

Bài báo nghiên cứu

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC Ô NHIỄM CỦA HÉN
(*Corbicula* spp.) VÀ BÈO CÁI (*Pistia stratiotes* L.)

Dương Tấn Thành, Đoàn Trần Thực Anh,

Nguyễn Lê Bá Long, Nguyễn Bảo Hân, Phạm Cừ Thiện*

Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

**Tác giả liên hệ: Phạm Cừ Thiện – Email: thienpc@hcmue.edu.vn*

Ngày nhận bài: 21-02-2025; ngày nhận bài sửa: 12-3-2025; ngày duyệt đăng: 03-4-2025

TÓM TẮT

Ô nhiễm nước đang là một vấn đề đáng lo ngại không chỉ tại Việt Nam mà còn ở nhiều nơi trên thế giới. Trong bối cảnh đó, các phương pháp sinh học xử lý nước sử dụng động thực vật thủy sinh đang thu hút được nhiều sự quan tâm. Trong nghiên cứu này, chúng tôi thực hiện bố trí 4 nghiệm thức trong vòng 10 ngày: (1) đối chứng, (2) xử lý nước bằng hén, (3) xử lý nước bằng bèo cái, (4) xử lý nước bằng hén và bèo cái. Chất lượng nước đầu vào và đầu ra được mang đi phân tích pH, TSS (tổng chất rắn lơ lửng) và DO (oxygen hòa tan). Kết quả nghiên cứu cho thấy, hén và bèo cái giúp giữ pH nước ở gần mức 7 (trung tính) và xử lý tốt TSS (hiệu suất xử lý lần lượt đạt 2,35%, 3,95% và 4,48% ở các nghiệm thức 2, 3 và 4), nhưng hiệu quả xử lý DO lại không rõ rệt. Thông tin thu được từ nghiên cứu là cơ sở cho việc lựa chọn sử dụng loài sinh vật phù hợp với đặc trưng ô nhiễm của từng loại nước cần xử lý.

Từ khóa: hén; *Corbicula* spp.; *Pistia stratiotes* L.; bèo cái; xử lý nước

1. Giới thiệu

Tại Việt Nam, tình trạng ô nhiễm nước đang trở nên ngày càng nghiêm trọng. Các sông hồ tại quận Bắc Từ Liêm (Hà Nội) có độ đục nằm ngoài giới hạn cho phép, hàm lượng amoni vượt quá tiêu chuẩn, hàm lượng COD cũng vượt quá tiêu chuẩn cho phép nhiều lần, giá trị của một số thông số khác thì có sự dao động – hàm lượng TSS nằm trong khoảng 35,13-80,21 mg/L, độ màu nằm trong khoảng 11,44-27,13 mg/L Pt (Dao et al., 2024). Tại Thành phố Hồ Chí Minh, một trong những tuyến kênh chính của thành phố là kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè đang phải chịu tác động nặng nề từ nước thải sinh hoạt và công nghiệp chưa qua xử lý, hàm lượng oxygen hòa tan trong nước kênh suy giảm đáng kể, trong khi nhiều chỉ tiêu chất lượng nước như nhu cầu oxygen hóa học, nhu cầu oxygen sinh học lại vượt quá giới hạn cho phép và gây ảnh hưởng tiêu cực đến hệ sinh thái thủy sinh (Dao, 2013; Vu, 2018).

Cite this article as: Duong, T. T., Doan, T. T. A., Nguyen, L. B. Long, Nguyen, B. H., & Pham, C. T. (2025). Biological water treatment using asian clams (*Corbicula* spp.) and water lettuce (*Pistia stratiotes* L.): A comparative experimental study. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(4), 622-635. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.4.4746\(2025\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.4.4746(2025))

Những phương pháp xử lý nước thường được sử dụng là keo tụ, kết tủa hóa học, thẩm thấu ngược. Tuy nhiên, các phương pháp này đều có những nhược điểm rất lớn, chẳng hạn như chi phí cao, yêu cầu kỹ thuật phức tạp và tạo ra chất thải thứ cấp. Vì vậy, việc ứng dụng các phương pháp xử lý nước sinh học sử dụng động thực vật thủy sinh như hến và bèo cái đang ngày càng được quan tâm nhiều hơn.

Hến (*Corbicula* spp.) là những loài động vật hai mảnh vỏ có khả năng lọc nước bằng cách hút nước vào cơ thể và giữ lại các hạt lơ lửng, vi sinh vật, chất ô nhiễm hữu cơ (Nguyen et al., 2010). Chúng là những sinh vật rất có tiềm năng ứng dụng trong công tác xử lý sinh học các vùng nước phú dưỡng bị ô nhiễm và xử lý nước ao nuôi trồng thủy sản chứa nhiều chất rắn hữu cơ lơ lửng (Musig et al., 2012). *C. fluminea* là một trong những loài hến được nghiên cứu đầy đủ nhất trong chi *Corbicula*, chúng cải thiện chất lượng nước thông qua việc sử dụng chất rắn lơ lửng trong nước làm thức ăn (1 cá thể có thể lọc đến 1 lít nước mỗi giờ), điều này đồng nghĩa với việc *C. fluminea* có thể tích lũy các chất ô nhiễm từ môi trường vào cơ thể của mình (McCoy et al., 2020; Zhenling et al., 2023). Đã có nghiên cứu chỉ ra khả năng hấp thụ cadmium, chromium và kẽm từ môi trường của *C. fluminea* (Lee & Lee, 2005). Ngoài tích lũy các chất gây ô nhiễm trong cơ thể, *C. fluminea* còn thải những chất này vào thể nền dưới dạng phân hoặc phân giả (pseudofaeces), nhờ đó chuyển các chất ô nhiễm lơ lửng trong nước thành dạng chất rắn lắng đọng dễ loại bỏ hơn (Zhenling et al., 2023). Bên cạnh đó, hấp phụ chất rắn lơ lửng lên bề mặt vỏ cũng là một cơ chế làm sạch nước khác của *C. fluminea* (Zhenling et al., 2023).

