

KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SAU TÙI Ủ BIOGAS CỦA BÈO TAI TƯỢNG (*Pistia stratiotes*) KẾT HỢP NUÔI CÁ SẶC RẪN (*Trichogaster pectoralis*)

Nguyễn Trí Thức¹, Võ Hoàng Việt¹, Nguyễn Thị Thiên Nhi¹,
Nguyễn Thị Cẩm Nhiên¹, Võ Thị Diễm Xuân¹, Ngô Thụy Diễm Trang¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá khả năng làm giảm nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải sau tui ủ biogas của bèo tai tượng, đồng thời khả năng tái sử dụng nguồn nước để nuôi cá Sặc rằn. Thí nghiệm được thực hiện ở điều kiện nhà lưới và bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 mức nồng độ pha loãng nước thải biogas 5% nước thải + 95% nước sông (5%), 10% nước thải + 90% nước sông (10%) và 20% nước thải + 80% nước sông (20%), mỗi nghiệm thức được bố trí lặp lại 4 lần. Kết quả ghi nhận nồng độ các dạng đạm hòa tan và đạm tổng đều giảm theo thời gian, trong đó, cây bèo giúp loại bỏ tốt N-NH₄⁺ (>93%) và N-NO₂⁻ (>96%). Ba mức pha loãng 5, 10 và 20% không ảnh hưởng đến sinh trưởng, sinh khối của bèo và cá. Chất lượng môi trường nước sau 6 tuần thí nghiệm không thay nước, nhưng đạt yêu cầu theo quy chuẩn QCVN 38:2011/BTNMT (chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh). Để tăng khả năng sinh trưởng và hấp thụ dinh dưỡng của bèo, hạn chế hiện tượng tái ô nhiễm môi trường ao nuôi, cần vớt bèo già ra bờ vớt lượng 1/2 mặt đó sau 4 tuần thả bèo.

Từ khóa: Bèo tai tượng, cá Sặc rằn, đạm, lân, nước thải biogas, xử lý bằng thực vật.

1. GIỚI THIỆU

Chất thải chăn nuôi là một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm tiềm tàng, gây ra do đặc trưng bởi nồng độ chất dinh dưỡng cao tạo ra sự mất cân bằng sinh thái trong nước [1]. Giải pháp xử lý chất thải chăn nuôi heo bằng hệ thống biogas (sinh học kỵ khí) giúp giảm thiểu sự phát thải ô nhiễm từ chăn nuôi heo, tuy nhiên, nồng độ chất ô nhiễm rất cao trong nước thải sau tui ủ biogas (trong bài được gọi là "nước thải biogas"). Cụ thể nồng độ COD (464,4-2552,1 mg/L), P-PO₄³⁻ (37,2-51,1 mg/L), NO₃⁻ (0,30-1,14 mg/L) và NH₄⁺ (105,6-217,9 mg/L) đều vượt quy chuẩn cho phép nếu trực tiếp thải vào ao, hồ sẽ gây ô nhiễm nguồn nước [2] và gây ra hiện tượng phú dưỡng tại thủy vực tiếp nhận [3]. Do đó, nước thải biogas cần phải được tiếp tục xử lý bằng các phương pháp khác. Giải pháp khả thi là sử dụng thực vật thủy sinh để xử lý nước thải, đây được xem như một giải pháp phù hợp, hiệu quả, an toàn và thân thiện với môi trường [4]. Bèo tai tượng (*Pistia stratiotes*) được xem là loài thực vật thủy sinh tiềm năng, là loại cây thích hợp nhất để xử lý chất thải ở vùng nhiệt đới [5], chúng thích hợp để loại bỏ các chất dinh dưỡng dư thừa có trong nước thải, đồng thời các vi sinh vật gắn

vào bề mặt rễ của chúng có thể oxy hóa các chất ô nhiễm có trong nước thải [6]. Bên cạnh đó trong nước thải biogas giàu hàm lượng hữu cơ, đạm, lân và các nguyên tố vi lượng [7], tạo điều kiện cho sự phát triển của các loài thực vật thủy sinh và động vật phù du sinh [8] và là nguồn thức ăn tiềm năng và thích hợp cho loài ăn tạp như cá Sặc rằn (*Trichogaster pectoralis*). Trước những vấn đề thực tế đó, nghiên cứu được thực hiện để tìm ra hệ số pha loãng thích hợp cho sự sinh trưởng của cá Sặc rằn và bèo tai tượng, nhưng vẫn đảm bảo chất lượng nước trước khi xả thải ra môi trường. Kết quả của đề tài nhằm tái sử dụng nguồn nước góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước ao nuôi và những vùng nước mặt lân cận, đồng thời tận dụng dinh dưỡng trong nước thải biogas làm thức ăn cho cá, tạo sinh khối thực vật cho tui ủ biogas, mang lại hiệu quả cho mô hình Vườn-Ao-Chuồng-Biogas (VACB).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị vật liệu thí nghiệm

Bèo tai tượng (*Pistia stratiotes* L.) được thu ở các ao tự nhiên khu vực Trường Đại học Cần Thơ. Bèo được lựa chọn là cây con, đồng nhất về kích thước và hình dạng, với chiều cao và chiều dài rễ tương ứng là 3,57±0,38 và 4,69±0,95 cm. Bèo được chọn bố trí thí nghiệm được rửa sạch phần rễ bằng nước máy để loại bỏ các mảng bám có trên rễ. Trước khi bố trí thí nghiệm chọn 30 cây bèo để xác định chỉ tiêu sinh

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ
Email: nidtranh@ctu.edu.vn

trường ban đầu như chiều dài thân và rẻ, cân khối lượng tươi và khô của thân và rẻ.

