vi sinh vật gây bệnh trong NTB gây ra ô nhiễm nặng nề cho môi trường tự nhiên, đặc biệt là cho các loài sinh vật và nguồn tiếp nhận. Do đó, việc nghiên cứu và áp dụng các phương pháp xử lý nước thải bệnh viện một cách hiệu quả, bảo đảm tiêu chuẩn trước khi thải ra môi trường là vấn đề đang được quan tâm [3].

Thông thường, quá trình xử lý sinh học bậc 2 cùng với quá trình xử lý bùn kỵ khí thường được sử dụng để xử lý NTB. Tuy nhiên, trong các khoảng thời gian hàm lượng vi sinh vật trong nước thải tăng cao (thường là thời kỳ có khí hậu nóng như mùa hè), nước đầu ra cần phải được khử trùng bằng các chất khử trùng thích hợp như ClO₂. Đối với các bệnh viện thải nước ra nguồn tiếp nhận ven biển gần vùng nuôi động vật nhuyễn thể, việc khử trùng nước thải trước khi xả ra nguồn tiếp nhận là yêu cầu bắt buộc [4].

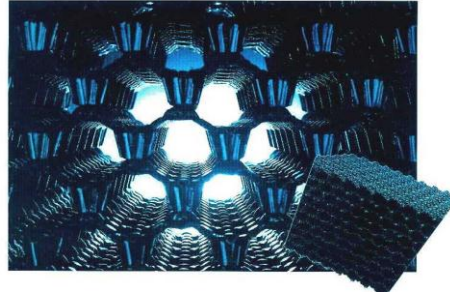
Các yếu tố thường ảnh hưởng đến quyết định thiết kế HTXL NTB là: yêu cầu diện tích đất, chi phí xây dựng, chi phí vận hành thiết bị và bảo dưỡng máy móc. Theo Kumar và cộng sự, các quá trình bùn lơ lửng hoạt tính truyền thống đã được sử dụng thành công và rộng rãi để xử lý nước thải sinh hoạt không phải luôn luôn thích hợp với việc xử lý NTB [4]. Trong phạm vi hoạt động của Công ty Công nghệ xanh trong lĩnh vực xử lý nước thải, điều này được kiểm chứng đúng với trường hợp của Bệnh viện đa khoa Đồng Tháp, khi hệ thống bể sinh học hiếu khí (*Aerotank*) không xử lý triệt để tổng N, tổng P, Coliform. Để kiểm soát vấn đề trên, chúng tôi lựa chọn giải pháp cải tạo hệ thống xử lý với bể sinh học tiếp xúc hiếu khí (*ASBC-Activated Sludge combined with Biological Contactor*) – phương pháp được chứng minh có khả năng loại trừ hiệu quả các chất dinh dưỡng như N và P có trong nước thải [3]. Các bước cải tạo hệ thống xử lý nước thải bệnh viện từ bể sinh học hiếu khí sang bể sinh học tiếp xúc hiếu khí cùng với hiệu quả xử lý của từng phương án sẽ được đề cập và tóm tắt trong bài báo này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Bùn được sử dụng trong HTXL NTB được lấy từ các bể sinh học hiếu khí đã vận hành ổn định ở các HTXL nước thải có tính chất tương tự.