Bèo cái (bèo tai tượng - *Pistia stratiotes* L.) có tốc độ sinh trưởng nhanh, giúp hấp thụ nitrogen, phosphorus, kim loại nặng và cung cấp môi trường thuận lợi cho vi sinh vật tham gia vào quá trình xử lý nước (Lu et al., 2011; Das et al., 2014). Bèo cái có thể được sử dụng để xử lý nước thải công nghiệp, nước thải sinh hoạt và nước thải từ hoạt động nuôi trồng thủy sản, đặc biệt chúng hạn chế sự phát triển của các loài tảo độc hại nhờ vào khả năng hấp thụ mạnh chất dinh dưỡng từ nước (Khan et al., 2014). Theo Nguyen (2012), hiệu quả loại bỏ các chất gây phú dưỡng của rau muống và bèo cái luôn cao hơn đối chứng không có cây. Ngoài ra, bèo cái còn cải thiện được độ đục, độ màu, COD, TSS, DO, kim loại nặng và nhiều chỉ tiêu chất lượng nước khác (Fonkou et al., 2002). Nguyen et al. (2017) đã khảo sát tiềm năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng một số loài thực vật thủy sinh, bao gồm thủy trúc, phát lộc, bèo tấm, bèo cái và bèo lục bình; kết quả cho thấy sau 35 ngày tiến hành thí nghiệm, hiệu quả xử lý amoni của hệ bèo cái đạt cao nhất (99,1%), đồng thời số lượng vi sinh vật có ích cho xử lý nước thải phân lập từ rễ bèo cái cũng nhiều hơn những loài thực vật thủy sinh còn lại.

Chất lượng nước được xác định thông qua nhiều chỉ tiêu khác nhau. Trong đó, pH, TSS, DO là các chỉ tiêu quan trọng nhưng lại có thể dễ dàng định lượng được bằng những phương pháp tương đối đơn giản và ít tốn kém. Giá trị pH của nước ảnh hưởng đến các tính chất hóa học và sinh hóa của nước, điển hình là pH có mối liên quan với độc tính sinh học và khả năng khởi phát các phản ứng hóa học trong nước (Marion et al., 2011). Tổng chất rắn

lơ lửng (TSS) của nước cũng rất được quan tâm vì các chất rắn lơ lửng có thể chứa cả kim loại nặng, các chất gây phú dưỡng và các chất gây ô nhiễm, đồng thời sự tập trung dày đặc của các hạt lơ lửng ở sát mặt nước ảnh hưởng đến khả năng ánh sáng xuyên qua các lớp nước và cản trở quá trình quang hợp của thực vật thủy sinh, từ đó gây ra những tác động tiêu cực lên hệ sinh thái thủy vực (Sundarabalan et al., 2020). Oxygen hòa tan (DO) xuất hiện trong gần như mọi bộ quy chuẩn chất lượng nước, qua đó chứng minh vai trò không thể thiếu của chỉ tiêu này đối với sinh vật thủy sinh: hàm lượng DO cao và ổn định là điều kiện thiết yếu để đảm bảo sự tồn tại của tất cả các sinh vật thủy sinh bậc cao; nồng độ DO thấp bất thường sẽ gây mất cân bằng hệ sinh thái, làm cá chết và dẫn đến phát sinh mùi hôi thối, mất vệ sinh và mỹ quan của môi trường (Cox, 2003).

Từ những phân tích trên, có thể thấy việc nghiên cứu khả năng xử lý pH, TSS, DO của hến và bèo cái khi sử dụng riêng lẻ và kết hợp là hết sức cần thiết. Kết quả của nghiên cứu này sẽ đóng góp vào hệ thống cơ sở khoa học cho việc lựa chọn loài sinh vật xử lý nước phù hợp trong các hệ thống xử lý nước thải sinh học.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Vườn thực vật và Phòng Thí nghiệm Sinh thái – Thực vật của Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh.

Nghiên cứu này bao gồm 2 đợt thí nghiệm: đợt 1 từ 24/12/2024 đến 03/01/2025 và đợt 2 từ 07/01/2025 đến 17/01/2025.

2.2. Phương pháp thu hến và bèo cái

Hến được thu tại đoạn sông Đồng Nai chảy qua thành phố Tân Uyên (Bình Dương). Thu hến bằng phương pháp thủ công, chú ý chỉ lựa chọn những cá thể có kích thước trong khoảng $17,70 \pm 1,43$ mm. Sau đó cho hến vào thùng xốp chứa sẵn bùn và nước lấy từ điểm thu mẫu và vận chuyển ngay về Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh bằng xe máy.

Bèo cái cũng được vớt từ đoạn sông Đồng Nai chảy qua thành phố Tân Uyên (Bình Dương). Bèo thu về cho vào chậu hoặc thùng xốp chứa nước máy sạch; một thời gian sau, khi bèo cái đã bao phủ gần hết mặt nước, tiến hành vớt $\frac{1}{2}$ số bèo cho sang chậu hoặc thùng xốp mới để bèo tiếp tục sinh sản.

2.3. Phương pháp thu, phân tích và đánh giá chất lượng nước

Nước được thu từ kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè tại vị trí gần cầu Trần Quang Diệu trên đường Trường Sa (phường 13, Quận 3, TPHCM). Sử dụng can 20 lít để thu nước, mỗi đợt thu 3 can.

Phân tích pH, DO: dùng đầu dò của máy đo HandyLab 680 SI Analytics cắm vào cốc thủy tinh chứa mẫu nước cần phân tích cho đến khi chỉ số trên máy ổn định; kết quả hiển thị trên màn hình máy đo được ghi nhận và làm tròn đến chữ số thập phân thứ hai sau dấu phẩy, thực hiện đo 3 lần rồi lấy giá trị trung bình, mỗi lần cách nhau 5 phút.