Cá Sặc rằn (*Trichogaster pectoralis* Regan) được mua ở Trại cá giống Tư Thành ở Cai Lác, Hậu Giang có khối lượng trung bình $3,00 \pm 0,00$ g/con và chiều dài $6,21 \pm 0,13$ cm/con. Cá sau khi mua về được dưỡng 1 tuần trong nước máy đã bay hơi chlorine 2-3 ngày.

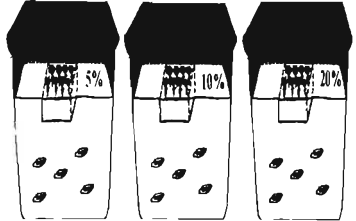
Nước thải biogas được thu ở hộ Trần Phú Tâm (09/BT, khu vực Bình Phò A, Long Xuyên, Bình Thủy, Cần Thơ), hộ nuôi với số lượng 70-80 con lợn, trong đó 10 con có khối lượng trên 150 kg, 40 con nằm trong khoảng 50-100 kg, còn lại nhỏ hơn 50 kg.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhà lưới và bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức pha loãng khác nhau. Nghiệm thức 1: 5% nước thải biogas + 95% nước sông, nghiệm thức 2: 10% nước thải biogas + 90% nước sông và nghiệm thức 3: 20% nước thải biogas + 80% nước sông (Hình 1). Chất lượng nước thải biogas và nước sông được sử dụng cho nghiên cứu được xác định các thông số đầu vào (Bảng 1). Trong thời gian nghiên cứu, lượng nước trong thùng được theo dõi và bổ sung bằng nước sông để bù cho lượng nước đã bay hơi, ghi nhận thể tích nước mỗi lần bổ sung.

Thùng được bố trí thí nghiệm có kích thước 55.5 x 35 x 37 cm tương ứng dài x rộng x cao, với thể tích nước là 35 L/thùng và số cá thả trong mỗi thùng với

mật độ 5 con/thùng, tương ứng mật độ thâm canh 140 con/m³ [9]. Cá được cho ăn 2 lần/ngày bằng thức ăn miro 80 dạng viên nổi (đạm thô: 42%; lysin: 2,1%; béo thô: 6-8%; xơ thô: 5%; đờ ẩm: 11%; năng lượng trao đổi ME (Kcal/kg): 2900; methionin + cystine: 1.15%; Ca: 1-2,5% và P: 0,7-2%), buổi sáng cho ăn từ 7 giờ đến 8 giờ, buổi chiều từ 16 giờ đến 17 giờ. Lượng thức ăn cho cá ăn bằng 5% khối lượng cá [10].



Hình 1. Mô tả các nghiệm thức pha loãng 5, 10 và 20%

Khung giữ bèo làm bằng ống nhựa PVC Ø21 có kích thước 17 cm x 22 cm (diện tích 374 cm²), tương ứng 25% tỷ lệ diện tích che phủ bề mặt nước [9, 10]. Mật độ bèo thả nuôi cho mỗi khung là 25 cây. Mỗi khung sẽ được chọn và đánh dấu 10 tai bèo ngẫu nhiên để theo dõi sinh trưởng hàng tuần (số chồi, chiều cao thân, chiều dài rẻ) (Hình 1).

Bảng 1. Đặc tính nước sông và nước thải biogas sử dụng trong thí nghiệm

STT	Thông số	Đơn vị	Nước sông ⁽¹⁾	Nước thải biogas ⁽¹⁾	QCVN 38:2011/BTNMT
1	Nhiệt độ	°C	28.55±0.49	28.80±0.25	-
2	pH	-	6.32±0.57	6.23±0.03	6,5-8,5
3	DO	mg/L	4.50±0.69	0.00±0.00	≥ 4,0
4	TDS	mg/L	207.50±45.96	29678.67±6,01	1000
5	N-NO ₂	mg/L	0.13±0.00	0.10±0.00	0,02
6	N-NO ₃	mg/L	0.08±0.02	0.73±0.05	5,0
7	N-NH ₄ ⁺	mg/L	1,17±0.09	198.09±2,25	1,0
8	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	1.50±0.10	110.47±2,03	-
9	TP	mg/L	1.98±0.11	135.41±1,63	-
10	TKN	mg/L	3.03±0.40	213.97±7,00	-

⁽¹⁾ Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (S.D.); n=3. Các giá trị in đậm là vượt cao hơn hoặc thấp hơn quy chuẩn (là thông số cần quan tâm)

2.3. Theo dõi chất lượng nước, sinh trưởng cây bèo và cá

2.3.1. Theo dõi chất lượng nước

Mẫu nước được thu mẫu trộn tại 4 điểm trong mỗi thùng thí nghiệm, với tần suất thu mẫu 1 lần/tuần (mẫu được thu trong khoảng 7 - 8 giờ

sáng). Mẫu nước được phân tích ngay sau khi thu tại phòng thí nghiệm theo quy trình tiêu chuẩn đánh giá chất lượng nước và nước thải [11] (Bảng 2).

Bảng 2. Phương pháp phân tích mẫu nước

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp
1	Nhiệt độ	°C	Đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy DO cầm tay Hanna 9146
2	pH	-	Đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy pH cầm tay Hanna 8424
3	DO	mg/L	Đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy DO cầm tay Hanna 9146
4	TDS	mg/L	Đo trực tiếp tại hiện trường bằng bút đo Hanna TDS-03
5	N-NO ₂	mg/L	Phương pháp Colorimetric
6	N-NO ₃	mg/L	Phương pháp Salicylate
7	N-NH ₄ ⁺	mg/L	Phương pháp Salicylate
8	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	Phương pháp Acid Ascorbic
9	TKN	mg/L	Phương pháp Kjeldahl
10	TP	mg/L	Phương pháp Acid Ascorbic

2.3.2. Sinh trưởng cây bèo

Theo dõi sự tăng trưởng của cây bèo tại tượng bằng cách đếm số chồi, chiều cao thân, chiều dài rễ và cân khối lượng tươi của 10 tai bèo trong khung đã được đánh dấu. Sau khi kết thúc thí nghiệm, tất cả bèo tai tượng được thu và rửa sạch, xác định chiều cao cây, chiều dài rễ và xác định khối lượng tươi và khô của tất cả bèo thu được (sấy ở nhiệt độ 60°C đến khối lượng không đổi), để tính tốc độ tăng trưởng sinh khối của thân và rễ (mg/ngày) và tốc độ tăng chiều cao thân và rễ cây (mm/ngày) của cây trên đơn vị thời gian.

Tốc độ tăng trưởng tương đối (RGR - mean relative growth rate) là mức sinh trưởng sinh khối khô trong một đơn vị thời gian (mg/g/ngày), được tính trên sự thay đổi về sinh khối cây, được tính dựa trên công thức Fisher [12]:

$$RGR (mg/g/ngày) = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{t_1 - t_2}$$

Trong đó, W1, W2 (mg) là khối lượng cây tại thời điểm bắt đầu bố trí thí nghiệm t1 và thời gian thu hoạch t2 (ngày).

2.3.3. Sinh trưởng cá

Ghi nhận số lượng cá chết, ghi nhận khối lượng tươi thức ăn cho cá ăn (hằng ngày), đo chiều dài bắt đầu (L1) và kết thúc (L2), cân khối lượng của từng cá thể lúc bắt đầu (W1) và kết thúc thí nghiệm (W2) và của tất cả cá Sặc rằn thu được trong mỗi thùng sau khi kết thúc thí nghiệm (T ngày). Tốc độ tăng trưởng của cá theo khối lượng và chiều dài được xác định theo các công thức sau:

Tăng trưởng theo ngày về khối lượng: DWG (mg/ngày) = (W2 - W1)/T.

Tăng trưởng theo ngày về chiều dài: DLG (mm/ngày) = (L2 - L1)/T.

Tỉ lệ sống: SR (%) = 100 x (số cá thu hoạch/số cá thả).

2.4. Tính toán và xử lý số liệu

Sử dụng QCVN 38:2011/BTNMT (Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh của Bộ Tài nguyên và Môi trường) để đánh giá chất lượng môi trường nước trước và sau xử lý.

Số liệu các lần lặp lại của từng chỉ tiêu được tổng hợp, tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Sử dụng phần mềm thống kê Statgraphic Centurion XV (StatPoint, Inc., USA) để phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA). So sánh trung bình các nghiệm thức dựa vào kiểm định Tukey ở mức 5%. Sử dụng phần mềm Sigmaplot 14.0 (San Jose, California, USA) để vẽ biểu đồ.

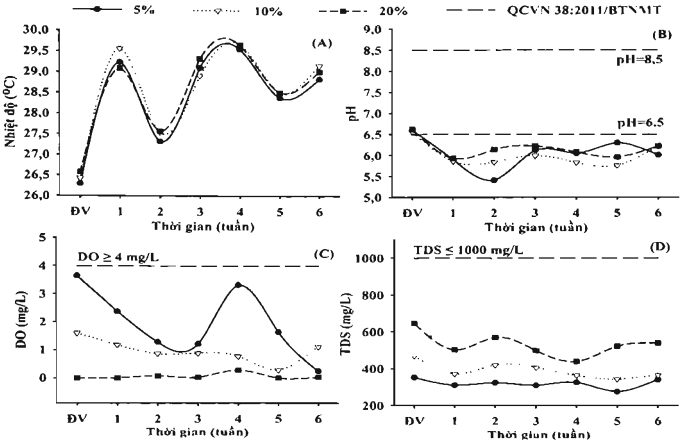
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng môi trường nước

3.1.1. Giá trị nhiệt độ, pH, DO và TDS

Nhiệt độ trong nước có sự biến động khá lớn giữa các thời điểm đo (p<0,05; hình 2A). Giá trị nhiệt độ dao động trong khoảng 26,3-29,7°C, sự biến động nhiệt độ trong bể cá có thể do ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết trong thời gian bố trí thí nghiệm. Sự dao động nhiệt độ khá nhiều trong giai đoạn nghiên cứu, phần nào ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cá nuôi. Tuy nhiên, ngưỡng nhiệt độ đo được vẫn

nằm trong khoảng nhiệt độ phù hợp (24-30°C) cho sự phát triển của cá Sặc rằn [13].



Hình 2. Giá trị nhiệt độ (A), pH (B), oxy hòa tan, DO (C) và tổng chất rắn hòa tan, TDS (D) trong 3 nghiệm thức pha loãng 5, 10 và 20% theo thời gian

