



Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Effectiveness of Moringa oleifera seed powder as coagulant and reduction of TSS, COD, total coliform in the face water



Phong Hoai Van Nguyen¹, Thi Kim Thi Phan¹, Nhu Thao Nguyen¹, Truc Thanh Thi Huynh^{2,*}

¹ Faculty of Engineering and Technology, Dong Thap University, Vietnam

² Center for Chemistry Analysis, Dong Thap University, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 03rd Dec 2019

Revised 25th Jan. 2020

Accepted 28th Feb. 2020

Keywords:

Moringa seeds powder,
Moringa oleifera,
Coagulation,
Coliform,
Water treatment.

ABSTRACT

The use of plant-derived natural coagulants in water treatment systems is seen as solution to replace chemical coagulants. Among them, the Moringa oleifera has proved to be one of the most effective natural, low - cost, environmentally friendly water coagulants. In this study, Moringa oleifera has used from 0 g (control sample without coagulants) to 2.0 g of Moringa oleifera seed powder in one liter of the Tien river water sample, coagulation time in 1 hour, 3 hours, 6 hours. The results of the study showed that Moringa oleifera seed powder has antibacterial ability when adding 0.4 g per liter of water treated. The water sample has TSS of 93.3 mg/l, COD of 101 mg/l, and the presence of 1530 MPN/100ml Coliform bacteria. After one hour coagulation of treatment, it reduced to TSS, COD, and Coliform were found to be 13.3 mg/l, 18.7 mg/l, and 9 MPN/100ml, respectively. The efficiency of reduction for 76.92% TSS, 81.57% COD, and 99.41% Coliform.

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E-mail: htttruc1801@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(1).11



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Hiệu quả keo tụ và xử lý TSS, COD, Coliform của bột hạt chùm ngây (Moringa Oleifera) trong nước mặt

Nguyễn Văn Hoài Phong¹, Phan Thị Kim Thi¹, Nguyễn Thảo Như¹, Huỳnh Thị Thanh Trúc^{2,*}

¹ Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

² Trung tâm Phân tích Hóa học, Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 03/12/2019

Sửa xong 25/01/2020

Chấp nhận đăng 28/02/2020

Từ khóa:

Bột hạt cây chùm ngây,
Moringa oleifera,
Keo tụ,
Coliform,
Xử lý nước.

TÓM TẮT

Sử dụng chất keo tụ tự nhiên nguồn gốc từ thực vật trong các hệ thống xử lý nước được xem như một giải pháp thay thế dần các chất keo tụ nhân tạo. Trong số đó hạt chùm ngây (*Moringa oleifera*) đã chứng tỏ là một trong các chất keo tụ tự nhiên xử lý nước có hiệu quả, tiết kiệm chi phí, thân thiện môi trường. Nghiên cứu này đã khảo sát bổ sung từ 0 (đối chứng không sử dụng chất keo tụ) đến 2,0 g bột hạt chùm ngây trong một lít mẫu nước sông Tiền, thời gian keo tụ trong 1 giờ, 3 giờ, 6 giờ. Kết quả của nghiên cứu cho thấy khả năng kháng khuẩn của bột hạt chùm ngây khi bổ sung 0,4 g trong một lít nước có giá trị ban đầu của TSS, COD và Coliform lần lượt là 93,3 mg/l, 101 mg/l và 1533 MPN/100 ml sau một giờ xử lý giảm còn 13,3 mg/l, 18,7 mg/l và 9 MPN/100ml cho hiệu suất tương ứng 85,7% TSS, 81,5% COD và 99,4% Coliform.

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Việt Nam là một quốc gia có hệ thống sông ngòi dày đặc với tổng lượng dòng chảy nước mặt hàng năm lên đến 830÷840 tỷ m³. Tuy nhiên, chất lượng nước tại một số lưu vực sông đang bị suy thoái, ô nhiễm bởi nhiều nguyên nhân trong đó hầu hết là ô nhiễm hữu cơ, các thông số đặc trưng cho chất hữu cơ và vi sinh vật vượt ngưỡng giới hạn cho phép. Một số bệnh truyền nhiễm gây dịch ở Việt Nam chủ yếu liên quan đến ô nhiễm nguồn nước

mặt và đứng đầu danh sách về tổng số ca mắc bệnh trên toàn quốc. Nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe do trực tiếp ăn, uống nước mặt bị nhiễm bẩn có xu hướng tăng nếu không có biện pháp cải thiện nguồn nước kịp thời (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2018).

