

# Đánh giá hiệu quả tách dòng và xử lý nước thải rửa chai trong sản xuất nước mắm bằng mô hình bãi lọc trồng cây

Nguyễn Thị Kim Dung\*, Nguyễn Thị Mai Linh

*Khoa Môi trường, Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng, 36 Dân Lập, Lê Chân, Hải Phòng*

Nhận ngày 26 tháng 5 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 27 tháng 6 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 06 tháng 9 năm 2016

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này đã đánh giá giải pháp tách dòng nước thải rửa chai có chứa chất tẩy rửa khỏi dòng nước thải sản xuất mắm hỗn hợp để nâng cao hiệu quả của hệ thống xử lý nước thải tập trung. Kết quả cho thấy khi tách dòng nước thải rửa chai, hiệu suất xử lý COD và  $\text{NH}_4^+$  tăng lên khá rõ rệt, tương ứng 13,4-17,0 % và 20,1- 23,3 %. Nước thải rửa chai được tách dòng và xử lý bằng mô hình bãi lọc trồng cỏ, hiệu suất xử lý COD và amoni đạt khoảng 68,7 – 75,6 % và 51,3 – 63,2 %. Lượng clo dư và độ mặn trong nước thải ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất xử lý nước thải rửa chai. Khi clo dư tăng từ 1,12 lên 3,59 mg/l, hiệu suất xử lý COD và amoni giảm 16,6 và 21,9 %. Hiệu suất xử lý COD và amoni cũng giảm 8,0 và 16,3 % khi độ mặn tăng từ 15 lên 35 g/l. Kết quả nghiên cứu bước đầu là cơ sở để nâng cao hiệu quả xử lý nước thải tại công ty Cổ phần dịch vụ chế biến thủy sản mắm Cát Hải bằng giải pháp tách dòng.

*Từ khóa:* Tách dòng, nước thải rửa chai, chế biến mắm, bãi lọc trồng cây.

## 1. Đặt vấn đề

Sản xuất nước mắm là một ngành chế biến thực phẩm khá phổ biến ở nước ta. Nước thải sản xuất nước mắm chứa hàm lượng chất hữu cơ và muối cao (cacbonhydrat, protein, chất béo, NaCl...) cùng các vi sinh vật gây bệnh. Hiện nay loại nước thải này thường được xử lý bằng phương pháp sinh học kết hợp hóa lý do đó hiệu quả xử lý trong thực tế còn nhiều hạn chế do độ mặn cao, đặc biệt trong nước thải có chứa chất khử trùng từ công đoạn rửa chai đóng mắm. Nước thải sản xuất mắm phát sinh chủ yếu ở công đoạn rửa chai đóng sản phẩm, thường gấp 2 -3 lần lượng nước thải từ công đoạn sản xuất chính. Do đó việc tách riêng dòng

nước thải rửa chai xử lý bằng công nghệ bãi lọc trồng cây làm giảm tải lượng lớn nước thải cần xử lý qua hệ thống tiền xử lý yếm khí và hiếu khí vừa tiết kiệm điện năng vừa loại bỏ độc tố và tăng hiệu quả xử lý. Trong các giải pháp xử lý, công nghệ bãi lọc trồng cây có nhiều ưu việt như: không sử dụng hóa chất, tiết kiệm điện năng, thân thiện với môi trường [1-4]. Nhóm nghiên cứu Đại học Quốc Gia Hà Nội kết hợp với các chuyên gia thuộc Đại học Barcelona, Tây Ban Nha đã xây dựng và triển khai thành công công nghệ bãi lọc trồng cây phù hợp với điều kiện khí hậu, môi trường Việt Nam với đối tượng là nước thải của các nhà máy chế biến thủy sản xuất khẩu [5]. Mặt khác cơ sở sản xuất mắm thường ở ven biển, có sẵn diện tích mặt bằng rộng và cây cối là cây thường sống ven sông, ven biển có khả năng chịu mặn và chịu đựng trong điều kiện khắc nghiệt, do đó có

