

# ĐÁNH GIÁ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP XỬ LÝ HỒ NƯỚC KHU F, TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA, ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

## EVALUATING AND PROPOSING A SOLUTION TO THE WATER REATMENT OF THE F LAKE IN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, THE UNIVERSITY OF DANANG

Lê Thị Xuân Thùy, Hồ Hồng Quyên, Lê Quốc Huy, Tôn Thị Nhật Quỳnh, Nguyễn Thị Thu Hương,  
Trần Văn Khấn, Trần Thị Tiểu My, Nguyễn Duy Hùng

*Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; ltxthuy@dut.udn.vn*

**Tóm tắt** - Bài báo trình bày về vấn đề đánh giá chất lượng nước hồ khu F Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng và kết quả vận hành mô hình dùng vật liệu PGa21Ca được đề xuất xử lý nước hồ. Kết quả cho thấy, các thông số phân tích của nước hồ khu F đạt quy chuẩn cho phép. Tuy nhiên hồ không có khả năng tự làm sạch, nước luôn đục do tảo. Vì vậy đề tăng khả năng tự làm sạch và cảnh quan hồ nước trong đẹp hơn, tác giả đề xuất mô hình xử lý với vật liệu keo tụ PGa21Ca. Chất lượng nước đầu ra rất tốt, có khả năng tái sử dụng cao và thân thiện môi trường. Mô hình xử lý theo mẻ 20L/mẻ với thông số tối ưu: tốc độ khuấy 30 vòng/phút, thời gian khuấy 5 phút, thời gian lắng 8 phút, liều lượng 3.5 g/mẻ, pH 6.82-7.68. Hiệu suất xử lý độ đục 92%-97%, TSS 90%-96%. Nghiên cứu này cho thấy tiềm năng ứng dụng vật liệu PGa21Ca để xử lý nước hồ có độ đục cao hay có lượng tảo nhiều.

**Từ khóa** - nước hồ ; xử lý nước ; PGa21Ca ; keo tụ tạo bông ; mô hình keo tụ tạo bông.

### 1. Đặt vấn đề

Hồ nước khu F, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng tạo cảnh quan cho ngôi trường có bề dày lịch sử hơn 40 năm. Một nơi rất đặc trưng khi trường tổ chức các ngày kỉ niệm. Trong những năm gần đây, nước hồ luôn có màu xanh lục, không nhìn thấy đáy cũng như cá tung tăng bơi lội, làm giảm vẻ đẹp của hồ.

Các nhà khoa học đã nghiên cứu chất keo tụ có khả năng phân hủy sinh học với tên gọi là PGa21Ca với thành phần chính là poly-gamma glutamic axit (PGA), có khả năng kết dính cao tùy theo trọng lượng phân tử của nó. Hơn nữa, PGA rất phù hợp cho quá trình xử lý nước vì nó có khả năng phân hủy sinh học và hoàn toàn không độc. Các nhà khoa học đang tiếp tục nghiên cứu khả năng ứng dụng và phát triển của nó đối với các lĩnh vực xử lý nước, kể cả xử lý nước cấp và nước thải.

Trong nước hồ, sự sinh sản các vi sinh vật như thực vật nổi làm giảm độ trong hoặc gây mùi hôi khiến môi trường nước bị xuống cấp. Các nhà khoa học Nhật Bản đã dùng PGa21Ca để thử nghiệm trong xử lý nước hồ Amida ở Thành phố Osaka. Nước hồ này có màu xanh quanh năm và đục do có thực vật nổi. Sau khi bổ sung PGa21Ca vào hồ, nước đã trở nên trong, do tảo kết tụ cùng các tạp chất trong nước, chất lượng nước được cải thiện đáng kể. Tiếp theo, các nhà khoa học đã xử lý nước hồ Ushikuka bằng cách phun dung dịch PGa21Ca và để khoảng 10 tiếng. Kết quả là nước trong hồ trở nên trong hơn, có thể nhìn thấy cá bơi và cả đáy hồ.

**Abstract** - This article presents an evaluation of the water quality of the F lake in University of Science and Technology, the University of Danang and results of operating a model using materials PGa21Ca in lake water treatment. The findings showed that the analyzed parameters of the F lake reached the set standards. However, the lake is not capable of self-cleaning, and the turbidity is always high due to algae. In order to increase the self-cleaning capability and the scenery of the lake, the authors propose a processing model using PGa21Ca flocculation material, which can greatly improve output water quality that is highly reusable and environmentally friendly. The 20L/ batch processing model has optimal parameters: the stirring speed is 30 rpm, the stirring time 5 minutes, the sedimentation time 8 minutes, PGa21Ca dosage 3.5 g/batch, pH value 6.82 - 7.68. Turbidity and TSS treatment efficiency are 92%-97% and 90% -96%, respectively. This study shows potential applications for processing water with high turbidity or plenty of algae.

