

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG**  
**VIỆN KHOA HỌC**  
**KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

**VŨ THỊ PHƯƠNG THẢO**

**NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM, ĐÁNH GIÁ VAI**  
**TRÒ CỦA MỘT SỐ LOÀI THỰC VẬT THỦY SINH**  
**VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP SINH HỌC NHẪM CẢI**  
**THIỆN CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG**  
**NƯỚC SÔNG NHUỆ**

Chuyên ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường

Mã số: 62850101

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ**  
**KIỂM SOÁT VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG**

**Hà Nội, 2017**

Công trình được hoàn thành tại:

**VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS. TS. Lê Xuân Tuấn- Trường Đại học TN và MT**
- 2. TS. Đinh Thái Hưng – Trung tâm Dự báo KTTVTU'**

Phản biện 1: .....

Phản biện 2: .....

Phản biện 3: .....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện họp tại:  
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

vào hồi giờ ngày tháng năm 2017

Có thể tìm thấy Luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam;
- Thư viện Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

## MỞ ĐẦU

Nằm trong khu vực có mật độ dân số cao nhất cả nước, hơn một nghìn người/km<sup>2</sup>, cũng là vùng có sự phát triển kinh tế xã hội nhanh chóng kèm theo tình trạng đô thị hóa mạnh mẽ, sông Nhuệ có vai trò rất quan trọng đối với các hoạt động kinh tế trong vùng lưu vực. Sông Nhuệ lấy nước từ sông Hồng, đón nhận nước thải từ Hà Nội và các vùng ven sông mỗi ngày, cung cấp nước tưới cho các vùng đất nông nghiệp và những đầm thủy sản ven sông. Khi sử dụng nguồn nước này làm nước tưới, bên cạnh tác dụng có lợi do tận dụng được những chất dinh dưỡng có trong nước thải và đỡ phần chi phí xử lý nước thải thì tác hại là một vấn đề cần phải quan tâm vì trong nguồn nước sông có pha trộn nước thải này có thể có chứa các chất hữu cơ độc hại hay các vi sinh vật gây bệnh cũng như các nguyên tố kim loại nặng có hại cho cơ thể con người (FAO,1994), (Marcussen H., 2008). Sử dụng nước sông Nhuệ đáp ứng tiêu chuẩn nước tưới tiêu của Chính phủ là một nhu cầu cấp thiết và chính đáng của nhân dân, nhằm đảm bảo sức khỏe cộng đồng cũng như đảm bảo mỹ quan đô thị. Hệ sinh thái sông và lưu vực sông đóng vai trò vô quan trọng, là phần không thể tách rời của môi trường sông, nó tham gia vào các quá trình vận chuyển, tích lũy và đồng hóa chất ô nhiễm, là một trong những tác nhân chính tham gia vào quá trình tự làm sạch của nước. Đề tài Luận án ***“Nghiên cứu thực nghiệm, đánh giá vai trò của một số loài thực vật thủy sinh và đề xuất giải pháp sinh học nhằm cải thiện chất lượng môi trường nước sông Nhuệ”*** đã tập trung nghiên cứu, đánh giá vai trò cụ thể của một số loài thực vật thủy sinh (TVTS) có ưu thế vượt trội trong việc hấp thụ các chất ô nhiễm có trong sông làm sạch nước, là một nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn và là cơ sở khoa học cho việc xây dựng giải pháp sinh học nhằm giảm thiểu, khống chế mức độ

gia tăng ô nhiễm để bảo vệ hiệu quả nguồn nước, bảo vệ môi trường và cảnh quan thiên nhiên lưu vực sông Nhuệ.

**- Mục tiêu nghiên cứu:**

- Đánh giá được hiện trạng ô nhiễm môi trường nước và trầm tích sông Nhuệ đoạn từ Cầu Tó tới Cống Thần.
- Xác định được vai trò của một số loài TVTS có hiệu quả cao trong quá trình làm sạch nước sông Nhuệ.
- Đề xuất các giải pháp sinh học hữu ích bảo vệ môi trường nước, phát triển đa dạng sinh học hệ sinh thái sông Nhuệ.

**- Quan điểm nghiên cứu, cách tiếp cận của Luận án**

Đối tượng nghiên cứu của luận án là môi trường nước, trầm tích sông Nhuệ và các loài TVTS có khả năng làm sạch nước nằm trong một hệ thống thống nhất và hoàn chỉnh. Do vậy, khi nghiên cứu, đánh giá chất lượng nước, trầm tích sông Nhuệ cùng khả năng cải thiện chất lượng nước, trầm tích sông Nhuệ bởi các loài TVTS cần phải xem xét đầy đủ và toàn diện các hợp phần, các đơn vị bộ phận của hệ sinh thái môi trường sông trong mối quan hệ tác động qua lại giữa chúng với nhau. Việc đề xuất các giải pháp nhằm cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ cũng tuân thủ theo nguyên tắc phát triển bền vững.

Luận án cũng áp dụng cách tiếp cận hệ sinh thái - tập trung cho đối tượng các TVTS có mạch và cách tiếp cận sử dụng khôn khéo đất ngập nước để duy trì và phát triển hệ sinh thái của đất ngập nước trong khuôn khổ của phát triển bền vững.

**- Giả thiết khoa học của Luận án**

Vì những lý do khách quan, nghiên cứu thực nghiệm nuôi trồng các loài TVTS chỉ được tiến hành trong khuôn khổ phòng thí nghiệm bằng những vật liệu là nước, trầm tích sông Nhuệ và các loài TVTS. Trong quá trình nuôi trồng các loài TVTS, các chất ô nhiễm được lấy đi, chất lượng

nước được cải thiện hàng ngày, khác với chất lượng nước thực tế ngoài thực địa. Hơn nữa, ngoài thực địa, các yếu tố khí hậu, thời tiết, chế độ dòng chảy,... luôn thay đổi theo các chiều hướng bất lợi hoặc có lợi. Nghiên cứu được tiến hành với giả thuyết bỏ qua các sự biến đổi của các yếu tố này, nhằm mục tiêu tập trung vào khả năng làm sạch nước của các loài TVTS trong điều kiện thí nghiệm.

**- Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án:**

(1) *Ý nghĩa khoa học*: + Luận án đã nghiên cứu, kết hợp được các nguồn tài liệu, số liệu (tài liệu về khí hậu, thời tiết, số liệu về tốc độ dòng chảy, chất lượng nước,...) để đánh giá được chất lượng nước, chất lượng trầm tích sông Nhuệ trên đoạn sông từ Cầu Tó tới Công Thần và vai trò của các loài TVTS thủy trúc, rau muống, ngổ trâu trong việc làm sạch nước sông Nhuệ.

+ Luận án đã đưa ra được giải pháp sinh học sử dụng TVTS để lấy đi một phần các chất ô nhiễm trong sông Nhuệ, là phương pháp làm sạch nước hữu ích có nhiều điểm ưu việt với những tiêu chí như giá thành thấp, công nghệ đơn giản, hiệu quả làm sạch cao, thân thiện với môi trường.

(2) *Ý nghĩa thực tiễn*: Kết quả của luận án góp phần bổ sung cơ sở lý luận và thực tiễn cho việc sử dụng các loài TVTS làm sạch nước sông bị ô nhiễm. Sự thành công của nghiên cứu dẫn đến việc áp dụng nghiên cứu vào việc làm sạch nước sông Nhuệ cũng như rất nhiều dòng sông khác đang bị ô nhiễm trên lãnh thổ sẽ mang lại những giá trị kinh tế và tinh thần to lớn, khẳng định tính đúng đắn của việc phát triển kinh tế đi đôi với việc bảo vệ môi trường sống, cải thiện, giữ gìn nguồn tài nguyên thiên nhiên đáp ứng nhu cầu của thế hệ hiện tại và các thế hệ tương lai.