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-989121942  
Email: dungntk@hpu.edu.vn

thể ứng dụng công nghệ bãi lọc trồng cây cói dòng chảy ngang để xử lý nước thải cho các cơ sở sản xuất mắm ven biển.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Lấy mẫu nước thải

- Mẫu nước thải sản xuất hỗn hợp chưa và đã tách dòng nước thải rửa chai ở đầu vào và đầu ra của hệ thống xử lý nước thải hiện có của công ty để đánh giá hiệu quả tách dòng.

- Mẫu nước thải rửa chai của Công ty cổ phần dịch vụ chế biến thủy sản mắm Cát Hải (CTCPDVCS mắm Cát Hải) vào 2 đợt, mỗi đợt lấy 4 mẫu vào cuối 4 ca sản xuất ứng (mẫu 1-8) để phân tích đánh giá đặc tính của nước thải rửa chai. Các thông số được phân tích TCVN tương ứng (xem mục 2.3).

- Mẫu nước thải rửa chai đầu vào ở các thí nghiệm với mô hình bãi lọc được lấy, phân tích đặc tính và sử dụng cho từng đợt thí nghiệm.

### 2.2. Nghiên cứu thực nghiệm xử lý nước thải rửa chai

#### a) Xây dựng mô hình thí nghiệm bãi lọc trồng cói

Xây dựng 2 mô hình bãi lọc trồng, trong đó:

(1) Mô hình bãi lọc trồng cói dòng chảy ngang: Kích thước Cao x Dài x Rộng = 0,3 x 1,0 x 0,4 m; độ dốc: 1%, Vật liệu (từ đáy lên mặt): 15 cm sỏi, cát; 5cm san hô

(2) Mô hình bãi lọc trồng cói dòng chảy đứng: Cao x Dài x Rộng = 0,4 x 0,5 x 0,6 m;

Vật liệu (từ đáy lên mặt): 7 cm sỏi (d=10-20 mm); 15 cm cát vàng (d=1-4 mm); 5 cm san hô

Cây trồng sử dụng là cây cói, loại cây có khả năng chịu mặn và điều kiện môi trường khắc nghiệt [6], mật độ cây trồng 40 cây/m<sup>2</sup>, sau 6 tháng cây phát triển tốt và ổn định và phủ toàn bãi lọc. Nước thải rửa chai đầu vào được phân dòng và cho chảy đồng thời qua 2 mô hình bãi lọc trồng cói dòng chảy đứng và dòng chảy ngang trong cùng điều kiện: tốc độ dòng nước thải vào 50 lít/ngày và thời gian lưu 1 ngày, hệ hoạt động liên tục.

#### b) Khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu quả xử lý

\* Ảnh hưởng tuổi của cây: Tiến hành thí nghiệm với mô hình bãi lọc dòng chảy ngang sử dụng cây cói ở các độ tuổi: 20; 30; 40; 50 và 60 ngày, mật độ 40 cây/m<sup>2</sup>.

\* Ảnh hưởng của độ mặn: Tiến hành 3 thí nghiệm với cây cói 50 ngày tuổi, nước thải đầu vào có độ muối tương ứng 15, 25 và 35 g/l được điều chỉnh bằng muối NaCl tinh thể (các thành phần khác không thay đổi).

\* Ảnh hưởng của nồng độ clo dư: Tiến hành 3 thí nghiệm với cói 50 ngày tuổi, nước thải đầu vào có nồng độ clo tương ứng 1,12; 2,36 và 3,50 mg/l điều chỉnh bằng NaOCl 36 % (các thành phần khác không thay đổi).

