

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐẤT NGẬP NƯỚC VỚI SỰ THAM GIA CỦA CỎ NẰNG (ELEOCHARIS DULCIS) ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NUÔI TÔM CÔNG NGHIỆP

ASSESSMENT OF WASTEWATER QUALITY AND APPLICATION WETLAND TECHNOLOGY WITH THE PRESENCE OF ELEOCHARIS DULCIS FOR SHRIMP FARM WASTEWATER TREATMENT

TRẦN HOÀNG THANH^(*) và LÊ THỊ KIM OANH^(**)

TÓM TẮT: Phát triển nuôi trồng thủy sản cùng các vấn đề môi trường phát sinh đã và đang là mối quan tâm của Việt Nam nói chung và huyện Kiên Lương - tỉnh Kiên Giang nói riêng. Mặc dù tính chất ô nhiễm không cao nhưng với một lượng lớn nước thải từ các ao nuôi liên tục thải vào môi trường đã và ngày càng tác động tiêu cực tới hệ sinh thái tự nhiên của thủy vực [15]. Nghiên cứu đánh giá thành phần nước thải của 10 trại nuôi tôm tập trung cho thấy các chỉ tiêu vượt tiêu chuẩn cho phép xả thải như: COD, NH₄⁺, TDS, ... Xử lý nước thải nuôi tôm công nghiệp bằng công nghệ thiên nhiên đất ngập nước với sự tham gia của thực vật thủy sinh là một giải pháp khả thi phù hợp với tính chất của nước thải và điều kiện môi trường khu vực [7], [10]. Hiệu quả xử lý COD của nước thải ao nuôi tôm đạt 65,8%, amonia đạt 93,7%, TDS (Total Dissolved Solids) đạt 57,6% với thời gian lưu là 23 ngày. Ngoài ra, quá trình cũng giúp ổn định pH, độ phèn, độ kiềm của nước thải.
Từ khóa: chất lượng nước, nuôi tôm, xử lý nước thải, công nghệ đất ngập nước, Cỏ Nặng.

ABSTRACTS: Aquaculture development with environmental issues has been a big concern in Vietnam in general and Kien Luong District – Kien Giang Province in particular. Although the pollution degree is not high, a large amount of wastewater from the shrimp farm is continuously discharged into the environment and has had an increasingly negative impact on the natural ecosystem of the water body [15]. The study on wastewater composition of 10 shrimp farms shows that COD, NH₄⁺, TDS, etc., discharged into wastewater were higher than the standards. Shrimp farm wastewater treatment using wetland technology with the present of aquatic plants is a feasible solution which suits the nature of wastewater and environmental conditions in the area [7], [10]. COD removal efficiency was 65.8%, ammonia 93.7%, TDS 57.6% respectively with retention time of 23 days. In addition, the process also helps stabilize pH, alum, alkalinity of wastewater.

Key words: water quality, shrimp farm, wastewater treatment, wetland, eleocharis dulcis.

(*) ThS. Chi cục Bảo vệ Môi trường, tỉnh Kiên Giang, Mã số: TCKH09-26-2018

(**) PGS.TS. Trường Đại học Văn Lang, lethikimoanh@vanlanguni.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Kiên Giang là tỉnh có điều kiện địa lý thuận lợi cho việc phát triển nuôi trồng thủy hải sản bởi có 200km bờ biển với 137 hòn đảo. Nghề nuôi trồng thủy sản của tỉnh Kiên Giang rất phát triển, nhất là nuôi tôm nước lợ vùng ven biển, nuôi cá nước ngọt, sò huyết,... tổng diện tích nuôi trồng thủy sản của tỉnh năm 2012 là 108.024 ha, đạt tốc độ tăng 8,7%/năm [14].

Huyện Kiên Lương và một trong những địa bàn phát triển mạnh công nghiệp nuôi trồng thủy hải sản, đặc biệt là nuôi tôm, của tỉnh Kiên Giang. Do chưa có sự cân đối trong việc phát triển nuôi trồng thủy hải sản và việc kiểm soát môi trường nên các vấn đề ô nhiễm chưa được giải quyết triệt để dẫn đến các tác động xấu đến hệ sinh thái khu vực [15], [14]. Nguyên nhân ô nhiễm chủ yếu là do lượng chất hữu cơ dư thừa từ thức ăn, phân và rác thải, các hóa chất kháng sinh sử dụng trong quá trình nuôi trồng, tích tụ trong nước và bùn đáy ao. Lượng nước xả thải định kỳ mỗi ngày từ các ao nuôi và lượng bùn xả thải sau mỗi chu kỳ nuôi chưa được xử lý và giám sát chặt chẽ dẫn đến các vấn đề ô nhiễm, phát tán vi trùng gây bệnh từ các ao nuôi, hiện tượng phú dưỡng do dư thừa nitơ và photpho, sự thiếu hụt oxy ở thủy vực nhận nước thải do sự tồn tại của chất hữu cơ,... Để có thể phát triển mô hình nuôi trồng thủy hải sản một cách bền vững, cần phải tìm ra công nghệ xử lý nước thải và bùn thải đạt yêu cầu xả thải và phù hợp với đặc thù của các hoạt động nuôi trồng thủy sản của địa phương, đáp ứng điều kiện tự nhiên của khu vực, đạt hiệu quả kinh tế.