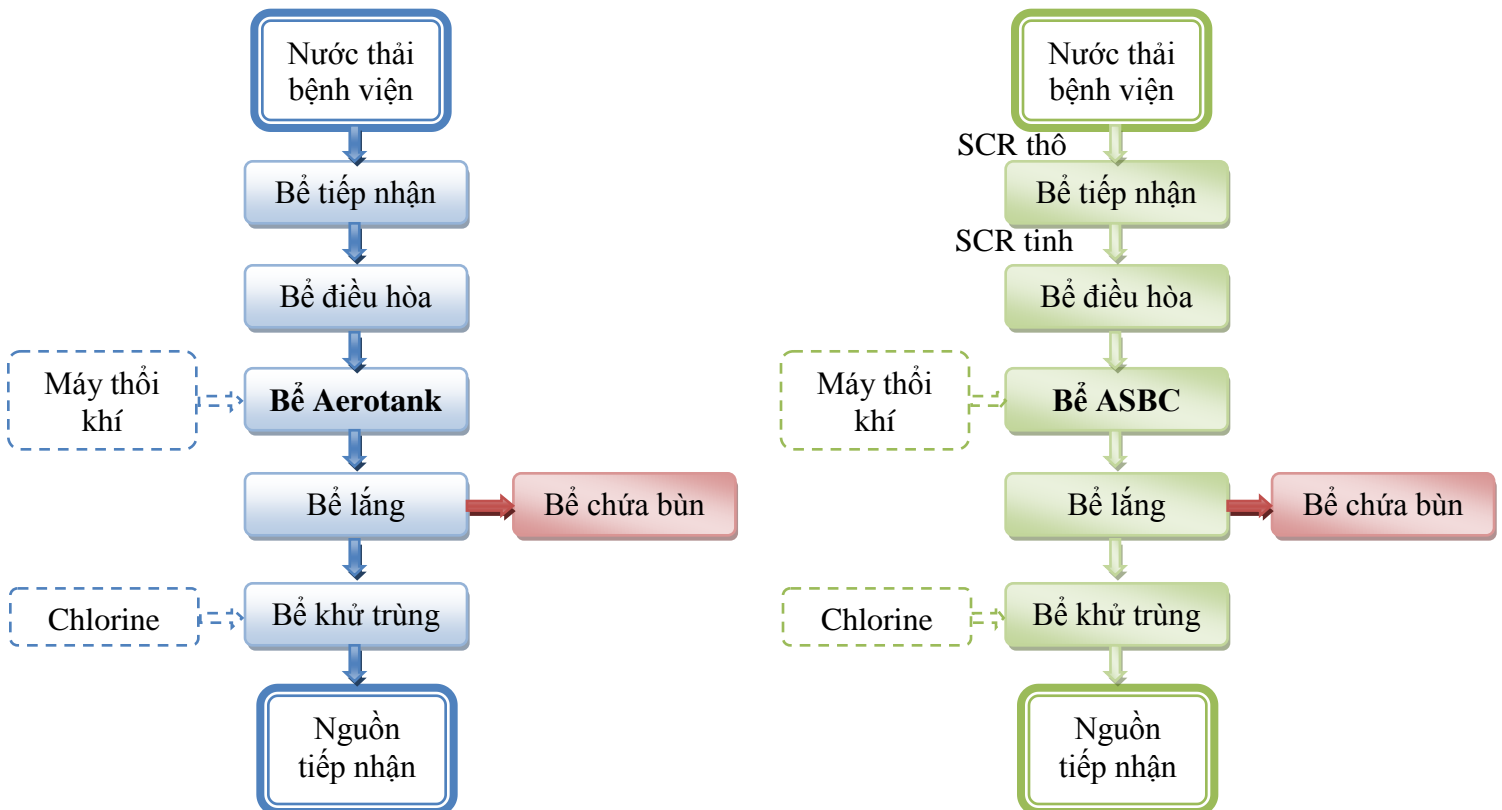
Vật liệu được dùng làm giá thể bám dính được làm bằng PVC (Fine Reputation Co. Ltd., Taiwan) với thông số diện tích bề mặt $110 \text{ m}^2/\text{m}^3$, thể tích lỗ rỗng 99,2%.



Hình 1: Giá thể bám dính làm bằng vật liệu PVC – Biological Fixed Contact Material

2.2. Phương pháp

2.2.1. Công nghệ xử lý



Hình 2: Sơ đồ công nghệ xử lý của HTXL NTB trước (trái, Aerotank) và sau khi cải tạo (phải, ASBC)

Theo đánh giá của Bệnh viện đa khoa Đồng Tháp, với lưu lượng nước thải 250 m³/ngày, HTXL bể sinh học Aerotank hiện hữu không đáp ứng được yêu cầu xả thải đạt tiêu chuẩn loại A, TCVN 5945:2005, đặc biệt là các chỉ tiêu Tổng Phốt pho, Tổng Nitơ trong nước đầu ra vượt gấp 2 lần tiêu chuẩn cho phép. Nguyên nhân là do bể Aerotank thông thường chỉ xử lý được các hợp chất hữu cơ mà không có khả năng xử lý triệt để N có trong nước thải.