Phân tích TSS:

- (1) Sấy giấy lọc ở 100°C trong 15 phút;
- (2) Cân giấy lọc vừa sấy xong, kí hiệu khối lượng của giấy lọc vừa mới sấy là m_0 ;
- (3) Lọc v ml mẫu nước qua giấy lọc đã xác định khối lượng;
- (4) Dùng kẹp đưa miếng giấy lọc vào sấy ở 100°C trong 45 phút;
- (5) Làm nguội, cân giấy lọc vừa sấy xong, kí hiệu khối lượng của giấy lọc vừa mới sấy là m_1 ;
- (6) Sấy tiếp trong 10 phút, làm nguội, cân giấy lọc vừa sấy xong, kí hiệu khối lượng của giấy lọc vừa mới sấy là m_2 ;
- (7) Thực hiện tương tự cho đến khi khối lượng giấy lọc không thay đổi thì dừng lại, nghĩa là thực hiện cho đến khi $m_n = m_{(n+1)}$.

Giá trị TSS được xác định bởi công thức: $TSS = \frac{m(n+1)-m_0}{v} \times 1000$ (mg/L).

Thực hiện các bước trên 3 lần rồi lấy giá trị trung bình.

Sau khi có kết quả phân tích, tiến hành đánh giá chất lượng nước theo QCVN 08:2023/BTNMT. Có 4 mức phân loại đánh giá chất lượng nước theo QCVN 08:2023/BTNMT: (1) mức A - chất lượng nước tốt, mức B - chất lượng nước trung bình, mức C - chất lượng nước xấu, mức D - chất lượng nước rất xấu. Giá trị giới hạn cụ thể của các chỉ tiêu pH, DO, TSS theo QCVN 08:2023/BTNMT được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Giá trị giới hạn của các chỉ tiêu pH, TSS, DO theo QCVN 08:2023/BTNMT

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị QCVN 08:2023/BTNMT			
			A	B	C	D
1	pH	-	6,5-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	< 6,0 hoặc > 8,5
2	TSS	mg/L	≤ 25	≤ 100	> 100 và không có rác nổi	> 100 và có rác nổi
3	DO	mg/L	$\geq 6,0$	$\geq 5,0$	$\geq 4,0$	$\geq 2,0$

2.4. Bố trí thí nghiệm

Bốn nghiệm thức được bố trí trong các bể thủy tinh có kích thước $40 \times 60 \times 20$. Vì hên cần sống trong thể nền nên phải bổ sung một lớp bùn dày 3cm vào đáy bể của các nghiệm thức có hên để mô phỏng tốt nhất môi trường sống tự nhiên của chúng. Các chất hòa tan từ bùn có thể làm thay đổi chất lượng nước, do đó cả 4 bể đều được bổ sung bùn để đảm bảo tính đồng nhất về chất lượng nước ban đầu ở cả 4 nghiệm thức. Cho vào các bể nước kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè đã được pha loãng với tỉ lệ 1/10 (độ pha loãng được tham khảo theo Tran (2010)), sau đó thu mẫu nước trong bể mang đi phân tích để đánh giá chất lượng nước trước xử lí.

Tiếp theo, thực hiện bố trí 4 nghiệm thức:

- (1) Nghiệm thức 1: đối chứng (không bổ sung hên và/hoặc bèo cái);
- (2) Nghiệm thức 2: cho thêm 60 con hên;
- (3) Nghiệm thức 3: thả bèo cái phủ kín $\frac{3}{4}$ diện tích mặt nước;
- (4) Nghiệm thức 4: cho thêm 60 con hên và thả bèo cái phủ kín $\frac{3}{4}$ diện tích mặt nước.

Sau 5 ngày, thực hiện đo lại pH và DO của các nghiệm thức. Sau 10 ngày, thực hiện phân tích lại pH, TSS và DO của nước trong 4 bể để đánh giá chất lượng nước sau xử lý ở các nghiệm thức.

2.5. Phương pháp tính tỉ lệ cải thiện DO, TSS và hiệu suất xử lý TSS

Tỉ lệ cải thiện DO được tính theo công thức: $H(\%) = \frac{C - C_0}{C_0} \times 100$.

trong đó:

C_0 là giá trị DO ban đầu;

C là giá trị DO sau 10 ngày.

Tỉ lệ cải thiện TSS được tính theo công thức: $H(\%) = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100$.

trong đó:

C_0 là giá trị TSS ban đầu;

C là giá trị TSS sau 10 ngày.

Hiệu suất xử lý TSS ở các nghiệm thức 2, 3 và 4 được tính bằng cách lấy tỉ lệ cải thiện TSS ở từng nghiệm thức trừ cho tỉ lệ cải thiện TSS của nghiệm thức 1 (đối chứng).

2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS, phương pháp kiểm định T-test và phương pháp phân tích phương sai một nhân tố ngẫu nhiên (One-way ANOVA). Nếu $p < 0,05$ được coi là sai khác có ý nghĩa thống kê.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khả năng thích nghi của hến và bèo cái khi sống trong môi trường nước bị ô nhiễm

3.1.1. Khả năng thích nghi của hến khi sống trong môi trường nước bị ô nhiễm

Giá trị của một số chỉ tiêu chất lượng nước tại điểm thu hến (đoạn sông Đồng Nai chảy qua Tân Uyên, Bình Dương) được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị của một số chỉ tiêu chất lượng nước tại điểm thu hến

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	Phân loại
1	pH	-	6,81	A
2	TSS	mg/L	10,3	A
3	DO	mg/L	2,15	D

Trừ chỉ tiêu DO, các chỉ tiêu chất lượng nước còn lại tại điểm thu hến đều đạt mức A theo QCVN 08:2023/BTNMT. Đối chiếu số liệu trong Bảng 2 với số liệu trong Bảng 6 và Bảng 7, có thể thấy môi trường sống ban đầu của hến ít ô nhiễm hơn môi trường nước trong các nghiệm thức rất nhiều lần. Hến đã thích nghi tương đối tốt khi được chuyển từ môi trường ít ô nhiễm sang môi trường có mức ô nhiễm cao hơn với hầu hết các chỉ tiêu chất lượng nước chỉ đạt loại C hoặc D. Tỉ lệ sống sót của hến khá cao, dao động từ 88,3% đến 96,7% ở nghiệm thức 2 và 80% đến 85% ở nghiệm thức 4 (Bảng 3). Sự sai khác về tỉ lệ sống sót của hến ở 2 nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê ($p=0,206$).