**- Những đóng góp mới của luận án**: Lần đầu tiên đã nghiên cứu đánh giá tổng hợp vai trò của 3 loài TVTS là thủy trúc (*Cyperus alterfoliosus* hay *Cyperus flabelliformis* Rottb.), rau muống (*Ipomoea*

*aquatica* Forsk.), rau ngổ trâu (*Enydra fluctuans* Lour.) để cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ bằng phương pháp thực nghiệm. Kết quả thực nghiệm đã chứng minh 3 loài thủy trúc, rau muống, ngổ trâu có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm có hàm lượng cao TN, TP, Fe, Zn trong nước sông Nhuệ thể hiện bởi sau thời gian thực nghiệm, sinh khối thực vật tăng, hàm lượng các chất ô nhiễm trong mô thực vật tăng, giải phẫu mô có những sự biến đổi lớn về kích thước tế bào cho thấy sự thích nghi với môi trường ô nhiễm. Kết quả phân tích chất lượng nước cho thấy ở các bề cỏ trồng thực vật, chất lượng nước sông Nhuệ sau thí nghiệm hầu hết đạt được tiêu chuẩn nước tưới tiêu thủy lợi của BTNMT (QCVN 08:MT/BTNMT/2015). Kết quả thực nghiệm là cơ sở khoa học cho việc xây dựng giải pháp sinh học thân thiện với môi trường để cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ.

- **Bộ cục của luận án:** Luận án được trình bày 155 trang A4, 34 bảng biểu, 46 hình vẽ, 102 tài liệu tham khảo tiếng Việt và tiếng Anh, Phụ lục. Bộ cục luận án gồm: Phần mở đầu (5 trang), Chương Tổng quan tài liệu (27 trang), Chương Đối tượng và phương pháp nghiên cứu (20 trang), Chương Kết quả nghiên cứu và thảo luận 88 trang), Phần kết luận và khuyến nghị (2 trang), Phần tài liệu tham khảo (10 trang) và Phần phụ lục.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

### 1.1. Hiện trạng ô nhiễm sông trên thế giới và ở Việt Nam

Cùng với sự phát triển của các quá trình công nghiệp hoá, đô thị hoá là sự gia tăng tình trạng ô nhiễm của các dòng sông ở khắp nơi trên toàn cầu bởi nước thải của các dòng thải đô thị, các khu dân cư, các ngành công nghiệp,... với hàm lượng các hoá chất được sử dụng ngày càng nhiều. Tất cả các dòng thải này đã và đang tăng lên theo đà tăng của dân số cả về khối lượng các chất ô nhiễm cũng như lưu lượng thải mang đến cho con người những thách thức ngày càng lớn về môi trường bởi lượng

nước sông bị ô nhiễm là rất lớn, các chất ô nhiễm trong sông với hàm lượng không quá cao, chủ yếu bao gồm các hợp chất gây phú dưỡng nguồn nước, các KLN, các vi sinh vật (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007, 2010, 2012), (Asia Development Bank, 2013), (B. Wu, 2009), (Fu Kaidao, 2012)...

## **1.2. Nghiên cứu sử dụng TVTS xử lý ô nhiễm nước**

### **1.2.1. Cơ sở khoa học của biện pháp sử dụng TVTS xử lý ô nhiễm nước**

- **Các chất ô nhiễm là các chất vô cơ:** Sự hấp thụ các chất ô nhiễm vô cơ, chủ yếu là các chất dinh dưỡng, các kim loại nặng và các hạt nhân phóng xạ trong TVTS, diễn ra bởi rễ và sự hấp thụ qua lá. Vai trò chính của rễ là đồng hóa các chất dinh dưỡng, và vai trò chính của lá là vô cơ cố định carbon (Bhupinder Dhir, 2013).

- **Các chất ô nhiễm là các chất hữu cơ:** TVTS hấp thụ các chất ô nhiễm độc hại chủ yếu thông qua rễ và lá (Vajpayee P., 1995). Quá trình hấp thụ các chất ô nhiễm hữu cơ của TVTS bao gồm hai cơ chế:

+ Hấp thụ trực tiếp các chất ô nhiễm rồi chuyển hoá các chất này thành mô thực vật.

+ Giải phóng các dịch tiết và các enzym kích thích hoạt động của vi sinh vật và nâng cao kết quả của sự biến đổi của vi sinh vật trong vùng rễ (vùng gốc).

Số lượng hợp chất hữu cơ bị hấp thụ bởi các loài TVTS phụ thuộc vào bản thân loài thực vật, thành phần sinh hóa của tế bào thực vật, các tính chất hóa lý của chất gây ô nhiễm như tính phân cực, tính không ưa nước, sự biến động khối lượng phân tử,...(Bhupinder Dhir, 2013).

### **1.2.2. Tiêu chuẩn loài TVTS sử dụng để xử lý ô nhiễm nước**

Để đạt hiệu quả cao trong xử lý ô nhiễm, các loài TVTS được lựa chọn phải: Có khả năng chống chịu với nồng độ chất ô nhiễm cao; Có khả năng hấp thụ nhanh các chất ô nhiễm từ môi trường nước; Có khả

năng tích lũy các chất ô nhiễm trong cơ thể cao; Có khả năng vận chuyển các chất ô nhiễm từ rễ lên thân và lá; Có thể chịu đựng được điều kiện môi trường nghèo dinh dưỡng hoặc phú dưỡng; Có khả năng sinh trưởng nhanh và cho sinh khối lớn. Ngoài ra, TVTS được sử dụng không trở thành loài xâm lấn hay cỏ dại gây hại cho môi trường và các sinh vật khác, dễ kiểm soát về giống, về khả năng lây lan, phát triển trong hệ sinh thái.

*1.2.3. Ưu điểm và hạn chế của biện pháp sử dụng TVTS để xử lý nước ô nhiễm:* Sử dụng TVTS để xử lý nước ô nhiễm có tính thân thiện cao với môi trường; Sử dụng TVTS để xử lý nước ô nhiễm cũng có tính ưu việt hơn hẳn so với phương pháp hóa – lý, không làm ảnh hưởng xấu tới hoạt tính sinh học của nước, tiến hành ngay tại chỗ ô nhiễm và không cần thêm diện tích, giảm thiểu được mức độ xáo trộn nước, giảm mức độ phát tán ô nhiễm thông qua không khí và dòng chảy; Giá thành công nghệ chi cho việc sử dụng TVTS để xử lý ô nhiễm nước là thấp hơn nhiều so với các công nghệ khác.

Tuy nhiên, xử lý ô nhiễm nước bằng TVTS chậm hơn phương pháp hóa lý; Khả năng sinh trưởng và phát triển của các loài TVTS phụ thuộc nhiều vào các yếu tố vật lý và hóa học của môi trường như pH, độ mặn, nồng độ chất ô nhiễm và sự hiện diện của các chất độc; TVTS dùng để xử lý các chất ô nhiễm thường bị giới hạn về chiều dài rễ. Do đó, khi sử dụng TVTS để xử lý ô nhiễm ở thủy vực có độ sâu quá lớn là không phù hợp.

*1.2.4. Các nghiên cứu về xử lý ô nhiễm nước bằng TVTS và tình hình nghiên cứu sử dụng các loài TVTS thủy trúc, rau muống, rau ngổ trâu cải tạo nước ô nhiễm*

Khả năng làm sạch môi trường nước của TVTS đã được biết từ thế kỷ 19 nhưng mãi đến những năm 70 của thế kỷ trước, phương pháp này

mới được nhắc đến như một loại công nghệ mới dùng để xử lý môi trường bị ô nhiễm bởi các kim loại, các hợp chất hữu cơ, thuốc súng và các chất phóng xạ (Bhupinder Dhir, 2013). Bằng nhiều thí nghiệm với nhiều loài TVTS khác nhau, các tác giả đã nghiên cứu và công bố về khả năng sống và làm sạch nước của nhiều loài TV trong các môi trường ô nhiễm khác nhau (Raskin P. (1997), Petrucio M. M., và cộng sự (2000), Liao X và cộng sự, (2005),.... Nhìn chung, việc sử dụng TVTS làm sạch nước tập trung vào giải quyết hai vấn đề môi trường nước mặt đã và đang là những vấn đề nan giải: Sự dư thừa các chất ô nhiễm dinh dưỡng và sự có mặt với hàm lượng đáng kể các KLN trong các thủy vực.