Trong tất cả các thí nghiệm 5 mẫu nước đầu vào và 5 mẫu đầu ra hệ thống bãi lọc trồng cói được lấy cùng thời điểm sau mỗi thời gian 1; 2; 3; 4 và 5 ngày qua hai bãi lọc để xác định khả năng xử lý. Hiệu quả xử lý (%) được tính theo công thức:

$$\text{Hiệu quả xử lý (\%)} = \frac{C_{\text{vào}} - C_{\text{ra}}}{C_{\text{vào}}} * 100$$

### 2.3. Phương pháp phân tích

Các mẫu nước được lấy và bảo quản theo TCVN 5993-1995. Các thông số đặc tính nước thải được phân tích theo các phương pháp tiêu chuẩn: COD theo SMEWW 5220 (C): 2012; amoni theo TCVN 6179-1:1996; TSS theo TCVN 6625:2000; độ mặn theo TCVN 6194: 1996; clo dư theo TCVN 6225-3: 1996 và Tổng coliform theo TCVN 6187-1:2009. Tiêu chuẩn đánh giá nước đầu ra theo QCVN 11-MT: 2015/ BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải công nghiệp chế thủy sản.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Hiệu quả của hệ thống xử lý nước thải hiện có tại CTCPBDVCS mắm Cát Hải khi tách dòng nước thải rửa chai

Hiệu suất xử lý COD và amoni trước và sau khi tách dòng nước thải rửa chai thể hiện trong hình 1.

Theo hình 1, khi chưa tách riêng dòng nước thải rửa chai trong nước thải hỗn hợp có chứa clo dư gây kìm hãm hoạt động vi sinh vật (VSV) và làm giảm hiệu suất xử lý, COD đạt 70,1 - 72,2 % và amoni đạt 51,2 - 56,8 %. Khi tách riêng dòng nước thải rửa chai khỏi dòng hỗn hợp, lượng clo dư trong nước thải đã được loại bỏ tạo điều kiện cho VSV hoạt động mạnh hơn. Khả năng phân hủy (xử lý) các chất hữu cơ, COD tăng 13,4 - 17,0 % và hiệu suất xử lý amoni,  $NH_4^+$  tăng 20,1 - 23,3 %, các mẫu nước sau xử lý khi tách dòng đều đạt QCVN 11-MT:2015/BTNM.

### 3.2. Khả năng xử lý nước thải rửa chai của 2 mô hình bãi lọc trồng cỏ dòng chảy đứng và dòng chảy ngang

#### a) Kết quả phân tích đặc tính nước thải rửa chai

Mẫu nước thải rửa chai của CTCPCBDVTS được lấy vào các đợt như ở mục 2.1 và phân tích một số thành phần ô nhiễm (xem bảng 1).

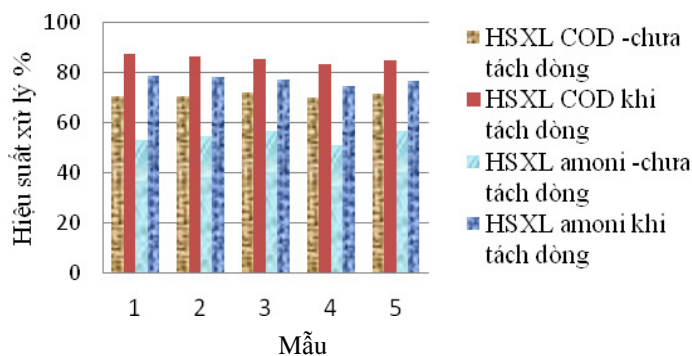
Kết quả cho thấy nước thải rửa chai có nồng độ các thành phần ô nhiễm không cao. Giá trị COD dao động trong khoảng 102,5 - 302,2 mg/l tùy thuộc vào thời điểm rửa chai sạch và chai đã sử dụng. Hàm lượng TSS, amoni, phốt phát tương đối thấp, tuy nhiên nước thải có chứa lượng clo dư xấp xỉ đến vượt QCVN 11-MT:2015. Với đặc tính đầu vào trên, nước thải rửa chai có giá trị COD và amoni khá tương tự với nước thải sinh hoạt và hoàn toàn phù hợp để

xử lý bằng mô hình bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang [7].