Bảng 3. Số hén chết và tỉ lệ sống sót của hén sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm

Thí nghiệm	Số hén chết (cá thể)		Tỉ lệ sống sót (%)	
	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 1	Đợt 2
2	2	7	96,7	88,3
4	9	12	85	80

3.1.2. Khả năng thích nghi của bèo cái khi sống trong môi trường nước bị ô nhiễm

Bèo cái cũng thể hiện sự thích nghi tốt với môi trường nước bị ô nhiễm. Chỉ trong vòng 10 ngày, bèo đã nhanh chóng sinh sản phủ kín mặt nước của bể. Tính trung bình, tỉ lệ tăng trưởng quần thể đạt 23,03% ở thí nghiệm thứ 3 và 49,41% ở thí nghiệm thứ 4 (Bảng 4). Sự sai khác về tỉ lệ tăng trưởng quần thể bèo ở 2 thí nghiệm không có ý nghĩa thống kê ($p=0,273$).

Bảng 4. Tỉ lệ tăng trưởng của quần thể bèo cái sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm

Thí nghiệm	Số cá thể đợt 1 (cá thể)		Số cá thể đợt 2 (cá thể)		Tỉ lệ tăng trưởng của quần thể sau 10 ngày (%)		
	Ban đầu	Sau 10 ngày	Ban đầu	Sau 10 ngày	Đợt 1	Đợt 2	Trung bình
3	110	124	81	108	12,73	33,33	23,03
4	98	133	84	137	35,71	63,1	49,41

Hệ rễ của bèo cái ở thí nghiệm thứ 3 và thí nghiệm thứ 4 đều tăng trưởng về chiều dài so với ban đầu, tỉ lệ tăng trưởng chiều dài rễ sau 10 ngày đạt trung bình 14,26% ở thí nghiệm thứ 3 và 17,49% ở thí nghiệm thứ 4 (Bảng 5). Sự sai khác về tỉ lệ tăng trưởng chiều dài của rễ bèo ở 2 thí nghiệm không có ý nghĩa thống kê ($p=0,852$).

Bảng 5. Tỉ lệ tăng trưởng về chiều dài rễ của bèo cái sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm

Thí nghiệm	Tổng chiều dài rễ đợt 1 (cm)		Tổng chiều dài rễ đợt 2 (cm)		Tỉ lệ tăng trưởng rễ sau 10 ngày (%)		
	Ban đầu	Sau 10 ngày	Ban đầu	Sau 10 ngày	Đợt 1	Đợt 2	Trung bình
3	871,8	917,8	521,3	642,4	5,28	23,23	14,26
4	897,4	945	591,9	767,5	5,3	29,67	17,49

3.2. Khả năng xử lý pH, TSS, DO của hén và bèo cái

Thông qua quan sát bằng mắt thường, có thể thấy được nước ở thí nghiệm thứ 3 và thí nghiệm thứ 4 trong hơn hẳn 2 thí nghiệm thứ còn lại chỉ sau 3 ngày tiến hành thí nghiệm (Hình 1). Sau 10 ngày, mức độ trong của nước ở các thí nghiệm theo thứ tự tăng dần lần lượt là thí nghiệm thứ 1, thí nghiệm thứ 2, thí nghiệm thứ 3, thí nghiệm thứ 4 (Hình 2).



Hình 1. Các nghiệm thức sau 3 ngày tiến hành thí nghiệm (27/12/2024)



Hình 2. Các nghiệm thức sau 10 ngày tiến hành thí nghiệm (03/01/2025)

Giá trị và phân loại chất lượng theo QCVN 08:2023/BTNMT của chỉ tiêu pH, TSS, DO ở các nghiệm thức vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày trong 2 đợt thí nghiệm được trình bày trong Bảng 6 và Bảng 7. Chỉ tiêu pH ở các nghiệm thức trong đợt thí nghiệm đầu tiên được cải thiện từ loại D lên loại A và được duy trì ở loại A trong đợt thí nghiệm thứ hai. Đối với chỉ tiêu TSS, giá trị TSS ở các nghiệm thức sau 10 ngày trong cả 2 đợt thí nghiệm đều được cải thiện từ loại C lên loại B hoặc loại A. Trái ngược với sự chuyển biến theo chiều hướng tích cực của pH và TSS, chỉ tiêu DO ở hầu hết các nghiệm thức vẫn chỉ đạt loại D sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm, trừ một vài trường hợp được cải thiện lên loại C. Từ việc nghiệm thức 1 (đối chứng) có sự cải thiện về DO trong cả 2 đợt thí nghiệm, có thể suy luận rằng nguyên nhân khiến cho chỉ tiêu DO ở các nghiệm thức còn lại không được cải thiện hoặc cải thiện không đáng kể chính là do sự tiêu thụ oxygen hòa tan trong nước cho quá trình hô hấp của hến, bèo cái và quá trình phân hủy xác bã hữu cơ từ những cá thể đã chết của hai loài này. Vì vậy, cần chú ý loại bỏ những cá thể hến và bèo chết ra khỏi nguồn nước trong các hệ thống xử lý nước sinh học.