**Key words** - Lake water; water treatment; PGa21Ca; flocculation; model flocculation.

Xuất phát từ tình hình trên, các tác giả đã đề xuất “Đánh giá và đề xuất giải pháp xử lý nước hồ khu F, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng” nhằm đánh giá chất lượng nước hồ, đồng thời đề xuất các giải pháp xử lý nước hồ thân thiện với môi trường.

### 2. Đối tượng, phương pháp nghiên cứu

#### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Quá trình keo tụ tạo bông.

- Các vật liệu keo tụ như phèn nhôm, phèn sắt, PAC, PGa21Ca, các thông số đánh giá chất lượng nước, và các thông số tối ưu loại bỏ chất ô nhiễm của vật liệu PGa21Ca: tốc độ khuấy, thời gian khuấy, lượng vật liệu, thời gian lắng, pH.

- Nước hồ khu F, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.

#### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

##### 2.2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu

Đề tài tiến hành thu thập và thống kê các tài liệu, nghiên cứu đã công bố trong và ngoài nước liên quan tới vấn đề nguồn nước, nước hồ, quá trình xử lý nước bằng vật liệu keo tụ tạo bông.

##### 2.2.2. Phương pháp điều tra bằng phiếu khảo sát

Việc thu thập số liệu được thực hiện bằng cách phỏng vấn và lấy ý kiến trực tiếp sinh viên, cán bộ vệ sinh và giảng viên của trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng với bảng câu hỏi được thiết kế và chuẩn bị sẵn.

### 2.2.3. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

Tiến hành khảo sát, lấy mẫu, và phân tích các chỉ tiêu nước mặt theo hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

### 2.2.4. Phương pháp mô hình thực nghiệm

Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm trên các mô hình nhằm xây dựng cơ sở khoa học để xác định các thông số tính toán thiết kế cho quá trình keo tụ tạo bông. Từ các số liệu thực nghiệm có thể xác định giải pháp công nghệ áp dụng thực tế cho nước hồ.

### 2.2.5. Phương pháp xử lý số liệu

- Phần mềm ứng dụng Microsoft Excel thống kê và xử lý số liệu.

- Tính toán, so sánh theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn Việt Nam hiện hành.

Công thức tính hiệu suất xử lý tổng chất rắn lơ lửng trong nước như sau:

$$H(\%) = \frac{TSS_1 - TSS_2}{TSS_1} \times 100 (\%)$$

Trong đó,  $TSS_1$  và  $TSS_2$  lần lượt là tổng chất rắn lơ lửng trung bình của mẫu ban đầu và sau xử lý (mg/L).

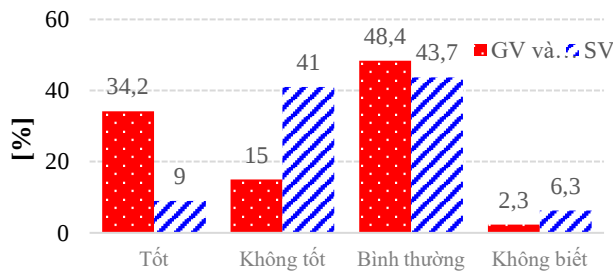
## 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

### 3.1. Khảo sát và đánh giá chất lượng nước hồ khu F Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

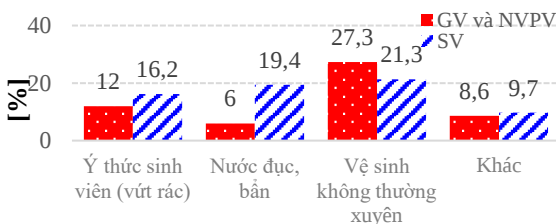
#### 3.1.1. Điều tra khảo sát giảng viên, sinh viên và nhân viên phục vụ về hiện trạng và nhu cầu cải thiện hồ nước khu F.

Điều tra, khảo sát giảng viên và cán bộ, nhân viên phục vụ (GV và CBNVPV) (30 phiếu), sinh viên (SV) (500 phiếu) về hiện trạng và nhu cầu cải thiện nguồn nước hồ nước khu F, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.