Sử dụng công nghệ đất ngập nước kết hợp với thực vật thủy sinh để xử lý nước thải đã được minh chứng bằng nhiều nghiên cứu, thực nghiệm trên thế giới và ở Việt Nam về hiệu quả xử lý chất hữu cơ, chất rắn lơ lửng, nitơ tổng, kim loại nặng, thuốc trừ sâu,... [7], [3], [1, tr.327-335], [10], [11, tr.10-17]. Các chất ô nhiễm trong nước thải được xử lý trong mô hình đất ngập nước bằng ba quá trình chuyển hóa kết hợp gồm lý, hóa và sinh học với sự tham gia của thủy sinh vật và cộng đồng vi sinh vật bản địa. Trên thế giới có rất nhiều nghiên cứu và ứng dụng về các kiểu mô hình đất ngập nước khác nhau để xử lý nước thải. Theo I.H. Farooqui và cộng sự [4], có thể chia công nghệ đất ngập nước thành loại chảy ngầm và loại chảy tự do. Với công nghệ đất ngập nước với dòng chảy tự do, thiết kế và vận hành đơn giản, ít tốn kém nhưng hiệu quả xử lý kém hơn và chiếm nhiều diện tích. Trong trường hợp ứng dụng để xử lý nước thải nuôi tôm ở huyện Kiên Lương, loại công nghệ này sẽ phù hợp hơn về kinh phí (rẻ) và điều kiện địa phương, đồng thời đáp ứng được diện tích cần thiết và yêu cầu về hiệu quả xử lý không cao do chất lượng nước thải nuôi tôm không quá ô nhiễm.

Ở Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt, chăn nuôi, bệnh viện, chế biến thủy sản,... bằng mô hình đất ngập nước, áp dụng trên thực vật nước là lau sậy, lục bình, cỏ nến, cỏ vetiver,... nhưng chưa có công trình nghiên cứu trên Cỏ Năng. Cỏ Năng là một loại cây tự nhiên phát triển tốt trong hệ sinh thái đất ngập nước nhiễm phèn, phát triển rất tốt tại khu vực huyện Kiên Lương. Do vậy, để đáp

ứng nhu cầu thực tế của địa phương, xử lý nước thải nuôi tôm có nồng độ ô nhiễm không cao, sử dụng thực vật thủy sinh bản địa phù hợp với thổ nhưỡng và khí hậu, đồng thời đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật và đặc biệt là yêu cầu về chi phí xử lý, đề tài nghiên cứu xử lý nước thải nuôi tôm được thực hiện với công nghệ đất ngập nước dạng chảy tự do với thực vật thủy sinh là Cỏ Năn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đánh giá chất lượng nước thải của các ao nuôi công nghiệp

Bảng 1. Thời điểm lấy mẫu ở 10 ao khảo sát

Ký hiệu	Công ty	Ngày tuổi		
		Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
A1	Trung Sơn	6	56	136
A2	Trung Sơn	8	58	138
A3	Thông Thuận	10	60	140
A4	Thông Thuận	5	55	135
A5	Hạ Long	15	65	145
A6	Hạ Long	10	60	140
A7	Minh Phú	11	61	141
A8	Minh Phú	7	57	137
A9	Toàn Cầu	7	57	137
A10	Toàn Cầu	13	63	143

Trước khi vận hành mô hình đất ngập nước, nghiên cứu tiến hành lấy mẫu nước thải của 5 công ty nuôi tôm để đánh giá hiện trạng chất lượng nước thải chung của các công ty nuôi tôm công nghiệp, làm cơ sở để xây dựng các thông số vận hành mô hình thí nghiệm. Các công ty được lựa chọn khảo sát và lấy mẫu gồm: Công ty Thông Thuận, Công ty Trung Sơn, Công ty Hạ Long, Công ty Toàn Cầu, Công ty Minh Phú. Mỗi công ty lấy mẫu ở 2 ao nuôi.

Nước thải: Mẫu nước được lấy 3 đợt, tương ứng với 3 giai đoạn tăng trưởng của

tôm. Đợt 1: từ 5-13 ngày tuổi; Đợt 2: từ 55-65 ngày tuổi và Đợt 3: từ 135 đến 143 ngày tuổi. Xem chi tiết ở bảng 1.

2.2. Mô hình và nước thải sử dụng trong nghiên cứu

Mô hình đất ngập nước với sự tham gia của Cỏ Năn

Áp dụng công thức [12] để tính toán các thông số cho mô hình đất ngập nước:

$$A = Q \ln(C_i/C_o) K_T dnv$$

$$K_T = K_{20} \theta^{(T_w - 20)}$$

Với:

A: diện tích mô hình đất ngập nước (m²);

Q: lưu lượng nước thải (m³/ngày);

C_i: nồng độ nước thải đầu vào (mg/L);

C_o: nồng độ nước thải sau xử lý (mg/L);

d: độ sâu của mực nước trong bể, theo

[13] thì d = 0,6-1(m);

nv: hệ số chiếm chỗ do thực vật (thể tích bể đã trừ thể tích thực vật chiếm chỗ trên thể tích thực tổng cộng);

K_T: hằng số tốc độ phản ứng ở nhiệt độ T°C;

K₂₀: hằng số tốc độ phản ứng ở 20°C;

T_w: nhiệt độ của nước trong mô hình đất ngập nước (°C);

θ: hệ số nhiệt tương ứng với hằng số tốc độ.