Ghi chú: DV: nước đầu vào; QCVN: Quy chuẩn Việt Nam

Giá trị pH có xu hướng giảm thấp hơn giá trị đầu vào, pH dao động trong khoảng 5,41-6,62 và khác biệt theo thời gian ($p < 0,05$; hình 2B). Sự thay đổi giá trị pH có thể bị ảnh hưởng bởi sự hiện diện và phát triển của tảo trong môi trường nước [14]. Điều này có thể giải thích do ở các bể cá che phủ bởi bề nổi bèo tai tượng với diện tích 25% diện tích mặt nước, do đó, ánh sáng bị hạn chế chiếu xuống bề mặt nước và tầng đáy, dẫn đến hạn chế sự phát triển của tảo, do đó quá trình quang hợp hấp thụ CO_2 kém dần dẫn đến giảm giá trị pH [15]. Ngoài ra, sự giảm pH còn do sự hấp thụ các chất dinh dưỡng và các muối khác của thực vật làm giải phóng các ion H^+ [16]. Nhìn chung, khoảng giá trị pH trong môi trường nước ghi nhận trong thời gian nghiên cứu đều thấp hơn ngưỡng cho phép của quy chuẩn Việt Nam (QCVN 38:2011/BTNMT) (Hình 2B). Tuy nhiên, giá trị pH trong nước càng thấp thì xu hướng tỷ lệ NH_4^+ / NH_3 càng cao, độc tính ít đối với động vật thủy sinh. Hơn nữa, cá Sặc rằn là loài có khả năng chịu đựng các áp lực của môi trường cao, có thể chịu được ngưỡng pH thấp 4,0-4,5 [13]. Nên giá trị pH trong nghiên cứu

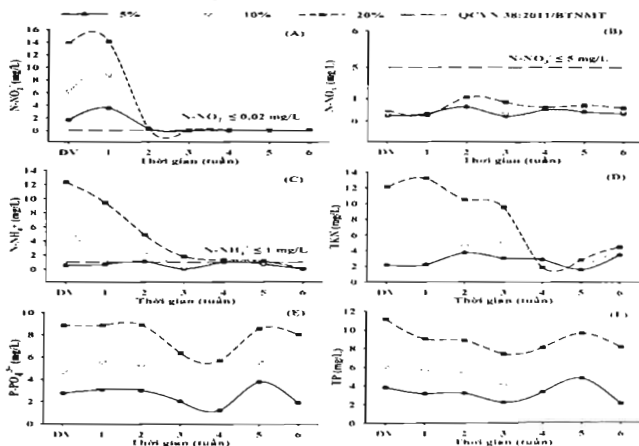
này là phù hợp cho cá Sặc rằn phát triển, điều này cũng phù hợp với nhân định của Ngô Trọng Lưu và Thái Bá Hồ [17], cho rằng pH 4,5-9,5 thích hợp cho cá Sặc rằn sinh sống.

Giá trị DO trong nước có xu hướng giảm thấp nhất ở tuần cuối cùng ($p < 0,05$; hình 2C), giá trị DO dao động trong khoảng từ 0,00-3,65 mg/L. Tuy nhiên, khoảng DO thấp nhất cá Sặc rằn có thể sống là 1,40-2,30 mg/L [17] và cá Sặc rằn có cơ quan hô hấp khi trời, có khả năng hấp thụ khí khi điều kiện oxy hòa tan trong nước thấp [13]. Kết quả nghiên cứu cũng đã ghi nhận thấy cá có hiện tượng đớp khí vào lúc sáng sớm ở tất cả các nghiệm thức, kết quả tương tự đã được báo cáo bởi Đào Quốc Bình và ctv. (2013) [9]. Giá trị DO giảm trong điều kiện thí nghiệm là do nhu cầu oxy của cá nuôi, tuy có sự hiện diện của bèo tai tượng và tảo nổi phân đã giúp cung cấp oxy hòa tan trong nước, nhưng xu hướng giá trị oxy giảm khi kết thúc thí nghiệm (Hình 2C). Điều đó cho thấy, bên cạnh nhu cầu oxy của cá, thì các nhóm vi sinh vật hiếu khí trong môi trường nước cũng có nhu cầu oxy cho quá trình nitrate hóa, được minh

chứng qua nồng độ $N-NH_4^+$ giảm nhiều và nồng độ $N-NO_3^-$ tăng khi kết thúc thí nghiệm (Hình 3B và 3C).

Tổng chất rắn hòa tan (TDS) có xu hướng giảm theo thời gian ($p < 0,05$; hình 2D), với hiệu suất giảm TDS 7,9-22,5% và không khác biệt giữa ba nghiệm thức (Bảng 3). Nồng độ TDS trong nước thải biogas cao hơn gấp 29 lần (Bảng 1) so với QCVN 38:2011/BTNMT (1000 mg/L), tuy nhiên, nồng độ TDS trong nước đầu vào của ba nghiệm thức thấp hơn giá trị cho phép, có thể do sự pha loãng bằng nước sông đã giúp giảm nồng độ TDS trong nước đầu vào của thí nghiệm (Hình 2D). Awuah *et al.* (2004) [18], ghi nhận vai trò của bèo tai tượng giúp giảm 70% TDS trong môi trường nước thải cao hơn bèo tấm và tảo. Việc loại bỏ chất rắn bằng thực vật là do sự lắng đọng của các hạt vật chất rắn lơ lửng xuống phần đáy thùng và bám trên phần lông tơ của rễ [19]. Tuy nhiên, đến tuần thứ 6, giá trị TDS trong các nghiệm thức có xu hướng tăng lên một ít, có thể do bèo già chết, phân hủy trong nước gây nên sự tải ô nhiễm trong nước, từ đó làm tăng tổng chất rắn hòa tan.

3.1.2. Nồng độ đạm và lân trong nước



Hình 3. Diễn biến nồng độ $N-NO_2^-$ (A), $N-NO_3^-$ (B), $N-NH_4^+$ (C), TKN (D), $P-PO_4^{3-}$ (E) và TP (F) trong 3 nghiệm thức pha loãng 5, 10 và 20% theo thời gian

Ghi chú: DV: nước đầu vào; QCVN: Quy chuẩn Việt Nam

Nồng độ $N-NH_4^+$ đầu vào của nghiệm thức 10 và 20% cao gấp 6 và 12 lần so với ngưỡng quy định trong QCVN 38:2011/BTNMT ($\leq 1,0$ mg/L) (hình 3C), tuy nhiên, nồng độ $N-NH_4^+$ trong hai nghiệm thức này đều giảm theo thời gian ($p < 0,05$; hình 3C) và đạt giá trị tương đương với nghiệm thức 5% ở tuần thứ sáu ($p > 0,05$; Hình 3C). Nồng độ $N-NH_4^+$ trong nước ở cuối thí nghiệm thấp hơn quy định trong QCVN 38:2011/BTNMT ($\leq 1,0$ mg/L), do đó, nước sau xử lý này có thể đưa vào môi trường nước mặt vì đạt giá trị cho phép. Trong điều kiện thí nghiệm, với sự hiện diện của bèo tai tượng đã giúp cung cấp thêm oxy cho quá trình chuyển hóa đạm $N-NH_4^+$ sang $N-NO_3^-$, dẫn đến hiệu suất xử lý $N-NH_4^+$ đạt giá trị rất cao >

93%, và đạt cao nhất ở nghiệm thức 10% (99,9%) (Bảng 3).

Nồng độ TKN có xu hướng giảm dần tuần thứ năm, nhưng có xu hướng tăng ở tuần thứ sáu, đặc biệt trong nghiệm thức 5 và 10%, dẫn đến hiệu suất xử lý âm ở hai nghiệm thức này (Bảng 3). Sự tái ô nhiễm do bèo tai tượng chết trong giai đoạn cuối thí nghiệm trong hai nghiệm thức 5 và 10% có thể là nguyên nhân dẫn đến nồng độ TKN tăng lên. Riêng nghiệm thức 20% cho hiệu suất xử lý TKN 62,9%, là do bèo tai tượng có đủ dinh dưỡng để sinh trưởng và không có hiện tượng cây chết khi kết thúc thí nghiệm.

Bảng 3. Hiệu suất xử lý của các nghiệm thức sau 6 tuần thí nghiệm

Thông số	Đơn vị	5%	10%	20%	Giá trị F
TDS	%	7,9±1,1	22,5±1,4	16,5±9,1	3,92 ^{ns}
$N-NO_2^-$	%	96,2±0,8 ^c	98,3±0,1 ^b	99,2±0,1 ^a	44,89 ^{***}
$N-NO_3^-$	%	-34,0±9,8 ^c	-46,6±1,5 ^b	-18,6±3,6 ^a	29,49 ^{***}
$N-NH_4^+$	%	93,1±7,7 ^b	99,9±0,2 ^a	99,4±0,2 ^b	6,45 [*]
TKN	%	-27,8±18,1 ^b	-47,3±43,2 ^b	62,9±6,9 ^a	16,90 [*]
$P-PO_4^{3-}$	%	31,2±21,8	11,2±5,4	9,4±5,0	3,62 ^{ns}
TP	%	44,2±9,3 ^a	26,6±2,5 ^b	26,3±6,7 ^b	9,25 [*]

Ghi chú: giá trị trung bình có ký tự a, b, c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$); * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$ khác biệt có ý nghĩa mức 5%, và 0,1%; ns: không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Nồng độ $P-PO_4^{3-}$ và TP có sự biến động không ổn định theo thời gian ($p < 0,05$; hình 3E và 3F). Làn không có dạng khí và điều kiện nước trong thùng thí nghiệm không thay đổi trong suốt quá trình thí nghiệm, do đó, nồng độ lân giảm là do bèo và tảo hấp thu, nhưng sau đó tảo chết sẽ trả lại lân vào môi trường nước. Kết quả cho thấy bèo góp phần loại bỏ 9,4-31,2% nồng độ $P-PO_4^{3-}$ và 26,3-44,2% TP (Bảng 3). Kết quả cho thấy khả năng loại bỏ TP cao hơn so với kết quả của Aoi và Hayashi (1996) [20], cho thấy sử dụng bèo tai tượng chỉ góp phần loại bỏ 33% TP. Hàm lượng photpho không gây độc đối với cá, tuy nhiên nồng độ P quá mức là nguyên nhân gây ra hiện tượng phú dưỡng do sự phát triển của tảo [21], là nguyên nhân gây sự thiếu hụt oxy gây ra bởi sự phân hủy của chúng trong nước [22] và ảnh hưởng đến sinh trưởng của các loài động vật dưới nước. Do đó việc loại bỏ P trong nước rất quan trọng để hạn chế phú dưỡng nhưng thủy vực tiếp nhận nguồn nước. Đưa vào xu hướng diễn biến nồng độ các dạng N, P hòa tan và tổng có trong nước, đến tuần thứ 4 cần

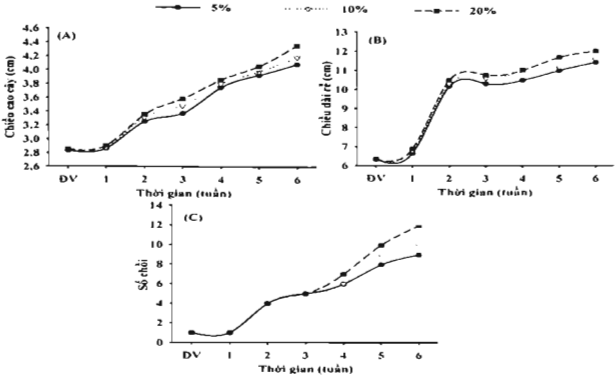
thực hiện việc loại bỏ bớt những cây bèo già ra khỏi môi trường ao nuôi cá, vừa tránh hiện tượng bèo chết tái ô nhiễm môi trường nước nuôi, vừa tạo khoảng trống cho các cây bèo con sinh trưởng và phát triển. Cây bèo thu ra có thể sử dụng ủ phân compost hoặc đưa vào túi ủ biogas để cung cấp carbon cho vi sinh vật trong trường hợp thiếu phân heo.

3.2. Sinh trưởng bèo tai tượng và cá Sặc rằn

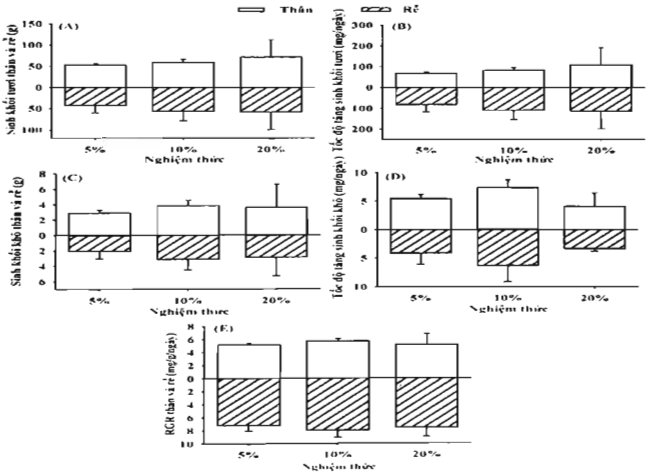
3.2.1. Sinh trưởng bèo

Ngược lại với xu hướng diễn biến nồng độ của đạm, lân trong nước, chiều cao cây, chiều dài rễ và số chồi mới của bèo tai tượng có xu hướng tăng dần theo thời gian ($p < 0,05$; hình 4). Kết quả thí nghiệm cho thấy bèo tăng trưởng rất tốt trong điều kiện kết hợp nuôi cá Sặc rằn không thay nước. Bèo có chiều cao cây và tốc độ tăng chiều cao cây cao nhất (4,26 cm và 1,61 mm/ngày) ở nghiệm thức 20%, kế đến là nghiệm thức 10% (4,19 cm và 1,27 mm/ngày), và thấp nhất ở nghiệm thức 5% (4,09 và 1,06 mm/ngày). Sự tăng trưởng và sinh khối bèo tăng theo cây hấp thu

N và P trong nước [23], thể hiện qua nồng độ các dạng N, P hòa tan giảm theo thời gian (Hình 3).



Hình 4. Chiều cao cây (A), chiều dài rễ (B) và số rễ (C) của bèo tai tượng trong 3 nghiệm thức pha loãng 5, 10 và 20% theo thời gian



Hình 5. Sinh khối tươi (A), tốc độ tăng trưởng sinh khối tươi (B), sinh khối khô (C), tốc độ tăng trưởng sinh khối khô (D), tốc độ tăng trưởng tương đối (E) của phần thân và rễ bèo tai tượng trong 3 nghiệm thức pha loãng 5, 10 và 20% theo thời gian

Sinh khối tươi và tốc độ tăng sinh khối tươi của phần thân và rễ bèo không khác nhau giữa ba nghiệm thức pha loãng (Hình 5A và 5B). Tuy nhiên, về mặt số học cho thấy ở nghiệm thức 20% bèo có sinh khối tươi của thân và rễ cao (71,8 và 58,7 g/cây), tương ứng tốc độ tăng sinh khối tươi 107,5 và 114,4 mg/ngày. Theo Idris [24], sự gia tăng sinh khối trong thực vật thủy sinh có thể được đánh dấu bằng sự giảm chất dinh dưỡng trong nước. Việc tích lũy các yếu tố N và P cao hơn bình thường và được sử dụng cho tăng trưởng, như một hình thức dự trữ để hỗ trợ hoạt động tăng trưởng của cây [25].

Tương tự sinh khối tươi, sinh khối khô của thân và rễ không khác nhau giữa ba nghiệm thức pha loãng (Hình 5C và 5D). Về mặt số học, cây ở nghiệm thức 10% có sinh khối khô của thân và rễ cao (3,9 và 3,1 g/cây) và tốc độ tăng sinh khối khô thân cũng cao 7,4 mg/ngày (Hình 5D), cao hơn so với nghiệm

thức 20% ($p < 0,05$). Tốc độ tăng trưởng tương đối (RGR) sinh khối khô của thân và rễ cây bèo cao ở nghiệm thức 10% (5,7 và 8,01 mg/g/ngày). Sự tăng trưởng nhanh về sinh khối của bèo trong điều kiện dinh dưỡng cao và bèo được đánh giá là đối tượng tiềm năng để làm nguyên liệu sản xuất khí metan [5] và là nguyên liệu nạp cho túi ủ biogas khí không có đủ lượng phân gia súc [26]. Do đó, việc sử dụng kết hợp bèo trong giảm N, P trong nước thải trong ao nuôi cá sau túi ủ biogas và thu hoạch sinh khối bèo là cách làm khả thi nhằm giúp giảm phát thải N, P ra môi trường, vừa có thêm sinh khối cây phục vụ lại cho túi biogas.

3.2.2. Sinh trưởng cá

Không có sự khác biệt về mặt thống kê về các sinh trưởng của cá giữa ba nghiệm thức pha loãng ($p > 0,05$; bảng 4).

Bảng 4. Các chỉ tiêu sinh trưởng của cá sau 6 tuần thí nghiệm

Chỉ tiêu	Đơn vị	5%	10%	20%	Giá trị F
Chiều dài	cm/con	8,00±0,12	7,47±0,48	7,96±0,63	1,63 ^{ns}
Tăng trưởng chiều dài	mm/ngày	3,65±0,24	2,57±0,99	3,59±1,29	1,61 ^{ns}
Khối lượng	g/con	6,00±0,61	5,37±1,09	6,47±1,85	0,73 ^{ns}
Tăng trưởng khối lượng	mg/ngày	6,12±1,24	4,83±2,23	7,07±3,77	0,76 ^{ns}
Tỷ lệ sống	%	60,00±0,00	70,00±20,00	75,00±30,00	0,54 ^{ns}

Ghi chú: giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3). ns: không khác biệt có ý nghĩa thống kê dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$).

Chiều dài cá sau 6 tuần thí nghiệm dao động trong khoảng từ 7,5-8,0 cm/con tăng 1,5-1,7 lần so với khối lượng cá ban đầu. Về mặt số học, khối lượng, tốc độ tăng trưởng khối lượng và tỷ lệ sống của cá cao ở nghiệm thức 20% (Bảng 4). Qua đây có thể thấy khả năng xử lý của bèo tai tượng giúp cải thiện chất lượng môi trường nước, giúp cá thích nghi với điều kiện sống và gia tăng tỷ lệ sống sót của cá. Tuy nhiên, các kết quả ghi nhận này đều thấp hơn nghiệm cứu của Đào Quốc Bình *và ctv.* (2013) [9], với tỷ lệ cá sống cao hơn 96% ở nồng độ nước thải pha loãng 17,85%. Điều này có thể giải thích do thành phần và đặc tính nước thải khác nhau đã ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, sự sinh trưởng và phát triển của cá. Trong nghiên cứu này, nồng độ các chất ô nhiễm đầu vào ở nghiệm thức 5% (5% nước thải + 95% nước sống) có kết quả tương đương với mức pha loãng 17,85% của Đào Quốc Bình *và ctv.* (2013) [9]. Chính vì vậy, với nồng độ cao hơn 2 và 4 lần (10 và 20% nước thải) cho kết quả chất lượng nước, sinh trưởng cây và cá sau sáu tuần thí nghiệm tương đương nhau, thể hiện

vai trò của bèo trong việc cải thiện môi trường nước nuôi.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bèo tai tượng có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt trong nước thải sau túi ủ biogas, đồng thời giúp làm giảm nồng độ P-PO₄³⁻, TP, N-NH₄⁺ và TKN có trong nước thải. Ba mức pha loãng 5, 10 và 20% không ảnh hưởng đến sinh trưởng, sinh khối của bèo và cá. Chất lượng môi trường nước sau 6 tuần thí nghiệm không thay nước nhưng đạt yêu cầu theo quy chuẩn QCVN 38:2011/BTNMT (chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh). Để tăng khả năng sinh trưởng và hấp thu dinh dưỡng của bèo, hạn chế hiện tượng tảo ô nhiễm môi trường ao nuôi, cần vớt bèo già ra bớt với lượng 1/2 mặt hồ sau 4 tuần thả bèo.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi kinh phí từ đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp cơ sở TSV2019-81, được cấp bởi Trường Đại học Cần Thơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Burton, C.H. and Turner, C. (2003). Manure management: Treatment strategies for sustainable agriculture, 2nd edition, *Silsoe Research Institute*, Bedford, UK. 451 pages.
- Bùi Thị Nga, Nguyễn Thị Như Ngọc và Bùi Huy Thông (2014). Khả năng sinh khí của bèo tai tượng và lục bình trong túi ủ biogas, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2, 17-25.
- Vũ Thị Nguyệt, Trần Văn Tựa, Nguyễn Trung Kiên và Đặng Đình Kim (2017). Nghiên cứu sử dụng Bèo tây *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms để xử lý nitơ và photpho trong nước thải chăn nuôi lợn sau công nghệ biogas, *Tạp chí Sinh học*, 31(1), 53-59.
- Cooper, P. F. and Findlater, B. C. (1990). Constructed wetlands in water pollution control. Proc. Inter., conf. on the use of constructed wetlands for water pollution control. Cambridge (UK) Pergamon Press, pp. 539-542.
- Khan, M. A., Marwat, K. B., B., Gul, F., Wahid, H., Khan and Hashim, S. (2014). *Pistia stratiotes* L. (araceae): phytochemistry, use in medicines, phytoremediation, biogas and management options, *Pak. J. Bot.*, 46(3), 851-860.
- Nayanathara, O. S., and Bindu, A. G. (2017). Effectiveness of water hyacinth and water lettuce for the treatment of greywater - a review, *International Journal of Innovative Research in Science and Engineering*. 3(1), 349-355.
- Lưu Hữu Mạnh, Bùi Thị Lê Minh và Nguyễn Như Xuân Dung (2009). Đánh giá sự ô nhiễm môi trường nước mặt và hiệu quả của các phương pháp xử lý chất thải chăn nuôi heo ở qui mô nông hộ, *Tạp chí Khoa học - Đại học Cần Thơ*, 12, 33-41.
- Dương Trí Dũng, Bùi Thị Nga và Trần Đức Thanh (2015). Sự phát triển của động vật nổi trong ao nuôi cá Sặc rằn (*Trichogaster pectoralis*), *Tạp chí Khoa học - Đại học Cần Thơ*, Môi trường và Biến đổi khí hậu (2015): 9-17.
- Đào Quốc Bình, Lâm Nguyễn Ngọc Hoa và Ngô Thụy Diễm Trang (2013). Chất lượng nước trong hệ thống nuôi cá Sặc rằn (*Trichogaster pectoralis*) thâm canh kết hợp với bèo Tai tượng (*Pistia stratiotes*), *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*, 28, 64-72.
- Trang, N. T. D., D. Q., Binh and Brix, H. (2015). Potential use of *Pistia stratiotes* for removing nutrients from fish pond water in the Mokong delta of Viet Nam, *Journal of Science and Technology*, 53(3A), 73-78.
- American Public Health Association (APHA) (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. Washington D.C., USA.
- Fisher, R. A. (1921). Some remarks on the methods formulated in a recent article on the quantitative analysis of plant growth, *Annals of Applied Biology*, 7, 367-372.
- Dương Như Long (2004). Giáo trình kỹ thuật nuôi thủy sản nước ngọt. NXB Đại học Cần Thơ, 200 trang.
- Chen, C. Y., and Durbin, E. G. (1994). Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 9, 83-94.
- Đặng Đình Bạch và Nguyễn Văn Hải (2006). Giáo trình hóa học môi trường, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 358 trang.
- Mahmood Q., Ping, Z., Siddiqi M. R., Islam E. M. Rashid and Hayat, Y. (2005). Anatomical studies on water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Mart. Solms) under the influence of textile wastewater, *J. Zhejiang Univ Sci.*, 6, 991-998.
- Ngô Trọng Lư và Thái Bá Hồ (2005). Kỹ thuật mới thủy đặc sản nước ngọt. NXB Lao động - Xã hội Hà Nội, 148 trang.
- Auwah, E., Oppong-Peprah, M., Lubberding, H. J. and Gijzen, H. J. (2004). Comparative performance studies of water lettuce, duckweed and algal-based stabilization ponds using low-strength sewage, *J. Toxicol. Environ. Health-Part A.*, 67(20-22), 1727-1739.
- Binu kumar, S., M., Mohan kumar, K., Vijaya kumar, M. S., Juginu, N., Kavithamani and Hema, S. (2015). Phytoremediation of industrial effluent and reduction of physicochemical parameters from pond water using aquatic weeds. *IJSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 9(11), 54-55.
- Aoi, T. and Hayashi, T. (1996). Nutrient removal by water lettuce (*Pistia stratiotes*), *Water Sci. Technol.* 34(7-8), 407-412.
- Kim, E. S., Yoo, H. Y., Ro, H. J., Han, Y. W., Baek, I. C., Eom, H. M., Kim, P., Kim, and Choi, K. (2013). Aquatic toxicity assessment of phosphate

compounds, *Environ Health Toxicol*, 28: e2013002, 7 pages.

<http://dx.doi.org/10.5620/eht.2013.28.e2013002>.

22. Khan, M. S. and Mohammad, F. (2015). Eutrophication: Challenges and solutions. In: Ansari A., Gill S. (eds) Eutrophication: Causes, Consequences and Control. Springer, Dordrecht. Pp. 1-15.

23. Eddiwan, K., E., Fawani and Magwa, R. J. (2018). Growth and N and P Absorption Capability of *Pistia Stratiotes* Cultured in the Inorganic Fertilizer Enriched Media, *Internasional Journal of Marine Biology and Research*, 3(2), 1-9.

24. Idris, I. R. (2014). Applications of *Salvania molesta* and *Pistia stratiotes* as bioremediation

agents for improving Ebony Lake water quality of north Jakarta. Essay. Department of Water Resources Management Faculty of Fisheries and Marine Sciences Bogor Agricultural University. Bogor.

25. Rodrigues, A. C. D., Sobrinho, N. M. B. A., Santos, F. S., Santos, A. M., Pereira, A. C. C., Lima, E. S. A. (2017). Biosorption of toxic metals by water lettuce (*P. stratiotes*) Biomass. *Water, Air, and Soil Pollution*, 228(4), 156.

26. Bùi Huy Thông (2012). Khả năng sinh khí của bèo Tai tượng (*Pistia stratiotes*) trong túi ủ biogas tại My Khánh-Phong Điền-Cần Thơ. Luận văn đại học Khoa Môi trường & TNTN. ĐH Cần Thơ. Cần Thơ, Việt Nam.

CAPACITY OF WATER LETTUCE (*Pistia stratiotes*) IN TREATMENT OF EFFLUENT FROM BIOGAS DIGESTER INTEGRATED WITH SNAKESKIN GOURAMI FISH (*Trichogaster pectoralis*)

Nguyen Tri Thuc, Vo Hoang Viet,

Nguyen Thi Thien Nhi, Nguyen Thi Cam Nhen,

Vo Thi Diem Xuan, Ngo Thuy Diem Trang

Summary

The study was conducted to aim at evaluation of capacity of water lettuce in reduction of concentration of pollutants in the effluent from biogas digester as well as to reuse the effluent for snakeskin gourami culture. The experiment was conducted in the net house and was arranged in a completely randomized design with three dilution rates of 5% effluent + 95% river water (5%), 10% effluent + 90% river water (10%) and 20% effluent + 80% river water (20%), which were quadrupled. The results showed that the concentration of dissolved and total nitrogenous forms was reduced over time, and of which the water lettuce helped to reduced >93% N-NH₄⁺ and >96% N-NO₂. The three studied dilution rates did not affect the growth of water lettuce and fish. During 6 weeks of experiment, water in the culture tanks did not require changing, but water quality was met the Vietnam standard for surface water quality for protection of aquatic lifes. In order to enhance the growth and nutrient uptake capacity of water lettuce and reduce the reverse pollution in the pond environment, water lettuce is needed to remove with half of the density at four weeks after culture.

Keywords: *Biogas effluent, nitrogen, phosphorus, phytoremediation, snakeskin gourami fish, water lettuce.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Đức

Ngày nhận bài: 28/11/2019

Ngày thông qua phản biện: 30/12/2019

Ngày duyệt đăng: 6/01/2020