Trong kỹ thuật xử lý nước, keo tụ và tạo bông là quá trình quan trọng giúp giảm độ đục và vi sinh vật trong nước cũng như góp phần làm tăng hiệu quả của các quá trình xử lý tiếp theo như lắng, lọc, khử trùng... Cho đến nay, các chất keo tụ và tạo bông như các loại muối nhôm và Polymer hữu cơ tổng hợp vẫn được sử dụng rộng rãi trong hệ thống xử lý nước (Bratby, 2006). Các loại hóa chất keo tụ và trợ keo tụ thông dụng đã được sử dụng

*Tác giả liên hệ

E - mail: htttruc1801@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(1).11

nhiều từ trước đến nay có thể kể đến như: phèn nhôm (Aluminum sulfate $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$); Ferric chloride ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) hoặc Ferrous sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); vôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); Polymer,... (Đào Minh Trung và nnk., 2016). Tuy nhiên, điều đáng quan tâm là dư lượng của chúng sau xử lý có thể là nguy cơ tiềm ẩn đối với sức khỏe con người, như bệnh Alzheimer ở người cao tuổi (Edzwald, 1999; Bakar et al., 2010). Do đó, gần đây các nhà nghiên cứu đã quan tâm nhiều hơn về chất keo tụ tự nhiên nguồn gốc từ thực vật như một giải pháp dần thay thế hay thay thế một phần các chất keo tụ nhân tạo.

Hạt chùm ngây (*M. oleifera*) chứa số lượng đáng kể phân tử trọng lượng thấp (protein hòa tan trong nước) mang điện tích dương. Khi bột hạt mịn được thêm vào nước, protein tạo ra các điện tích dương hoạt động như nam châm và thu hút các hạt tích điện âm (như đất sét, bùn, vi khuẩn và các hạt độc hại khác trong nước) (Sutherland et al., 1990; Futi et al., 2011). Theo ghi nhận của Milind R. Gidde và cộng sự (2012), *M. oleifera* chứa những hoạt chất có khả năng keo tụ một số chất hòa tan trong nước có thể ứng dụng hiệu quả trong xử lý nước. Bên cạnh đó, các phần của cây chùm ngây đều không gây độc hại đối với người và động vật (Grabow et al., 1985) khi sử dụng. Do vậy, hoạt chất chiết từ bột hạt *M. oleifera* có thể áp dụng để xử lý các chất lơ lửng và vi sinh trong nước mặt hiệu quả, tiết kiệm và thân thiện với môi trường. Tuy nhiên, hiện nay Việt Nam chưa có kết quả cụ thể về áp dụng hạt chùm ngây trong xử lý nước. Vì vậy, mục đích của nghiên cứu này là đánh giá khả năng keo tụ và xử lý Coliform của bột hạt chùm ngây (*M. oleifera*) trong nguồn nước mặt.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương tiện thí nghiệm

- Mẫu nước sông Tiền (đoạn chảy qua địa phận TP. Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp) được lấy theo TCVN 6663-6 (ISO 5667-6).

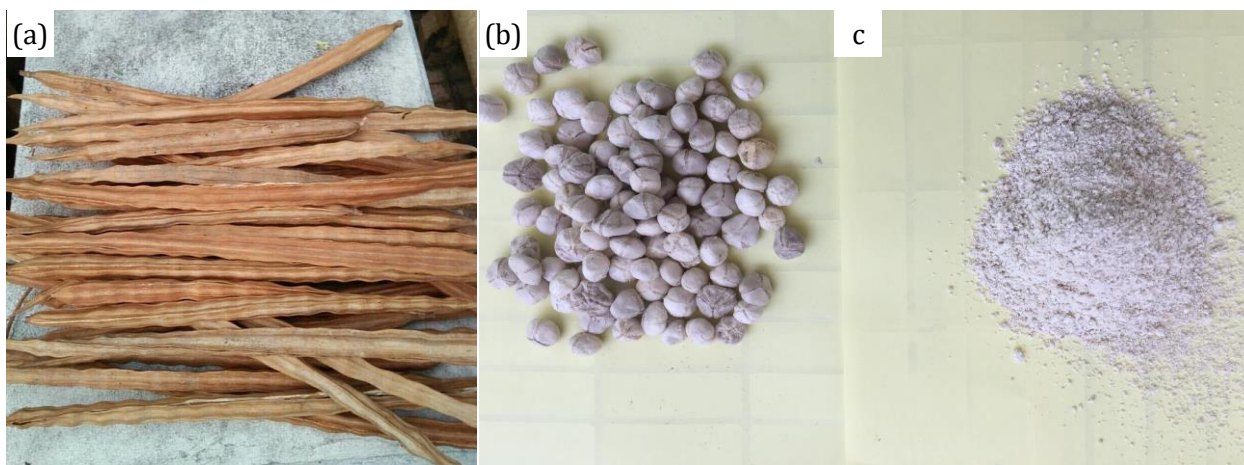
- Hạt chùm ngây khô có chất lượng tốt được chọn ra, bóc bỏ hạt khỏi nhân. Thu lấy nhân bên trong hạt, sấy nhẹ ở 40°C đến trọng lượng không đổi, rồi đem nghiền nhỏ trên máy xay gia dụng, sau đó được rây qua sàng 0,2 mm (Hình 1).

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện thông qua hai thí nghiệm nhằm xác định được nồng độ, thời gian lắng khả thi nhất. Khối lượng bột hạt chùm ngây được cân chính xác theo yêu cầu của mỗi thí nghiệm, thể tích mẫu nước sông của mỗi thí nghiệm thức là 1000 ml. Nghiệm thức đối chứng là nghiệm thức không sử dụng bột hạt chùm ngây. Mẫu được lấy phân tích các thông số TSS, COD, Coliform trước và sau thí nghiệm.