Đối với phương trình động học bậc 1, giá trị hằng số ở 20°C (K₂₀) và hệ số nhiệt độ (θ) phụ thuộc vào loại chất ô nhiễm bị khử. Ví dụ: để khử BOD thì K₂₀ = 0.678/ngày và θ = 1.06, trong khi để khử NH₄⁺ thì K₂₀ = 0.218/ ngày và θ = 1.048. Nhiệt độ của nước (T_w) trong mô hình đất ngập nước là một thông số cơ bản để thiết kế mô hình, ảnh hưởng đến hiệu quả khử BOD hoặc các dạng khác nhau của nitơ.

Mô hình (bể) thí nghiệm tại khu vực nuôi tôm tập trung huyện Kiên Lương làm bằng khung gỗ, lòng bể phủ tấm nhựa

composite chống thấm. Dọc thành bể có lắp đặt van lấy mẫu. Nghiên cứu được thực hiện với 3 bể có kích thước bằng nhau, với các chi tiết thông tin như sau:

Thể tích tổng cộng của mỗi bể: 800 lít (thể tích thật): 500 lít;

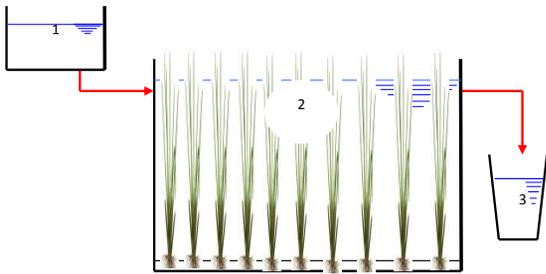
Chiều cao mực nước trong các mô hình: 50cm;

Mật độ Cỏ Năng ống: 0 cây/m²; 20-30 cây/m²; 30-50cây/m².

Cỏ Năng ống dùng trong thí nghiệm lấy tại vùng Kiên Lương, tên khoa học: *Eleocharis dulcis*, thuộc Giới (Regnum): Plantae, Bộ (Ordo): Poales, Họ (Familia): Cyperaceae, Chi (Genus): *Eleocharis*. Cỏ Năng có khoảng 200-250 loài, có khắp nơi trên thế giới, loài phổ biến nhất là Cỏ Năng ống.

Cỏ Năng ống sử dụng trong nghiên cứu này được lấy tại khu vực nuôi tôm của Công ty Trung Sơn, huyện Kiên Lương;

Cỏ Năng trưởng thành được nhổ cả gốc và đất và đem về cấy vào bể, độ sâu phần gốc và đất cao 12cm.



Ghi chú:

1. Bể chứa nước thải: 60 x 40 x 40 (cm³)
2. Bể xử lý nước thải nuôi tôm: 100x 100x 80 (cm³)
3. Bể thu nước sau xử lý: Ø40 (cm) x 20 (cm)

Hình 1. Mô hình đất ngập nước với sự tham gia của Cỏ Năng ống

Nước thải sử dụng trong nghiên cứu

Nước thải sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ vị trí xả của các ao nuôi tôm của Công ty Trung Sơn. Nước thải được lấy về và sử dụng nghiên cứu ngay trong ngày.

Bảng 2. Thành phần nước thải của ao nuôi tôm Trung Sơn

Chỉ tiêu	Đơn vị	Khoảng giao động
pH	-	6,80 - 8,16
Độ mặn	‰	8,1 - 15,4
Độ phèn	mg/L	0,28 - 0,95
COD	mg/L	18,4 - 96,1
TDS	mg/L	22,34 - 78,4
N-NH ₄ ⁺	mg/L	0,11 - 1,47
N-NO ₂ ⁻	mg/L	0,079 - 0,168
N-NO ₃ ⁻	mg/L	0,132 - 0,138
N tổng	mg/L	3,3 - 19,3
P tổng	mg/L	1,20 - 2,91

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các thông số thí nghiệm

Bảng 3. Các thông số thí nghiệm

Mô hình	1	2	3
Mật độ Cỏ Năng (số cây/1m ² bể)	0	30	45
Hàm lượng vi sinh trong bể (mgMLVSS/L)	>3-5x10 ⁴		
Thời gian lưu nước (ngày)	25		
pH	5-9		
DO (mg/L)	>2		
Độ mặn (‰)	0-15		
COD nước thải (mg COD /L)	10-100		
N-NH ₄ ⁺ nước thải (mg N-NH ₄ ⁺ /L)	0.1- 4.0		

Vận hành mô hình thí nghiệm

Mô hình đất ngập nước dạng liên tục với sự tham gia của Cỏ Năng theo từng mật độ cỏ nhất định đã được dựng và vận hành với nước thải ao tôm trong 1 tháng trước khi thí nghiệm chính thức được đo đạc nhằm đảm bảo khả năng thích nghi của Cỏ Năng.

Các bước vận hành mô hình nghiên cứu đất ngập nước như sau:

Nước thải được lấy từ đầu ra của các ao xả hằng ngày để đưa vào mô hình;

Trước khi bơm, định lượng nước vào mô hình, nước được lấy mẫu để phân tích

các chỉ tiêu pH, độ mặn, COD, BOD₅, TS, TDS, vi sinh gây bệnh, NO₃⁻, NH₄⁺, N-tổng, đặc biệt phân tích nhanh 2 chỉ tiêu pH và độ mặn nhằm hạn chế tác động xấu đến cây Cỏ Năng;

Vận hành mô hình, lấy mẫu và phân tích mẫu hằng ngày;

Đánh giá hiện trạng tăng trưởng của cây Cỏ Năng.