Bảng 6. Chất lượng nước vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày ở các nghiệm thức trong đợt thí nghiệm đầu tiên

Nghiệm thức	pH		TSS (mg/L)		DO (mg/L)	
	Trước xử lí	Sau xử lí	Trước xử lí	Sau xử lí	Trước xử lí	Sau xử lí
1	6,00 ^a /D	6,57 ^a /A	533,3 ^a /C	37,2 ^b /B	2,55 ^a /D	4,54 ^a /C
2	6,00 ^a /D	6,57 ^a /A	533,3 ^a /C	25,9 ^b /B	2,55 ^a /D	3,07 ^a /D
3	6,00 ^a /D	6,57 ^a /A	533,3 ^a /C	8,4 ^b /A	2,55 ^a /D	2,47 ^a /D
4	6,00 ^a /D	6,57 ^a /A	533,3 ^a /C	3,6 ^b /A	2,55 ^a /D	3,72 ^a /D

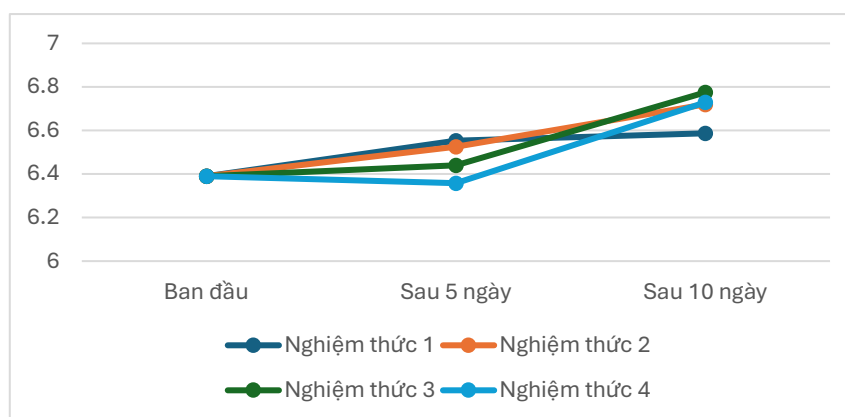
Các số liệu trong cùng 1 hàng của mỗi chỉ tiêu có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Bảng 7. Chất lượng nước vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày ở các nghiệm thức trong đợt thí nghiệm thứ hai

Nghiệm thức	pH		TSS (mg/L)		DO (mg/L)	
	Trước xử lí	Sau xử lí	Trước xử lí	Sau xử lí	Trước xử lí	Sau xử lí
1	6,78 ^a /A	6,60 ^a /A	488 ^a /C	17,2 ^b /A	2,15 ^a /D	4,99 ^a /C
2	6,78 ^a /A	6,74 ^a /A	488 ^a /C	4,6 ^b /A	2,15 ^a /D	3,94 ^a /D
3	6,78 ^a /A	6,86 ^a /A	488 ^a /C	4,9 ^b /A	2,15 ^a /D	4,32 ^a /C
4	6,78 ^a /A	6,79 ^a /A	488 ^a /C	4,1 ^b /A	2,15 ^a /D	3,82 ^a /D

Các số liệu trong cùng 1 hàng của mỗi chỉ tiêu có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

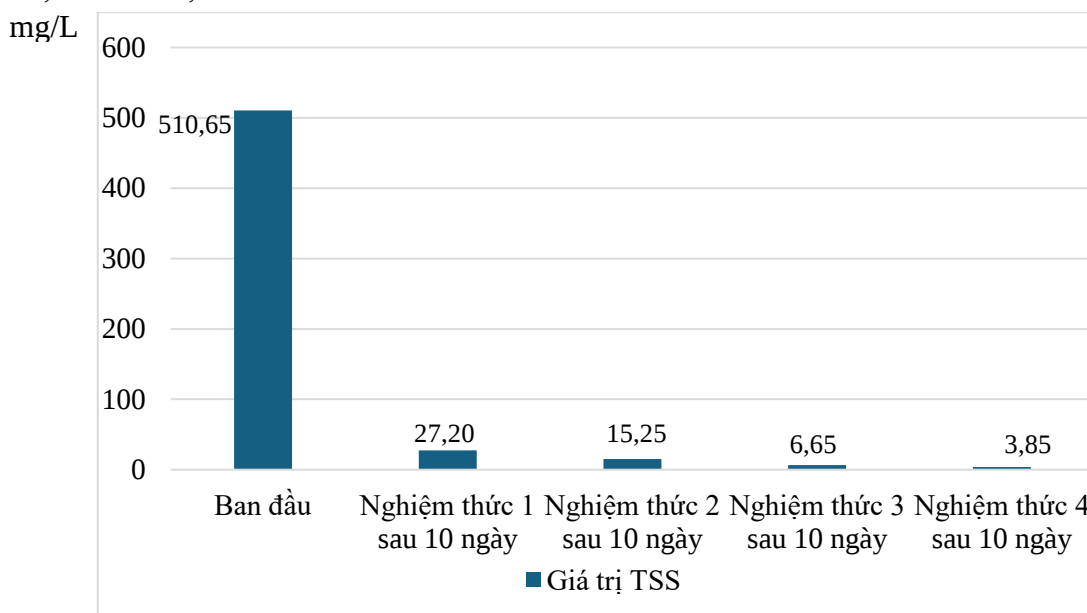
Sự biến động giá trị pH trung bình ở 4 nghiệm thức trong 2 đợt thí nghiệm được thể hiện qua Hình 3. Mặc dù kết quả phân tích T-test cho thấy sự sai khác về giá trị pH của nước vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), nhưng nhìn chung giá trị pH ở các nghiệm thức đều có xu hướng tăng dần theo thời gian.



Hình 3. Sự biến động giá trị pH của các nghiệm thức trong quá trình tiến hành thí nghiệm