Các nghiên cứu của Hailiang Song và cộng sự (2014), Nerella và cộng sự (1999), Trương Thị Nga và Võ Thị Kim Hằng (2010), Trần Văn Tựa (2004)... đã chứng minh cây thủy trúc, cây rau muống, cây ngổ trâu vừa có khả năng loại bỏ các chất dinh dưỡng là hợp chất của nitơ và của photpho, còn có khả năng loại bỏ một hàm lượng đáng kể các KLN trong nước. Điều này cho thấy sự phù hợp của việc sử dụng các loài TVTS này trong việc cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ.

#### *1.2.5. Nghiên cứu xử lý TVTS sau khi sử dụng để xử lý nước ô nhiễm*

Sinh khối TVTS chứa các chất ô nhiễm có thể sẽ là nguồn ô nhiễm nghiêm trọng, do đó tùy thuộc vào tính độc của nguồn nước được xử lý cũng như hàm lượng các chất ô nhiễm trong các loài TVTS mà có được phương pháp quản lý và xử lý cho phù hợp.

### **1.3. Đặc điểm tự nhiên kinh tế xã hội (KTXH) vùng LVS Nhuệ và ảnh hưởng của sự phát triển KTXH đến tài nguyên nước LVS Nhuệ**

Sông Nhuệ dài 72km chảy qua địa bàn thành phố Hà Nội và hai huyện của tỉnh Hà Nam. Diện tích của lưu vực sông khoảng hơn 107.500 ha, trong đó Hà Nội chiếm 87.820 ha và tỉnh Hà Nam chiếm 19.710 ha. Sông Nhuệ chiếm một vị trí quan trọng trong sự phát triển KTXH của vùng lưu

vực. Nước sông Nhuệ được dùng để tưới và nuôi trồng thủy sản. Sông Nhuệ cũng là nơi tiêu thoát nước thải của toàn bộ vùng lưu vực mỗi ngày.

Các thống kê trong lịch sử cho thấy dân số Hà Nội tăng nhanh trong nửa thế kỷ gần đây. Dân số tăng nhanh, cùng với tình trạng phát triển KTXH nhanh chóng khiến lượng rác thải, nước thải tăng lên nhanh chóng, cơ sở hạ tầng chưa đáp ứng được, lượng rác thải, nước thải không được xử lý, xả thải vào các dòng kênh, con rạch, ... rồi đổ vào sông Nhuệ qua đập Thanh Liệt khiến chất lượng nước sông Nhuệ bị suy thoái nghiêm trọng. Bùng nổ dân số và phát triển công nghiệp, nông nghiệp, chăn nuôi thủy sản... khiến nhu cầu sử dụng nước sạch trong vùng LVS Nhuệ tăng lên dẫn đến mâu thuẫn thiếu nước sạch và thừa nước ô nhiễm. Đứng trước thách thức đó, cần phải có những biện pháp bảo vệ nguồn nước sạch, cải thiện, nâng cấp chất lượng nước các nguồn nước đang bị ô nhiễm bằng phương pháp phù hợp và hiệu quả đang là một nhu cầu cấp thiết.

## **CHƯƠNG 2: PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG, THỜI GIAN, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Phạm vi, đối tượng và thời gian nghiên cứu**

**2.1.1. Phạm vi nghiên cứu:** Nghiên cứu được thực hiện trên đoạn sông Nhuệ đoạn từ Cầu Tó tới Cổng Thần, có chiều dài 32 km chảy qua 5 quận huyện của Hà Nội bao gồm quận Hà Đông, huyện Thanh Oai, huyện Ứng Hoà, huyện Thường Tín, huyện Phú Xuyên. Toạ độ địa lý nằm trong khoảng từ 20<sup>o</sup>57'06" đến 20<sup>o</sup>41'56" vĩ độ Bắc và 105<sup>o</sup> 48'42" đến 105<sup>o</sup> 53'49" kinh độ Đông.

**2.1.2. Đối tượng nghiên cứu:** Môi trường nước và trầm tích sông Nhuệ đoạn từ Cầu Tó tới Cổng Thần; 3 loài TVTS gồm cây thủy trúc, cây rau muống, cây rau ngổ trâu.

**2.1.3. Thời gian nghiên cứu:** Từ 12/2012 đến nay.

**2.2. Nội dung nghiên cứu:** Nghiên cứu chất lượng nước và trầm tích sông Nhuệ đoạn từ Cầu Tó tới Cổng Thần; Nghiên cứu sự đa dạng sinh học sông Nhuệ và tuyển chọn một số loài TVTS có khả năng làm sạch nước hiệu quả cao và phù hợp với môi trường nước sông Nhuệ ở đoạn sông nghiên cứu; Đánh giá hiệu quả của thủy trúc, rau muống, rau ngổ trâu trong việc hấp thụ các chất ô nhiễm nói trên đối với môi trường nước ở khu vực nghiên cứu; Đề xuất giải pháp sinh học cải thiện chất lượng nước để phát triển đa dạng sinh học bảo vệ môi trường nước và hệ sinh thái thủy sinh sông Nhuệ.

**2.3. Phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu được áp dụng kết hợp nhiều phương pháp khác nhau, trong đó chủ yếu là 3 nhóm phương pháp gồm nhóm các phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa (Bao gồm các phương pháp khảo sát thực địa, phương pháp đánh giá tính đa dạng thực vật, phương pháp lấy mẫu nước, trầm tích, thực vật, phương pháp bảo quản mẫu,...), nhóm các phương pháp trong phòng thí nghiệm (Bao gồm các phương pháp phân tích thành phần chất lượng nước, thành phần chất lượng trầm tích, hàm lượng chất dinh dưỡng và các kim loại nặng trong thực vật, phương pháp nghiên cứu hình thái giải phẫu tế bào thực vật, phương pháp thực nghiệm nuôi trồng các thực vật thủy sinh), và nhóm các phương pháp tổng hợp (Bao gồm các phương pháp điều tra, thu thập thông tin, kế thừa tài liệu, Phương pháp chuyên gia, Phương pháp tính toán và xử lý số liệu).

## **CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

### **3.1. Chất lượng nước sông Nhuệ trong thời gian nghiên cứu**

Chất lượng nước sông Nhuệ ở đoạn sông nghiên cứu bị ô nhiễm nặng bởi các chất hữu cơ, các chất gây phú dưỡng nguồn nước và một hàm lượng đáng kể các KLN Fe, Zn. Các thông số chất lượng nước COD,

BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fe, Zn cao và vượt giá trị giới hạn B1 của Quy chuẩn QCVN 08-2008/ BTNMT ở hầu hết các điểm nghiên cứu. Mức độ ô nhiễm có sự khác nhau rõ rệt giữa mùa khô và mùa mưa.

### **3.2. Chất lượng trầm tích sông Nhuệ trong thời gian nghiên cứu**

Trầm tích sông Nhuệ bị ô nhiễm nặng bởi các chất hữu cơ và một số KLN như Cd, Pb, Zn. Các thông số KLN này rất cao trong trầm tích sông Nhuệ, vượt các GTGH của QCVN 43:2012/BTNMT đối với chất lượng trầm tích.

### **3.3. Sự đa dạng TVTS bậc cao có mạch lưu vực sông Nhuệ và khả năng sử dụng TVTS lưu vực sông Nhuệ để xử lý ô nhiễm nước**

Theo ghi nhận của các đợt điều tra thực địa, nhận định có 33 loài TV bậc cao có mạch, bao gồm nhóm các loài thực vật ngập nước (3 loài), nhóm các loài thực vật lá nổi với bộ rễ trong khối nước (6 loài), nhóm các loài thực vật bán ngập nước (24 loài) sống trong hệ sinh thái nước ngọt vùng LVS Nhuệ.