- Thí nghiệm 1: Xác định nồng độ bột hạt chùm ngây thích hợp nhất để xử lý nước mặt. Thí nghiệm thăm dò được thực hiện với mười mức nồng độ khác nhau tăng dần từ $0,2 \div 2,0$ g bột hạt chùm ngây. Thời gian lắng 1h (Kansal and Kumari, 2014; Shahzad, 2014).

- Thí nghiệm 2: Xác định thời gian lắng của chất keo tụ thích hợp để xử lý nước. Thí nghiệm được thực hiện với năm nồng độ khác nhau của chùm ngây đạt giá trị tốt ở thí nghiệm 1 với thời gian lắng lần lượt là 1h, 3h và 6h.



Hình 1. (a) Trái chùm ngây; (b) Nhân hạt chùm ngây; (c) Bột hạt chùm ngây.

Mỗi đợt thí nghiệm, sau khi cho chất keo tụ vào cốc, mẫu được khuấy nhanh trong 2 phút với tốc độ quay của cánh khuấy khi khuấy nhanh là 100 vòng/phút, sau đó khuấy chậm lại trong 25 phút với tốc độ quay của cánh khuấy là 30 vòng/phút. Sau đó, mẫu nước được để lắng tự nhiên theo thời gian quy định ở mỗi thí nghiệm. Tất cả các thí nghiệm đều được thực hiện ở nhiệt độ phòng (Nguyễn Thị Lan Phương, 2008; Muyibi et al., 2003).

Ngoài ra, việc sử dụng bột chum ngay để keo tụ không gây ra sự thay đổi nào đáng kể về pH (Ndabigengesere and Narasiah, 1998). Do đó, trong các thử nghiệm, không điều chỉnh pH của mẫu nước khi giá trị của nó trong khoảng 6,9÷7,5.

2.3. Phương pháp phân tích

- Nhu cầu oxy hóa học (COD): TCVN 6491: 1999.
- Tổng chất rắn lơ lửng (TSS): SMEWW 2540D: 2012.
- Định lượng Coliform tổng số: TCVN 6187 - 2:1996 (ISO 9308 - 2 - 1990).

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Tổng hợp và trình bày kết quả, đánh giá các chỉ tiêu phân tích dựa vào phần mềm Excel, Sigmaplot và SPSS.

Công thức tính hiệu suất:

$$H\% = \frac{(C_1 - C_2)}{C_1} * 100 \quad (1)$$

Trong đó: C_1 - Nồng độ trước khi xử lý; C_2 - Nồng độ sau khi xử lý.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả mẫu nước mặt trước khi thí nghiệm

Kết quả phân tích các thông số nước mặt trước khi tiến hành thử nghiệm thể hiện trong Bảng 1 cho thấy hàm lượng TSS, COD vượt ngưỡng giá trị so với quy chuẩn quốc gia QCVN 08:2015/BTNMT - quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt. Đối với thông số Coliform không vượt quy chuẩn nước mặt nhưng nếu so sánh với QCVN 02:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt, nguồn nước có số lượng Coliform vượt 30 lần. Ở vùng nông thôn các hộ dân thường sử dụng nguồn nước sông làm nước cấp sinh hoạt trực tiếp khi chưa qua xử lý

nên vi sinh vượt ngưỡng quy định sẽ đe dọa rất lớn đến sức khỏe người sử dụng. Vì vậy, xử lý nước mặt thành nước sinh hoạt an toàn, hạn chế sử dụng hóa chất và không ảnh hưởng đến sức khỏe con người là một vấn đề rất cần được quan tâm.

3.2. Ảnh hưởng của khối lượng chất keo tụ đến khả năng loại bỏ chất ô nhiễm trong mẫu nước

Mục tiêu chủ yếu của quá trình keo tụ trong nghiên cứu này giúp làm giảm chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ và vi sinh trong nước. Sau khi xử lý, hàm lượng các chất trong nước còn lại thấp cũng có nghĩa là hiệu quả xử lý cao. Nghiên cứu này được thực hiện với mười mức tăng dần nồng độ bột hạt chum ngay từ 0,2÷2,0 g/l, thời gian lắng tự nhiên 1 giờ nhằm tìm ra khối lượng chất keo tụ xử lý hiệu quả tốt (Hình 2).