Để cải thiện hiệu quả xử lý của HTXL nước thải, chúng tôi đưa ra phương án cải tiến bể sinh học Aerotank thành bể sinh học tiếp xúc hiếu khí ASBC với giá thể là vật liệu tiếp xúc PVC. Bể ASBC là sự kết hợp giữa công nghệ xử lý bằng bùn hoạt tính và lọc bám dính, có khả năng xử lý hiệu quả các hợp chất hữu cơ và N, P có trong nước thải. Đồng thời, các SCR thô và tinh cũng được lắp đặt tại đầu vào của các bể tiếp nhận và bể điều hòa để tách chất thải rắn có trong nước thải, giúp nâng cao hiệu quả xử lý của quá trình sinh học.

2.2.2. Các thông số khảo sát và phương pháp lấy mẫu

Để tiến hành xác định hiệu quả xử lý của từng hệ thống, các thông số cần được khảo sát là: COD, BOD₅, tổng N, tổng P, Coliforms. Việc lấy mẫu được tiến hành như sau: Bình thủy tinh 500 ml tiệt trùng được dùng để thu mẫu nước đầu vào và đầu ra của hệ thống xử lý nước thải. Các mẫu được lấy 2 mẫu/lần và được trữ trong tủ trữ mẫu trước khi được đưa đi phân tích bởi Phòng thí nghiệm Công nghệ Môi trường – Viện Môi trường & Tài nguyên, Đại học quốc gia TP HCM.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Kết quả phân tích chất lượng nước của các mẫu nước lấy tại Hệ thống xử lý nước thải Bệnh viện đa khoa Đồng Tháp được trình bày ở Bảng 1.

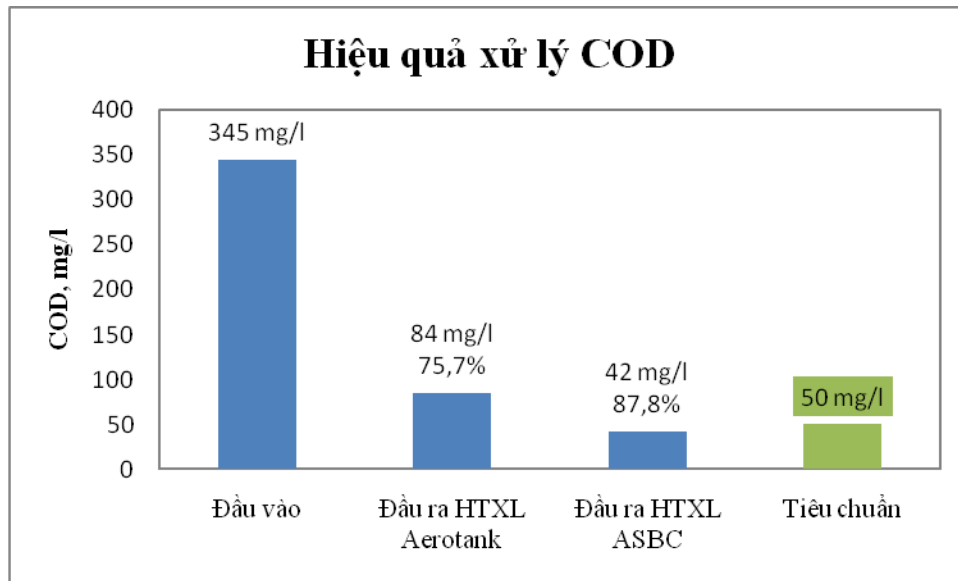
Bảng 1: Tính chất nước thải đầu vào và đầu ra của 2 HTXL tại Bệnh viện đa khoa Đồng Tháp.

