

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ TỚI KHẢ NĂNG XỬ LÝ COD TRONG NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP NHIỄM MẶN CỦA VI KHUẨN *HALOPHILIC SP.*

STUDY ON EFFECT FACTORS AFFECT COD REMOVAL CAPACITY IN SALINE WASTEWATER OF *HALOPHILIC BACTERIA*

Nguyễn Thủy Chung¹, Tô Thị Đức Hạnh², Nguyễn Xuân Bình³, Đinh Quang Hưng¹, Vũ Ngọc Thủy¹, Bùi Ngọc Hương¹, Vũ Thùy Dung¹, Nguyễn Kim Anh¹

TÓM TẮT

Ứng dụng công nghệ vi sinh để xử lý nước thải nhiễm mặn là một hướng đi mới tiếp cận công nghệ để xử lý vấn đề môi trường trong cuộc sống. Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá một số các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình sinh trưởng của chủng vi khuẩn chịu mặn *Halophillic sp.* nhằm xử lý COD trong nước thải nhiễm mặn của nhà máy chế biến nước mắm và các sản phẩm từ mắm. Kết quả nghiên cứu cho thấy loại vi khuẩn Halophillic cho kết quả xử lý rất tốt đối với thông số COD, trong các điều kiện khác nhau. Thí nghiệm tối ưu hoá điều kiện nuôi cấy vi khuẩn để đạt được mức sinh khối tốt nhất cho thấy tại nhiệt độ 30°C, pH 7.0 và độ muối 6% là những điều kiện tối ưu để xử lý COD đối với vi khuẩn *Halanaerobium lacruisei*. Thí nghiệm xử lý COD trong nước thải nhiễm mặn cho thấy khả năng xử lý của vi sinh vật này lên tới gần 85%, đảm bảo nước thải đầu ra đạt các yêu cầu về môi trường.

Từ khóa: Vi khuẩn chịu mặn, xử lý nước thải nhiễm mặn, COD.

ABSTRACT

Application of microbiological technology to treat saline wastewater is a new approach to technology to handle problems in life. The study evaluated a number of factors affecting the growth of *Halobacteria-tolerant bacteria* to treat COD in saline wastewater of fish sauce processing plants and fish sauce products. The results of the study showed that the studied *Halobacteria* showed very positive treatment results for COD, under different conditions. Experiments to optimize bacterial culture conditions show that at 30°C, pH 7.0 and 6% salinity are the optimal culture conditions for *Halanaerobium lacruisei* for treating COD. COD treatment experiments in saline wastewater showed that the ability of this microorganism to be processed is up to nearly 85%, ensuring that the effluent meets the environmental requirements.

Keywords: *Halobacteria*, wastewater treatment, COD removal.

¹Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Khoa Môi trường, Trường Đại học Phương Đông,

³Viện Khoa học và Công nghệ, Bộ Công an

*Email: chung.nguyenthuy@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/02/2020

Ngày nhận bài sửa sau phân biên: 10/3/2020

Ngày chấp nhận đăng: 24/4/2020

1. GIỚI THIỆU

Nước thải nhiễm mặn là một đối tượng khá đa dạng và phức tạp, nhưng có đặc điểm chung là có nồng độ muối cao, đòi hỏi những công nghệ xử lý đặc biệt. Trên thế giới, trong những năm gần đây đã có những công trình nghiên cứu liên quan đến chủ đề này, nhưng kỹ thuật kỵ khí và nghiên cứu quy mô pilot là những vấn đề ít được đề cập [1,2]. Riêng ở Việt Nam, dù đối tượng nghiên cứu là rất rõ ràng và đặt ra yêu cầu cấp bách nhưng chưa có công trình nghiên cứu nào về công nghệ xử lý nước thải nhiễm mặn được thực hiện trong những năm gần đây [5,6].