#### b) Khả năng xử lý nước thải rửa chai của mô hình bãi lọc trồng cỏ

Mẫu nước thải rửa chai với các thông số đầu vào như bảng 1. Hiệu suất xử lý COD và amoni của 2 mô hình bãi lọc được đưa ra ở hình 2 và 3 (mẫu 1 đến 5 tương ứng lấy sau 1 đến 5 ngày vận hành hệ thống). Sau 5 ngày vận hành với COD đầu vào trong khoảng 100-300 mg/l, hiệu quả xử lý COD của bãi lọc trồng cỏ dòng chảy đứng khá cao đạt 71 - 75,6 % và amoni đạt 54,5 - 63,2 %. Đối với bãi lọc trồng cỏ dòng chảy ngang hiệu suất xử lý COD thấp hơn khoảng 68,7 - 74,6 % và amoni khoảng 51,3 - 57,8 %. Mặc dù vậy hiệu quả xử lý còn thấp so với nghiên cứu của Kato và nnk (2010) khi sử dụng hệ bãi lọc trồng lau sậy dòng chảy đứng nhiều tầng (lớp) để xử lý một số dòng nước thải giàu hữu cơ qui mô thực tế (COD đầu vào rất cao, khoảng 2000-4000 mg/l), hiệu quả giảm COD đạt đến 70 - 90 % [8].

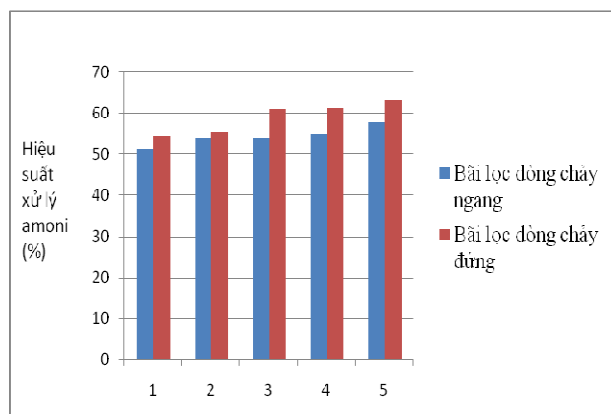
Nguyên nhân do bãi lọc dòng chảy đứng lượng oxy trong lớp vật liệu lọc cao hơn và cơ chế phân hủy hiếu khí trong hệ tốt hơn và có tác dụng thúc đẩy quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ và quá trình tiêu thụ các chất dinh dưỡng như các quá trình nitrat hóa và khử nitrat [9]. Tuy nhiên để phù hợp địa hình cơ sở sản xuất, tiết kiệm chi phí và thuận lợi quá trình vận hành bãi lọc, trong nghiên cứu tiếp theo sẽ sử dụng mô hình bãi lọc trồng cỏ dòng chảy ngang.



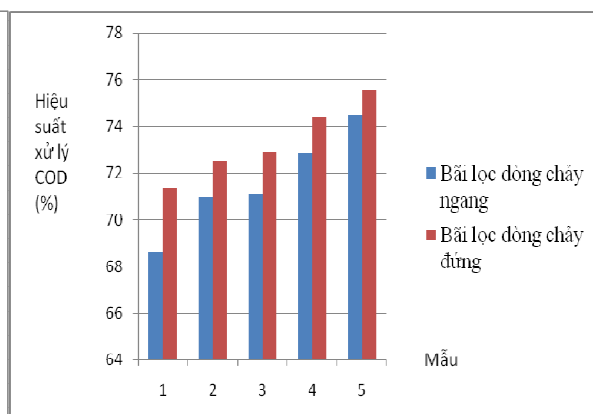
Hình 1. Hiệu suất xử lý COD và amoni trước và sau khi tách dòng nước thải rửa chai.