Nguồn: Công ty Công nghệ xanh, 10/11/2008

	COD, mg/l	BOD ₅ , mg/l	Tổng N, mg/l	Tổng P, mg/l	Coliforms, MPN/100ml
Đầu vào	345	240	49.3	5.5	9.3x10⁶
Đầu ra của HTXL Aerotank	84	45	30.6	4.7	4600
Đầu ra của HTXL ASBC	42	26	14.2	0.9	2300
Tiêu chuẩn loại A, TCVN 5945:2005	50	30	15	4	3000

3.1. Hiệu quả xử lý COD

Hình 3 thể hiện hiệu quả xử lý COD ở đầu ra của 2 HTXL Aerotank và ASBC. Kết quả cho thấy HTXL ASBC xử lý các hợp chất hữu cơ trong nước thải bệnh viện hiệu quả hơn hẳn so với HTXL Aerotank (87,8% so với 75,7%). Đồng thời, sự cải tiến HTXL từ bể Aerotank sang bể ASBC giúp xử lý nước thải đạt tiêu chuẩn đầu ra loại A, TCVN 5945:2005.

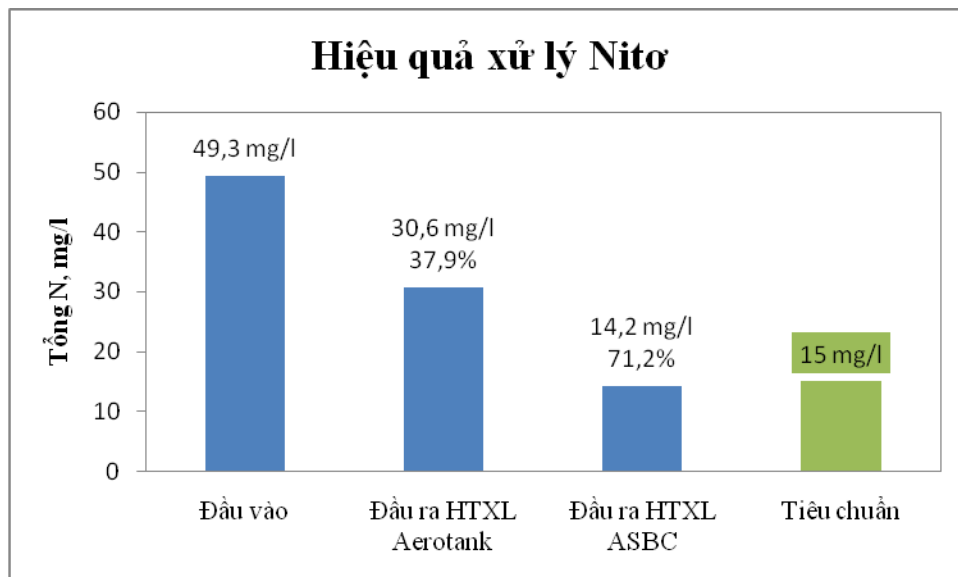


Hình 3: Hiệu quả xử lý COD của 2 HTXL, % $COD_{\text{bị xử lý}} = (COD_{\text{đầu vào}} - COD_{\text{đầu ra}}) / COD_{\text{đầu vào}}$

Kết quả này được giải thích là do sự lắp đặt các Song chắn rác (SCR) trước Bể tiếp nhận và Bể điều hòa của HTXL, giúp tăng khả năng loại trừ COD của nước thải. Bên cạnh đó, bể ASBC có hiệu quả xử lý cao hơn hẳn bể Aerotank là do ngoài quá trình xử lý bằng bùn hoạt tính (activated sludge) còn đồng thời xảy ra quá trình sinh trưởng bám dính của các vi sinh vật trên lớp vật liệu giá thể (biofilm).

3.2. Hiệu quả xử lý Nito

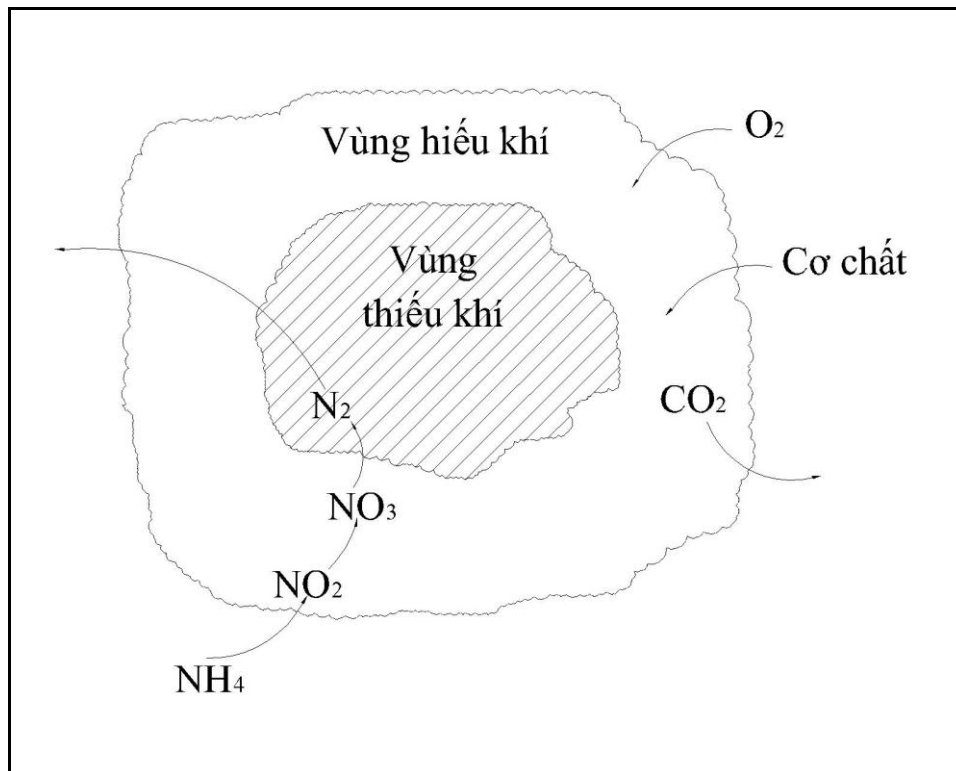
Hình 4 cho thấy khả năng xử lý Nito trong nước thải của HTXL bể ASBC, hiệu quả xử lý cao gấp đôi HTXL bể Aerotank (71,2% so với 37,9%) và tổng Nito trong nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn loại A 5945:2005.



Hình 4: Hiệu quả xử lý Nito của 2 HTXL Aerotank và ASBC

Hiệu quả xử lý Nitơ của HTXL bể ASBC cao hơn hẳn so với HTXL bể Aerotank được giải thích là do trong bể ASBC có sự kết hợp của cả hai quá trình: nitrat hóa và khử nitrat hóa. Trong bể ASBC, các vi sinh vật sinh sống trên bề mặt của vật liệu tiếp xúc có khả năng tạo ra các bong bóng sinh học chứa đồng thời cả vùng hiếu khí và vùng thiếu khí. Theo Van Huyssteen và cộng sự (1990), sự tồn tại của vùng hiếu khí và vùng thiếu khí là điều kiện thích hợp cho các quá trình xử lý Nitơ trong nước thải. Vì lý do đó, bể ASBC được cho là nguyên nhân chính giúp tăng hiệu quả xử lý Nitơ. Kết quả này cũng đồng thời chứng tỏ quyết định thay đổi công nghệ xử lý nước thải của chúng tôi từ HTXL với bể Aerotank sang HTXL với bể ASBC là một lựa chọn đúng đắn.

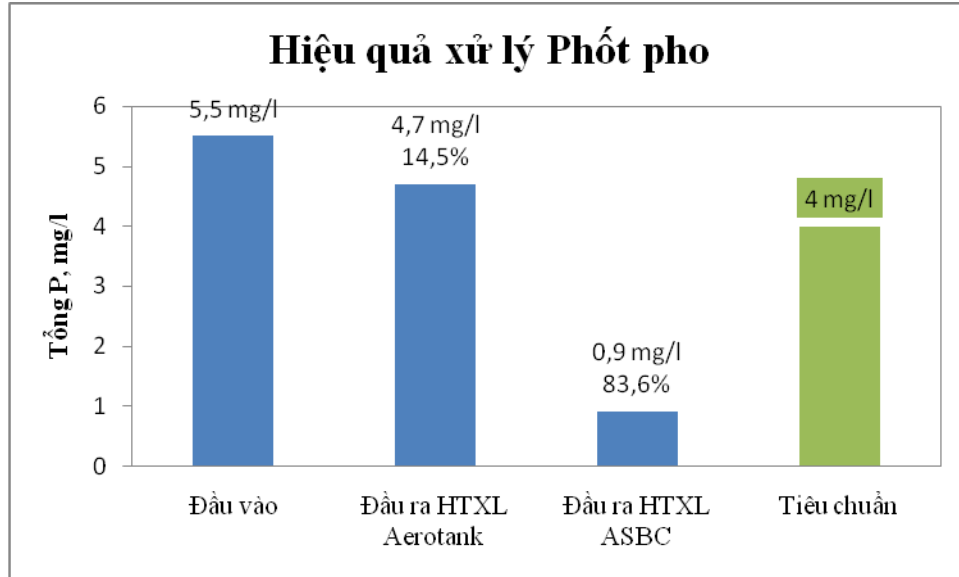
Cũng theo Van Huyssteen và cộng sự (1990), sự kết hợp của hai quá trình nitrat hóa và khử nitrat hóa trong việc xử lý Nitơ trong nước thải có thể được giải thích theo hai cơ chế sau. Đầu tiên, hỗn hợp bùn sinh học và nước thải bệnh viện di chuyển ra xa khỏi hệ thống sục khí trong bể sinh học theo dòng vận chuyển của chất lỏng kéo theo hàm lượng oxy hòa tan trong nước (*DO-Dissolved Oxygen*) thấp dần, tạo điều kiện thích hợp cho các phản ứng xảy ra trong môi trường thiếu khí. Tiếp đó, các bong bóng hoạt tính có thể chứa đồng thời hai vùng hiếu khí và thiếu khí do hàm lượng DO trong nước thải không thể khuếch tán vào toàn bộ bong bóng [3]. Mô hình bong bóng hoạt tính với cả hai vùng hiếu khí và thiếu khí được mô tả như ở hình 5. Nitrat sinh ra từ quá trình nitrat hóa trong điều kiện hiếu khí có thể khuếch tán vào vùng thiếu khí bên trong cùng với cơ chất, tạo điều kiện thích hợp cho quá trình khử nitrat hóa xảy ra trong cùng một bong bóng. Với sự kết hợp của quá trình nitrat hóa và khử nitrat hóa, nồng độ Nitơ trong nước thải đầu vào được xử lý hiệu quả bởi bể ASBC với bùn hoạt tính và màng vi sinh trên vật liệu tiếp xúc.



Hình 5: Hình biểu diễn hạt bùn hoạt tính với sự kết hợp của vùng hiếu khí và vùng thiếu khí

3.3. Hiệu quả xử lý Phốt pho

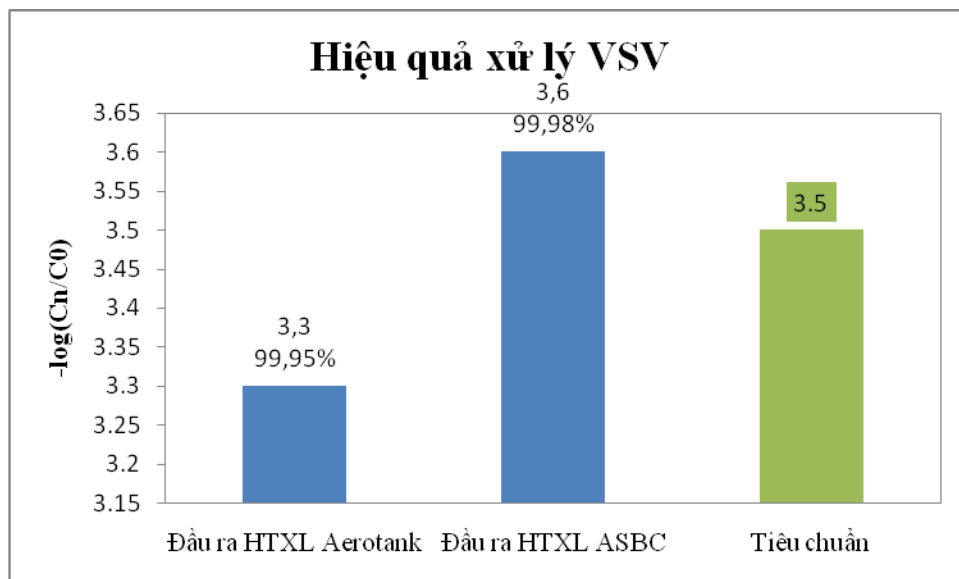
Tương tự chỉ tiêu Nitơ, chỉ tiêu Phốt pho được xử lý rất hiệu quả ở bể ASBC và cho hiệu quả lên đến 83,6%, thỏa mãn tiêu chuẩn đầu ra.



Hình 5: Hiệu quả xử lý Phốt pho của 2 HTXL Aerotank và ASBC

3.4. Hiệu quả xử lý vi sinh vật (VSV) gây bệnh

Chỉ tiêu VSV trong nước thải đầu ra của bệnh viện là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất, do NTB có lượng VSV gây bệnh lớn. Chỉ tiêu VSV được xác định dựa trên lượng của VSV chỉ thị Coliform. Hiệu quả xử lý VSV được tính theo công thức $-\log(C_n/C_0)$. Kết quả đo cho thấy HTXL bể ASBC cho hiệu quả xử lý VSV cao hơn hẳn so với HTXL bể Aerotank (99,98% so với 99,95%).



Hình 6: Hiệu quả xử lý VSV của 2 HTXL Aerotank và ASBC

4. KẾT LUẬN

- HTXL NTB.V với bể Aerotank sau khi cải tạo thành bể sinh học ASBC thể hiện hiệu quả xử lý cao hơn hẳn ở tất cả các chỉ tiêu được khảo sát, đặc biệt là với chỉ tiêu tổng N.
- Tất cả các chỉ tiêu trong nước thải đầu ra của HTXL bể ASBC đều đạt tiêu chuẩn cho phép loại A, TCVN 5945:2005.

THAM KHẢO

- [1] Chitnis, V. et al. Hospital effluent: A source of multiple drug-resistant bacteria. *Current Science*, Vol. 79, No. 7, 2000.
- [2] Kumar, B.M. and S. Chaudhari. Evaluation of sequencing batch reactor (SBR) and sequencing batch biofilm reactor (SBBR) for biological nutrient removal from simulated wastewater containing glucose as carbon source. *Wat. Sci. Technol.*, 48, 2003:73-9.
- [3] Rezace A. et al. Hospital wastewater treatment using an integrated anaerobic aerobic fixed film bioreactor. *American Journal of Environmental Sciences* 1 (4) 2005: 259-263.
- [4] Tsai C.T, Lin S.T. Disinfection of hospital waste sludge using hypochlorite and chlorine dioxide. *Journal Applied Microbiology* 1999: 827-833.
- [5] Wen, X. et al. Treatment of hospital wastewater using a submerged membrane bioreactor. *Process Biochem.*, 39, 2004: 1427-1431.