Nước thải công nghiệp nhiễm mặn thường sinh ra từ các nhà máy chế biến hải sản, muối hay sản xuất đồ hộp, rau quả, thuộc da, sản xuất hóa chất... Bên cạnh những chỉ số ô nhiễm đặc thù, loại nước thải này còn có độ mặn cao gần như nước biển từ 10 - 30% NaCl. Theo thông tin từ các nghiên cứu trước đó, diện tích nuôi tôm nước lợ tại Việt Nam là hơn 685.000 ha, sản lượng hơn 660.000 tấn và có hơn 500 nhà máy chế biến thủy sản trên toàn quốc. Chỉ tính riêng số lượng nước nhiễm mặn thải ra từ những hoạt động nuôi trồng, chế biến thủy sản từ nguồn này cũng đã là một con số rất lớn [6].

Trong môi trường nước thải nhiễm mặn hay nước thải có độ mặn cao, các vi sinh vật mất hoạt tính vì quá trình plasmolysis, làm cho các công nghệ sinh học xử lý nước thải truyền thống không hiệu quả [3,4]. Do đó, có rất ít phương pháp sử dụng vi sinh vật hiệu quả để xử lý nước thải nhiễm mặn. Tuy nhiên, đây lại là giải pháp hoàn toàn thân thiện với môi trường khi giải quyết các vấn đề ô nhiễm nước, nên trên thế giới và Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu nhằm phân lập vi sinh vật và tìm kiếm sơ đồ công nghệ sinh học phù hợp. Vì vậy, nghiên cứu thực hiện nghiên cứu ứng dụng công nghệ vi sinh để xử lý nước thải hữu cơ nhiễm mặn nhằm phân lập chủng vi sinh vật có sẵn tại Việt Nam có khả năng loại bỏ các chất hữu cơ và dinh dưỡng có trong nước thải bị nhiễm mặn, trên cơ sở đó xây dựng và

thử nghiệm một số quy trình công nghệ vi sinh có khả năng xử lý nước thải sinh hoạt/chăn nuôi/sản xuất nhằm một cách hiệu quả.

Để có thể phân lập được các VSV ưa mặn/chịu mặn trong thời gian ngắn và thu được lượng sinh khối đủ lớn, phù hợp với mục tiêu nghiên cứu và phát triển công nghệ, VSV được phân lập từ các nguồn bùn thải/ nước thải nhiễm mặn. Nghiên cứu đã phân lập, nuôi cấy và định danh. Trong môi trường nước, có những loài vi sinh vật cần muối ăn để tăng trưởng được gọi là các VSV *halophilic* [7,8,9]. Nồng độ muối nội bào của các VSV *halophilic* (ưa muối) và chịu muối (*halotolerant*) thường thấp và chúng duy trì một cân bằng thẩm thấu giữa dịch bào (*cytoplasm*) của chúng với môi trường bên ngoài bằng cách tích lũy ở hàm lượng cao các chất tan thẩm thấu hữu cơ khác nhau. Do đó, việc sử dụng các VSV chịu muối trong các hệ thống xử lý sinh học có thể là giải pháp loại bỏ chất hữu cơ trong nước thải nhiễm mặn [10].

Công nghệ bùn hoạt tính đã được ứng dụng tại Việt Nam, nghiên cứu về xử lý chất hữu cơ trong nước thải nhiễm mặn vẫn còn là vấn đề rất mới mẻ, tất cả các nghiên cứu mới chỉ thực sự được tiến hành trong một vài năm trở lại đây với những kết quả còn rất hạn chế [1,2]. Trong những nghiên cứu này, các nhà khoa học trong và ngoài quân đội đã thực hiện một số nghiên cứu về chủ đề này và đã phân lập, tuyển chọn các chủng vi sinh vật có khả năng phân hủy chất hữu cơ trong điều kiện nước mặn, thử hoạt tính proteinaza, đồng thời nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, pH ban đầu, nồng độ muối, nồng độ cơ chất... đến hoạt tính của các VSV này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị môi trường nuôi cấy vi sinh vật