Kết quả Hình 2 cho thấy, giá trị TSS có xu hướng tăng dần khi nồng độ chum ngay tăng hơn 1 g/l, khi nồng độ chất keo tụ tăng lên, nồng độ TSS tăng tuyến tính mặc dù sự tăng giảm không thống nhất theo hướng cụ thể. Cơ chế keo tụ của *M. oleifera* là do các protein có trong hạt chum ngay dựa trên cầu nối liên hạt chủ yếu là các polyelectrolytes cao phân tử. Các cao phân tử có điện tích dương và kích thước nhỏ tạo nên cơ chế hấp phụ và trung hòa các hạt keo (Ndabigengesere et al., 1995; Amagloh and Benang, 2009). Khi nồng độ bột chum ngay tăng từ 0,8÷2,0 g/l thì nồng độ TSS tăng dần tức là hiệu quả của quá trình keo tụ lúc này giảm dần. Kết quả ghi nhận phù hợp với nghiên cứu lý thuyết cơ bản của quá trình keo tụ, vì bản chất của chất keo tụ khi đưa vào nước là nhằm trung hòa điện thế Zeta trên mặt trượt các hạt keo âm, qua đó giảm lực đẩy tĩnh điện giữa các hạt khiến lực hút chiếm ưu thế và các hạt keo dính kết được với nhau. Tuy nhiên, nếu nồng độ chất keo tụ quá cao thì lại xảy ra hiện tượng tích điện ngược dấu đối với hạt keo, thế năng Zeta lại tăng lên theo dấu ngược lại và các hạt lại đẩy nhau thì sẽ làm cản trở quá trình keo tụ (Trịnh Xuân Lai, 2004). Khi lượng keo tụ lớn thì khả năng trung hòa các hạt keo giảm xuống. Do đó, nồng độ bột chum ngay sử dụng làm chất keo tụ phải nhỏ hơn 0,8 g/l sẽ đạt hiệu quả xử lý TSS tốt nhất trong nghiên cứu này.

Chất gây ô nhiễm lơ lửng trong nước uống, thường bao gồm đất sét, axit humic và vi khuẩn, thường tích điện âm và lơ lửng trong dung dịch

hoặc cần một thời gian dài để lắng cặn. Là một chất keo tụ tự nhiên, chiết xuất hạt *M. oleifera* đã được sử dụng như một chất lọc nước truyền thống ở châu Phi và các nước Nam Á, do chúng có protein cation hoạt động với khối lượng phân tử từ 6 đến 16 kDa có khả năng gắn kết các hạt keo trong nước lại với nhau, do đó phá vỡ tính bền vững của hệ keo và thúc đẩy hiện tượng keo tụ (Okuda et al., 1999; Ghebremichael et al., 2005). Vì vậy, ứng dụng *M. oleifera* giảm thiểu chất ô nhiễm trong môi trường là một nghiên cứu rất có ý nghĩa.

Giá trị COD ghi nhận trong nghiên cứu này cho thấy khi tăng dần nồng độ bột hạt chùm ngây thì nồng độ COD cũng tăng dần, trong đó hiệu suất giảm COD đạt cao nhất (80,7%) khi bổ sung 0,2 g bột hạt chùm ngây làm chất keo tụ. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu này cho thấy hiệu suất loại bỏ COD thấp hơn kết quả của Kazi1 and Virupakshi (Kazil and Virupakshi, 2013) về khả năng loại bỏ COD là 83,3% với lượng chùm ngây sử dụng 0,3 g/500 ml mẫu thử. Nếu bổ sung lớn hơn 1 g chất keo tụ bột hạt chùm ngây sẽ làm tăng nồng độ COD trong mẫu thử nghiệm (hiệu suất giảm). Hiệu suất loại bỏ COD của bột hạt giảm dần khi tăng lượng chất keo tụ do hạt chùm ngây chứa nhiều thành phần chất hữu cơ (Ndabigengesere et al., 1995).

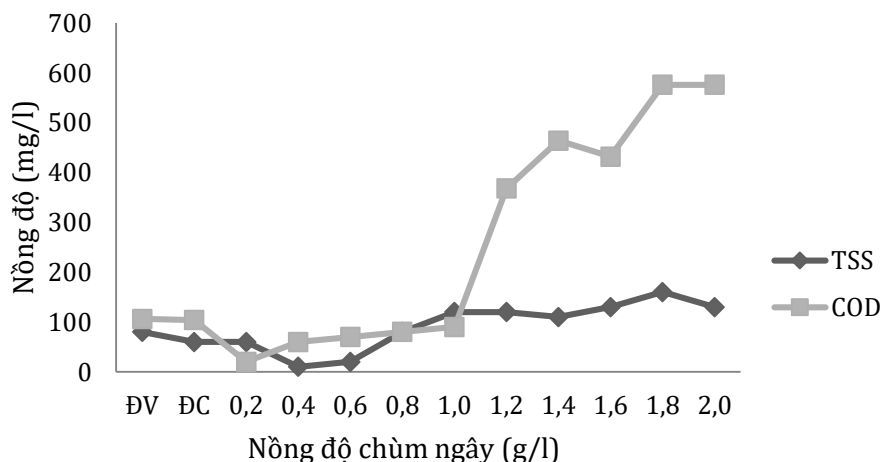
Kết quả này cũng phù hợp xu hướng với nghiên cứu của Effendi et al. (2015), tác giả kết luận rằng hàm lượng COD tăng dần từ 4900÷7720 mg/l khi tăng lượng hạt chùm ngây từ 30÷50 g/l. Như vậy, sử dụng chất keo tụ làm từ bột hạt chùm ngây sẽ thu được hiệu quả tốt nhất khi được bổ sung một khối lượng nhất định, nếu lượng bột hạt chùm ngây quá lớn sẽ làm giảm hiệu quả keo tụ đồng nghĩa với bổ sung một lượng lớn chất hữu cơ vào nước thải, từ đó làm giảm hiệu suất xử lý COD trong nước (Hình 2).