Bảng 1. Kết quả thành phần nước thải rửa chai của CTCPCBDVTS Cát Hải

Mẫu	COD (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Độ mặn (g/l)	TSS (mg/l)	Clo dư (mg/l)
1	256,3	10,88	14,7	40	2,1
2	297,6	11,70	15,3	42	1,5
3	219,0	10,58	14,1	38	1,8
4	102,5	9,50	9,5	36	2,4
5	302,2	12,13	15,6	47	2,9
6	176,9	10,26	11,6	37	2,2
7	249,2	11,20	13,6	39	1,3
8	297,3	11,05	15,1	42	1,7
<b>QCVN 11-MT:2015</b>	<b>150</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>50-100</b>	<b>1-2</b>



Hình 2. Hiệu suất xử lý amoni của bãi lọc dòng chảy đứng và bãi lọc dòng chảy ngang.



Hình 3. Hiệu suất xử lý COD của bãi lọc dòng chảy đứng và bãi lọc dòng chảy ngang.

### 3.4. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu suất xử lý của bãi lọc trồng cỏ

#### a) Ảnh hưởng tuổi của cây

Nước thải rửa chai đầu vào có các thông số: TSS = 40 mg/l; COD = 289 mg/l; amoni = 11,2 mg/l; độ mặn = 14,5 g/l được dẫn vào mô hình bãi lọc trồng cỏ có các độ tuổi cây là: 20, 30, 40, 50 và 60 ngày (hình 4).

Như vậy cây ở độ tuổi > 40 ngày, cây phát triển nhanh làm tăng khả năng hấp phụ và phân hủy chất hữu nhờ hệ vi sinh vùng rễ bên cạnh quá trình phân hủy nhờ các vi sinh vật hiếu khí, thiếu khí và kỵ khí trong bãi lọc [10]. Với độ tuổi 50 - 60 ngày cây phát triển ổn định, hiệu suất xử lý chất hữu cơ (COD) cao và thay đổi không đáng kể.

#### b) Ảnh hưởng của độ mặn

Tiến hành 3 thí nghiệm với cùng loạt mẫu nước thải đầu vào có: COD = 246,6 mg/l, SS = 38 mg/l; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = 12,24 mg/l và độ mặn tương ứng: 15; 25 và 35 g/l (hình 5). Kết quả cho thấy khi độ mặn tăng từ 15 đến 35 g/l, hiệu suất xử lý chất hữu cơ và amoni giảm. Với độ mặn 35 g/l hiệu suất xử lý chất hữu cơ (COD) giảm còn 55,0 %; và amoni còn 41,5 %. Nguyên nhân là do độ mặn cao gây ức chế hoạt động của vi sinh vật, làm giảm khả năng phân hủy các chất hữu cơ và amoni. Theo các nghiên cứu về cơ chế xử lý thành phần ô nhiễm trong bãi lọc, sản phẩm phân hủy amoni có thể là nitrit, nitrat trong điều kiện hiếu khí và nitơ trong điều kiện yếm khí [10,11].

#### c) Ảnh hưởng của clo dư

Tiến hành thí nghiệm với cùng nước thải rửa chai đầu vào có: COD = 228,1 mg/l; amoni = 12,24 mg/l; Nhiệt độ = 30°C; Độ mặn = 15,2 g/l và nồng độ clo hoạt động tương ứng: 1,12; 2,36 và 3,59 mg/l. Kết quả ở bảng 2 cho thấy khi nồng độ clo dư tăng từ 1,12 đến 3,59 mg/l hiệu suất xử lý chất hữu cơ (COD) giảm từ 64,5 xuống còn 47,9 %; hiệu suất xử lý amoni giảm từ 58,3 xuống 36,4 %. Kết quả này là phù hợp do clo dư có ảnh hưởng rất rõ rệt đến sự sinh trưởng và phát triển VSV (là tác nhân khử trùng) và do đó ảnh hưởng đến sự phân hủy các chất hữu cơ và amoni của VSV. Thậm chí khi hàm lượng clo dư quá cao có thể làm chết cây.

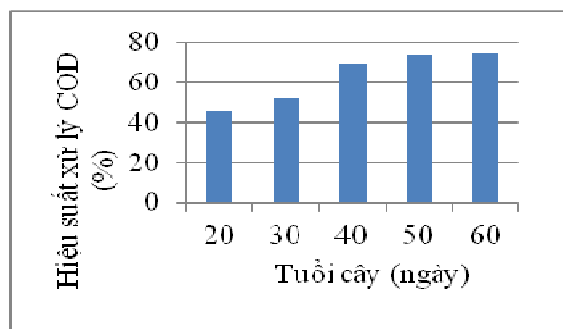
#### 4. Kết luận

- Đặc tính nước thải rửa chai của Công ty CPCBDVTS Cát Hải có COD trong khoảng 102,2- 302,2 mg/l, TSS 36 – 47 mg/l và amoni 9,5 -12,13 mg/l. Khi tách dòng nước thải rửa chai khỏi dòng hỗn hợp, hiệu suất xử lý COD và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> của hệ thống hiện có tăng lên rõ rệt, tương ứng 13,4 -17,0 % và 20,1- 23,3 %.

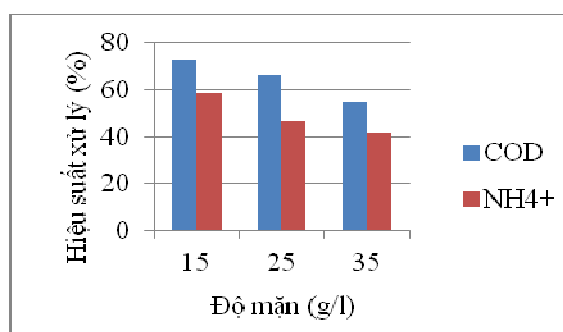
- Khả năng xử lý COD, amoni trong nước thải rửa chai của bãi lọc trồng cỏ dòng chảy đứng cao hơn so bãi lọc trồng cỏ dòng chảy ngang tuy nhiên không đáng kể (2 - 7%). Sau 5 ngày vận hành, COD và amoni của nước đầu ra của bãi lọc trồng cỏ dòng chảy đứng tương ứng giảm 68,7 – 75,6 % và 51,3 – 63,2 %.

- Lượng clo dư và độ mặn trong nước thải rửa chai ảnh hưởng khá rõ rệt đến hiệu suất xử lý. Khi clo dư tăng từ 1,12 lên 3,59 mg/l, hiệu suất xử lý COD và amoni tương ứng giảm 16,6 và 21,9 %. Hiệu suất xử lý COD và amoni tương ứng cũng giảm 8,0 và 16,3 % khi độ mặn tăng từ 15 lên 35 g/l.

Nghiên cứu tiếp theo sẽ đánh giá và khảo sát đầy đủ hơn các điều kiện của hệ thống như thời gian, khả năng xử lý của 1m<sup>2</sup> diện tích bãi lọc, ảnh hưởng của nhiệt độ... để làm cơ sở nâng quy mô thử nghiệm tiến tới áp dụng xử lý nước thải rửa chai tách dòng ở CTCPBTS mấm Cát Hải.



Hình 4. Ảnh hưởng của tuổi của cây đến hiệu quả xử lý COD.



Hình 5. Ảnh hưởng của độ mặn đến hiệu suất xử lý COD và amoni.

Bảng 2. Ảnh hưởng của clo dư đến hiệu suất xử lý COD và amoni

Clo dư (mg/l)	COD <sub>ra</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> <sub>ra</sub> (mg/l)	HSXL <sub>COD</sub> (%)	HSXL <sub>amoni</sub> (%)
1,12	81,04	5,10	64,50	58,30
2,36	101,80	6,70	55,37	45,26
3,59	118,90	7,78	47,87	36,40

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Việt Anh. Xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng trong điều kiện Việt Nam. Trường Đại học Xây dựng, 2005.
- [2] Cooper P.F., Job G.D., Green M.B., Shutes R.B.E. Reedbeds and constructed wetlands for wastewater treatment, WRc, Swindon, Wiltshire, 1996.