Phương pháp phân tích mẫu

Mẫu nước được thu vào can nhựa 0,5 lít vào 7h30 sáng, chuyển đến phòng thí nghiệm thuộc Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Kiên Giang để phân tích các chỉ tiêu pH, DO, độ kiềm, độ mặn, TDS, BOD₅, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, N-tổng, P-tổng. Các chỉ tiêu phân tích theo [2].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích thành phần nước thải của các trại nuôi tôm công nghiệp

Kết quả phân tích thành phần nước của 10 ao lắng ở 3 đợt lấy mẫu được trình bày trong hình 2. Kết quả cụ thể như sau:

pH trong các mẫu nước ở 3 đợt lấy mẫu đều nằm trong khoảng cho phép xả thải.

DO ở tất cả các mẫu phân tích đều đạt yêu cầu ở mức cao.

SS dao động từ 24,5 - 88mg/L (yêu cầu thấp hơn 50mg/L).

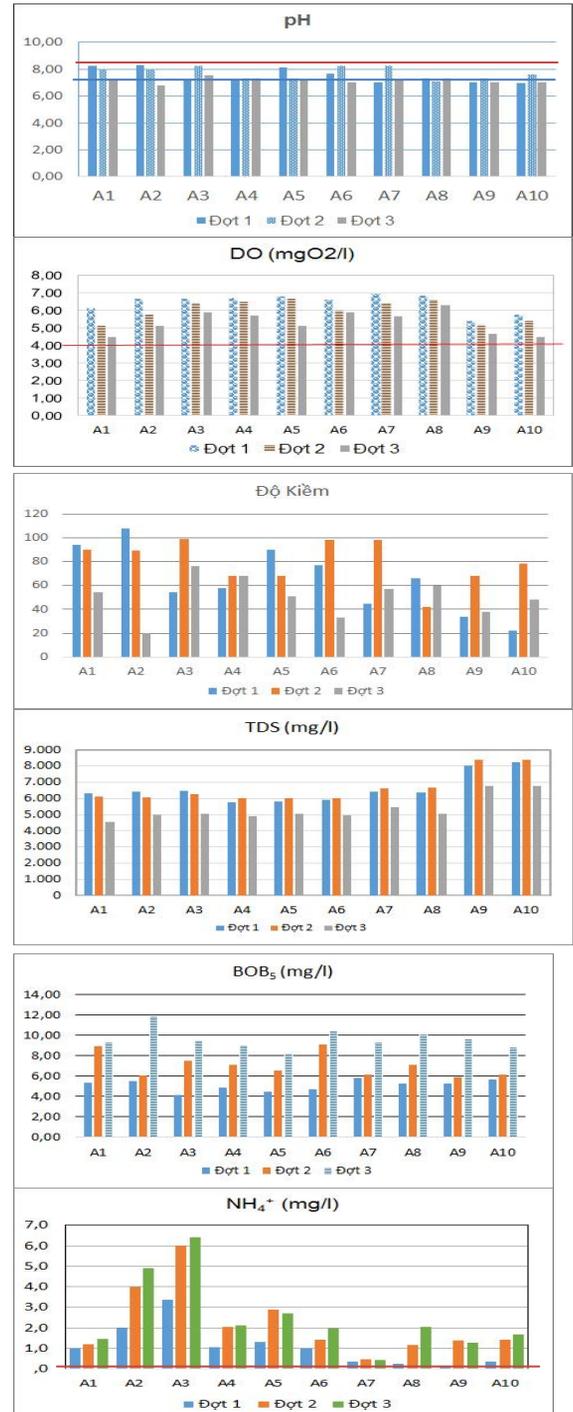
BOD₅ dao động từ 4,02 - 11,9mg/L, tương ứng với COD từ 7,18- 18,3mg/L (quy chuẩn cho phép là 5mgCOD/L).

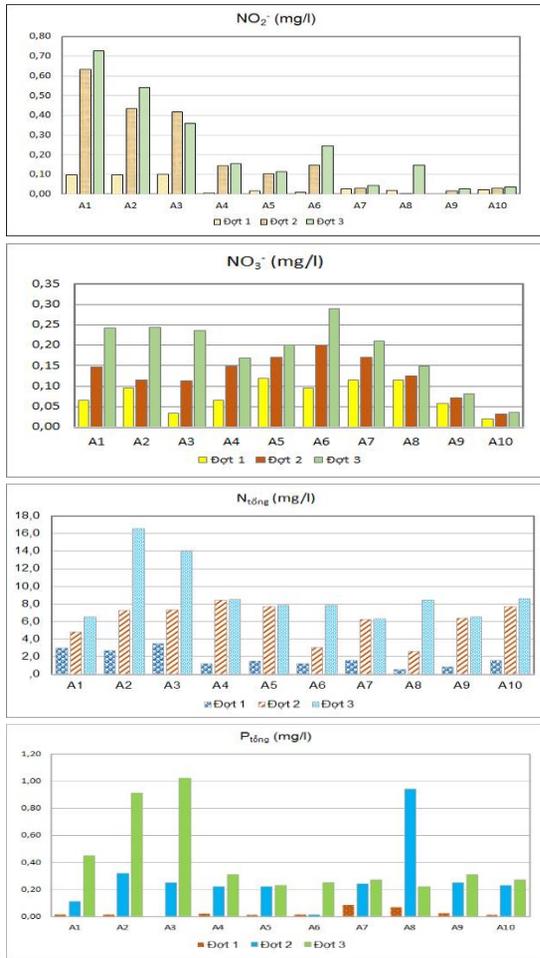
Tất cả các ao đều có hàm lượng Amonia vượt tiêu chuẩn cho phép, trong khi nitrate tương đối thấp đều nằm trong giới hạn cho phép tiêu chuẩn môi trường của Bộ Thủy Sản (<0,3 mg/L).