Bên cạnh các kết quả đạt được ở trên, thí nghiệm xác định số lượng Coliform trong mẫu trước và sau khi sử dụng chất keo tụ đã mang đến kết quả rất đáng ghi nhận. Kết quả được thể hiện trong Hình 3.

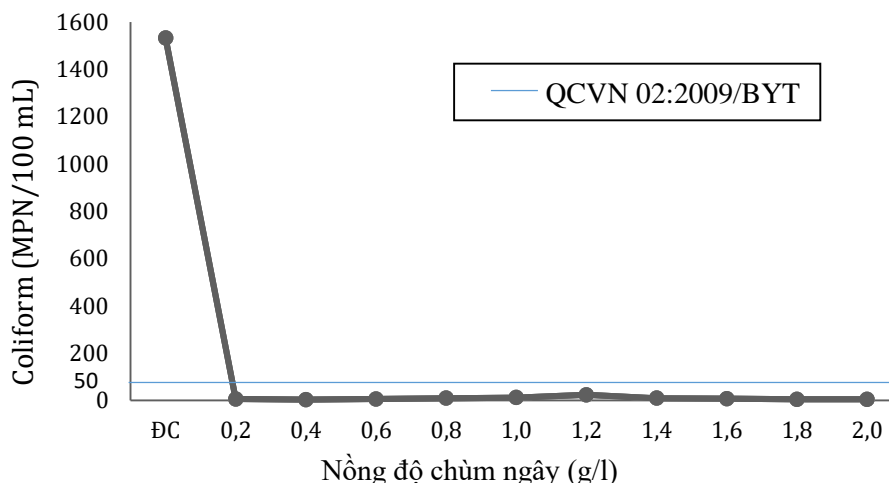
Hiệu suất làm giảm Coliform đạt từ 96,9÷100% tùy theo nồng độ bột hạt chùm ngây được sử dụng. Theo kết quả ghi nhận của Alo et al. (2012) đã cho rằng phân tử protein trong *M. oleifera* có khả năng tái tổ hợp làm giảm khả năng sống sót của các tế bào vi khuẩn gram âm hoặc gram dương và kết hợp các hạt tích điện âm trong huyền phù, như tế bào vi khuẩn, đất sét hoặc silicat, điều đó góp phần giảm giảm mật số vi khuẩn Coliform trong mẫu thử nghiệm.

Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu nước mặt trước khi tiến hành thí nghiệm.

TT	Thông số	Đơn vị	Kết quả	QCVN 08:2015/BTNMT	QCVN 02:2009/BYT
1	pH	-	7,1	6÷8,5	6÷8,5
2	Tổng chất rắn lơ lửng	mg/l	80	20	-
3	Nhu cầu oxi hóa học	mg/l	106	10	-
4	Coliform	MPN/100 ml	1533	2500	50



Hình 2. Giá trị nồng độ TSS, COD khi thay đổi nồng độ chùm ngây (ĐV: đầu vào; ĐC: đối chứng).



Hình 3. Số lượng Coliform khi thay đổi nồng độ chum ngây.

Theo một nghiên cứu khác của Madsen và cộng sự (Madsen et al., 1987) cho rằng, vật liệu hạt M. Oleifera như một chất keo tụ giúp làm giảm vi khuẩn từ 90÷99% bao gồm *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella sonnet*, *Streptococcus faecalis* và *Clostridium perfringens*. Đối với tính kháng khuẩn của bột hạt chum ngây cũng được tác giả Delelegn et al. (2018) thực nghiệm khi sử dụng chúng trong xử lý nước sông Angereb và Shinta thuộc Ethiopia. Kết quả cho thấy chất keo tụ này giúp giảm vi khuẩn gây bệnh trong nước tại sông Angereb đạt 97,2% và sông Shinta đạt 97,5%.

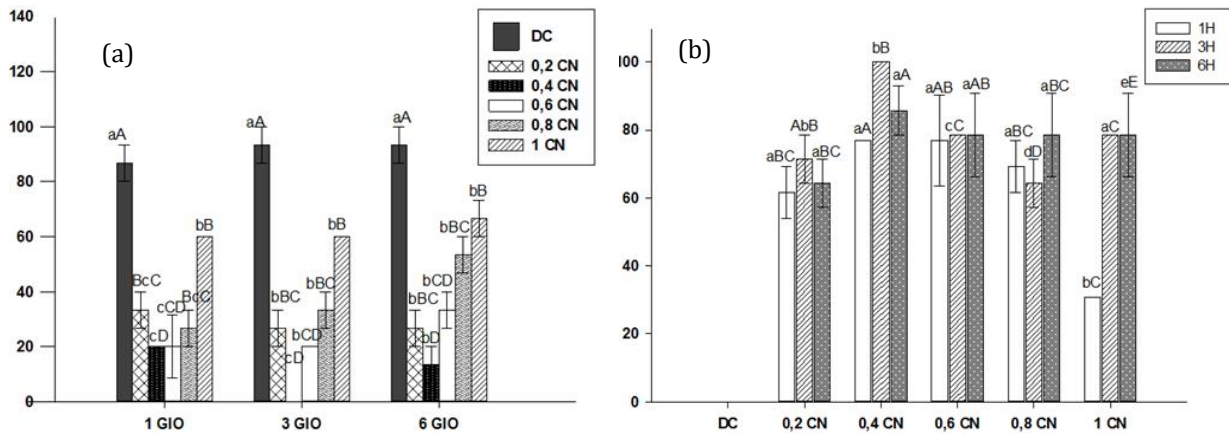
3.3. Ảnh hưởng của thời gian lắng đến khả năng loại bỏ chất ô nhiễm trong mẫu nước