2.1.1. Chuẩn bị môi trường

Tiến hành nuôi cấy vi sinh vật trên môi trường thạch agar được lọc qua giấy lọc. Điều chỉnh pH của môi trường bằng dung dịch HCl 10% hoặc NaOH 10%. Thí nghiệm đun cho môi trường hóa lỏng, một tay giữ dụng cụ chứa môi trường tay còn lại kẹp nút bông và kéo ra sau đó nhanh tay đổ môi trường vào dụng cụ và đậy nút bông lại. Sau đó, nhanh chóng khử trùng môi trường nuôi cấy, làm thạch nghiêng và đổ thạch vào đĩa petri. Ngay sau khi khử trùng môi trường và môi trường chưa đông đặc, đặt ống nghiệm có môi trường lên giá đặt nghiêng và không được để môi trường chạm vào nút bông. Giữ cho đến khi môi trường đông đặc. Yêu cầu mặt thạch phải thẳng, nhẵn và liên tục. Toàn bộ quá trình đổ thạch vào đĩa petri được thực hiện trong tủ cấy vô trùng và sau đó đem đi bảo quản.

Tiến hành pha môi trường nuôi cấy vi sinh vật: Cân lượng hóa chất làm môi trường để nuôi vi sinh vật, sau đó tiến hành tối ưu với các điều kiện 2g; 2,5g và 3g cao thịt với hai trường hợp không có muối và có muối. Lượng peptone được sử dụng trong thí nghiệm ban đầu là 1,25g, lượng muối sử dụng là 5g/L tương đương với 5%. Tiến hành định mức bằng nước cất đến vạch mức và lắc đều, nút bông vào

các bình và bọc giấy bạc, thanh trùng môi trường: đặt các bình vào giá của máy thanh trùng, tiến hành thanh trùng ở 121°C trong 15 phút.

2.1.2. Nuôi cấy vi sinh vật

Môi trường sau khi thanh trùng để vào tủ cấy vô trùng, bật đèn UV ở tủ cấy 10 phút rồi tắt. Cấy vi sinh vật vào môi trường lỏng: Sử dụng găng tay khi cấy, khử trùng bằng cồn trong tủ cấy. Lấy vi sinh vật và cấy vào bình môi trường quanh đèn cồn để đảm bảo không bị nhiễm khuẩn.

Lắc bình sau khi cấy vi sinh vật bằng máy lắc trong 50 phút, tốc độ 100 vòng/ phút. Nuôi vi sinh vật trong tủ nuôi đảm bảo nhiệt độ khi nuôi 28 - 32°C. Sau đó đo độ hấp thụ quang ABS để xác định sự sinh trưởng của vi sinh vật, cứ cách 2 giờ đo ABS 1 lần ở bước sóng 600nm để xác định đường cong sinh trưởng.

2.1.3. Xử lý số liệu: bằng mô hình thống kê SPSS20, Excel, R².

2.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Vi sinh vật chịu mặn - Halanaerobium lacruisei

Mẫu vi khuẩn *Halanaerobium lacruisei* được phân lập và nuôi cấy tại Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, Bộ Quốc phòng sau đó được đem về nuôi cấy tại Phòng thí nghiệm của Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Đại học Bách khoa Hà Nội. Nghiên cứu cũng đã thử nghiệm trên quy mô phòng thí nghiệm đối với nước thải biển nước mắm trên địa bàn phường Vĩnh Tuy, Hoàng Mai, Hà Nội. Nước thải của công ty có COD trung bình là 1420mg/L và độ mặn là 16mg/L.

Bảng 1. Kết quả phân tích nước thải đầu ra của nhà máy sản xuất nước mắm tháng 5/2019

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	QCVN 24:2009, cột B
1	pH	-	5,2	5,5-9
2	COD	mg/L	1420	50
3	BOD	mg/L	1120	100
4	SS	mg/L	102	100
5	N tổng	mg/L	491	30
6	P tổng	mg/L	2,35	6
7	Dầu mỡ	mg/L	205	20
8	Độ đục	NTU	67	-
9	Độ màu	Pt-Co	231	70
10	Độ muối	%	16	-

(Đơn vị phân tích: Phòng thí nghiệm thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội)

2.3. Phương pháp tiến hành thí nghiệm

Thành phần nước thải: Nước thải tổng hợp được sử dụng trong các nghiên cứu thí nghiệm bao gồm mật đường pha loãng, KH₂PO₄, MgSO₄ và các hàm lượng muối khác nhau (Pha 5% NaCl) dẫn đến tỷ lệ COD/N/P là 100: 10: 1. COD, tổng nitơ, photpho và MgSO₄ trong nước thải lần lượt là 1500mg COD/L, 500mg N/L, 50mg P /L, tương ứng.