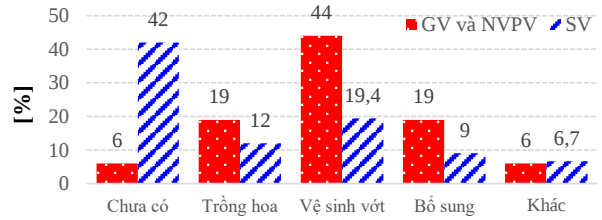
Theo kết quả điều tra khảo sát hiện trạng cảnh quan chất lượng nước hồ là bình thường (50% ý kiến của GV). Tuy nhiên cần quan tâm đến việc dọn vệ sinh hồ nước (23,2%), ý thức SV và hệ sinh thái thủy sinh. Đây mạnh công tác tuyên truyền vận động nâng cao ý thức SV trong việc bảo vệ hồ nước. Đặc biệt, cần có những giải pháp tối ưu và bền vững cho cải thiện cảnh quan chất lượng hồ nước trong tương lai.



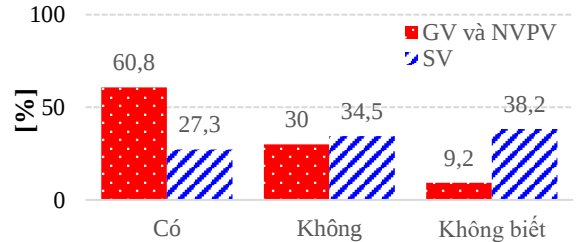
Hình 1. Đánh giá điều kiện cảnh quan nước hồ khu F



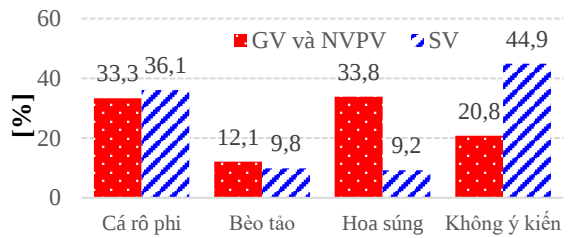
Hình 2. Nguyên nhân làm cảnh quan hồ nước không tốt



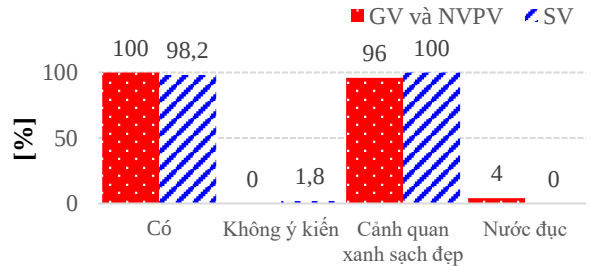
Hình 3. Giải pháp đã thực hiện tại hồ



Hình 4. Thay và bổ sung nước hồ



Hình 5. Động thực vật thủy sinh có trong hồ



Hình 6. Nhu cầu và mục đích của việc ủng hộ cải thiện chất lượng, cảnh quan hồ nước khu F

Nhu cầu cải thiện cảnh quan, chất lượng hồ nước được đa số GV (100%) và các bạn sinh viên đồng tình, ủng hộ nhằm chung mục đích cải thiện cảnh quan hồ nước xanh - sạch - đẹp và bảo vệ môi trường.

Ngoài việc khảo sát ý kiến của mọi người thì nhóm tác giả còn tiến hành khảo sát thực tế. Kết quả khảo sát bằng phiếu điều tra SV, GV và CBNVPV trong trường khớp với kết quả khảo sát thực tế của tác giả là trong hồ chủ yếu chỉ có cá rô phi, bèo tảo và hoa súng.

#### 3.1.2. Khảo sát đánh giá hiện trạng chất lượng nước hồ khu F

So sánh với QCVN 08-2015/BTNMT, các thông số phân tích mẫu nước hồ nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên, theo cảm quan nước có màu xanh lục do tảo, nên làm giảm vẻ đẹp của hồ, là nơi thường tổ chức các sự kiện và địa điểm để thư giãn và ngắm cảnh của GV và SV. Hồ

không có khả năng tự làm sạch nên cần xử lý tảo, để làm nước trong hơn.



Hình 7. Vị trí lấy mẫu nước

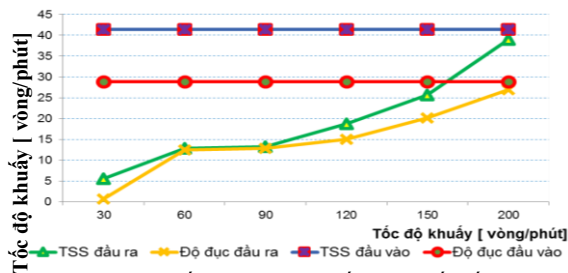
Bảng 1. Kết quả khảo sát đánh giá chất lượng nước hồ khu F

| STT  | Ngày       | Độ đục (NTU) | pH        | TSS (mg/l) | COD (mg/l) | N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l) | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l) | GHI CHÚ                                                               |
|------|------------|--------------|-----------|------------|------------|---------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1    | 15/2/2016  | 24.9         | 6.46-6.51 | 41.2       | 20.6       | 0.2                                   | 0.1                                    |                                                                       |
| 2    | 20/2/2016  | 24.1         | 6.51-6.68 | 36.9       | 20.2       | 0.2                                   | 0.08                                   |                                                                       |
| 3    | 24/2/2016  | 24.6         | 6.39-6.43 | 39.1       | 21.5       | 0.25                                  | 0.12                                   |                                                                       |
| 4    | 27/2/2016  | 23.8         | 6.58-6.62 | 40.2       | 22.1       | 0.19                                  | 0.11                                   | Nước ở mức 60cm                                                       |
| 5    | 03/03/2016 | 24.3         | 6.62-6.69 | 39.6       | 21.7       | 0.25                                  | 0.09                                   |                                                                       |
| 6    | 03/10/2016 | 22.9         | 6.50-6.61 | 40.3       | 21.8       | 0.21                                  | 0.09                                   |                                                                       |
| 7    | 16/3/2016  | 24.2         | 6.42-6.52 | 42.1       | 22.3       | 0.26                                  | 0.15                                   |                                                                       |
| 8    | 22/3/2016  | 23.6         | 7.92-8.03 | 39.8       | 20.6       | 0.19                                  | 0.11                                   |                                                                       |
| 9    | 04/04/2016 | 30.8         | 6.64-6.71 | 41.2       | 22.8       | 0.2                                   | 0.11                                   | 9 ngày sau khi bổ sung nước                                           |
| 10   | 04/07/2016 | 39.9         | 6.58-6.62 | 47.1       | 21.9       | 0.19                                  | 0.1                                    |                                                                       |
| 11   | 04/12/2016 | 31.7         | 6.80-6.92 | 42.2       | 22.6       | 0.2                                   | 0.11                                   |                                                                       |
| 12   | 15/04/2016 | 48.5         | 8.32-8.41 | 41.3       | 21.3       | 0.2                                   | 0.11                                   | Thời tiết nắng nóng, mực nước xuống thấp (40cm) Có nhiều rác trong hồ |
| 13   | 17/04/2016 | 32.3         | 7.95-8.10 | 43.6       | 22.1       | 0.19                                  | 0.1                                    |                                                                       |
| 14   | 20/04/2016 | 28.3         | 7.28-7.31 | 43.2       | 21.9       | 0.21                                  | 0.12                                   |                                                                       |
| 15   | 22/04/2016 | 28.2         | 7.92-8.11 | 42.8       | 22.2       | 0.2                                   | 0.09                                   |                                                                       |
| 16   | TB         | 28.8         | 6.5-7.9   | 41.4       | 21.71      | 0.21                                  | 0.11                                   |                                                                       |
| QCVN |            |              | 5.5-9     | 50         | 30         | 0.9                                   | 0.3                                    |                                                                       |

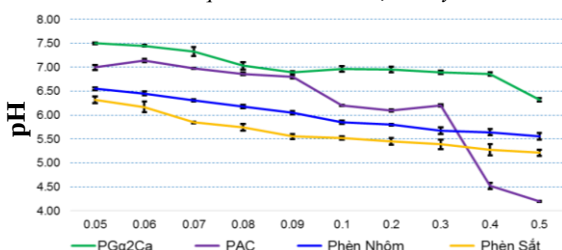
### 3.2. Đánh giá khả năng xử lý nước hồ khu F của vật liệu keo tụ PGa21Ca

#### 3.2.1. Liều lượng PGa21Ca và pH tối ưu; so sánh PGa21Ca với các vật liệu keo tụ đang sử dụng tại Việt Nam

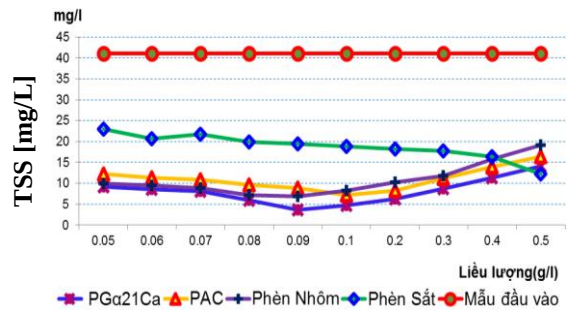
Thí nghiệm trên bộ Jar-Test, cho chất keo tụ vào mỗi bình với liều lượng khác nhau, đồng thời khuấy với tốc độ theo thực nghiệm từ 30 - 45 vòng/ phút trong thời gian 5 - 10 phút. Lắng kết tủa trong thời gian 10 - 30 phút. Lấy mẫu nước đã lắng trong mỗi bình phân tích: độ đục, tổng chất rắn lơ lửng (TSS), pH và COD.



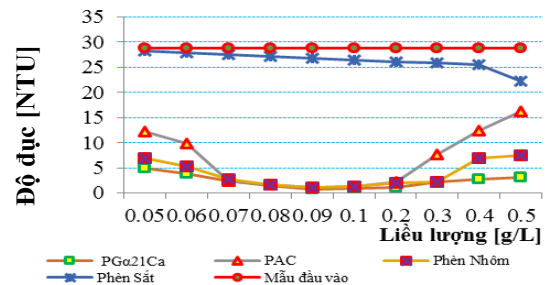
Hình 8. Kết quả khảo sát tốc độ khuấy tối ưu



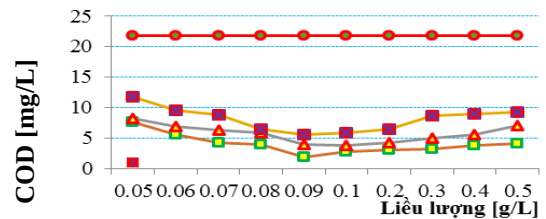
Hình 9. Ảnh hưởng của liều lượng vật liệu keo tụ đến độ pH



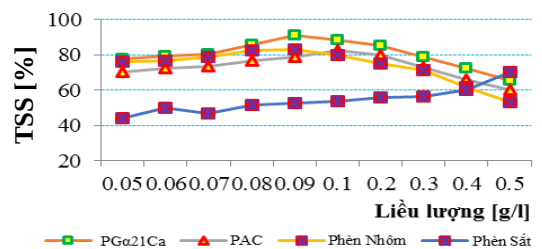
Hình 10. Ảnh hưởng của liều lượng vật liệu keo tụ đến khả năng xử lý tổng chất rắn lơ lửng



Hình 11. Ảnh hưởng của liều lượng vật liệu keo tụ đến khả năng xử lý độ đục



Hình 12. Ảnh hưởng của liều lượng vật liệu keo tụ đến khả năng xử lý chất hữu cơ



Hình 13. Hiệu suất xử lý theo tổng chất rắn lơ lửng

Liều lượng tối ưu của vật liệu PGa21Ca là 0,09g/l với giá trị pH 7,28 - 7,36, độ đục 0,68 NTU hiệu suất xử lý TSS đạt trên 90% cao nhất so với các vật liệu còn lại với tốc độ khuấy tối ưu 30 vòng/phút và thời gian khuấy tối ưu 10 phút. Hình dạng và độ bền của bông cặn của vật liệu PGa21Ca tốt nhất. Từ thí nghiệm cho thấy vật liệu PGa21Ca có khả năng keo tụ tạo bông tốt nhất.

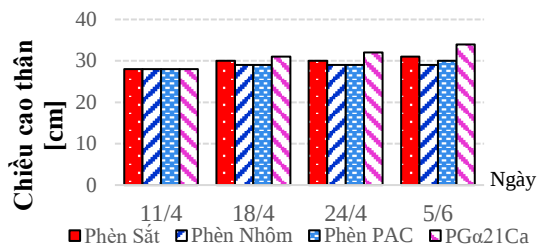
#### 3.2.2. Khả năng sinh trưởng và phát triển của cá trong nước sau khi keo tụ với các vật liệu keo tụ khác nhau

Nước sau khi keo tụ có cả bông cặn ở liều lượng 0,09 g/L, tốc độ khuấy 30 vòng/phút là môi trường sống cho cá. Tác giả đã làm 2 đợt thí nghiệm để đánh giá khả năng sinh trưởng và phát triển của cá trong nước sau keo tụ với các vật liệu keo tụ khác nhau trong vòng 1 tuần. Trong hai đợt thí

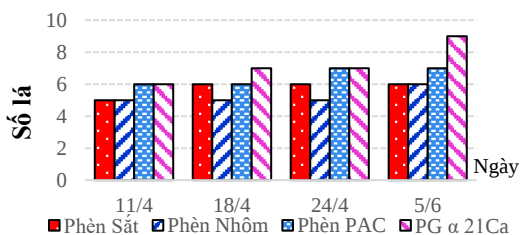
nghiệm, cá trong môi trường có vật liệu PG $\alpha$ 21Ca đều vượt trội hơn về khả năng thích nghi và phát triển. Đặc biệt, tuy không thay nước và cung cấp thức ăn nhưng cá vẫn phát triển bình thường, điều đó chứng tỏ trong nước có chất dinh dưỡng cao và khả năng làm sạch nước tốt. Trong khi đó với các vật liệu còn lại, chất lượng nước lại xấu đi nhanh chóng và khả năng thích nghi của cá không cao.

### 3.2.3. Khả năng sinh trưởng và phát triển của cây sử dụng bùn cặn, nước sau khi keo tụ với các vật liệu keo tụ khác nhau

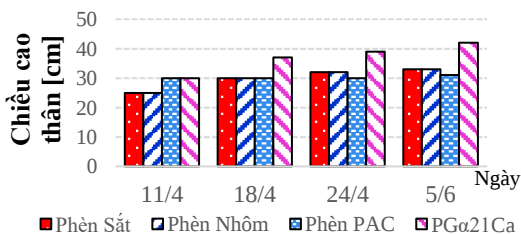
Chọn các cây Thần tài, Phú quý cùng kích thước, mầm và lá. Ở thí nghiệm này, tác giả chọn cả 2 phương pháp trồng, đó là trồng trong chậu với cùng nguồn đất và trồng thủy canh, sau đó tưới nước và bón cặn bùn cho các chậu cây trong đất với các vật liệu khác nhau ngày 2 lần.



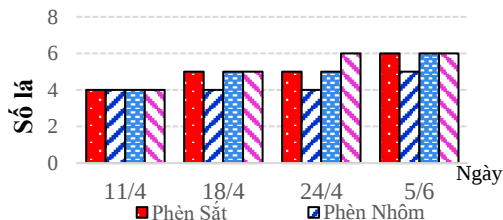
Hình 14. Chiều cao của cây Phú quý trồng trong đất



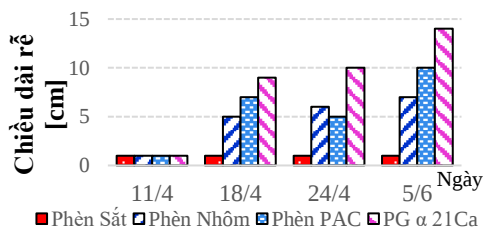
Hình 15. Số lá của cây Phú quý trồng trong đất



Hình 16. Chiều cao của cây Phú quý trồng trong nước



Hình 17. Số lá của cây Phú quý trồng trong nước



Hình 18. Chiều dài rễ của cây Phú quý trồng trong nước



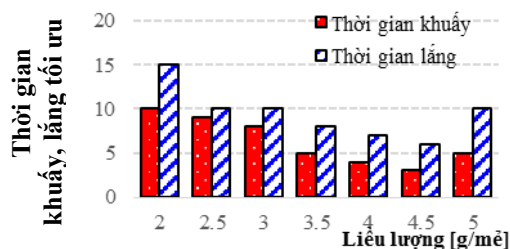
Hình 19. Hình ảnh chiều dài của rễ cây Phú quý trong nước

Đối với trồng cây thủy canh, cây Phú quý trồng trong vật liệu PG $\alpha$ 21Ca phát triển nhanh ở cả rễ, thân và lá so với các cây trong các vật liệu khác. Cây Thần tài trong nước chứa phèn sắt nảy mầm nhanh khỏe, tuy nhiên phần gốc héo không phát triển; đối với phèn Nhôm, PAC thì thân cây héo dần không phát triển. Đối với cây trồng trong đất, cả 2 loại cây đều phát triển nhanh về thân và lá, mầm với cặn bùn PG $\alpha$ 21Ca so với các vật liệu còn lại.

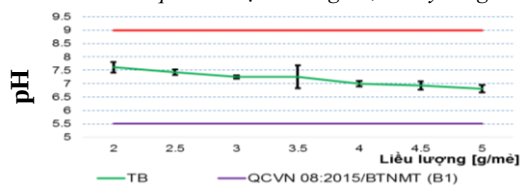
### 3.2.4. Thí nghiệm mô hình sử dụng vật liệu PG $\alpha$ 21Ca



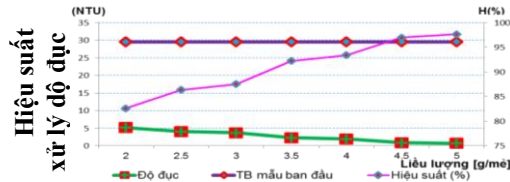
Hình 20. Mô hình xử lý



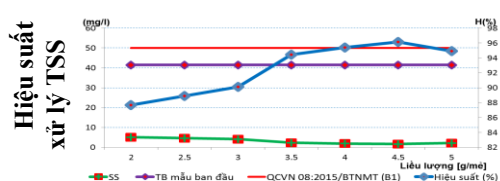
Hình 21. Kết quả xác định thời gian, khuấy lắng tối ưu



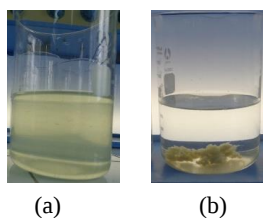
Hình 22. Kết quả xác định pH của mẫu sau xử lý



Hình 23. Kết quả xử lý độ đục



Hình 24. Kết quả xử lý chất lơ lửng



Hình 25. Nước hồ trước (a) và sau (b) khi xử lý

### 3.3. Đề xuất kết hợp giải pháp kỹ thuật, sinh thái và quản lý đối với việc cải tạo chất lượng nước hồ và cảnh quan xung quanh

Xuất phát từ các kết quả khảo sát và thực nghiệm thu được, nhóm tác giả đã đưa ra các đề xuất như sau để cải tạo chất lượng nước hồ và cảnh quan xung quanh:

#### 3.3.1. Giải pháp công nghệ

Với tổng diện tích  $350\text{m}^2$ , dung tích khoảng  $140\text{m}^3$  nước, cần 24,5kg PGα21Ca hòa trộn với nước theo tỉ lệ 1:20 (5% PGα21Ca). Số nhân viên thực hiện công việc là 4 người, mỗi người sẽ hòa trộn dung dịch 2 lần. Vậy cần 3,1kg vật liệu hòa trộn với 62L nước trong xô nhựa cho 1 người trong 1 lần pha dung dịch. Lượng dung dịch sau khi pha trước khi cho xuống hồ là 490L. Tính toán sơ bộ thời gian hòa trộn dung dịch PGα21Ca 5 phút/lần, thời gian tưới dung dịch PGα21Ca và khuấy hoàn thành cho  $1\text{m}^2$  nước hồ là 3 phút/lần, thì tổng thời gian hoàn thành công việc của 1 nhân viên cho 2 đợt là 4,6 giờ.

Cụ thể 04 nhân viên thực hiện hòa trộn dung dịch PGα21Ca với đúng tỉ lệ tính toán, dùng ca 1,5L mức và tưới dung dịch xuống hồ tương ứng  $1\text{m}^2$ , sau đó dùng chổi sừng khuấy đều quanh trong vòng 3 phút. Khi di chuyển dưới hồ tránh cho cần đáy xáo trộn lên trên bề mặt gây ảnh hưởng hiệu suất xử lý. Sau khi quá trình keo tụ hoàn thành, dùng vợt vớt lớp bông cặn nổi lên trên. Lượng bùn cặn còn lại là chất dinh dưỡng cho các loại động thực vật trong hồ sinh trưởng và phát triển, đồng thời tưới cây xanh ở khu vực xung quanh hồ.

Tổng chi phí cho một đợt xử lý là 5.200.000 VNĐ, trong đó chi phí cho vật liệu PGα21Ca là 4.900.000 VNĐ và chi phí cho dụng cụ là 300.000 VNĐ.

#### 3.3.2. Giải pháp sinh thái

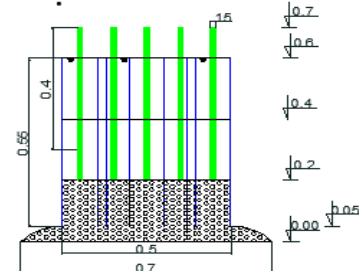
- Kết hợp sử dụng vật liệu keo tụ xử lý tảo, đặt hòn non bộ hoặc đá ngầm dưới hồ tạo nơi cư trú cho cá, và nơi các cây bám trụ phát triển.

- Trồng thêm cây thủy sinh dưới hồ để tạo cảnh quan và sử dụng chất dinh dưỡng trong hồ sau khi xử lý, cân bằng hệ sinh thái hồ như thần tài, chuối hoa, đây là những loại cây dễ thích nghi, phát triển tốt và tạo cảnh quan đẹp.

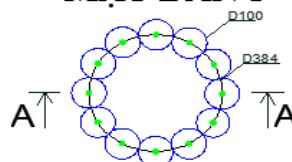
- Tuy nhiên trong hồ có rất nhiều cá rô phi, một loại cá ăn tạp. Để khắc phục, trường hợp cá rô phi ăn các thực vật thủy sinh, thực hiện mô hình cây thần tài dưới nước gồm 12 ống nhựa đường kính 100mm, chiều cao 60cm; dưới đáy ống chứa đá sỏi nhỏ với bề dày 20cm. Cây được trồng bên trong các ống nhựa cách đáy hồ 20cm. Các ống nhựa được liên kết với nhau bằng 2 dây thép mảnh xuyên qua ống nhựa cách nhau 20cm. Chức năng của đá sỏi là giữ cho ống nhựa đứng vững, giúp bộ rễ len lỏi xuống đáy hút chất dinh dưỡng và bảo vệ không bị cá rô phi ăn, đảm bảo sự phát

triển của cây. Bố trí 20 mô hình đặt tại các vị trí trong hồ.

#### MẶT CẮT A-A



#### MẶT BẰNG



Hình 26. Mô hình trồng cây dưới hồ

#### 3.3.3. Giải pháp quản lý

Nhà trường phối hợp với các phòng ban liên quan (Phòng Công tác sinh viên, Đoàn trường và các khoa) cùng tuyên truyền vận động mọi thành viên trong trường không vứt rác xuống hồ để góp phần bảo vệ cảnh quan hồ nước; đồng thời kết hợp với tổ vệ sinh môi trường vớt rác, lá cây thường xuyên.

### 4. Kết luận

Nghiên cứu này cho thấy tiềm năng ứng dụng vật liệu PGα21Ca để xử lý nước hồ có độ đục cao và có lượng tảo nhiều với hiệu suất xử lý độ đục 92%-97%, TSS 94% - 96% được vận hành với các thông số như sau tốc độ khuấy 30 vòng/phút, thời gian khuấy 5 phút, thời gian lắng 8 phút, liều lượng 3,5 g/m<sup>2</sup> 20L, pH 6,82 - 7,68.

Ngoài ra, vật liệu PGα21Ca đặc biệt an toàn với môi trường động vật và thực vật khi bông cặn sau keo tụ được xem là nguồn thức ăn và chất dinh dưỡng cho cá và các loại thực vật sinh trưởng trong hồ. Vì vậy, nước hồ sau xử lý có khả năng tái sử dụng lại để nuôi cá, giúp thực vật thủy sinh trong hồ phát triển cũng như tưới cây xung quanh hồ.

Nhóm tác giả sẽ tiếp tục tiến hành làm thí nghiệm để đánh giá chu kỳ sử dụng vật liệu keo tụ PGα21Ca trong việc xử lý hồ nước khu F.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Dung, *Xử lý nước cấp*, NXB Xây dựng Hà Nội, 2010.
- [2] Trịnh Xuân Lai, *Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp*, NXB Xây dựng Hà Nội, 2004..
- [3] Nguyễn Hữu Phú, *Hóa lý hóa keo*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội quý III, năm 2006.
- [4] Nguyễn Lan Phương, *Bài giảng Xử lý nước cấp*, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng, 2014.
- [5] Le Thi Xuan Thuy, Mikito Yasuzawa and Tomoki Yabutani, Magnetic Removal of Cesium Ions using Poly (γ-glutamic acid) Coated Magnetite Particles with the Enhanced Effect of Zeolite Supplementation, Bulletin of the Chemical Society of Japan, No. 8, Vol.86, pp. 958-962, 2013.