Thí nghiệm được thực hiện với các mức khối lượng bột hạt chum ngây bổ sung lần lượt từ 0,2÷1,0 g/l. Mẫu đối chứng là mẫu nước sông nhưng không thêm chất keo tụ và được tiến hành song song cùng mẫu thật. Thời gian lắng lần lượt là 1 giờ, 3 giờ, 6 giờ. Sự thay đổi khối lượng chất keo tụ và hiệu suất loại bỏ TSS, COD, Coliform trong nước theo thời gian được trình bày trong các Hình 4, 5 dưới đây.

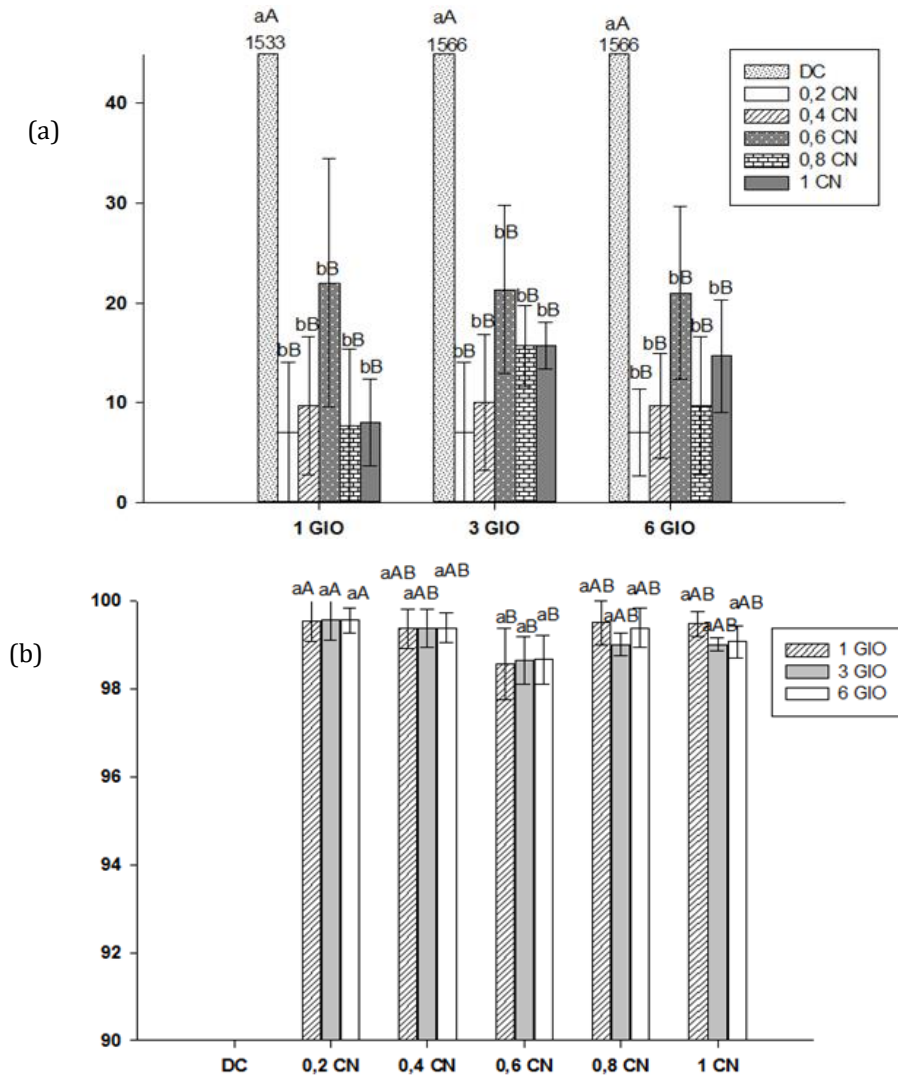
Nồng độ TSS trong mẫu DC qua từng khoảng thời gian không có sự thay đổi nhiều dao động từ 86,7÷93,3 mg/l. Mẫu bổ sung 0,2 g bột hạt chum ngây (0,2 CN) có xu hướng giảm dần theo thời gian thử nghiệm từ 1 đến 3 giờ lần lượt là 33,3 mg/l và 26,7 mg/l và không tăng đến 6 giờ. Trong các mẫu có bổ sung 0,6÷1,0 g bột hạt chum ngây (0,6÷1 CN) giá trị TSS có xu hướng tăng dần qua các khoảng

thời gian tuy không có sự khác biệt nhiều về mặt thống kê. Nhìn chung, khi bổ sung 0,4 g bột hạt chum ngây hiệu suất xử lý TSS đạt hiệu quả cao trên 76,9% (Hình 4).