2.3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của yếu tố môi trường tới sự sinh trưởng của vi khuẩn Halophilic

Thí nghiệm được tiến hành với các yếu tố ảnh hưởng tới sự phát triển của vi sinh vật bao gồm: dinh dưỡng (hàm lượng peptone có trong môi trường nuôi cấy), pH và nồng độ NaCl. Nghiên cứu tập trung vào các yếu tố môi trường có ảnh hưởng tới khả năng xử lý COD đó là nồng độ muối, pH và peptone (chất dinh dưỡng), thí nghiệm tiến hành thay đổi điều kiện môi trường nuôi cấy với vi khuẩn.

2.3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của yếu tố môi trường tới khả năng xử lý COD của vi khuẩn

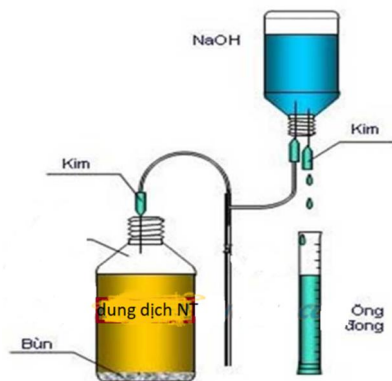
Các yếu tố môi trường ảnh hưởng tới khả năng xử lý COD đó là nồng độ muối, pH và peptone (chất dinh dưỡng). COD được đo bằng phương pháp tác nhân ôxi hóa là dicromat kali (K₂Cr₂O₇) bởi tương đối rẻ, dễ dàng tinh chế và có khả năng gần như ôxi hóa hoàn toàn mọi chất hữu cơ. Các thông số khác được đo bằng những phương pháp chuẩn phòng thí nghiệm.

Đo nồng độ vi sinh vật: Lấy 1 ống nghiệm chứa mẫu vi sinh vật cần đo và 4 ống nghiệm vô trùng, tiến hành pha loãng theo dãy thập phân. Chuẩn bị máy quang phổ đo độ đục, có thể sử dụng máy quang phổ đơn giản hoặc máy quang phổ UV-VIS. Tiến hành đo độ đục của các mẫu đã pha loãng trên quang phổ kế ở 620nm, ứng với mỗi độ pha loãng mẫu sẽ thu được một giá trị OD. Theo định luật Lambert thì độ hấp thụ sẽ tỷ lệ thuận với mật độ VSV trong khoảng giá trị từ 0,1 - 0,8. Nếu lớn hơn 0,8 thì mật độ vật chất cao, các VSV sẽ tạo ra các bóng che khuất nhau làm cho sai lệch kết quả. Song song với việc đo độ đục cần tiến hành nuôi cấy và đếm số lượng tế bào ở các độ pha loãng tương ứng trên môi trường thạch, từ đó thiết lập hàm tương quan giữa độ hấp phụ và số lượng tế bào sống. Hàm có dạng bậc nhất:

$$y = a.logx + b$$

Trong đó: y là mật độ quang (OD) của mẫu vi sinh vật tại bước sóng đo, x là số tế bào vi sinh vật, a, b là các hệ số tương quan.

Hệ thống thí nghiệm nuôi cấy VSV và xử lý COD có thể miêu tả bằng hình ảnh như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

2.4. Xử lý số liệu thống kê

Các phân tích thống kê cổ điển được xử lý bằng phần mềm SPSS của IBM phiên bản 20. Mức xác suất P < 0,05 được coi là có ý nghĩa.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

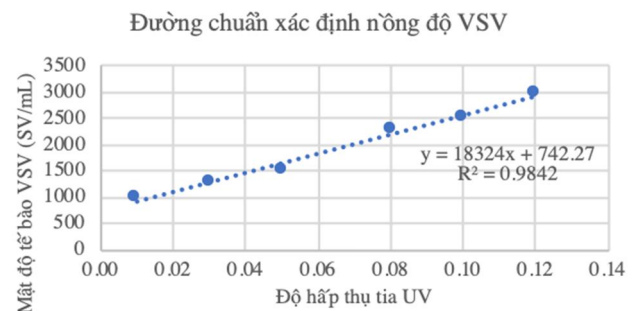
3.1. Phương pháp đo bằng quang phổ kế

Lấy 1 ống nghiệm chứa mẫu vi sinh vật cần đo và 4 ống nghiệm vô trùng, tiến hành pha loãng theo dãy thập phân. Chuẩn bị máy quang phổ đo độ đục, có thể sử dụng máy quang phổ đơn giản hoặc máy quang phổ UV-VIS. Tiến hành đo độ đục của các mẫu đã pha loãng trên quang phổ kế ở 620nm, ứng với mỗi độ pha loãng mẫu sẽ thu được một giá trị OD. Theo định luật Lambert thì độ hấp thụ sẽ tỷ lệ thuận với mật độ VSV trong khoảng giá trị từ 0,1 - 0,8. Nếu lớn hơn 0,8 thì mật độ vật chất cao, các VSV sẽ tạo ra các bóng che khuất nhau làm cho sai lệch kết quả. Song song với việc đo độ đục cần tiến hành nuôi cấy và đếm số lượng tế bào ở các độ pha loãng tương ứng trên môi trường thạch, từ đó thiết lập hàm tương quan giữa độ hấp phụ và số lượng tế bào sống. Hàm có dạng bậc nhất:

$$y = a.logx + b$$

Trong đó: y là mật độ quang (OD) của mẫu vi sinh vật tại bước sóng đo, x là số tế bào vi sinh vật, a, b là các hệ số tương quan

Sau khi xây dựng được hàm tương quan, các lần đo tiếp theo ta chỉ cần đo giá trị mật độ quang (OD) rồi sau đó dựa vào hàm tương quan để tính toán ra mật độ VSV chuẩn. Kết quả xác định đường chuẩn được thể hiện như trong hình 3.



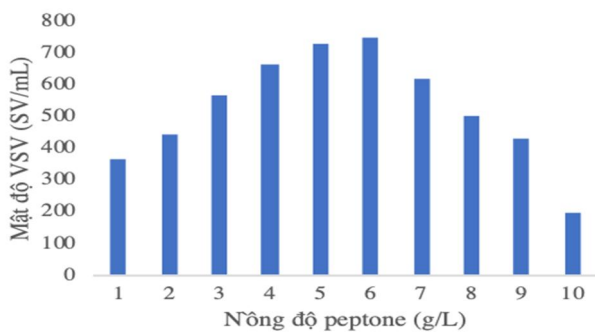
Hình 2. Đường chuẩn xác định nồng độ vi sinh vật dựa trên mật độ quang

Hình 2 thể hiện đường chuẩn xác định mật độ vi sinh vật xác định bằng phương pháp đếm trên buồng đếm và tương quan giữa mật độ VSV tương ứng hấp thụ bằng tia UV dưới bước sóng 600nm. Đồ thị cho thấy có tỷ lệ tương quan rất cao giữa hai yếu tố kể trên cho thấy phương pháp xác định mật độ VSV bằng hấp thụ bước sóng tia UV là tương đối chính xác, cho độ tin cậy cao (R² > 0,9).

3.2. Kết quả nghiên cứu tối ưu hoá quá trình nuôi vi khuẩn Halophilic

Thí nghiệm được tiến hành với các yếu tố ảnh hưởng tới sự phát triển của vi sinh vật bao gồm: dinh dưỡng (hàm lượng peptone có trong môi trường nuôi cấy), pH và NaCl.