### **3.4. Thực nghiệm đánh giá vai trò của các loài TVTS trong quá trình cải thiện chất lượng nước và trầm tích sông Nhuệ**

#### **3.4.1. Chất lượng nước và trầm tích sông Nhuệ sử dụng cho thực nghiệm**

Kết quả phân tích chất lượng mẫu nước và trầm tích sông Nhuệ thu vào ngày 30/3/2015 cho thấy tính chất đặc trưng của nước và trầm tích sông Nhuệ mùa khô với nhiều thông số chất lượng nước vượt giá trị giới hạn cho phép B1 của QCVN 08-MT:2015/BTNMT và một số thông số KLN trong trầm tích vượt GTGH của QCVN 43:2012/BTNMT. Ngoại trừ pH thoả mãn tiêu chuẩn nước tưới tiêu B1 của QCVN 08-MT:2015/BTNMT, các thông số vật lý khác, đặc biệt hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng TSS, hàm lượng oxy hoà tan DO, không thoả mãn GTGG B1 của quy chuẩn này; Các thông số ô nhiễm hữu cơ, vi sinh, thông số

gây phú dưỡng nguồn nước trong các mẫu nước sông Nhuệ đều rất cao, thể hiện mức ô nhiễm nặng bởi các chất hữu cơ, chất dinh dưỡng, vi sinh vật, chất lượng nước sông không thoả mãn tiêu chuẩn nước mặt cấp cho tưới tiêu thủy lợi; Hàm lượng các KLN trong các mẫu nước thu được trên sông Nhuệ, có nguyên tố sắt, kẽm có hàm lượng cao.

Kết quả phân tích cũng cho thấy các mẫu trầm tích dùng cho thực nghiệm trồng các loài TVTS có hàm lượng đáng kể các chất hữu cơ trong thành phần, pH nằm trong khoảng trung tính. Các KLN Cd, Pb, Zn vượt các GTGH của QCVN 43:2012/BTNMT ở hầu hết các mẫu TNG. Các mẫu trầm tích sông Nhuệ bị ô nhiễm nặng nề bởi các KLN Cd, Pb, Zn. Mục đích của thực nghiệm sử dụng TVTS là để nghiên cứu khả năng làm giảm hàm lượng các chất gây ô nhiễm nước sông Nhuệ, tập trung chủ yếu vào các chất có hàm lượng cao là các hợp chất của nitơ và photpho, các KLN Fe, Zn.

### ***3.4.2. Sự tăng trưởng, phát triển, sự thay đổi về thành phần vật chất trong mô của các loài TVTS***

#### ***3.4.2.1. Cấu tạo giải phẫu và sự thay đổi tế bào, khả năng tăng trưởng, thành phần vật chất của cây thủy trúc sau TNG***

*- Sự thay đổi các tế bào trước và sau TNG:*

Kích thước các tế bào ở thân cây sau TNG tăng lên so với các tế bào ở thân cây trước TNG, đặc biệt là tế bào xylem và chiều dài tế bào biểu bì. Tuy nhiên về cấu trúc và thứ tự sắp xếp tế bào, các bó mạch không có sự thay đổi. Quan sát về hình thái, nhận thấy không có sự biến đổi nhiều nên ta vẫn nhận diện được đây là loài nào. Màu xanh của lá có sự thay đổi, lá cây trước TNG có màu xanh đậm, lá cây sau TNG có màu xanh vừa và màu xanh nhạt.

*- Khả năng tăng trưởng TV:* Cây thủy trúc được ghi nhận là phát triển đồng đều ở cả 4 môi trường TNG. Kết quả cân sinh khối cho thấy bề mẫu

Đồng Quan cho sinh khối cao nhất, tăng 58% khối lượng tươi so với ban đầu, sinh khối tăng thấp nhất được ghi nhận ở bể mẫu Cầu Chiếc với lượng tăng sinh khối 44%, ở Cầu Tó 54% và ở Cống Thần 55%. Năng suất của thủy trúc khi được trồng bằng nước và trầm tích sông Nhuệ giai đoạn 1 nằm trong khoảng  $4,6 \div 6,04$  gTLK/m<sup>2</sup>/ngày, cao nhất ở bể Đồng Quan và thấp nhất ở bể Cầu Chiếc. Trong giai đoạn 2, năng suất đạt từ  $0,95 \div 2,04$  gTLK/m<sup>2</sup>/ngày, cao nhất ở bể mẫu Cầu Tó và thấp nhất ở bể mẫu Cống Thần. Tỷ lệ sinh khối tươi/ sinh khối khô sau TNG đã thay đổi rõ rệt. Trong khi tỷ lệ này ban đầu là 19 thì sau TNG, con số này là  $17,98 \div 18,4$ , cao nhất tại Cống Thần và thấp nhất tại Cầu Chiếc.

- *Hàm lượng, thành phần vật chất trong mô*: Kết quả phân tích mô TV cho thấy hàm lượng các chất dinh dưỡng nitơ và photpho trong các mô của thủy trúc đã tăng rõ rệt sau TNG. Tổng nitơ trong các mẫu Thủy trúc trước TNG là 16,2mg/gTLK thì ở các mẫu thu hoạch sau TNG, hàm lượng này nằm trong khoảng  $16,6 \div 17,1$  mg/gTLK, tăng từ  $0,4 \div 0,9$  mg/gTLK (khoảng  $2,5 \div 5,5\%$ ) trong các mô của TV. Photpho tổng của các mẫu thủy trúc trước TNG 4,23 mg/gTLK, sau TNG nằm trong khoảng  $4,42 \div 4,48$  mg/gTLK, tăng từ  $0,19 \div 0,25$ mg/g TLK (khoảng  $4,5 \div 5,9\%$ ).

Hàm lượng Fe, Zn trong rễ thân lá của thủy trúc và khả năng chuyển vận các KLN này từ rễ lên thân lá: Trước TNG, có một hàm lượng nhỏ của Fe, Zn (vài ppm) trong mỗi gram trọng lượng khô thân, rễ, lá của TV. Sau TNG, trong mỗi gram trọng lượng khô phát hiện thấy sự thay đổi lớn về thành phần các KLN này. Các mẫu thủy trúc thu được sau TNG có chứa hàm lượng Fe cao gấp từ  $35 \div 48$  lần (trong lá),  $19,6 \div 30,7$  lần (trong thân),  $27,78 \div 35$  lần (trong rễ), có chứa hàm lượng Zn cao gấp từ  $46 \div 50$  lần (trong lá),  $28 \div 35$  lần (trong thân),  $23 \div 34,25$  lần (trong rễ). Mẫu thủy trúc trồng bằng mẫu nước thu tại Cầu Tó có hàm lượng cao nhất của sắt trong rễ, thân, lá. Trong mẫu nước và trầm tích thu tại Cầu Tó cũng

có hàm lượng sắt cao nhất. Mẫu thủy trúc trồng bằng mẫu nước thu tại Cống Thần có hàm lượng kẽm cao nhất trong thân và lá, trong khi mẫu thủy trúc trồng bằng mẫu nước thu tại Cầu Tó có hàm lượng kẽm cao nhất trong rễ.

TF là hệ số vận chuyển thể hiện khả năng chuyển vận các KLN từ rễ lên thân, lá của thủy trúc là cao đối với KLN Zn ( $TF = 0,63 \div 0,83$ ), là trung bình đối với KL Fe ( $TF = 0,4 \div 0,6$ ). Như vậy 2/3 lượng kẽm thủy trúc hấp thụ được sẽ được chuyển lên thân và lá. Điều này rất có ý nghĩa vì lượng kẽm này sẽ dễ dàng được lấy đi vĩnh viễn khỏi môi trường chỉ bằng cách cắt đi phần thân lá.

