



# ẢNH HƯỞNG CỦA SIÊU ÂM CÔNG SUẤT ĐẾN KHẢ NĂNG XỬ LÝ KHUẨN *VIBRIO* SPP.

Nguyễn Văn Cường, Nguyễn Thị Xuân Thảo,  
Trương Văn Chương, Lê Quang Tiến Dũng\*

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 77 Nguyễn Huệ, Huế, Việt Nam

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng siêu âm công suất để xử lý khuẩn *Vibrio* spp. Các kết quả đã chỉ ra rằng sử dụng siêu âm công suất 150 W tần số 26 kHz có khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp. khá hiệu quả. Mặt khác, khi kết hợp siêu âm công suất 150 W tần số 26 kHz, với tác nhân oxy hóa  $H_2O_2$  thì hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. được nâng cao đáng kể.

**Từ khóa:** siêu âm công suất, *Vibrio* spp.,  $H_2O_2$ , xử lý khuẩn

## 1 Giới thiệu

Nước rất cần thiết cho sự sống của con người cũng như các sinh vật khác trên trái đất. Với sự bùng phát dân số như hiện nay và các hoạt động công nghiệp đã làm các nguồn nước ngày càng ô nhiễm; trong đó, nhiễm khuẩn là một trong những vấn đề nghiêm trọng. Bất kỳ quy trình khử trùng nước nào đều có một số hạn chế như chi phí cao, không hiệu quả để loại bỏ một số chất gây ô nhiễm, các vấn đề về vận hành và tạo ra các chất gây ô nhiễm thứ cấp độc hại [1]. Chẳng hạn, tác nhân khử trùng thường được sử dụng trong các nhà máy nước uống và xử lý nước thải là clo và các hợp chất liên quan của nó như hypochlorit natri, hypochlorit canxi và c dioxit clo bởi vì cho đến nay các hợp chất của clo là những chất khử trùng được sử dụng rộng rãi nhất. Tuy nhiên, trong những năm 1970, clo được phát hiện rằng nó phản ứng với các chất hữu cơ tự nhiên trong nước và nước thải để tạo thành sản phẩm phụ (DBPs) không mong muốn. Trong số này, các sản phẩm trihalometane (THMs) và các axit haloaxetic là hai sản phẩm phụ nguy hiểm nhất ảnh hưởng đến sức khỏe con người kể từ khi chúng được xem là có khả năng gây ung thư và gây đột biến gen [1]. Nhược điểm này đã nhấn mạnh sự cần thiết để tìm ra chất khử trùng thay thế và công nghệ xử lý mới. Một trong những công nghệ đổi mới đã được sử dụng để cải thiện các quy trình khử trùng nước là ứng dụng siêu âm công suất có tần số  $\geq 20$  kHz.

Trong những năm gần đây, các nhà khoa học trong và ngoài nước tập trung nghiên cứu ứng dụng siêu âm công suất để khử trùng nước và nước thải cũng như nghiên cứu siêu âm công suất kết hợp với các phương pháp truyền thống khác để tăng hiệu quả khử trùng nước [1]. Năm 2002, Mason dùng siêu âm tần số 27 kHz, công suất 300 W để xử lý khuẩn *B. subtilis* hiệu suất đạt 96% sau 60 phút xử lý [2]. Năm 2003, Mason và Joyce nghiên cứu siêu âm (40 kHz) kết hợp với điện phân tiêu diệt 100% khuẩn *Klebsiella pneumonia* sau 15 phút xử lý [3]. Năm 2005,

\* Liên hệ: [lequangtiendung@gmail.com](mailto:lequangtiendung@gmail.com)

Dadjour kết hợp siêu âm (39 kHz, 200 W) với 1 mg/L TiO<sub>2</sub> tiêu diệt 98% khuẩn *E. coli* sau 30 phút xử lý [4]. Năm 2007, Paleologou sử dụng siêu âm (24 kHz, 160 W) tiêu diệt 92,3 % khuẩn *E. coli*, khi kết hợp với 25 mg/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tiêu diệt được 99,99% khuẩn *E. coli* sau 120 phút xử lý [5]. Năm 2009, Mutiarani sử dụng siêu âm với công suất 60 W, tần số 28 kHz để giảm thiểu độ đục của nước đến 76% [6]. Năm 2010, Shimizua dùng siêu âm (36 kHz, 200 W) tiêu diệt được 18% khuẩn *Legionella*, khi kết hợp với TiO<sub>2</sub> tiêu diệt được 97% khuẩn *Legionella* sau 30 phút xử lý [7]. Năm 2011, Qiu nghiên cứu kết hợp siêu âm với tử ngoại (UV) để xử lý *Microcystins* từ nước bị ô nhiễm; kết quả là 100% *Microcystins* bị tiêu diệt sau 120 phút xử lý ở tần số 20 kHz [8]. Năm 2012, Trương Văn Chương và cộng sự sử dụng siêu âm tần số 35–50 kHz để xử lý tảo và bọt gây muối trong nước với kết quả 100% tảo lam bị tiêu diệt sau 5 phút xử lý và 100% bọt gây muối bị tiêu diệt sau 5 giây xử lý. Năm 2013, Bazyar Lakeh kết hợp hệ thống siêu âm với tia tử ngoại gần (UV-C) để loại bỏ các tác nhân gây bệnh như virus, vi khuẩn và nấm trong các cơ sở nuôi trồng thủy sản [9]. Các kết quả nghiên cứu trên cho thấy sử dụng công nghệ siêu âm và siêu âm kết hợp với các phương pháp truyền thống khác để khử trùng nước không những nâng cao hiệu quả xử lý khuẩn và tảo mà còn thân thiện với môi trường.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu về khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp. bằng siêu âm công suất 150 W hoạt động ở tần số 26 kHz và bằng siêu âm công suất đó khi kết hợp với H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Kết quả cho thấy siêu âm công suất có khả năng xử lý khuẩn khá hiệu quả, đặc biệt khi kết hợp với tác nhân oxi hóa.

## 2 Thực nghiệm và kết quả

### 2.1 Chuẩn bị khuẩn *Vibrio* spp. và nghiên cứu hiệu suất xử lý khuẩn

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mẫu nước được lấy từ các ao và hồ nuôi tôm ở Điền Hương, huyện Phong Điền, Thừa Thiên Huế, sau đó tiến hành sinh khối khuẩn *Vibrio* spp. có trong mẫu nước. Các mẫu nước trước và sau khi xử lý bằng siêu âm công suất sẽ được tiến hành cấy khuẩn lên các đĩa thạch TCBS (Thiosulphate citrate bile salt agar). Thạch TCBS là một loại môi trường chọn lọc được sử dụng trong các phòng thí nghiệm vi sinh để phân lập và nuôi cấy vi khuẩn *Vibrio* spp. Các mẫu trước và sau xử lý được lấy đều 2 μL rồi cấy lên các đĩa thạch tương ứng. Các đĩa sau khi cấy được ủ trong tủ ấm ở nhiệt độ 35–37 °C, sau 18–24 giờ tiến hành đọc kết quả. Công thức tính mật độ khuẩn lạc *Vibrio* spp. trong mẫu là

$$M = \frac{A}{a}$$

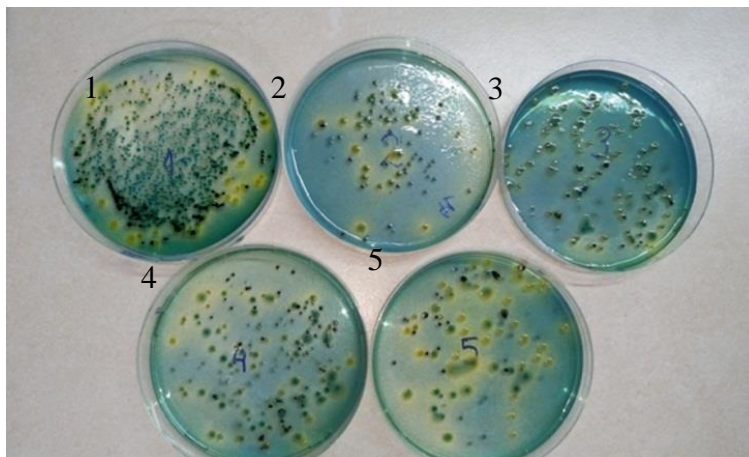
trong đó  $M$  là mật độ khuẩn cần tìm (CFU/mL),  $A$  là số khuẩn lạc đếm được trên đĩa,  $a$  là nồng độ mẫu nước cấy lên đĩa. Hiệu suất xử lý khuẩn được tính như sau

$$H = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100\%$$

trong đó  $H$  là hiệu suất (%),  $M_1$  là mật độ khuẩn mẫu đối chứng (mẫu chưa xử lý) và  $M_2$  là mật độ khuẩn mẫu đã xử lý.

## 2.2 Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của siêu âm công suất đến khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp. theo thể tích

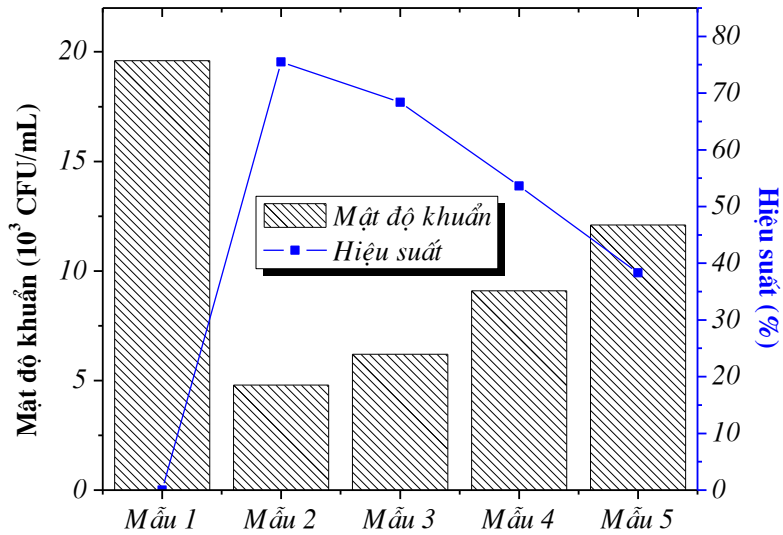
Sử dụng thiết bị siêu âm công suất 150 W tần số 26 kHz để xử lý khuẩn *Vibrio* spp. trong thời gian 5 phút. Quá trình xử lý vi khuẩn *Vibrio* spp. được khảo sát theo thể tích tăng dần từ 150 mL đến 300 mL. Hình 1, Bảng 1, và Hình 2 cho thấy hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. giảm dần khi tăng thể tích mẫu nước, tương ứng với 38,3 và 75,5% ở thể tích 300 và 150 mL.



**Hình 1.** Khuẩn lạc *Vibrio* spp. trên đĩa TCBS của mẫu trước và sau khi xử lý siêu âm công suất 150 W, tần số 26 kHz với các thể tích khác nhau: (1) đối chứng, (2) 150 mL, (3) 200 mL, (4) 250 mL, (5) 300 mL

**Bảng 1.** Kết quả xử lý khuẩn *Vibrio* spp. khảo sát theo thể tích

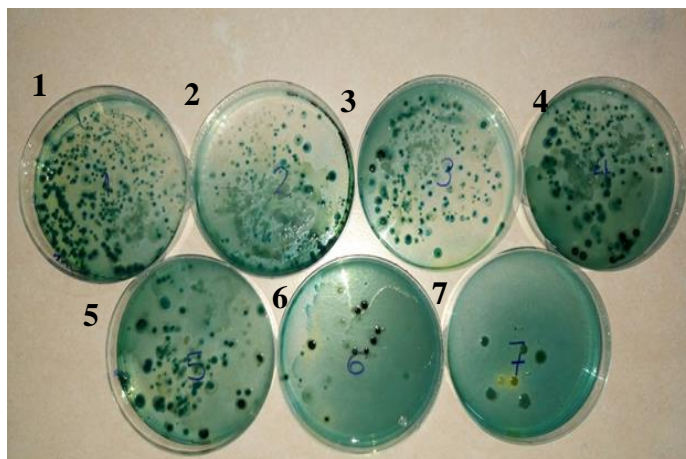
Mẫu (cấy 0,02 mL)	Số lượng khuẩn lạc (khuẩn)	Mật độ khuẩn (10 <sup>3</sup> CFU/mL)	Hiệu suất (%)
1. Đối chứng	338	19,6	0
2. V = 150 mL	96	4,8	75,5
3. V = 200 mL	124	6,2	68,4
4. V = 250 mL	182	9,1	53,6
5. V = 300 mL	241	12,1	38,3



Hình 2. Đồ thị biểu diễn mật độ khuẩn và hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. theo thể tích

**2.3 Nghiên cứu ảnh hưởng của siêu âm công suất đến khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp. theo thời gian tác động siêu âm**

Sử dụng siêu âm công suất 150 W tần số 26 kHz, để xử lý khuẩn *Vibrio* spp. trong 100 mL nước hồ tôm. Quá trình xử lý khuẩn *Vibrio* spp. được khảo sát trong khoảng thời gian từ 10 giây đến 300 giây.

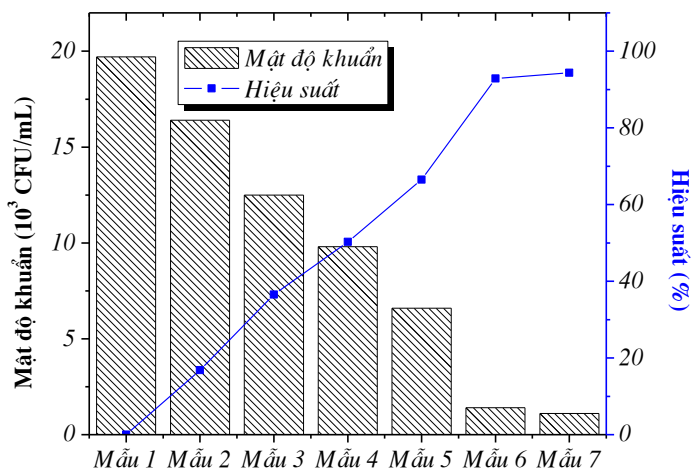


Hình 3. Khuẩn lạc *Vibrio* spp. trên đĩa TCBS của mẫu trước và sau khi xử lý siêu âm công suất 150 W, tần số 26 kHz với thời gian tác động siêu âm khác nhau: (1) mẫu đối chứng, (2) 10 giây, (3) 20 giây, (4) 60 giây, (5) 120 giây, (6) 180 giây, (7) 300 giây

Kết quả ở Hình 3, Bảng 2, và Hình 4 cho thấy hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. tăng đáng kể khi tăng thời gian xử lý mẫu nước từ 10 giây đến 300 giây với cùng một thể tích mẫu cố định 100 mL. Hiệu suất xử lý khuẩn khi xử lý siêu âm công suất trong 10 giây đạt 16,8%, tăng dần thời gian xử lý đến 300 giây thì hiệu suất xử lý khuẩn đạt đến 94,4%.

**Bảng 2.** Kết quả xử lý khuẩn *Vibrio* spp. khảo sát theo thời gian

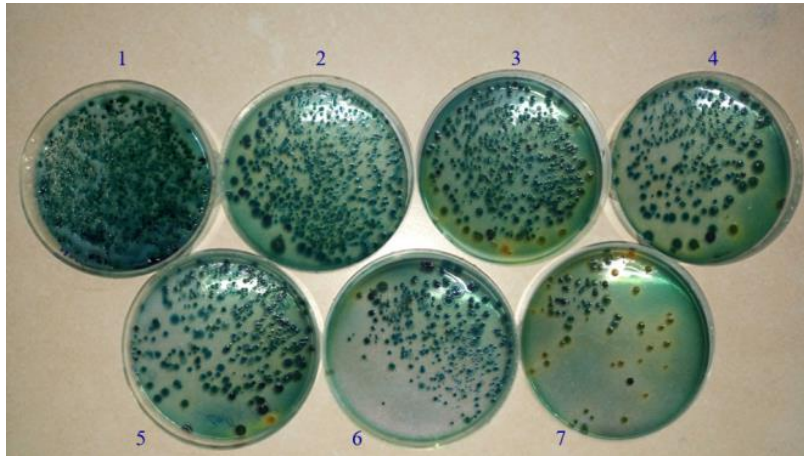
Mẫu (cấy 0,02 mL)	Số lượng khuẩn lạc (khuẩn)	Mật độ khuẩn (10 <sup>3</sup> CFU/mL)	Hiệu suất (%)
1. Đối chứng	393	19,7	0
2. t = 10 giây	327	16,4	16,8
3. t = 60 giây	250	12,5	36,5
4. t = 120 giây	195	9,8	50,3
5. t = 180 giây	132	6,6	66,5
6. t = 240 giây	27	1,4	92,9
7. t = 300 giây	21	1,1	94,4



**Hình 4.** Đồ thị biểu diễn mật độ khuẩn và hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. theo thời gian

#### 2.4 Nghiên cứu ảnh hưởng nồng độ của H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> đến khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp

Quá trình xử lý khuẩn *Vibrio* spp. được khảo sát theo nồng độ của H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Cho từ từ lượng H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vào các mẫu chứa 100 mL khuẩn *Vibrio* spp. theo nồng độ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tăng dần từ 5 ppm đến 50 ppm.

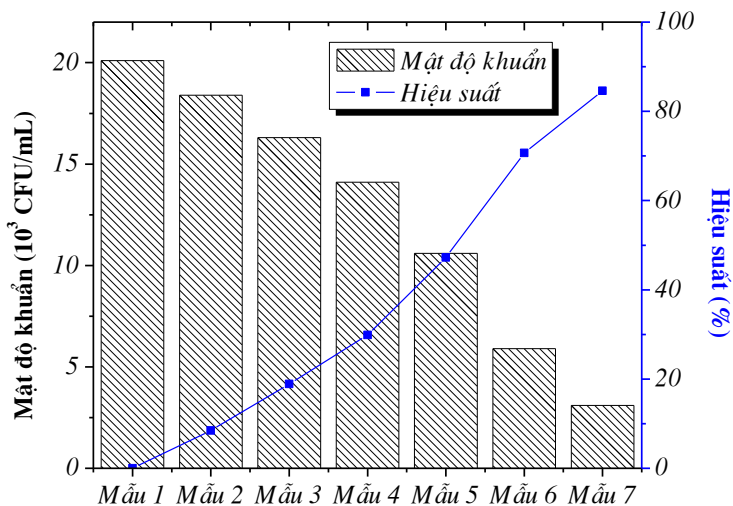


**Hình 5.** Khuẩn lạc *Vibrio* spp. trên đĩa TCBS của mẫu trước và sau khi xử lý bằng H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> với nồng độ khác nhau nhau: (1) mẫu đối chứng, (2) 5 ppm, (3) 10 ppm, (4) 20 ppm, (5) 30 ppm, (6) 40 ppm, (7) 50 ppm

**Bảng 3.** Kết quả xử lý khuẩn *Vibrio* spp. theo nồng độ của H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Mẫu (cấy 0,02 mL)	Số lượng khuẩn lạc (khuẩn)	Mật độ khuẩn (10 <sup>3</sup> CFU/mL)	Hiệu suất (%)
1. Đối chứng	402	20,1	0
2. 5 ppm	368	18,4	8,46
3. 10 ppm	325	16,3	18,91
4. 20 ppm	281	14,1	29,85
5. 30 ppm	211	10,6	47,26
6. 40 ppm	118	5,9	70,65
7. 50 ppm	62	3,1	84,58

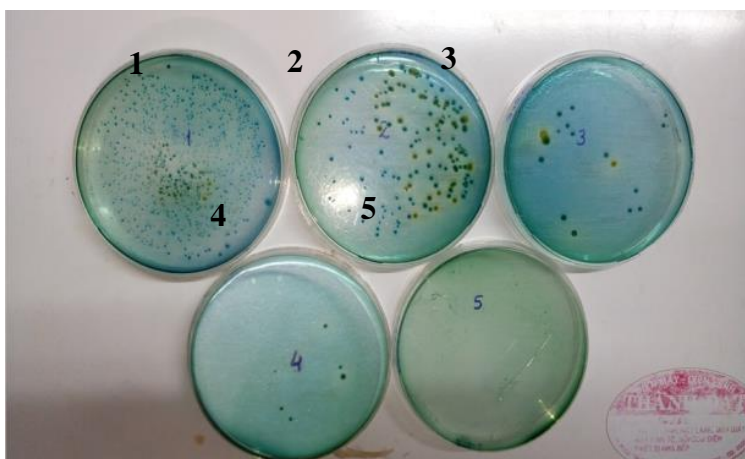
Từ Hình 5, Bảng 3, Hình 6 chúng ta nhận thấy H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> là một chất oxi hóa mạnh nên có khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp. rất tốt; khi tăng nồng độ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> thì hiệu suất xử lý khuẩn tăng lên đáng kể. Kết quả cho thấy khi sử dụng H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> với nồng độ 5 ppm, hiệu suất xử lý khuẩn chỉ đạt 8,46%, trong khi đó tăng nồng độ của H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> đến 40 ppm thì hiệu suất tăng 70,65%; ở nồng độ 80 ppm thì hiệu suất đạt 84,58%.



Hình 6. Đồ thị biểu diễn mật độ khuẩn và hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. theo nồng độ của  $H_2O_2$

## 2.5 Nghiên cứu ảnh hưởng của siêu âm công suất kết hợp với $H_2O_2$ đến khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp.

Sử dụng siêu âm công suất tần số 26 kHz, công suất 150 W kết hợp với dung dịch  $H_2O_2$  để xử lý *Vibrio* spp. trong nước hồ tôm. Tiến hành cho dung dịch  $H_2O_2$  với các nồng độ tăng dần từ 10 ppm đến 40 ppm vào các mẫu nước với thể tích 100 mL chứa khuẩn *Vibrio* spp. Kết hợp siêu âm công suất để xử lý khuẩn *Vibrio* spp. Khảo sát theo thời gian cố định 60 giây.

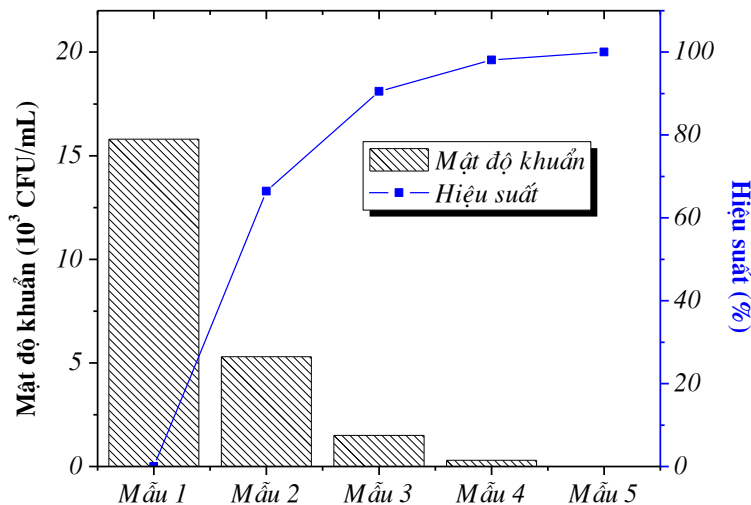


Hình 7. Khuẩn lạc *Vibrio* spp. trên đĩa TCBS của mẫu trước và sau khi xử lý bằng  $H_2O_2$  với các nồng độ khác nhau kết hợp với siêu âm: (1) mẫu đối chứng, (2) 10 ppm, (3) 20 ppm, (4) 30 ppm, (5) 40 ppm



**Bảng 4.** Kết quả xử lý khuẩn *Vibrio* spp. khi siêu âm kết hợp với H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Mẫu (cấy 0,02 mL)	Số lượng khuẩn lạc (khuẩn)	Mật độ khuẩn (10 <sup>3</sup> CFU/mL)	Hiệu suất (%)
1. Đối chứng	316	15,8	0
2. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + US: 10 ppm	106	5,3	66,46
3. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + US: 20 ppm	29	1,5	90,51
4. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + US: 30 ppm	6	0,3	98,10
5. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + US: 40 ppm	0	0	100



**Hình 8.** Đồ thị biểu diễn mật độ khuẩn và hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. khi kết hợp siêu âm với H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Từ kết quả Hình 7, Bảng 4, và Hình 8 chúng ta nhận thấy khi kết hợp siêu âm công suất với H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> có nồng độ 10 ppm, tiến hành xử lý trong 60 giây hiệu suất đạt 66,46% và khi tăng nồng độ lên đến 40 ppm thì hiệu suất xử lý khuẩn đạt 100%. So với kết quả nếu chỉ sử dụng H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tại nồng độ 40 ppm thì hiệu suất chỉ đạt 70,65%. Từ đó chúng ta có thể thấy rằng siêu âm với hiệu ứng sinh lỗ hổng với nhiệt độ cao, áp suất cao xảy ra trong môi trường có kết hợp với H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> giúp tăng cường sự phân tán của các gốc oxy hóa cao như OH<sup>•</sup> và OH<sub>2</sub> và oxy nguyên tử vào nước, làm tăng quá trình xử lý khuẩn, nâng cao hiệu suất xử lý khuẩn. Kết quả cho thấy khi kết hợp siêu âm công suất với H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hiệu suất xử lý khuẩn được tăng lên đáng kể và sự kết hợp này giúp giảm được lượng hóa chất H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> đưa vào.



### 3 Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy siêu âm công suất có khả năng xử lý khuẩn *Vibrio* spp., nhưng hiệu suất xử lý khuẩn của siêu âm công suất đơn thuần thực sự chưa cao. Khi kết hợp siêu âm công suất với  $H_2O_2$  thì hiệu suất xử lý khuẩn *Vibrio* spp. được nâng cao đáng kể. Chúng tôi hy vọng rằng khi kết hợp siêu âm công suất với các tác nhân oxy hóa khác như  $H_2O_2$  sẽ là phương pháp nâng cao hiệu quả xử lý khuẩn trong môi trường nước. Điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong quá trình xử lý khuẩn nước thải nói chung cũng như trong việc xử lý nước ở các ao, hồ nuôi trồng thủy sản nói riêng.

### Lời cảm ơn

Công trình này được thực hiện với sự tài trợ kinh phí từ đề tài NCKHCN cấp cơ sở – Trường ĐH Khoa Học – Đại học Huế.

### Tài liệu tham khảo

1. Naddeo V, Cesaro A, Belgiorno V (2014), Water and wastewater disinfection by Ultrasound irradiation – A critical review, *Global NEST Journal*, Vol 16, No 3, 561–577.
2. Dadjour M. F., Ogino C., Matsumura S. and Shimizu N. (2005), Kinetics of disinfection of *Escherichia coli* by catalytic ultrasonic irradiation with  $TiO_2$ , *Biochemical Engineering Journal*, 25, 243–248.
3. Mason T. J., Joyce E., Phull S. S. and Lorimer J. P. (2003), Potential uses of ultrasound in the biological decontamination of water, *Ultrasonics Sonochemistry*, 10, 319–323.
4. Mason T. J. and Peters D. (2002), *Practical Sonochemistry: Power Ultrasound and Applications*, Second Edition, Horwood, Chichester, England.
5. Paleologou A., Marakas H., Xekoukoulotakis N. P., Moya A., Vergara Y., Kalogerakis N., Gikas P. and Mantzavinos D. (2007), Disinfection of water and wastewater by  $TiO_2$  photocatalysis, sonolysis and UV–C irradiation, *Catalysis Today*, 129, 136–142.
6. Mutiarani, Irsyad M., Trisnobudi A. 2009. Ultrasonic Irradiation in Decreasing Water Turbidity. <http://www.ftsl.itb.ac.id/.../PE-EM3-MUTIARANI-15305035-EDIT.pdf>
7. Shimizua N., Ninomiya N., Ogino C., et al. (2010), Potential uses of titanium dioxide in conjunction with ultrasound for improved disinfection, *Biochemical Engineering Journal*, 48: 416–423.
8. Qiu Y. J., Yang F., Rong F., et al. (2011), *Degradation of Microcystins by UV in the Presence of Low Frequency and Power Ultrasonic Irradiation*, Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), Third International Conference.
9. Bazyar Lakeh A. A., Kloas W., Jung R., Ariav R. and Knopf K. (2013), Low-frequency ultrasound and UV–C for elimination of pathogens in recirculating aquaculture systems, *Ultrasonics Sonochemistry*, 20, 1211–1216.

## EFFECT OF POWER ULTRASOUND ON *VIBRIO* SPP. DISINFECTION

Nguyen Van Cuong, Nguyen Thi Xuan Thao, Trương Văn Chương, Lê Quang Tiến Dũng\*

HU – University of Sciences, 77 Nguyen Hue, Hue, Vietnam

**Abstract:** This paper presents the results of the application of power ultrasound to disinfect *Vibrio* spp. The results showed that the 150 W power ultrasound with a frequency of 26 kHz can disinfect *Vibrio* spp. quite effectively. On the other hand, the combination of the ultrasound (26 kHz, 150 W) and the oxidizing agent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> can significantly improve *Vibrio* spp. disinfection.

**Keywords:** power ultrasound, *Vibrio* spp., H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, disinfection