Hàm lượng N-tổng trong đợt 1 rất thấp dao động từ 0,58 - 3,52mg/L đạt khoảng

cho phép (tiêu chuẩn Thái Lan, 2003), giá trị N-tổng cao nhất được thấy trong ao A₂, đợt 3 với hàm lượng 16,56mg/L.

Hàm lượng P-tổng trong tất cả các ao dao động từ 0,007 - 0,37mg/L nằm trong khoảng cho phép là <0,4mg/L) (tiêu chuẩn Thái Lan, 2003).





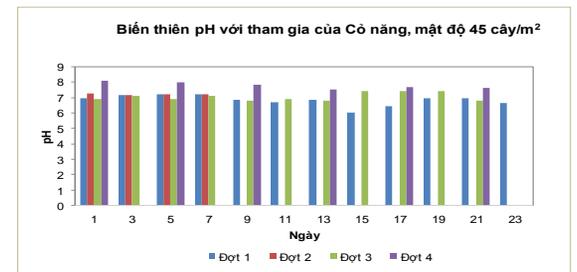
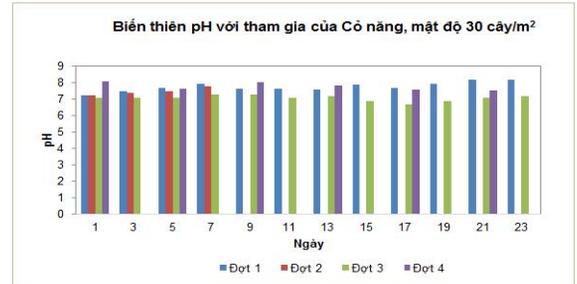
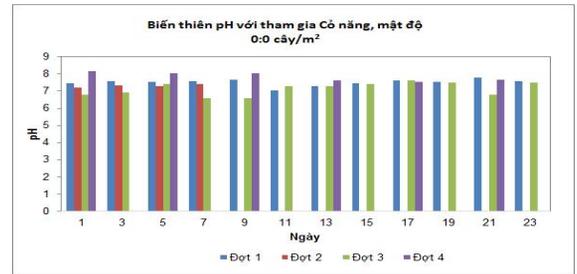
Hình 2. Nồng độ pH, DO, độ kiềm, TDS, BOD₅, NH₄⁺, nitrite, nitrate, N_{tổng}, P_{tổng} ở 10 ao lắng

3.2. Kết quả vận hành mô hình thí nghiệm

Kết quả nghiên cứu ở 3 mô hình được lặp lại trong 4 lần thí nghiệm thể hiện trong hình 3, 4, 5, 6 và 7.

pH

Ở mô hình không có Cỏ Năng (0 cây/m²), pH dao động lên xuống trong suốt 23 ngày vận hành. Tuy nhiên, pH vẫn nằm trong khoảng cho phép xả thải vào vùng nuôi trồng thủy sản là 6,5-8,5 (Quy chuẩn 10:2008/BTNMT), pH cao nhất đạt 7,57, thấp nhất đạt 6,6. Đối với các mô hình có sự tham gia của Cỏ Năng, pH nhìn chung ổn định hơn, có xu hướng tăng dần nhưng vẫn trong khoảng quy định.