*- Hiệu quả hấp thụ các chất ô nhiễm sông Nhuệ của cây thủy trúc:*

+ Kết quả cân sinh khối và phân tích TN, TP trong cây thủy trúc cho thấy, trong giai đoạn đầu TNG (7 ngày đầu TNG), thủy trúc đã hấp thụ được  $14,5 \div 23,4\%$  TN,  $16 \div 21\%$  TP trong môi trường nước sông Nhuệ. Giai đoạn 2 TNG (7 ngày cuối TNG) có  $7,6 \div 12\%$  TN và  $12 \div 14\%$  TP được thủy trúc hấp thụ từ môi trường. Tổng cộng sau 14 ngày TNG, thủy trúc hấp thụ được từ môi trường nước sông Nhuệ  $26 \div 33\%$  TN và  $30 \div 34\%$  TP. Nhìn chung ở các bể Đồng Quan và Cống Thần, sự hấp thụ các chất gây phú dưỡng nguồn nước sông Nhuệ của thủy trúc được diễn ra chủ yếu ở giai đoạn 1 trong khi ở các bể còn lại, sự hấp thụ các chất ô nhiễm này lại diễn ra mạnh mẽ hơn ở giai đoạn 2.

+ Khả năng hấp thụ các KLN Fe, Zn qua 2 giai đoạn TNG của thủy trúc: Trong giai đoạn đầu TNG, thủy trúc hấp thụ được  $0,3 \div 0,8\%$  Fe,  $0,6 \div 1,2\%$  Zn từ môi trường nước. Ở giai đoạn 2 TNG  $0,6 \div 1,5\%$  Fe,  $0,8 \div 1,5\%$  Zn trong nước được Thủy trúc hấp thụ. Như vậy, khác với các chất dinh dưỡng N, P các KLN Fe, Zn đã được thủy trúc hấp thụ một cách mạnh mẽ trong giai đoạn 2 TNG.

### 3.4.2.2. Cấu tạo giải phẫu và sự thay đổi tế bào, khả năng tăng trưởng, thành phần vật chất của cây rau muống sau TNG

- Sự thay đổi các tế bào trước và sau TNG:

Kích thước các tế bào ở thân cây rau muống sau TNG tăng lên so với các tế bào ở thân cây trước TNG, đặc biệt là tế bào xylem (tăng từ 2 đến 3 lần) và chiều dài tế bào biểu bì (tăng gấp đôi). Tuy nhiên về cấu trúc và thứ tự sắp xếp tế bào, các bó mạch không có sự thay đổi. Quan sát về hình thái, nhận thấy không có sự biến đổi nhiều, màu xanh của lá có sự thay đổi, lá cây trước TNG có màu xanh đậm, lá cây sau giai đoạn TNG có màu xanh hơi vàng.

- Khả năng tăng trưởng TV

+ Kết quả TNG cho thấy cây rau muống có tỷ lệ chết ở các môi trường TNG khác nhau từ 0 ÷ 30%, trong đó tỷ lệ chết cao nhất tại Cầu Tó (23%), tiếp theo tại Cầu Chiếc (17%) và Đồng Quan (6%). Không có thân rau muống nào bị chết ở bể nuôi bằng mẫu nước và trầm tích tại Cống Thần. Rau muống có tỷ lệ sống tốt hơn nhất ở Cống Thần, sau đó đến Đồng Quan, tỷ lệ sống sót kém tại Cầu Chiếc, kém nhất tại Cầu Tó. Cuối TNG cho thấy sinh khối ở bể mẫu Cống Thần đã đạt giá trị cao nhất, tăng 206% so với ban đầu, sinh khối tăng thấp nhất được ghi nhận ở bể mẫu Cầu Tó với tổng lượng tăng sinh khối 76%, ở Cầu Chiếc 191% và ở Đồng Quan 191%. Năng suất của cây rau muống khi được trồng bằng nước và trầm tích sông Nhuệ được ghi nhận nằm trong khoảng 2,65 ÷ 10,21 gTLK/m<sup>2</sup>/ngày ở giai đoạn 1 TNG, 1,99 ÷ 4,2 gTLK/m<sup>2</sup>/ngày ở giai đoạn 2. Chia trung bình năng suất đạt cao nhất ở bể Cống Thần và thấp nhất ở bể Cầu Tó.

+ Tỷ lệ sinh khối tươi/ sinh khối khô sau TNG đã thay đổi rõ rệt. Trong khi tỷ lệ này ban đầu là 22,6 thì sau TNG, con số này là 21÷22, cao nhất tại Cống Thần và thấp nhất tại Cầu Chiếc. Sự thay đổi tỷ trọng

này chứng tỏ một hàm lượng đáng kể các chất có tỷ trọng cao như các KLN cũng đã được rau muống hấp thụ tạo sinh khối TV.

*-Hàm lượng, thành phần vật chất trong mô:*

+ Kết quả phân tích mô TV trước giữa và cuối TNG cho thấy hàm lượng nitơ tổng trong các mẫu rau muống trước TNG là 13,4 mg/gTLK. Sau giai đoạn 1 TNG, hàm lượng này nằm trong khoảng 13,5 ÷ 13,6 mg/gTLK; Ở cuối giai đoạn 2, hàm lượng TN trong mô các TV đã được thu hoạch nằm trong phạm vi 13,5 ÷ 14,3. Hàm lượng photpho tổng trong các mẫu rau muống trước TNG là 3mg/g TLK. Sau giai đoạn 1 TNG, hàm lượng TP nằm trong khoảng 3,01 ÷ 3,14 mg/gTLK; Ở cuối giai đoạn 2, hàm lượng TP trong mô các TV đã được thu hoạch nằm trong phạm vi 3,1 ÷ 3,3.

+ Kết quả phân tích cho thấy, trước TNG, một hàm lượng đáng kể của Fe trong mỗi gram trọng lượng khô thân, rễ, lá của TV đã được phát hiện. Không phát hiện thấy Zn trong các mô TV trước TNG. Sau TNG, trong mỗi gram trọng lượng khô của rễ, thân, lá cây rau muống, có sự tăng lên vài lần hàm lượng Fe. Các mẫu rau muống thu được sau TNG có chứa hàm lượng Fe cao gấp từ 5,1 ÷ 13 lần (trong lá), 8,9 ÷ 13,4 lần (trong thân), 7 ÷ 8,5 lần (trong rễ). Mẫu có hàm lượng cao nhất của sắt trong rễ, thân là mẫu rau muống trồng bằng mẫu nước thu tại Cầu Tó. Mẫu rau muống trồng bằng mẫu nước thu tại Cống Thần có hàm lượng cao nhất của sắt trong lá trong khi mẫu rau muống trồng bằng mẫu nước thu tại Đồng Quan có hàm lượng thấp nhất của sắt trong rễ. TF từ rễ lên thân, lá của rau muống đối với Fe là (0,53 ÷ 0,69) và không khác nhau nhiều giữa các mẫu trồng bằng nước và trầm tích thu được từ các vị trí khác nhau trên đoạn sông. Đối với kẽm, sau 14 ngày TNG, hàm lượng Zn tăng lên trong lá từ 34 ÷ 37 mg/gTLK, trong thân 383 ÷ 671 mg/gTLK; trong rễ 938 ÷ 1176 mg/gTLK. TF từ rễ lên thân, lá của rau muống đối với

Zn là trung bình (0,4÷ 0,6).

- *Hiệu quả hấp thụ các chất ô nhiễm sông Nhuệ của cây rau muống:*

+ Kết quả cân sinh khối và phân tích TN, TP trong rễ, thân, lá rau muống cho thấy, sau 14 ngày TNG, có 21 ÷27% TN và 24÷ 30% TP có trong môi trường nước sông Nhuệ đã được rau muống hấp thụ.

+ Đối với các KLN Fe và Zn, rau muống thể hiện khả năng nổi trội hơn thủy trúc rất nhiều trong việc hấp thụ các KLN này khỏi môi trường. Trong 7 ngày đầu TNG, rau muống lấy đi khỏi môi trường nước 7,3÷ 14,6% Fe, 6,9÷28,8% Zn từ môi trường nước. Trong 7 ngày TNG sau đó, 11 ÷25,7% Fe, 8,4 ÷ 31% Zn trong nước được rau muống hấp thụ.