Sau 5 ngày thực hiện thí nghiệm, giá trị pH của nước ở các nghiệm thức 1, 2 và 3 tăng lên trong khi giá trị pH của nước ở nghiệm thức 4 giảm xuống. Giá trị pH của nước ở nghiệm thức 1 (đối chứng) tăng dù không được xử lý với hén và/hoặc bèo cái chứng tỏ độ acid của nước có thể giảm một cách tự nhiên nhờ những quá trình chuyển hóa sử dụng H^+ làm nguyên liệu đầu vào của một số vi sinh vật sẵn có trong nước và bùn, ví dụ như quá trình phản nitrate hóa. Giá trị pH của nước ở nghiệm thức 2 tăng ít hơn nghiệm thức 1 có thể do hoạt động hô hấp của hén tạo ra CO_2 nên làm giảm mức độ tăng pH. Giá trị pH của nước ở nghiệm thức 3 chỉ tăng nhẹ sau 5 ngày thực hiện thí nghiệm, chứng tỏ hoạt động hô hấp của bèo mạnh hơn nhiều so với hoạt động hô hấp của hén. Vì có cả bèo và hén nên nồng độ CO_2 trong nước ở nghiệm thức 4 cao hơn 3 nghiệm thức còn lại, do đó lượng H^+ hòa tan trong nước cũng nhiều hơn dẫn đến làm giảm pH so với ban đầu. Tuy nhiên, sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm, pH của nước ở nghiệm thức 1 thấp hơn 3 nghiệm thức còn lại dù giá trị pH của cả 4 nghiệm thức đều tiến gần về mức trung tính. Điều này cho thấy một khi hệ thống xử lý nước sinh học đã hoạt động ổn định thì giá trị pH của nước sẽ được giữ dao động quanh mức trung tính, đồng nghĩa với việc độ acid của nước sẽ thấp hơn so với trường hợp không được xử lý.

Hình 4 trình bày giá trị TSS trung bình trong 2 đợt thí nghiệm ở 4 nghiệm thức vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày. Kết quả phân tích T-test cho thấy giá trị TSS trước và sau xử lý ở tất cả các nghiệm thức đều có ý nghĩa thống kê. Từ Hình 4, có thể thấy giá trị TSS sau 10 ngày giảm đến hơn 90% ở tất cả các nghiệm thức, kể cả nghiệm thức 1 (đối chứng); qua đó chứng minh quá trình lắng đọng tự nhiên đóng vai trò rất lớn trong việc cải thiện chỉ tiêu TSS của nước. Cụ thể, tỉ lệ cải thiện TSS sau 10 ngày trung bình trong 2 đợt thí nghiệm ở nghiệm thức 1, nghiệm thức 2, nghiệm thức 3 và nghiệm thức 4 lần lượt là 94,76%, 97,11%, 98,72% và 99,25%.



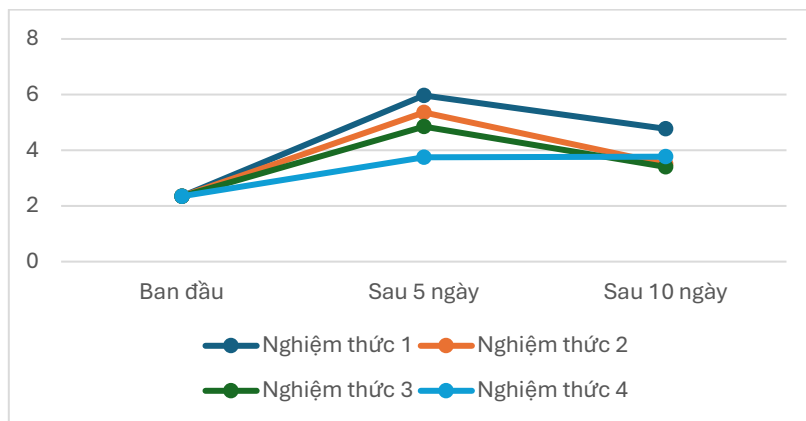
Hình 4. Giá trị TSS trung bình ở 4 nghiệm thức vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày trong 2 đợt thí nghiệm

Hiệu suất xử lý TSS của nghiệm thức 2, 3 và 4 lần lượt đạt 2,35%, 3,96% và 4,49%. Hến đóng góp vào việc làm giảm giá trị TSS của nước nhờ vào khả năng lọc nước lấy thức ăn của chúng. Bèo cái giúp làm giảm TSS không chỉ thông qua việc hấp thụ và chuyển hóa các chất rắn lơ lửng trong nước mà còn thông qua việc hấp phụ các chất này vào hệ rễ (Hình 5), do đó giá trị TSS trung bình sau 10 ngày trong 2 đợt thí nghiệm của nghiệm thức 3 chỉ bằng chưa đến một nửa nghiệm thức 2. Khi kết hợp xử lý bằng cả bèo cái và hến (nghiệm thức 4) thì hiệu suất xử lý cao hơn so với khi chỉ sử dụng bèo (nghiệm thức 3) hoặc chỉ sử dụng hến (nghiệm thức 2). Tuy nhiên, kết quả phân tích One-way ANOVA cho thấy sự khác biệt về giá trị TSS sau xử lý giữa các nghiệm thức trên là không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Như vậy, cả hến và bèo cái đều có khả năng xử lý TSS, song hiệu suất xử lý của bèo cái có phần cao hơn và hiệu suất xử lý đạt cao nhất khi sử dụng kết hợp cả 2 loài, nhưng sự chênh lệch về hiệu suất xử lý giữa những nghiệm thức này chưa đủ lớn đến mức có ý nghĩa thống kê.



Hình 5. Hệ rễ bèo cái sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm

Sự biến động giá trị DO trung bình ở 4 nghiệm thức trong 2 đợt thí nghiệm được thể hiện qua Hình 6. Mặc dù, kết quả phân tích T-test cho thấy sự sai khác về giá trị DO của nước vào thời điểm ban đầu và sau 10 ngày thực hiện thí nghiệm ở các nghiệm thức chưa đủ lớn đến mức có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$), nhưng nhìn chung giá trị DO ở cả 4 nghiệm thức đều được cải thiện.



Hình 6. Sự biến động giá trị DO của các nghiệm thức trong quá trình tiến hành thí nghiệm

Sau 5 ngày thực hiện thí nghiệm, giá trị DO của nước ở cả 4 nghiệm thức đều tăng lên so với ban đầu. Giá trị DO của nước ở nghiệm thức 1 (đối chứng) tăng dù không được xử lý với hén và/hoặc bèo cái chứng tỏ nồng độ oxygen của nước có thể tăng một cách tự nhiên nhờ quá trình quang hợp và các quá trình chuyển hóa chất ô nhiễm của các vi sinh vật có sẵn trong nước. Giá trị DO của nước ở nghiệm thức 2 tăng ít hơn nghiệm thức 1 có thể do hoạt động hô hấp của hén tiêu thụ bớt oxygen nên làm giảm mức độ tăng DO. Giá trị DO của nước ở nghiệm thức 3 tăng ít hơn nghiệm thức 2 chứng tỏ hoạt động hô hấp của bèo mạnh hơn nhiều so với hoạt động hô hấp của hén. Vì có cả bèo và hén nên nồng độ oxygen trong nước ở nghiệm thức 4 thấp hơn 3 nghiệm thức còn lại.