Trong nước sông, số lượng Coliform tuy không vượt quy chuẩn chất lượng nước mặt song ở một số vùng nông thôn nguồn nước mặt vẫn được người dân sử dụng trực tiếp cho sinh hoạt, ăn uống hằng ngày. Do đó, việc hạn chế đến mức thấp nhất vi sinh có trong nước đang là một vấn đề được quan tâm. Theo kết quả của nghiên cứu này, khi bổ sung bột hạt chum ngây hiệu suất xử lý thông số Coliform đạt từ 97,5÷99,4% (Hình 5). Kết quả này được lý giải là do hạt M. Oleifera chứa số lượng đáng kể protein hòa tan trong nước mang điện tích dương. Khi bột hạt mịn được thêm vào nước, protein tạo ra các điện tích dương hoạt động như nam châm và thu hút các hạt tích điện âm (như đất sét, bùn, vi khuẩn và các hạt độc hại khác trong nước) giúp giảm TSS trong nước. (Sutherland et al., 1990; Futi et al., 2011). Đồng thời vi khuẩn trong nước thường được gắn với các hạt rắn, do đó quá trình tạo bông TSS cũng giúp giảm Coliform trong mẫu thí nghiệm. Tuy nhiên, nếu sử dụng nhiều bột hạt chum ngây trong thời gian 3 giờ, 6 giờ có xu hướng tăng số lượng Coliform từ 12÷23 MPN/100 ml. Cũng theo nghiên cứu của Madsen et al. (1987) đã chỉ ra rằng hiệu suất xử lý đạt cao nhất trong vòng 1÷2 giờ tiến hành thí nghiệm, nếu sau 24 giờ sẽ có sự tái sinh mật độ vi khuẩn tuy nhiên không phải các dòng vi khuẩn dịch tả.



Hình 4. (a) Nồng độ TSS, mg/l; (b) Hiệu suất xử lý TSS, % của bột hạt chùm ngây. (CN: chùm ngây; DC: đối chứng).



Hình 5. (a) Số lượng, MPN/100ml; (b) Hiệu suất xử lý, % làm giảm Coliform bằng bột hạt chùm ngây. Những cột trong cùng thí nghiệm có ký tự (A,B,C) giống nhau thì không khác biệt nhau về ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và ngược lại; Những cột trong cùng một giờ có ký tự (a, b, c) giống nhau thì không có sự khác biệt nhau về ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$; dựa vào kiểm định Duncan) và ngược lại.

Kết quả nghiên cứu này cho thấy khả năng xử lý một số thông số như TSS, COD, Coliform của bột hạt chùm ngây trong nguồn nước mặt. Hiệu suất xử lý đạt cao nhất với 85,7% TSS, 81,5% COD và 99,4% Coliform khi bổ sung 0,4 g/l bột hạt chùm ngây. Bột hạt chùm ngây có thể thay thế phèn nhôm để xử lý nước cho sinh hoạt và giảm bớt tác hại của chất keo tụ hóa học đến sức khỏe con người.

4. Kết luận

Từ những thập niên 80, chùm ngây đã được quan tâm nghiên cứu sử dụng làm vật liệu xử lý nước ở các quốc gia trên thế giới. Kết quả nghiên cứu này đã góp phần ghi nhận hạt chùm ngây có khả năng keo tụ các chất lơ lửng trong nước và lưu giữ vi khuẩn trong khoảng thời gian nhất định với hiệu suất giảm TSS đạt 85,7%, COD đạt 81,5% và Coliform đạt 99,54% khi nồng độ chùm ngây là 0,4 g/l. Hiện nay ở Việt Nam, chùm ngây là một loại cây được trồng khá phổ biến tại một số địa phương, điều này cũng hứa hẹn đây là phương pháp phù hợp để cung cấp nguồn nước tương đối sạch cho cộng đồng nông thôn với chi phí thấp, thân thiện với môi trường.

Lời cảm ơn

Công trình nghiên cứu được hoàn thành nhờ sự hỗ trợ của Trung tâm phân tích Hóa học, Trường Đại học Đồng Tháp.

Tài liệu tham khảo

- Alo M. N., Anyim, C., and Elom, M., (2012). Coagulation and Antimicrobial Activities of *Moringa oleifera* Seed Storage at 3°C Temperature in Turbid Water, *Advances in Applied Science Research* 3 (2). 887 - 894.
- Amagloh F. K., and Amos Benang, (2009). Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. *African Journal of Agricultural Research* 4(1). 119 - 123.
- Bakar, C., Karaman, H. I. O., Baba, A., Sengunalp, F., (2010). Effect of High Aluminum Concentration in Water Resources on Human Health, Case Study: Biga Peninsula, Northwest Part of Turke. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 58(4). 935- 944.