*3.4.2.3. Cấu tạo giải phẫu và sự thay đổi kích thước tế bào, khả năng tăng trưởng, thành phần vật chất của của cây ngổ trâu sau TNG*

- *Sự thay đổi kích thước tế bào trước và sau TNG:* Ở ngổ trâu, nhận thấy kích thước các tế bào biểu bì và tế bào mô mềm vỏ lớn lên rõ rệt tại thời điểm trước và sau TNG. Kết quả TNG cho thấy tế bào biểu bì ở các mẫu sau TNG tăng lên từ 0,9 ÷1,4  $\mu\text{m}$ / tế bào. Các tế bào mô mềm vỏ tăng lên từ 0,8 ÷2,8  $\mu\text{m}$ / tế bào.

- *Khả năng tăng trưởng TV:* Trong giai đoạn 1 TNG (tuần đầu TNG), có 40% số thân cây ngổ trâu bị chết ở bể nước Cầu Tó, 20% bị chết ở bể nước Cầu Chiếc, 10% bị chết ở bể nước Đồng Quan. Trong giai đoạn 2 có 10% thân cây bị chết ở Cầu Tó. Không một thân cây nào bị chết ở bể nước Cống Thần, sự phân nhánh diễn ra thường xuyên và đồng đều. Khả năng sinh trưởng và phát triển rất kém ở các bể Cầu Tó và Cầu Chiếc. Sự tăng lên của số nhánh cây, chiều dài thân cây cũng như sự tăng sinh khối khác nhau rõ rệt giữa các bể TNG. Kết quả cân sinh khối cuối TNG cho thấy cây ở bể mẫu Cống Thần cho sinh khối tăng cao nhất (tăng 90%), sinh khối tăng thấp nhất được ghi nhận ở bể mẫu Cầu Tó (tăng 1%), ở Cầu Chiếc (tăng14%) và ở Đồng Quan (tăng 50%). Như vậy năng suất

của ngổ trâu khi được trồng bằng nước và trầm tích sông Nhuệ được ghi nhận nằm trong khoảng  $-1,6 \div 9,1$  gTLK/m<sup>2</sup>/ngày ở giai đoạn 1 và  $1,9 \div 3$  gTLK/m<sup>2</sup>/ngày ở giai đoạn 2. Tỷ lệ sinh khối tươi/ sinh khối khô sau TNG cũng đã thay đổi rõ rệt (Trước TNG là 21; sau TNG là  $20,6 \div 20,9$ ).

*-Hàm lượng, thành phần vật chất trong mô:*

+ **Hàm lượng nitơ tổng và photpho tổng:** Hàm lượng nitơ tổng trong các mẫu ngổ trâu trước TNG là 12mg/gTLK. Ở cuối TNG, hàm lượng TN trong TV đã được thu hoạch nằm trong phạm vi  $12,16 \div 12,49$ , hàm lượng photpho tổng trong ngổ trâu trước TNG là 2,8 mg/g TLK, cuối TNG hàm lượng TP trong mô TV nằm trong phạm vi  $2,85 \div 2,94$ .

+ **Hàm lượng các KLN Fe, Zn:** Kết quả phân tích cho thấy, trước TNG, một hàm lượng đáng kể của Fe trong mỗi gram trọng lượng khô thân, rễ, lá của TV đã được phát hiện. Zn không được phát hiện trong các mô thực vật. Sau TNG, trong mỗi gram trọng lượng khô của rễ, thân, lá cây ngổ trâu, thấy sự tăng lên đáng kể hàm lượng Fe. Các mẫu ngổ trâu thu được sau TNG có chứa hàm lượng Fe cao gấp cả chục lần trong lá, trong thân và trong rễ so với các mẫu trước TNG. TF từ rễ lên thân, lá của ngổ trâu đối với Fe là  $(0,6 \div 0,94)$  và có sự khác nhau nhiều giữa các mẫu trồng bằng nước và trầm tích thu được từ các vị trí khác nhau trên đoạn sông. Đối với kẽm, sau 7 ngày TNG, các mẫu ngổ trâu sống sót đều có chứa một hàm lượng kẽm đáng kể, trong lá từ  $12 \div 28$  mg/gTLK, trong thân  $128 \div 138$  mg/gTLK; trong rễ  $238 \div 329$  mg/gTLK. Sau 14 ngày TNG, hàm lượng Zn tăng lên trong lá đến gần chục lần, trong thân từ 6 đến 7 lần. TF từ rễ lên thân, lá của ngổ trâu đối với Zn là trung bình  $(0,4 \div 0,6)$ .

*- Hiệu quả hấp thụ các chất ô nhiễm sông Nhuệ của cây ngổ trâu:*

+ Kết quả cân sinh khối và phân tích TN, TP trong rễ, thân, lá cây ngổ trâu cho thấy, sau 14 ngày TNG, có  $21 \div 27\%$  TN và  $24 \div 30\%$  TP có trong môi trường nước sông Nhuệ đã được ngổ trâu hấp thụ. So sánh với

thủy trúc và rau muống, ngô trâu có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm gây phú dưỡng nguồn nước kém hơn là do ở Cầu Tó và Cầu Chiếc, có một tỷ lệ đáng kể cây ngô trâu bị chết ở giai đoạn đầu TNG còn thủy trúc không bị chết bất kỳ một nhánh cây nào trong suốt TNG.

+ Ngô trâu sống sót kém ở Cầu Tó, Cầu Chiếc, Đồng Quan, sống tốt ở Cống Thần và cho khả năng nổi trội hơn thủy trúc và rau muống trong việc hấp thụ các KLN này khỏi môi trường nước tại Cống Thần. Trong 7 ngày đầu TNG, tại bể nước Cống Thần, ngô trâu hấp thụ từ môi trường nước 26% Fe, 55,6% Zn.

### ***3.4.3. Diễn biến các yếu tố chất lượng nước và trầm tích sông Nhuệ trong và sau quá trình trồng các loài TVTS***

Kết quả phân tích mẫu nước và mẫu trầm tích sông Nhuệ trước TNG cho thấy nước sông Nhuệ không đủ tiêu chuẩn để sử dụng cho mục đích tưới tiêu thủy lợi. Theo thời gian TNG, cùng với sự lớn lên của TV, nhận thấy sự thay đổi rõ rệt của các yếu tố chất lượng môi trường nước.

#### ***3.4.4.1. Diễn biến của các yếu tố chất lượng nước***

- **Diễn biến của pH theo thời gian:** Sau các giai đoạn TNG, giá trị pH của các bể TNG có trồng TV giảm mạnh hơn hẳn so với các bể đối chứng không trồng TV. Sự thay đổi pH khi trồng TV, đặc biệt Thủy trúc có sự thay đổi rõ rệt theo thời gian, dao động về mức trung tính và trong ngưỡng cho phép theo QCVN 08- MT: 2015/BTNMT – B1, thích hợp cho sự phát triển của TVTS.

- **Diễn biến của TSS theo thời gian:** Theo thời gian, kết quả đo TSS ở tất cả các bể trồng thực vật đều giảm mạnh hơn hẳn các bể đối chứng. Điều này thể hiện tính ưu việt hơn hẳn của các loài TVTS trong việc loại bỏ các chất lơ lửng trong nước làm trong sạch nguồn nước. Trong giai đoạn 1 TNG, ở các bể đối chứng, TSS giảm từ 12.4 ÷ 13.5%, ít hơn hẳn so với các bể thủy trúc (58 ÷ 73%), các bể rau muống (60 ÷ 72%), các bể

ngô trâu(50 ÷ 75%). Ở giai đoạn 2, các bể đối chứng giảm 18,6 ÷ 21% TSS, còn các bể trồng TV hàm lượng giảm từ 16,6 ÷ 21,9% TSS ở các bể thủy trúc, 17,7 ÷ 18,8% TSS giảm ở các bể trồng rau muống và 13,8 ÷ 25% đối với các bể trồng ngô trâu.