Sau khi tăng một thời gian thì giá trị DO ở 4 nghiệm thức lại giảm dần cho đến ngày thứ 10. Nguyên nhân là do các bể thí nghiệm là những hệ tương đối kín, vật chất trong bể không được lấy ra và vật chất mới cũng không được bổ sung vào bể trong suốt quá trình thực hiện thí nghiệm. Điều này làm cho một số cá thể hén, bèo cái và có thể cả một bộ phận vi sinh vật trong bể bị chết đi, quá trình phân giải xác của chúng làm giảm lượng oxygen hòa tan trong nước. Để cải thiện hiệu suất xử lý DO của hén và bèo cái, cần có biện pháp hạn chế tỉ lệ chết, héo rụng và chú ý loại bỏ những cá thể, bộ phận đã chết ra khỏi nguồn nước nhằm tránh tình trạng oxygen trong nước bị vi sinh vật dùng cho quá trình phân giải chất hữu cơ từ xác chết.

Tuy nhiên, giá trị DO của các nghiệm thức sau 10 ngày vẫn cao hơn giá trị DO ban đầu, với tỉ lệ cải thiện DO sau 10 ngày trung bình trong 2 đợt thí nghiệm ở nghiệm thức 1, nghiệm thức 2, nghiệm thức 3 và nghiệm thức 4 lần lượt đạt 105,02%, 51,83%, 48,9% và 61,87%. Giá trị DO sau 10 ngày của nghiệm thức 4 lại cao hơn nghiệm thức 2 và nghiệm thức 3, điều này có thể được lý giải thông qua việc hén và bèo cái có khả năng xử lý những chất gây ô nhiễm làm suy giảm giá trị DO của nước. Ví dụ, theo Phạm và Nguyễn (2010), NH_3 làm giảm lượng oxygen hòa tan trong bể, cần 4,7 g oxygen để oxy hóa 1 g NH_3 . Từ việc giá trị DO của nghiệm thức 4 cao hơn nghiệm thức 2 và nghiệm thức 3, có thể suy ra được hén và bèo cái còn có khả năng xử lý NH_3 và có thể là cả một số chất ô nhiễm khác, và hiệu quả xử lý khi kết hợp 2 loài lại với nhau sẽ cao hơn so với khi chỉ sử dụng hén hoặc bèo cái.

4. Kết luận

Hén và bèo cái đều thể hiện sự thích nghi tốt với môi trường nước bị ô nhiễm, chúng có khả năng ổn định pH và xử lý TSS của nước ô nhiễm rất tốt, nhưng hiệu quả xử lý DO lại không được rõ rệt. Nên tiếp tục nghiên cứu khả năng xử lý các chỉ tiêu chất lượng nước khác (vi sinh vật, kim loại nặng, phosphorus, nitrogen...) của hén và bèo cái khi sử dụng riêng lẻ và kết hợp, đồng thời nghiên cứu tiềm năng phối hợp 2 loài trên với các loài vi sinh vật và động thực vật thủy sinh khác để tìm ra mô hình xử lý nước tối ưu nhất. Bên cạnh đó, cần khảo sát khả năng xử lý của hén và bèo cái đối với các chỉ tiêu pH, TSS, DO trong khoảng thời gian dài hơn để đánh giá chính xác hiệu quả thu được khi sử dụng hén và bèo cái xử lý 3 chỉ tiêu chất lượng nước nêu trên.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Nguồn ngân sách khoa học và công nghệ Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh trong đề tài NCKH của sinh viên năm học 2024-2025;. Xin chân thành cảm ơn các thành viên Phòng Thí nghiệm Sinh thái – Thực vật (Trường Đại học Sư phạm TPHCM) đã nhiệt tình hỗ trợ về cơ sở vật chất và tư vấn khoa học trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Balasubramanian, S. V., Pahlevan, N., Smith, B., Binding, C., Schalles, J., Loisel, H., Gurlin, D., Greb, S., Alikas, K., Randla, M., Matsushita, B., Moses, W., Nguyễn, H., Lehmann, M. K., O'Donnell, D., Ondrusek, M., Han, T.-H., Fichot, C. G., Moore, T., & Boss, E. (2020). Robust algorithm for estimating total suspended solids (TSS) in inland and nearshore coastal waters. *Remote Sensing of Environment*, 246, 111768. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111768>
- Cox, B. A. (2003). A review of dissolved oxygen modelling techniques for lowland rivers. *Science of The Total Environment*, 328(1-3), 303-334. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00062-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00062-7)
- Dao, T. T. H. (2013). *Khảo sát hàm lượng COD trong nước ở một số điểm thuộc hệ thống kênh Nhiêu Loc-Thị Nghe và kênh Tàu Hũ- Bến Nghe*. [Survey on COD concentration in water at some points in Nhiêu Loc-Thị Nghe and Tàu Hũ-Bến Nghe canal systems] [Graduation thesis] Ho Chi Minh City University of Education.
- Dao, T. H., Nguyen, T. T. P., Tran, Q. H., Nguyen, T. T., & Nguyen, M. H. (2024). Xác định hàm lượng photpho tổng, photphat, nito tổng, amoni, clorua, clo dư, độ màu, pH, tổng chất rắn trong nước một số sông hồ thuộc khu vực Bắc Tu Liem, Hà Nội. [Identification of total phosphorus, phosphate, total nitrogen, ammonium, chloride, residual chlorine, color, pH, total solids in some rivers and lakes in the region of Northern Tu Liem, Ha Noi]. *HaUI Journal of Science and Technology*, 60(3), 113-118. <http://doi.org/10.57001/huih5804.2024.108>
- Das, S., Goswami, S., & Talukdar, A. D. (2014). A Study on Cadmium Phytoremediation Potential of Water Lettuce, *Pistia stratiotes* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 92(2), 169-174. <https://doi.org/10.1007/s00128-013-1152-y>
- Fonkou, T., Philip, A., Kengne, I. M., Amougou, A., & Jean, N. (2002). Potentials of water lettuce (*Pistia stratiotes*) in domestic sewage treatment with macrophytic lagoon systems in Cameroon. In *Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management* (pp. 709-714).
- Khan, M., Marwat, K., Gul, D., Wahid, F., Khan, Dr. H., & Hashim, S. (2014). *Pistia stratiotes* L. (Araceae): Phytochemistry, use in medicines, phytoremediation, biogas and management options. *Pakistan Journal of Botany*, 46, 851-860.
- Lee, J.-S., & Lee, B.-G. (2005). Effects of salinity, temperature and food type on the uptake and elimination rates of Cd, Cr, and Zn in the asiatic clam *Corbicula fluminea*. *Ocean Science Journal*, 40(2), 79-89. <https://doi.org/10.1007/BF03028588>

- Lu, Q., He, Z. L., Graetz, D. A., Stoffella, P. J., & Yang, X. (2011). Uptake and distribution of metals by water lettuce (*Pistia stratiotes* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 18(6), 978-986. <https://doi.org/10.1007/s11356-011-0453-0>
- Marion, G. M., Millero, F. J., Camões, M. F., Spitzer, P., Feistel, R., & Chen, C. T. A. (2011). pH of seawater. *Marine Chemistry*, 126, 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2011.04.002>
- McCoy, K. A., Hodgson, D. J., Clark, P. F., & Morritt, D. (2020). The effects of wet wipe pollution on the Asian clam, *Corbicula fluminea* (Mollusca: Bivalvia) in the River Thames, London. *Environmental Pollution*, 264, Article 114577. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114577>
- Musig, Y., Musig, W., & Satienjit, S. (2012). Filtration Rates of Tropical Freshwater Bivalve Mollusks: *Pilsbryconcha excilis compressa*, *Ensis ingallsianus ingallsianus*, *Corbicula boudoni* and *Corbicula moreletiana*. *Journal of Fisheries and Environment*, 36(2), 23-29.
- Nguyen, V. K., Vo, V. M., Pham, T. H. H., & Duong, C. V. (2010). Ham lượng As, Pb tích lũy trong loài hến (*Corbicula* sp.) và hàu sông (*Ostrea rivularis* Gould, 1861) tại cửa sông Cu De, thành phố Da Nang. [As, Pb content accumulated in clams (*Corbicula* sp.) and river oysters (*Ostrea rivularis* Gould, 1861) at the estuary of the Cu De River, Da Nang city]. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/10/1/904>
- Nguyen, T. K. (2012). *Nghiên cứu sử dụng bèo cái (Pistia stratiotes L) và rau muống (Ipomoea aquatica Forsk) trong xử lý nước phú dưỡng*. [Research on the use of pistia (*Pistia stratiotes* L) and morning glory (*Ipomoea aquatica* Forsk) in eutrophic water treatment] [Master thesis], Hanoi University of Science and Technology.
- Nguyen, M. P., Nguyen, T. L., Do, T. H., Do, T. M. L., Pham, L. T., & Nguyen, T. H. N. (2017). Study on the Role of Aquatic Plants and Rhizospheric Microorganisms in Constructed Wetlands in Domestic Wastewater Treatment. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 33(1S), Article 1S. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4143>
- Pham, T. T. N., & Nguyen, H. H. (2010). Biến động mật độ vi khuẩn hữu ích trong ao nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) thâm canh. [Fluctuations in the density of useful bacteria in intensive black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) ponds]. *Can Tho University Science Journal*, (14), 166-176.
- Vu, T. T. T. (2018). Biến đổi hàm lượng oxy hòa tan trên tầng nước mặt tại kênh Nhieu Loc-Thi Nghe, Thành phố Hồ Chí Minh. [Changes in dissolved oxygen content in the surface water layer at Nhieu Loc – Thi Nghe canal, Ho Chi Minh City]. *Journal of Forestry Science and Technology*, (4), 118-125.
- Zhenling, L., Xiaokang, H., & Chenghong, F. (2023). A review of freshwater benthic clams (*Corbicula fluminea*): Accumulation capacity, underlying physiological mechanisms and environmental applications. *Science of The Total Environment*, 857, Article 159431. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159431>

**BIOLOGICAL WATER TREATMENT USING ASIAN CLAMS (*Corbicula* spp.)
AND WATER LETTUCE (*Pistia stratiotes* L.): A COMPARATIVE EXPERIMENTAL STUDY**

Duong Tan Thanh, Doan Tran Thuc Anh,

Nguyen Le Ba Long, Nguyen Bao Han, Pham Cu Thien*

Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam

**Corresponding author: Pham Cu Thien – Email: thienpc@hcmue.edu.vn*

Received: February 21, 2025; Revised: March 12, 2025; Accepted: April 03, 2025

ABSTRACT

Water pollution is a concern not only in Vietnam but also in many regions worldwide. Among various treatment strategies, biological methods using aquatic animals and plants have gained increasing attention. This study investigated the effectiveness of biological water treatment through four 10-day experimental setups: (1) control, (2) treatment with Asian clams, (3) treatment with water lettuce, and (4) treatment with both Asian clams and water lettuce. Water quality was assessed by measuring pH, total suspended solids (TSS), and dissolved oxygen (DO) at both inlet and outlet points. The results showed that clams and pistia helped maintain neutral pH levels and effectively reduced TSS concentrations (2.35%, 3.95%, and 4.48% reductions in experiments 2, 3, and 4, respectively). However, improvements in DO levels were not significant. The findings provide a foundation for selecting appropriate biological agents tailored to the specific pollution characteristics of different water sources.

Keywords: Asian clams; *Corbicula* spp.; *Pistia stratiotes* L.; water lettuce; water treatment