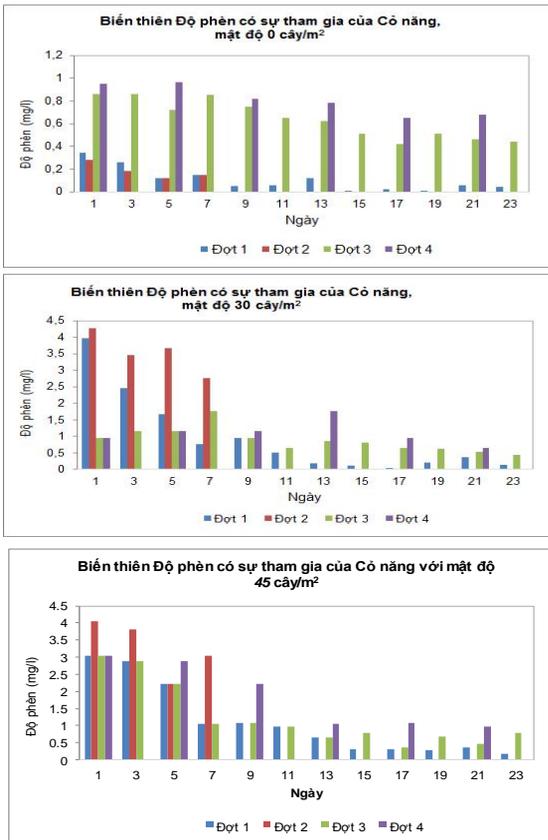
Hình 3. Biến thiên pH

Độ mặn

Trong 4 đợt thí nghiệm ở 3 mô hình khác nhau sử dụng nước đầu vào khác nhau, tương ứng với 4x3=12 đợt lấy mẫu nước. Mỗi đợt lấy mẫu nước có độ mặn khác nhau, thấp nhất trong khoảng 7,25-8,21‰, cao nhất trong khoảng 15,5-16,6‰. Kết quả cho thấy, ở các mẫu nước đầu vào có độ mặn từ 15‰, Cỏ Năng sẽ chết trong vòng 7 ngày; ở độ mặn 11,4‰ Cỏ Năng có dấu hiệu phát triển không tốt. Các thí nghiệm có độ mặn từ 7,25 đến 10‰, Cỏ Năng phát triển ổn định. Như vậy, kết quả của nghiên cứu cho thấy, để áp dụng công nghệ đất ngập nước sử dụng Cỏ Năng, độ mặn của nước xử lý phải nhỏ hơn 10‰.

Độ phèn

Độ phèn có xu hướng giảm nhẹ ở mô hình không có Cỏ Nắng, và giảm mạnh ở các mô hình có sự tham gia của Cỏ Nắng. Hiệu quả giảm độ phèn có thể đạt 96% (giao động từ 32-96%) và độ phèn của nước sau xử lý có thể đạt 0,14mg/L (giao động 0,14-0,97mg/L).



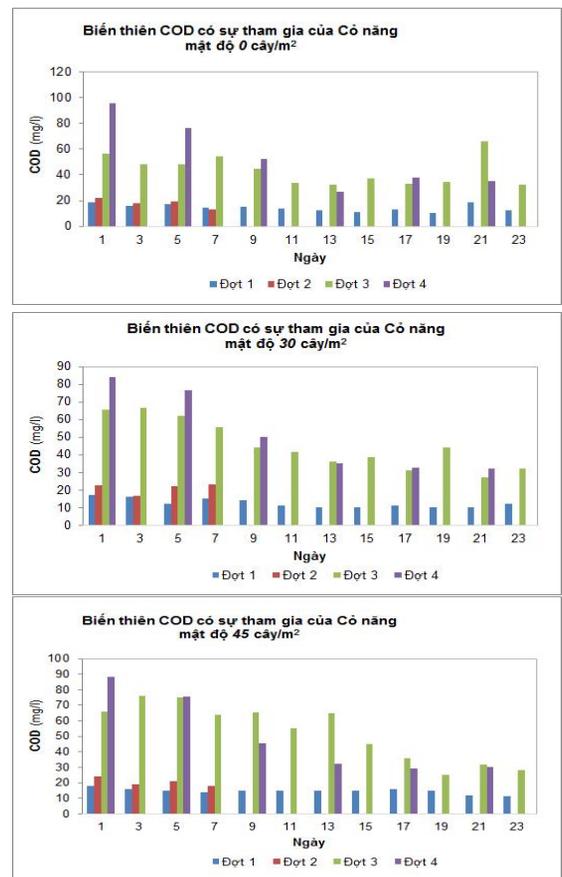
Hình 4. Biến thiên độ phèn

COD

So sánh 3 mô hình thí nghiệm cho thấy, cho dù không có Cỏ Nắng, hiệu quả xử lý COD vẫn xảy ra, với hiệu quả cao nhất đạt được là 53,3%. Tuy nhiên, với sự tham gia của Cỏ Nắng, hiệu quả khử COD cao hơn, cao nhất đạt được ở mô hình có mật độ Cỏ Nắng là 45 cây/m² và hiệu suất cao nhất đạt được là 65,8%. Kết quả này thấp hơn kết quả nghiên cứu của Lê Anh

Tuần [5] xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình đất ngập nước (đạt tối đa 83,4%).

So sánh 4 đợt (mẻ) thí nghiệm cho thấy, càng về sau hiệu quả xử lý COD càng tốt hơn, chứng tỏ mô hình xử lý đã dần tạo được môi trường sinh thái thích hợp. Như vậy, kết quả có thể sẽ tăng hơn nữa nếu thời gian thích nghi của mô hình lâu hơn để tạo được hệ sinh thái bền vững, đồng thời có khả năng tăng hiệu quả nếu tăng mật độ Cỏ Nắng (hơn 45 cây/m²) hoặc tăng mật độ che phủ của Cỏ Nắng.