- **Diễn biến của DO theo thời gian:** Giá trị DO của các bể TNG có trồng TV có xu hướng tăng nhanh theo thời gian, thể hiện qua giá trị DO vào thời điểm giữa và cuối TNG đều cao hơn so với giá trị DO đầu vào. Trong giai đoạn 1 TNG, DO trong các bể đối chứng tăng từ 0,3 ÷ 0,7 còn ở các bể trồng thủy trúc, rau muống, ngô trâu lần lượt tăng 0,5÷2,1 mg/l; 0,9÷ 1,2mg/l; 0,8÷ 0,9 mg/l. Trong giai đoạn 2 TNG, DO trong các bể đối chứng tăng từ 0,4 ÷ 1,8 còn ở các bể trồng thủy trúc, rau muống, ngô trâu lần lượt tăng 1,1÷1,5 mg/l; 0,5÷0,9mg/l; 0, 7÷ 1,2mg/l. Quá trình quang hợp tổng hợp các chất hữu cơ bởi diệp lục là một trong những tác nhân quan trọng nhất khiến lượng oxy trong các bể trồng TV cao hơn từ 66 đến 200% so với các bể không trồng TV.

- **Diễn biến của các chất ô nhiễm hữu cơ theo thời gian:** Sau giai đoạn 1 TNG, trong các bể đối chứng, có 15÷20% COD có trong môi trường nước đã được làm sạch trong khi ở các bể trồng Thủy trúc, rau muống và ngô trâu lần lượt có 61 ÷ 81%, 35 ÷55, 31 ÷57 COD trong môi trường nước đã được hấp thụ bởi TV và làm sạch bởi các quá trình tự làm sạch của nước. Tổng cộng cả hai giai đoạn TNG, nếu trong các bể đối chứng, có 29 ÷68% COD được làm sạch thì trong các bể trồng thủy trúc, rau muống và ngô trâu lần lượt có 80÷83%, 70 ÷ 86%, 65 ÷ 85% COD đã được làm sạch khỏi môi trường nước sông Nhuệ.

- **Diễn biến của Tổng Coliform theo thời gian:** Giá trị tổng coliform của các bể TNG thay đổi theo thời gian. Tốc độ giảm tổng coliform của các bể trồng thủy trúc là nhanh hơn các bể có trồng rau muống và ngô trâu, có thể là do thủy trúc có bộ rễ dày và dài hơn tạo môi trường cho

các VSV sống có ích phát triển hơn tổng coliform bị tiêu diệt bởi ánh sáng mặt trời và các VSV sống quanh rễ, hơn nữa hàm lượng oxy tăng trong môi trường bởi các TV cũng tiêu diệt một phần đáng kể các VSV vốn ưa sống trong môi trường kỵ khí này.

**- Diễn biến của các chất gây phú dưỡng nguồn nước theo thời gian:**

Sau quá trình TNG, nếu trong các bể đối chứng, có 49 ÷ 65% amoni được lấy đi khỏi nước, 49 ÷ 60% phosphat được chuyển hoá, lắng đọng xuống lớp trầm tích thì trong các bể trồng thủy trúc, rau muống và ngổ trâu lần lượt có 89 ÷ 93%, 84 ÷ 96%, 80 ÷ 95% amoni và 88 ÷ 91%, 80 ÷ 95%, 82 ÷ 96% phosphat đã được làm sạch khỏi nước sông Nhuệ.

Sau 14 ngày tự làm sạch, ở các bể đối chứng, nước vẫn không đủ tiêu chuẩn để cấp nước tưới tiêu thủy lợi trong khi ở các bể trồng TV, ngoại trừ các bể trồng rau muống và ngổ trâu ở Cầu Tó và Cầu Chiếu, các bể trồng TV còn lại đều có chất lượng nước thỏa mãn tiêu chuẩn nước tưới tiêu về thông số amoni và phosphat.

**- Diễn biến của các KLN Fe, Zn theo thời gian:** KLN Fe và Zn vốn có hàm lượng cao trong nước sông Nhuệ, đặc biệt ở Cầu Tó. Sau 7 ngày TNG, hàm lượng Fe giảm từ 6% ÷ 9% ở các bể đối chứng. Ở các bể trồng thủy trúc, rau muống và ngổ trâu lần lượt giảm 53 ÷ 68%, 44 ÷ 69%, 38 ÷ 71% hàm lượng Fe. Đến cuối TNG, tổng lượng sắt giảm trong cả TNG là 17 ÷ 29% ở các bể đối chứng, còn ở các bể trồng thủy trúc, rau muống và ngổ trâu, số lượng sắt giảm từ 77 ÷ 89%, 65 ÷ 90%, 61 ÷ 91%.

Sau 7 ngày TNG, hàm lượng Zn giảm rất ít, chỉ từ 1% ÷ 12% ở các bể đối chứng trong khi các bể trồng thủy trúc, rau muống và ngổ trâu lần lượt giảm 21 ÷ 48%, 14 ÷ 47%, 16 ÷ 57% hàm lượng Zn. Đến cuối TNG, tổng lượng Zn giảm trong cả TNG là 3 ÷ 16% ở các bể đối chứng, còn ở các bể trồng thủy trúc, rau muống và ngổ trâu, số lượng Zn giảm lần lượt

60÷83%, 44 ÷ 80% 45÷82%. Hàm lượng các KLN giảm đi trong môi trường nước một phần do các loài TVTS hấp thụ xây dựng cấu trúc cơ thể TV, một phần được rễ TVTS hấp phụ, một phần bị lắng đọng kết tủa xuống trầm tích đáy.

#### *3.4.3.2. Diễn biến của các yếu tố chất lượng trầm tích*

Ngược với xu hướng giảm pH, các chất hữu cơ, các chất gây phú dưỡng nguồn nước trong nước sông do quá trình trồng các TV, hàm lượng các chất hữu cơ, các chất gây phú dưỡng nguồn nước trong trầm tích sông Nhuệ đã tăng ở cuối TNG đối với các bể có trồng TV so với giai đoạn đầu TNG. Sự gia tăng các chất ô nhiễm dưới trầm tích đáy sông là do quá trình lắng đọng, kết tủa của các chất ô nhiễm. Các chất hữu cơ đã tăng từ 2 ÷ 4,5% trong trầm tích sông ở những bể không trồng TV, tăng từ 15 ÷ 27% ở các bể trồng TV. Đối với TN, tăng từ 1,9 ÷ 6% trong trầm tích sông ở những bể không trồng TV, tăng từ 19 ÷ 23% ở các bể trồng TV. TP tăng từ 9 ÷ 17% trong trầm tích sông ở những bể không trồng TV, tăng từ 24 ÷ 36% ở các bể trồng TV. Đối với các KLN Fe, Zn lại có xu hướng ngược lại, ở các bể đối chứng, hàm lượng Fe, Zn bị kết tủa lắng đọng tăng lên trong trầm tích sông lần lượt từ 10 ÷ 12%, 8 ÷ 9,1% trong khi ở các bể trồng TV, hàm lượng Fe, Zn bị kết tủa lắng đọng trong trầm tích sông lần lượt từ 3 ÷ 6%, 6,4 ÷ 7,5 %. Sự lắng đọng kết tủa của các KLN này ít hơn trong các bể trồng TV có thể do pH trong các bể trồng TV có xu hướng giảm khiến sự hình thành kết tủa của các hợp chất của Fe và Zn bị hạn chế hơn ở các bể không trồng TV.

### **3.5. Giải pháp sinh học sử dụng các loài TVTS cho mục đích xử lý ô nhiễm môi trường nước sông Nhuệ**

- **Mô hình chính được sử dụng là mô hình đất ngập nước với dòng chảy bề mặt** bao gồm vùng ven bờ thích hợp cho TV có rễ phát triển. Một trong những mục đích thiết kế chính của hệ là cho nước sông tiếp

xúc với bề mặt sinh học hoạt động là các rễ TVTS có các vi sinh vật bám dính.

- **Vị trí xây dựng:** Từ Cầu Tó đến cầu Cổng Thần, có chiều dài khoảng 32 km, chiều rộng của sông trung bình khoảng 18m, độ sâu khoảng 2,1 m. Tại đây, nước sông chảy chậm, rất phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của ba loại thực vật.

- **Loại TV sử dụng:** thủy trúc (*Cyperus flabelliformis* Rottb), rau muống (*Ipomoea aquatica* Forsk.), rau ngổ trâu (*Enydra fluctuans* Lour.)

- **Thời gian trồng:** Đối với thủy trúc *Cyperus flabelliformis* Rottb: tháng 4, tháng 5, tháng 9, tháng 10; rau muống *Ipomoea aquatica* Forsk: tháng 4, tháng 5, tháng 6, tháng 7, tháng 8; rau Ngổ trâu *Enydra fluctuans* Lour: từ tháng 4 đến tháng 10.

+ **Cách bố trí:** Dùng các bè nổi ven sông có chiều rộng 1m tính từ ven bờ sông ra đến mặt sông.

+ **Mật độ thích hợp và thu hoạch sinh khối:** Đối với thủy trúc: Khuyến nghị mật độ cây trồng theo trọng lượng tươi từ 1,7 ÷ 3,5 kg/m<sup>2</sup>; Đối với rau muống và ngổ trâu: Mật độ tối ưu là 1,5 ÷ 2,5kg/m<sup>2</sup> theo trọng lượng tươi.

+ **Việc thu hoạch thực vật theo định kỳ:** Rau muống và ngổ trâu: sau 10 ngày ÷ 22 ngày cần phải cắt phần thân trên cách gốc 10cm, sau 3 tháng phải thu hoạch toàn bộ thân, rễ, lá. Thủy trúc sau 21 ÷ 42 ngày cắt toàn bộ phần thân phía trên cách gốc 10cm, sau 6 tháng nhổ bỏ toàn bộ thân rễ lá.

+ Sinh khối sau xử lý: nên khuyến khích sử dụng làm sinh khối hầm ủ biogas hoặc làm nguyên liệu cho khí hoá tạo năng lượng khí và năng lượng điện năng phục vụ cho các vùng còn thiếu điện hoặc các cơ sở sản xuất.

## KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

### KẾT LUẬN

1. Về chất lượng nước và trầm tích sông Nhuệ trên đoạn sông từ Cầu Tó cho tới Cổng Thần:

- Chất lượng nước sông Nhuệ ở đoạn sông nghiên cứu bị ô nhiễm nặng bởi các chất hữu cơ, các chất gây phú dưỡng nguồn nước và một hàm lượng đáng kể các KLN Fe, Zn. Các thông số chất lượng nước COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fe, Zn cao và vượt giá trị giới hạn B1 của Quy chuẩn QCVN 08:2008/ BTNMT ở hầu hết các điểm nghiên cứu. Mức độ ô nhiễm có sự khác nhau rõ rệt giữa mùa khô và mùa mưa.

- Trầm tích sông Nhuệ bị ô nhiễm nặng bởi các chất hữu cơ và một số KLN như Cd, Pb, Zn. Các thông số KLN này rất cao trong trầm tích sông Nhuệ, vượt các GTGH của QCVN 43:2012/BTNMT đối với chất lượng trầm tích.

2. Hệ sinh thái lưu vực sông Nhuệ có sự đa dạng TV bậc cao có mạch sống trong vùng ngập nước, bán ngập nước và ven sông với 33 loài sống trong hệ sinh thái. Xác định được 18 loài trong số các loài TVTS nêu trên là những loài có vai trò trong việc làm sạch nước.

3. 3 loài thủy trúc, rau muống, ngổ trâu có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm có hàm lượng cao TN, TP, Fe, Zn trong nước sông Nhuệ. Cụ thể thủy trúc đã hấp thụ từ 23,8 ÷ 32,8 %TN, 30,4 ÷ 33,6% TP, rau muống hấp thụ 21,0 ÷ 27% TN, 23,9 ÷ 30,4 TP, ngổ trâu hấp thụ từ 1,8 ÷ 32,1%TN, 1,8 ÷ 29,3%TP. Quá trình tự làm sạch của nước ở các bể đối chứng đạt hiệu quả thấp so với các bể thí nghiệm trồng thủy trúc, rau muống và ngổ trâu. Sau 14 ngày TNG, chỉ 31 ÷ 35% TSS ở các bể đối chứng giảm so với 75 ÷ 93% ở các bể trồng thủy trúc, 77,7 ÷ 91% ở các bể trồng rau muống; 64 ÷ 97% ở các bể trồng ngổ trâu. Như vậy tại thời

điểm cuối thí nghiệm, ở các bề có trồng thực vật, chất lượng nước sông Nhuệ hầu hết đạt được tiêu chuẩn nước tưới tiêu thủy lợi của BTNMT (QCVN 08:MT/BTNMT/2015).

4. Giải pháp sinh học góp phần cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ ở đoạn sông từ Cầu Tó tới Cống Thần: Mô hình chính được sử dụng là mô hình đất ngập nước với dòng chảy bề mặt. Vị trí xây dựng từ Cầu Tó đến cầu Cống Thần. Loài TV sử dụng thủy trúc, rau muống, rau ngổ trâu. Bên cạnh các TV này, có thể sử dụng các loài bèo như bèo tây *Eichhornia crassipes*, bèo cái *Pistia stratiotes* L. là những TVTS bản địa đã được chứng minh tính hiệu quả qua rất nhiều nghiên cứu.

### **KHUYẾN NGHỊ**

1. Với kết quả công trình nghiên cứu nêu trên, đề nghị sử dụng 3 loại TVTS thủy trúc, rau muống, ngổ trâu theo mô hình đất ngập nước với dòng chảy bề mặt theo các định hướng sau là kết quả của nghiên cứu để cải thiện chất lượng môi trường nước sông ở các khu vực sông phù hợp:

- Đối với thủy vực bị ô nhiễm nặng bởi các hợp chất của nitơ và phot pho: Sử dụng rau muống, thủy trúc.
- Đối với thủy vực bị ô nhiễm bởi các KLN: Sử dụng cây ngổ trâu, thủy trúc.

2. Hà Nội cần tiếp tục nghiên cứu thêm các đối tượng TVTS và triển khai rộng rãi ở các thủy vực thường xuyên bị ô nhiễm trong nội đô, các khu công nghiệp, các làng nghề. Áp dụng phổ biến mô hình sử dụng TVTS cải thiện chất lượng nước sông cho các thành phố lớn khác.

## DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ

1. **Vũ Thị Phương Thảo** (2014), “Đánh giá chất lượng nước sông Nhuệ đoạn từ đầu nguồn tới Cầu Chiếu”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ biển số 3* (T.14), 2014, trang 280-289
2. **Vu Thi Phuong Thao**, Le Xuan Tuan (2014), “Content of some heavy metals in water and in *Impomoea aquatic* collecting from Nhue River”, *International conference on Advances in Mining and tunneling, 10/2014, Vung Tau, Viet nam, Publishing House for Science and Technology*, page 582 – 587.
3. **Vũ Thị Phương Thảo**, Lê Xuân Tuấn, Nguyễn Mạnh Khải (2014), “Hiện trạng ô nhiễm một số kim loại nặng môi trường nước sông Nhuệ”, *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường số 9 năm 2014*, trang 118-125
4. **Vũ Thị Phương Thảo**, Đinh Thái Hưng, Đỗ Cao Cường (2015), “Khả năng tích tụ kim loại chì của cây Rau muống và Ngô dại thu được trên sông Nhuệ đoạn từ Cầu Tó tới Cống Thần”, *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường số 7*, tháng 3/ 2015, trang 24 – 29.
5. **Vũ Thị Phương Thảo** (2015), “Hàm lượng một số kim loại nặng trong nước và trầm tích sông Nhuệ đoạn từ Cầu Tó tới Cống Thần”, *Tạp chí Tài nguyên và môi trường*, ISSN 1859- 1477, số 24 (230), trang 30 – 32.
6. **Vu Thi Phuong Thao**, Nguyen Manh Khai, Tran Thi Kim Ha (2016), “Effect of using *Cyperus alternifolius* to improve water quality of Nhue river”. *International conference on Earth Sciences and sustainable Geo- resource Development. 11/2016, Hanoi, Vietnam. Transport publishing House*, page 105 – 109.