Bộ tài nguyên môi trường, (2018). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia, chuyên đề môi trường nước các lưu vực sông, Hà Nội.

Bratby, J., (2006). Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment. *IWA Publishing*, 2nd Ed., UK.

Delele, A., Sahile, S., & Husen, A., (2018). Water purification and antibacterial efficacy of *Moringa oleifera* Lam. *Agriculture & Food Security*. 7(1). doi: 10.1186/s40066 - 018 - 0177 - 1.

Đào Minh Trung, Bùi Thị Thu Hương, Ngô Kim Định, Nguyễn Võ Chu Ngân, (2016). Hiệu quả cải thiện chất lượng nước thải chế biến thủy sản bằng một số chất trợ keo tụ chiết xuất từ thực vật. *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ* 19 (T6), 267 - 278.

Edzwald, J. K., (1999). Water quality and treatment: a handbook of community water supplies. *McGraw Hill Publishing*, 5th Ed., American Water Works Association (AWWA), New York.

Effendi H., Sari R. D., Hasibuan S., (2015). *Moringa oleifera* as coagulant for batik effluent treatment. A paper presented at IAIA 15 (International Association for Impact Assessment) conference. 20 - 23. Florence. Italy.

Futi, A. P., Oteino, W. S., Acholla, O. J., Oteino, W. A., Ochieng, O. S. and Mukisira, M. C., (2011). Harvesting Surface Rainwater - Purification Using *Moringa oleifera* Seed Extracts and Aluminum Sulfate. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 3, 102 - 112.

Ghebremichael K. A., K. R. Gunaratna, H. Henriksson, H. Brumer, and G. Dalhammar, (2005). A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed. *Water Research* 39 (11). 2338 - 2344.

Grabow W. O. K., Slabert J. L., Morgan W. S. G., Jahn S. A. A., (1985). Toxicity and mutagenicity evaluation of water coagulated with *Moringa Oleifera* seed preparation using fish, protozoan, bacterial, enzyme and Ames Salmonella assays, *Water S. A.*, 11(1) 9 - 14.

Kansal S. K., Kumari A., (2014). Potential of M.

- oleifera for the treatment of water and wastewater. *Chemical Reviews* 114(9). 4993 - 5010.
- Kazil, T. and Virupakshi, A., (2013). Treatment of tannery wastewater using natural coagulants. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering, and Technology* 2(8). 4061 - 4068.
- Madsen, M., Schlundt, J., and El Fadil E. Omerf, (1987). Effect of water coagulation by seeds of *Moringa oleifera* on bacterial concentrations. *The Journal of tropical medicine and hygiene* 90(3). 101 - 109.
- Milind R. Gidde, Anand R. Bhalerao, Chetan N. Malusare, (2012). Comparative Study of Different Forms of *Moringa oleifera* Extracts for Turbidity Removal. *International Journal of Engineering Research and Development* 2(1). 14 - 21.
- Muyibi, S. A., Abbas, S. A., Noor, M. J. M. M., Ahmadon, F. R., (2003). Enhanced coagulation efficiency of *Moringa oleifera* seeds through selective oil extraction. *IIUM Engineering Journal* 4(1). 1 - 11.
- Nancy Jotham Marobhe, (2013). Effectiveness of crude extract and purified protein from *Vigna unguiculata* seed in purification of charco dam water for drinking in Tanzania. *International Journal of Environmental Sciences* 4(3). 259 - 273.
- Ndabigengesere, A. and Narasiah, K. S., 1998. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds. *Water Research* 32(3). 781 - 791.
- Ndabigengesere, A., Narasia, K. B., and Tolbot, B. G., (1995). Active agents and Mechanisms of coagulation of turbid waters using *Moringa Oleifera*. *Wat. Res.* 29(2). 703 - 710.
- Ngô Thị Lan Phương, (2008). Giáo trình cấp thoát nước. Nhà xuất bản Đại học Bách khoa Hà Nội.
- Nguyễn Thị Thu Thủy, (2006). Xử lý nước cấp sinh hoạt và công nghiệp. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- Okuda, T., Baes, A. U., Nishijima, W., and Okada, M., (1999). Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleifera* seeds. *Water Research* 33 (15). 3373 - 8.
- Shahzad. M. A. Basra, Z., Iqbal, Khalil ur Rehman, Hafeez Ur Rehman and M. F. Ejaz, (2014). Time Course Changes in pH, Electrical Conductivity and Heavy Metals (Pb, Cr) of Wastewater Using *Moringa oleifera* Lam. Seed and Alum, a Comparative Evaluation. *University of Agriculture* 12. 560 - 567.
- Sutherland, J. P., Folkard, G. K., Grant W. D., (1990). Natural coagulants for appropriate water treatment: a novel approach. *Waterlines* 8:30 - 32.
- Trịnh Xuân Lai, (2004). Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp. Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội.