

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ HÀM LƯỢNG VÀ KHẢ NĂNG XỬ LÝ KIM LOẠI NẶNG NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP CHẾ BIẾN THỦY SẢN TRÊN AEROTANK

NGUYỄN PHƯỚC HÒA

Trường Đại học Nha trang

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về sự biến động hàm lượng và hiệu quả xử lý sinh học 7 kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) có trong nước thải công nghiệp chế biến thủy sản trên Aerotank ở khoảng tải trọng tối ưu từ 2.52- 5.87 (KgCOD/m³.ngày.đêm) và thời gian lưu thủy lực tối ưu là 18 giờ.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề vệ sinh, an toàn thực phẩm nói chung và vệ sinh, an toàn thực phẩm thủy sản nói riêng đang là mối quan tâm to lớn, thường trực đối với các nhà sản xuất thực phẩm và người tiêu dùng trong, ngoài nước vì lợi ích bảo vệ sức khỏe và nâng cao tuổi thọ cho cộng đồng trong tương lai.

Các thành phần gây không an toàn và vệ sinh cho người sử dụng thực phẩm rất đa dạng, trong đó thành phần các kim loại nặng (điện tích hạt nhân nguyên tử lớn) hiện nay đã được cộng đồng sử dụng thực phẩm chú ý.

Nhiều nghiên cứu cho thấy, các kim loại nặng là một trong những nguồn gây ô nhiễm cho môi trường, có khả năng tích lũy và rất khó phân hủy, có khả năng gây độc cho hầu hết các sinh vật trên cạn, dưới nước, trong đó có cả con người bởi sự nhiễm bản và hấp thụ. Theo con đường tích lũy thực phẩm qua chuỗi thức ăn, các kim loại nặng tồn tại trong môi trường khí, rắn và lỏng có thể tích lũy ở các mô cơ, xương, tim, bộ phận sinh dục, cơ quan tiêu hóa của các động, thực vật thủy sản và vận chuyển qua cho người. Đặc biệt là As, Cd, Pb không có chức năng sinh học trong cơ thể người và chúng rất độc ngay cả ở lượng vết [2].

Có nhiều loài vi sinh vật (VSV), thực vật thủy sinh và nhuyễn thể 2 vỏ có khả năng hấp thụ kim loại nặng. Các Thiobacillus như *Thiobacillus ferrooxidans*; *Thiobacillus thiooxidans*; *Thiobacillus acidophilus*; *Thiobacillus organoporus* là những chủng vi khuẩn có khả năng tách kim loại nặng tốt nhất [5]. Nhiều loài chim biển, nhuyễn thể 2 vỏ, rong biển, ... đã được nghiên cứu, sử dụng rộng rãi với vai trò là một chỉ thị sinh vật để đánh giá mức độ ô nhiễm biển về kim loại nặng.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nước thải công nghiệp chế biến thủy sản (CBTS) có hàm lượng chất hữu cơ cao, là nguồn gây ô nhiễm trầm trọng cho các thủy vực tiếp nhận nguồn thải. Các chất hữu cơ được đánh giá qua các chỉ tiêu (BOD_5 / Biochemical Oxygen Demand; COD/ Chemical Oxygen Demand; tổng N; tổng P; ...) có trong loại nước thải này dễ dàng được làm sạch bằng các VSV kỵ khí và hiếu khí có trong bùn hoạt tính ở dạng bông hoặc dạng hạt và nước thải sau khi đi qua thiết bị xử lý UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), kết hợp Aerotank ở L (Load) và HRT (Hydraulic Retention Time) tối ưu [3], luôn luôn đạt tiêu chuẩn xả thải ra môi trường loại B (TCVN 5945-2005) [1].

Các kim loại nặng, chúng tồn tại khắp nơi và có mặt hầu hết trong các chất thải rắn, khí, lỏng công nghiệp và đời sống sinh hoạt con người. Hàm lượng của chúng ở nhiều thủy vực, khu dân cư, ... nằm kề gần các khu công nghiệp không ngừng tăng lên và có nơi đã đến mức báo động. Các kim loại nặng có trong nước thải công nghiệp CBTS sẽ làm ô nhiễm các vùng thủy vực tiếp nhận nguồn thải.

Tuy nhiên, việc nghiên cứu về hàm lượng và khả năng xử lý kim loại nặng nước thải công nghiệp CBTS bằng VSV có trong bùn hoạt tính hiếu khí trên Aerotank ở L và HRT tối ưu, chưa thấy có tài liệu nào công bố.

Bài báo này, trình bày kết quả nghiên cứu về sự biến động hàm lượng (mg/l) và hiệu quả xử lý sinh học 7 kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr^{+3} ; Cu; Zn) có trong nước thải công nghiệp CBTS trên Aerotank ở khoảng L tối ưu từ 2.52- 5.87 ($KgCOD/m^3.ngày.đêm$) và HRT tối ưu là 18 giờ [3].

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

- Nước thải công nghiệp CBTS hỗn hợp sau quá trình sản xuất, với các sản phẩm được chế biến chủ yếu từ cá, các loài giáp xác, một số loài nhuyễn thể dùng cho xuất khẩu và tiêu dùng nội địa.

- 7 kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr^{+3} ; Cu; Zn) có trong nước thải hỗn hợp từ các mặt hàng thủy sản đông lạnh như tôm Sú, cá Thu, cua, ghẹ, mực và một số mặt hàng khô, đóng hộp, sản phẩm ăn liền thủy sản.

2. Phương pháp nghiên cứu và xử lý số liệu thực nghiệm

- Bình đựng mẫu nước thải hỗn hợp là các can nhựa bằng Polyetylen, dung tích 20 lít có nút vặn chặt, được rửa sạch bằng dung dịch rửa (hỗn hợp $K_2Cr_2O_7$ và H_2SO_4 đậm

đặc) trước khi đựng mẫu. Dùng nước thải hỗn hợp (mẫu) tráng can nhựa qua vài lần. Múc nước thải vào đây can, vặn chặt nút và vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm để phân tích lập tức các kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn).

- Mẫu nước thải nguyên khai được lấy là mẫu trộn với tần suất 3 lần/ ngày, có dung lượng cho mỗi mẻ thí nghiệm là 50 - 100 lít.

- Mỗi lần thí nghiệm, các chỉ tiêu được xác định 3 lần/ chỉ tiêu và lấy giá trị trung bình.

- Sự biến động hàm lượng (mg/l) các kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) theo thời gian 0, 3, 6, 9 (h) ở mỗi L (KgCOD/ m³.ng.đ) thí nghiệm được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử trên máy AAS (Atomic Absorption Spectrometer) Thermo Elemental- Model Solaar M6 Dualzeeman.

- Các thí nghiệm tiến hành với HRT tối ưu là 18 h [3] được tính bởi công thức:

$$HRT = \frac{V}{Q} \times 24h$$

- Các thí nghiệm tiến hành ở khoảng L tối ưu từ 2.52- 5.87 (Kg COD/ m³.ng.đ) [3] theo lưu lượng Q (m³/ ng.đ), nồng độ chất bẩn C (KgCOD/ m³) và thể tích thiết bị xử lý V

(m³) được tính bởi công thức: $L = \frac{Q \times C}{V}$

- Hiệu suất xử lý η (%) các kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) có hàm lượng $S_{vào}$ và S_{ra} (mg/l) nhờ VSV có trong bùn hoạt tính được tính bởi công thức:

$$\eta = \frac{S_{vào} - S_{ra}}{S_{vào}} \times 100\%$$

- Nguồn VSV sử dụng xử lý có trong bùn hoạt tính hiệu khí dạng bông, màu vàng nâu, dễ lắng (*Alkaligenes- Achromobacter; Pseudomonas; Enterobacteriaceae; Athrobacter baccillus; Cytophaga- Flavobacterium; Pseudomonas- Vibrio aeromonas; Achrobacter; Hỗn hợp các vi khuẩn khác: Ecoli, Micrococus*) [4] được lấy từ Aerotank của hệ thống xử lý nước thải công nghiệp CBTS đã qua kỹ thuật thích nghi [3].

- Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp thống kê sinh học, quy hoạch thực nghiệm và hàm hoá số liệu thực nghiệm bằng phương pháp tổng bình phương cực tiểu với chương trình Microsoft Excel. Các thông số tối ưu được xác định bằng phương pháp đạo hàm hay phương pháp đồ thị.

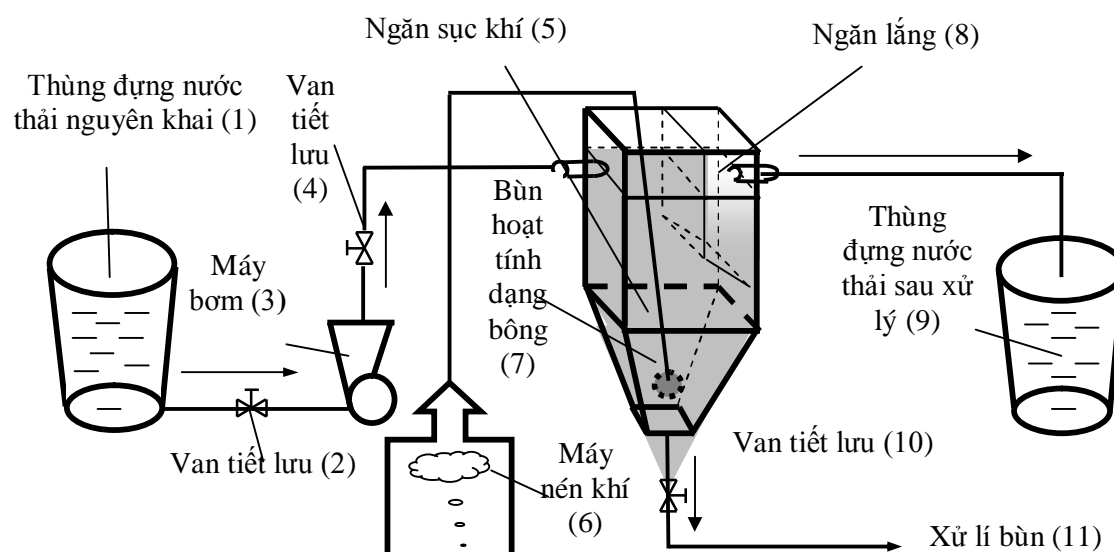
3. Mô hình nghiên cứu và vận hành

Mô hình xử lý Aerotank hoạt động theo nguyên lý động tầng mẻ được mô tả ở hình 1

là một hình trụ vuông bằng nhựa PolyAcrylic, có thể tích hữu dụng 8.8 lít. Kích thước cả thiết bị: dài x rộng x cao = 160 mm x 160 mm x 510 mm. Đáy thiết bị hình nón có chiều cao 170 mm, đáy lớn có kích thước 160 mm x 160 mm, đáy nhỏ có kích thước 40 mm x 40 mm. Bên trong thiết bị có một ngăn sục khí và một ngăn lắng.

Sinh khối bùn hoạt tính dạng bông đã được thích nghi có MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) khoảng 4.500- 5.000 (mg/l) được khuấy trộn bằng không khí nhờ máy thổi khí với hàm lượng DO (Dissolved Oxygen) từ 3- 5 (mg/l). Các thí nghiệm được tiến hành với HRT tối ưu là 18 h, với các mẫu nước thải có các L từ 3.852- 5.212 (KgCOD/ m³.ng.đ) thuộc khoảng L tối ưu từ 2.52- 5.87 (KgCOD/ m³.ng.đ) [3].

Theo dõi sự biến động hàm lượng (mg/l) các kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) và COD trong nước thải trước và sau xử lý theo thời gian (h) và thí nghiệm sẽ kết thúc ở mỗi L khi hiệu suất khử COD ổn định. Tiếp tục tăng L lên cao bằng cách tăng nồng độ COD đầu vào và thí nghiệm sẽ kết thúc khi hiệu suất khử COD nhỏ hơn 50%.



Hình 1: Mô hình Aerotank

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Biến động hàm lượng 7 kim loại nặng trong nước thải CBTS trên Aerotank

Các kim loại nặng được bảo tồn và hầu như khó bị phân hủy trong tự nhiên. Chúng có thể biến đổi dưới nhiều dạng khác nhau với tính năng mạnh mẽ hơn và nguy hiểm hơn

các chất ban đầu. Theo chu trình tích tụ sinh học, các kim loại nặng như Pb, Hg, As, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni, Se, Ag, Sn, Ba ... trong nước, trong đất đã xâm nhập vào các mô động vật hoặc thực vật và theo chuỗi thức ăn, chúng được tích tụ lại trong cơ thể con người ngày càng nhiều sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe và chất lượng sống của chúng ta.

Kết quả nghiên cứu xác định sự biến động hàm lượng (mg/l) của 7 kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) ở 5 tải trọng, trong khoảng tải trọng tối ưu từ 2.52- 5.87 (KgCOD/ m³.ng.đ) theo thời gian 0, 3, 6, 9 (h) được mô tả trên bảng 1 cho thấy:

- Sự biến động hàm lượng (mg/l) 3 kim loại nặng (Pb, Hg, As) trong nước thải công nghiệp CBTS, ở mỗi tải trọng thí nghiệm theo thời gian xử lý trong Aerotank luôn nhỏ hơn 10⁻⁴ (mg/l). Đây là nồng độ rất nhỏ so với nồng độ (mg/l) cho phép (Pb, Hg, As) có trong nước thải công nghiệp loại B theo TCVN 5945- 2005 và bảng giới hạn nồng độ (mg/l) cho phép các chất độc trong xử lý sinh học (As: 0.1; Hg: 0.01; Pb: 0.5) [1]; [5].

Như vậy, 3 kim loại nặng (Pb, Hg, As) có trong nước thải công nghiệp CBTS được coi như là không gây ô nhiễm cho thủy vực tiếp nhận nguồn thải.

- Hàm lượng (mg/l) 3 kim loại nặng (Cr⁺³; Cu; Zn) là không lớn hơn nồng độ (mg/l) cho phép chúng có trong nước thải công nghiệp loại B theo TCVN 5945- 2005 và bảng giới hạn nồng độ (mg/l) cho phép chất độc trong xử lý sinh học (Cd: 0.01; Cr⁺³: 1.00; Cu: 1.00; Zn: 2.00) [1]; [5].

Như vậy, 3 kim loại nặng (Cr⁺³; Cu; Zn) có trong nước thải công nghiệp CBTS có nồng độ nằm trong giới hạn nồng độ cho phép theo TCVN 5945- 2005 được xả thải ra môi trường. Riêng Cd có hàm lượng lớn hơn chút ít.

Tuy nhiên, chúng ta cũng cần nên nhắc lại rằng: As, Cd, Pb không có chức năng sinh học trong cơ thể người và chúng rất độc ngay cả ở lượng vết. Các kim loại Pb; Cd; As; Cu luôn có sự gia tăng tích lũy trong các đối tượng nuôi (ốc Hương; Vẹm; Hải sâm; rong Sụn) từ nguồn thức ăn (tôm Tít, cua, ghẹ, cá tạp) và môi trường nuôi trong mô hình nuôi biển kết hợp [2].

Vì vậy, sự có mặt của 7 kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) trong nước thải công nghiệp CBTS có thể là nguy cơ tiềm năng, gây ô nhiễm cho thủy vực tiếp nhận nguồn thải và theo con đường tích lũy thực phẩm qua chuỗi thức ăn sẽ ảnh hưởng và gây nguy hiểm cho sức khỏe chúng ta.

Bảng 1: Biến động hàm lượng 7 kim loại nặng theo thời gian xử lý ở khoảng tải trọng tối ưu

Thứ tự	Tải trọng (KgCOD/ m ³ .ng.đ)	Thời gian xử lý (h)	Pb (mg/l)	Hg (mg/l)	As (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr ⁺³ (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
1	3.852	0	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0134	0.6328	0.0682	0.1918
2		3	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0127	0.5629	0.066	0.1896
3		6	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0114	0.5566	0.0606	0.1847
4		9	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0107	0.5063	0.057	0.1668
1	4.248	0	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0146	0.6975	0.0756	0.2113
2		3	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0137	0.6071	0.071	0.2032
3		6	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0122	0.598	0.0655	0.1864
4		9	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0113	0.545	0.0615	0.1721
1	4.576	0	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0159	0.7515	0.0812	0.2271
2		3	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.015	0.6491	0.0759	0.2162
3		6	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0132	0.6417	0.0698	0.1985
4		9	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0124	0.5806	0.0658	0.1832
1	4.705	0	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0162	0.7728	0.0837	0.2336
2		3	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0154	0.6737	0.0783	0.1556
3		6	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0137	0.665	0.0722	0.2079
4		9	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0127	0.6013	0.0682	0.1921
1	5.212	0	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0182	0.8556	0.0929	0.2588
2		3	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0177	0.7535	0.0881	0.2557
3		6	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0158	0.7457	0.0813	0.2354
4		9	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	<10 ⁻⁴	0.0148	0.6715	0.0769	0.2187

2. Hiệu suất xử lý Cd; Cr⁺³; Cu; Zn ở khoảng tải trọng tối ưu trên Aerotank

Mặc dù các kim loại nặng nghiên cứu (Pb; Hg; As; Cr⁺³; Cu; Zn) có nồng độ nằm trong vùng giới hạn nồng độ cho phép theo TCVN 5945- 2005 được xả thải ra môi trường (Riêng Cd có hàm lượng lớn hơn chút ít). Nhưng sự có mặt của các kim loại này trong nước thải công nghiệp CBTS vẫn có thể là nguy cơ tiềm năng gây ô nhiễm cho thủy vực tiếp nhận nguồn thải.

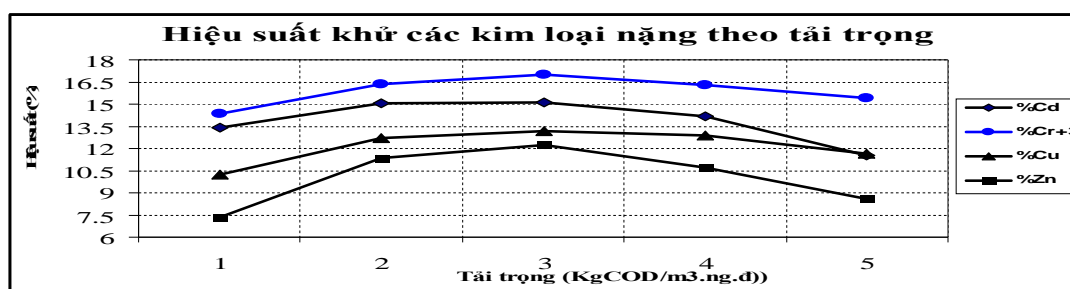
Vì vậy, nghiên cứu đã tiến hành xác định hiệu quả xử lý 4 kim loại nặng (Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) có hàm lượng cao hơn trong nước thải công nghiệp CBTS bằng VSV có trong bùn hoạt tính trên Aerotank. Với 3 kim loại nặng (Pb, Hg, As) do có nồng độ luôn nhỏ hơn 10⁻⁴ (mg/l) nên nghiên cứu không đặt vấn đề xác định hiệu quả xử lý sinh học của chúng.

Kết quả nghiên cứu được mô tả và biểu thị trên bảng 2 và hình 2 về hiệu suất khử 4 kim loại nặng (Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) ở 5 tải trọng, trong khoảng tải trọng chất bản tối ưu từ 2.52- 5.87 (KgCOD/ m³.ng.đ) theo thời gian xử lý 0, 3, 6, 9 (h) [3] cho thấy, hiệu suất xử lý trung bình 4 kim loại nặng (Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) trong Aerotank tại tải trọng tối ưu 4.576 (KgCOD/ m³.ng.đ) thì hiệu suất xử lý Cr⁺³ là cao nhất (≈ 17%). Tiếp đó là Cd (≈ 15.1%),

Cu ($\approx 13.2\%$) và cuối cùng là Zn ($\approx 12.3\%$).

Bảng 2: Hiệu suất xử lý ($\eta\%$) Cd; Cr⁺³; Cu; Zn trung bình trong khoảng tải trọng tối ưu

Thứ tự	Tải trọng (KgCOD/ m ³ .ng.đ)	Cd ra tr.b	$\eta\%$ tr.b Cd	Cr ⁺³ ra tr.b	$\eta\%$ tr.b Cr ⁺³	Cu ra tr.b	$\eta\%$ tr.b Cu	Zn ra tr.bình	$\eta\%$ tr.b Zn
1	3.852	0.0116	13.43	0.5419	14.36	0.0612	10.26	0.1777	7.35
2	4.248	0.0124	15.07	0.6238	16.36	0.0660	12.69	0.1873	11.38
3	4.576	0.0135	15.09	0.6467	16.99	0.0705	13.18	0.1993	12.24
4	4.705	0.0139	14.20	0.5834	16.32	0.0729	12.90	0.2086	10.70
5	5.212	0.0161	11.54	0.7236	15.43	0.0821	11.63	0.2366	8.58



Hình 2: Biểu đồ so sánh hiệu suất xử lý 4 kim loại nặng (Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) theo tải trọng

Nếu so với hiệu suất xử lý sinh hóa COD trên Aerotank, ở cùng thời gian lưu thủy lực tối ưu 18 h, tại tải trọng chất bẩn tối ưu 4.51 (KgCOD/m³.ng.đ) là 98.96% [3] thì hiệu suất xử lý các kim loại nặng trên là quá nhỏ. Vì vậy, với các kim loại nặng này cần phải nghiên cứu các phương pháp xử lý khác như phương pháp hoá học, phương pháp hoá lý, phương pháp kị khí, ao hồ sinh học tự nhiên, ... để cho hiệu suất xử lý được cao hơn.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ các kết quả nghiên cứu trên, cho phép rút ra một số kết luận về hàm lượng và hiệu quả xử lý sinh học 7 kim loại nặng (Pb; Hg; As; Cd; Cr⁺³; Cu; Zn) có trong nước thải công nghiệp CBTS trên Aerotank như sau:

1. Nồng độ của Pb, Hg, As là rất nhỏ so với nồng độ cho phép có trong nước thải công nghiệp loại B theo TCVN 5945- 2005 và bảng giới hạn nồng độ cho phép các chất độc trong xử lý sinh học.
2. Nồng độ của Cd lớn hơn chút ít so với nồng độ cho phép có trong nước thải công nghiệp loại B theo TCVN 5945- 2005 và bảng giới hạn nồng độ cho phép các chất độc trong xử lý sinh học.

3. Nồng độ của Cr^{+3} ; Cu; Zn nằm trong giới hạn nồng độ cho phép có trong nước thải công nghiệp loại B theo TCVN 5945- 2005 và bảng giới hạn nồng độ cho phép các chất độc trong xử lý sinh học.
4. Hiệu suất xử lý sinh học 4 kim loại nặng (Cd; Cr^{+3} ; Cu; Zn) trong Aerotank là rất thấp và giảm theo thứ tự: $\text{Cr}^{+3} > \text{Cd} > \text{Cu} > \text{Zn}$.
5. Cần phải nghiên cứu các phương pháp xử lý khác để hiệu suất xử lý các kim loại nặng được cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Các tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam về môi trường, 2005.** Tập 1: *Chất lượng nước TCVN 5945- 2005. Nước thải công nghiệp- Tiêu chuẩn thải. Industrial wastewater- Discharge standards.*
2. **Đặng Thúy Bình; Nguyễn Thanh Sơn; Nguyễn Thị Thu Nga, 2006.** *Nghiên cứu sự tích lũy kim loại nặng trong ốc Hương và một số đối tượng thủy sản (Vẹm, Hải sâm, rong Sụn) tại đảo Điệp sơn, vịnh Vân phong, Khánh hòa.* Tạp chí khoa học công nghệ Thủy sản số 03- 04/2006, trang 44- 52.
3. **Nguyễn Phước Hòa, 2007.** *Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, chuyên ngành công nghệ CBTS. Mã số: 62.54.10.05: “Nghiên cứu biến động các thành phần hữu cơ trong nước thải công nghiệp chế biến Thủy sản và mô hình xử lý”.* Bộ giáo dục và đào tạo, Đại học Nha trang.
4. **Nguyễn Tác An, 1996.** *Phương pháp quản lý chất lượng nước phục vụ nuôi trồng Thủy hải sản.* Viện hải dương học Nha trang- Đại học Thủy sản Nha trang.
5. **Trần Hiếu Nhuệ, 1999.** *Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp.* NXB KHKT, Hà Nội.

RESULT OF RESEARCH ON THE CONTENT AND THE HEAVY METAL TREATMENT POSSIBILITY IN WASTEWATER FROM SEAFOOD PROCESSING INDUSTRIES ON THE AEROTANK

NGUYEN PHUOC HOA

Summary: The report presents the results of studies on the variation of content and effective of biological treatment of seven heavy metals (Pb; Hg; As; Cd; Cr^{+3} ; Cu; Zn) in wastewater from seafood processing industries on the Aerotank at optimum load around 2.52- 5.87 (KgCOD/m³.24hours) and optimum hydraulic retention time about 18 hours.

Ngày nhận bài: 07 - 05 - 2011

Người nhận xét: PGS. TSKH. Nguyễn Tác An