- [3] Jae-Young K., John W.D., Robert R.L., Jason N.D. A comparative evaluation of money-based and energy-based cost-benefit analyses of tertiary municipal wastewater treatment using forested wetlands vs. sand filtration in Louisiana, *Ecol. Econ.*, 49(3), (2004), 331.
- [4] Lynette C., John W.D., John M.R., Paul Kemp G. An economic analysis of using wetlands for treatment of shrimp processing wastewater - a case study in Dulac, LA, *Ecol. Econ*, 33(1), (2000), 93.
- [5] Lê Tuấn Anh - Trung tâm Nghiên cứu Tài nguyên và Môi trường. Nghiên cứu phát triển công nghệ bãi lọc trồng cây ứng dụng vào xử lý nước thải từ chế biến thủy sản xuất khẩu. Đề tài Hợp tác Việt Nam - Tây Ban Nha. 2013.
- [6] UN-Habitat. Constructed Wetlands Manual, UN-Habitat water for Asian cities programme Nepal, Kathmandu, 2008.
- [7] Pravin A. Biological treatment of sewage water by reed bed technology - A case study of corporate sector of India, *Indian Forester*, 2008.
- [8] Kato K., Inoue T., Ietsugu H., Koba T., Sasaki H., Miyaji N., Yokota T., Sharma P.K., Kitagawa K. and Nagasawa T., Design and performance of hybrid reed bed systems for treating high content wastewater in cold climate, 12th international conference on Wetland systems for water pollution control, October 4 - 8, 2010.
- [9] EPA. Constructed Wetlands for Treatment of Organic and Engineered Nanomaterial Contaminants of Emerging Concerns. Water Environment Research Foundation. 2014
- [10] DeBusk W. F. (1999). Wastewater Treatment Wetlands: Contaminant Removal Processes. Soil and Water Science Department, University of Florida.
- [11] Stottmeister U., Wießner A., Kusch P., Kappelmeyer U., Kastner M., Bederski O., Muller R. A., Moormann H.. *Biotechnology Advances*, 22 (2003). 93.

## Assessment of Separation and Treatment Efficiency of Bottle Washing Wastewater in Fish Sauce Production by a Constructed Wetland

Nguyen Thi Kim Dung, Nguyen Thi Mai Linh

*Falcuty of Environmental Engineering, Hai Phong Private University, 36 Dan Lap, Le Chan, Hai Phong*

**Abstract:** In this study, bottle washing wastewater that contains detergents was separated from mixed fish sauce processing wastewater to improve effectiveness of current wastewater treatment plant (WWTP). The findings showed that as bottle washing wastewater was separated, the COD and  $\text{NH}_4^+$  removal efficiency of WWTP increased 13.4-17.0 % and 20.1- 23.3 %, respectively. Bottle washing wastewater then was treated in a constructed wetland using rush trees at a model scale. The removal efficiency of COD and ammonium from bottle washing wastewater ranged 68.7 – 75.6 % and 51.3 – 63.2 %, respectively. The chlorine residue and salinity had significant influence on the bottle washing wastewater treatment process. As chlorine residue increased from 1.12 to 3.59 mg/l, the COD and ammonium removal efficiency decreased 16.6 and 21.9 %. The COD and ammonium removal efficiency was found decreasing at 8.0 and 16.3% as salinity increased from 15 to 35 g/l. The preliminary results provided a basis for the application of flow separation to increase wastewater treatment efficiency in Cat Hai Fish Sauce Seafood Services Joint Stock Company.

**Keywords:** Flow separation, bottle washing wastewater, fish sauce processing, constructed wetland.