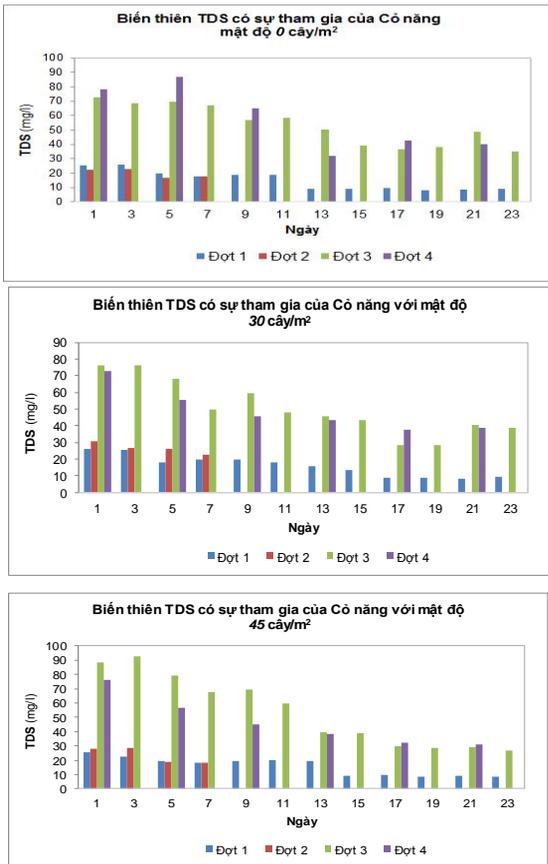


Hình 5. Biến thiên COD

TDS

TDS ở các mô hình, các mẻ thí nghiệm đều giảm dần trong quá trình vận hành. Hiệu suất giảm cao nhất đối với mô hình có mật độ Cỏ Nắng cao nhất (45 cây/m²) ở mẻ

thí nghiệm thứ 4, đạt giá trị hiệu quả giảm là 57,6%, với TDS đầu ra đạt 8,38mg/L. Hiệu quả này thấp hơn nghiên cứu của Lê Anh Tuấn [5] trên nước thải sinh hoạt, đạt 67,5%. Điều này có thể do đặc tính của 2 loại nước thải khác nhau, với nước thải nuôi tôm có độ mặn cao.

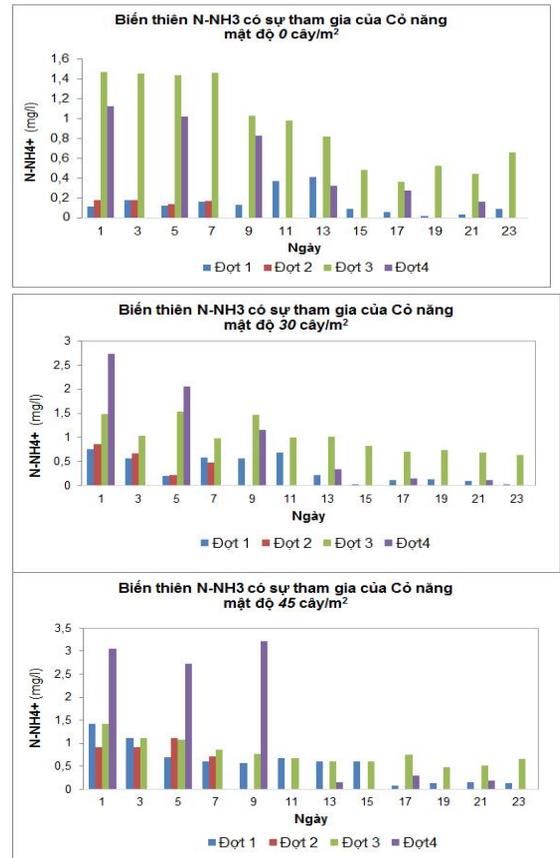


Hình 6. Biến thiên TDS

Amonia

Hiệu quả xử lý Amonia tăng trong quá trình vận hành. Kết quả cao nhất đạt được là 93,7%, với nồng độ đầu ra là 0,64mg N-NH₃/L, tương ứng với mô hình có mật độ Cỏ Năng cao nhất (45cây/m²) và thời gian vận hành (ổn định) của mô hình là lâu nhất (tương ứng với mẻ thí nghiệm thứ 4). Tuy nhiên, kết quả trên vẫn thấp hơn so với nghiên cứu của Nguyễn Thị Thanh Huệ [9]

trên hệ thống HF-VF (hệ thống dòng chảy ngang kết hợp) trồng sậy và cỏ nến (đạt 98,3%); nhưng cao hơn kết quả của Lê Quốc Tuấn [6] sử dụng rong đuôi chồn và rong mái chèo, đạt 23,5% trong 24 giờ.



Hình 7. Biến thiên Amonia

Nitrite và nitrate

Ở các mô hình không có Cỏ Năng, hiệu quả xử lý N-NO₂ có xu hướng dao động mạnh và giảm dần, với hiệu quả xử lý đợt 1, 2, 3 lần lượt 50%, 14%, 52%. Mô hình có mật độ Cỏ Năng 45 cây/m² hiệu quả xử lý N-NO₂ xảy ra cả 3 đợt với giá trị tương ứng 77,7%, 44,7%, 74,6%. Trong khi đó, mô hình có mật độ Cỏ Năng 30 cây/m², hiệu quả xử lý xảy ra ở đợt 1, đợt 2 và đợt 3 với giá trị lần lượt là 46,8%, 38,7%, 45,8%.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Thành phần nước thải sau ao lắng của các trang trại nuôi tôm công nghiệp không đủ tiêu chuẩn xả thải. Cụ thể các thành phần cần xử lý là COD, NH_4^+ , TDS và SS.

Công nghệ đất ngập nước có sự tham gia của Cỏ Năng đã chứng minh tính hiệu quả xử lý nước thải sau ao lắng ở các trang trại nuôi tôm công nghiệp. Cụ thể cho thấy pH ổn định hơn; COD, TDS, NH_4^+ , NO_3^- và độ phèn giảm sau 23 ngày xử lý. Hiệu quả xử lý COD của nước thải ao nuôi tôm đạt 65,8%, Amonia đạt 93,7%, TDS đạt 57,6%. So với các nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt với các loại thực vật thủy sinh khác, hiệu suất xử lý COD, NH_4^+ của nghiên cứu này chưa cao và nồng độ đầu ra COD, NH_4^+ chưa đạt tiêu chuẩn xả thải vào vùng nuôi trồng thủy sản, bảo tồn thủy sinh (QCVN 10:2008/BTNMT). Nguyên nhân có thể do các lý do sau đây: tỷ lệ BOD/COD thấp (31,5/56,3=56%); độ mặn cao: 8-10‰; thời gian vận hành thích nghi của mô hình

còn ngắn nên Cỏ Năng và hệ thủy sinh vật khác chưa phát huy hết tác dụng trong hệ sinh thái.

4.2. Kiến nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu mô hình đất ngập nước với sự tham gia của Cỏ Năng với mật độ Cỏ Năng cao hơn (hoặc mật độ che phủ lớn hơn), thời gian vận hành lâu hơn để đánh giá đúng và đủ hiệu quả của công nghệ.

Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy, khả năng áp dụng của công nghệ vào thực tiễn, đặc biệt hiệu quả ở những vùng có độ phèn tương đối cao, độ mặn của nước thải nuôi tôm dưới 10‰ và là nơi có diện tích đất đủ đáp ứng, thông thường có thể sử dụng đất dự phòng theo quy định từ 10-15% diện tích đất canh tác.

Nghiên cứu về loại cây đất ngập nước bản địa phù hợp theo từng vùng đất, khí hậu và xử lý theo từng loại nước thải nhằm có thể có thêm sự lựa chọn về công nghệ xử lý nước thải, giảm chi phí vận hành, giảm tác động đến biến đổi khí hậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.A. Szogi, P.G. Hunt, F.J. Humenik (2000), *Treatment of swine wastewater using a saturated-soil-culture soybean and flooded rice system*, Transactions of the ASAE American Society of Agricultural Engineers, vol. 43 (2).
- [2] APHA (2005), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC.
- [3] Eleanor Butterworth, Andrew Richards, Mark Jones, Gabriella Mansi, Ezio Ranieri, Gabriel Dotro, Bruce Jefferson (2016), *Performance of four full-scale artificially aerated horizontal flow constructed wetlands for domestic wastewater treatment*, Water 2016, 8,365; doi: 10.3390/w8090365.

- [4] I.H.Farooqi, Farrukh Basheer and Rahat Jahan Chaudhari (2008), *Constructed wetland system (CWS) for wastewater treatment*, Proceedings of Taal2007: The 12th World Lake Conference: Sengupta M. and Dalwani, R. (Editors).
- [5] Lê Anh Tuấn (2007), *Nghiên cứu xử lý nước thải các ao nuôi cá nước ngọt bằng đất ngập nước kiến tạo*, Trường Đại học Cần Thơ.
- [6] Lê Quốc Tuấn, Trần Thị Thanh Hương (2005), *Nghiên cứu đưa thực vật thủy sinh vào hệ thống nuôi trồng thủy sản để làm sạch môi trường nước*, Trường Đại học Nông lâm, Thành phố Hồ Chí Minh.
- [7] Misha Bhatia and Dihesh Goyal (2013), *Analysing remediation potential of wastewater through wetland plants: A review*, Environmental Progress & Sustainable Energy. Wiley online library. DOI 10.1002/ep.11822.
- [8] Nguyễn Thành Lộc, Võ Thị Cẩm Thu, Nguyễn Trúc Linh, Đặng Cường Thịnh, Phùng Thị Hằng, Nguyễn Võ Châu Ngân (2015), *Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt của một số loại thực vật thủy sinh thực vật*, Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, số chuyên đề: Môi trường và biến đổi khí hậu (2015).
- [9] Nguyễn Thị Thanh Huệ (2012), *Nghiên cứu và đánh giá hiệu quả xử lý nước thải bằng thực vật thủy sinh*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
- [10] Nguyễn Thị Thúy Hà (2016), *Nghiên cứu bãi lọc ngầm trồng cây để xử lý nước thải sau hầm ủ biogas tại Nghệ An*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Nghệ An, số 7.
- [11] Nguyễn Xuân Cường, Nguyễn Thị Loan (2016), *Hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt của hệ thống đất ngập nước nhân tạo tích hợp*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 1.
- [12] Sinclair Knight Mertz (2000), *Guidelines for using free water system constructed wetland to treat municipal sewage*, Queensland Department of natural resources, Brisbane, Australia.
- [13] Siracusa Gand and Rosa. A.D (2006), *Design of a constructed wetland treatment in a Sicilian Town and Environment Evaluation using Energy Analysis*, Ecological Modelling, 137L.
- [14] Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Kiên Giang (2016), *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Kiên Giang 05 năm (2010-2015)*.
- [15] Trần Hoàng Thanh (2016), *Đánh giá hiện trạng môi trường nước do nuôi tôm công nghiệp tại Huyện Kiên Lương, tỉnh Kiên Giang*, Nghiên cứu biện pháp để cải tạo môi trường. Luận văn Thạc sĩ, Khoa Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường đại học Văn Lang.

Ngày nhận bài: 11-4-2018. Ngày biên tập xong: 17-4-2018. Duyệt đăng: 23-7-2018