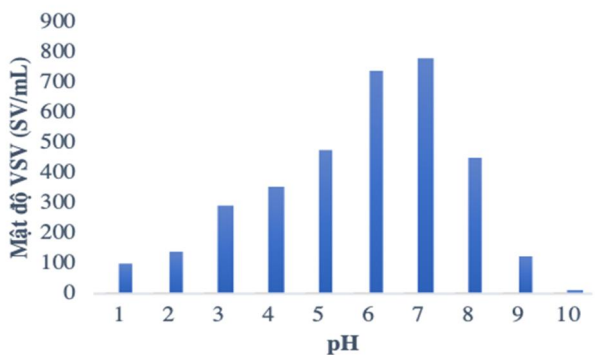
3.2.1. Ảnh hưởng của peptone



Hình 3. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của pepton đối với sinh khối vi sinh vật

Hình 3 cho thấy nồng độ peptone, chất dinh dưỡng nuôi vi sinh vật tối ưu nhất là 6mg/L. Đây là một nồng độ khá thấp so sánh với một số loại vi khuẩn khác, cho thấy vi khuẩn Halophillic là loại vi khuẩn khá dễ nuôi, chịu được các điều kiện nghèo dinh dưỡng và khả năng sống sót tốt [1,2]. Nồng độ peptone này cũng được duy trì trong quá trình tiến hành xử lý COD đối với nước thải nhiễm mặn về sau.

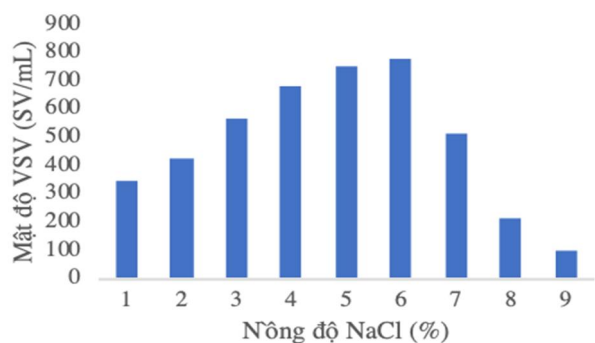
3.2.2. Ảnh hưởng của pH tới sự phát triển của vi sinh vật



Hình 4. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của pH đối với sinh khối vi sinh vật

Hình 4 cho thấy pH tối ưu cho sự phát triển của vi sinh vật là pH = 6 - 7. Nếu pH trong các dải acid (1-5) và dải bazo (pH = 8 - 10) đều cho thấy vi sinh vật phát triển không tốt. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự đối với một số nghiên cứu khác đã làm với chủng vi sinh này [7,8].

3.2.3. Ảnh hưởng của NaCl đối với sự phát triển của vi sinh vật



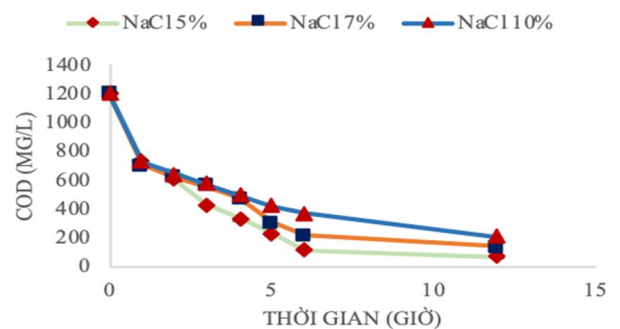
Hình 5. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của NaCl đối với sinh khối vi sinh vật

Các thí nghiệm trước đều cho thấy nồng độ muối có ảnh hưởng rất lớn tới sự phát triển của vi sinh vật. Hình 6 cho thấy nồng độ NaCl tối ưu cho sự phát triển của vi sinh vật là từ 5 - 6%. Thấp hơn hay vượt trên nồng độ NaCl như trên đều cho thấy vi sinh vật phát triển không tốt.

3.3. Thí nghiệm xử lý COD bằng vi sinh vật

3.3.1. Ảnh hưởng của nồng độ NaCl tới khả năng xử lý COD của vi sinh vật

Thí nghiệm thứ 2 là bộ thí nghiệm được thực hiện với hàm lượng NaCl thay đổi từ 0 đến 10g/L. Tuy nhiên, chỉ có kết quả của ba bộ thí nghiệm với muối 5g/L (w / v), 7g/L (w/v) và 10g/L (w/v) được trình bày.

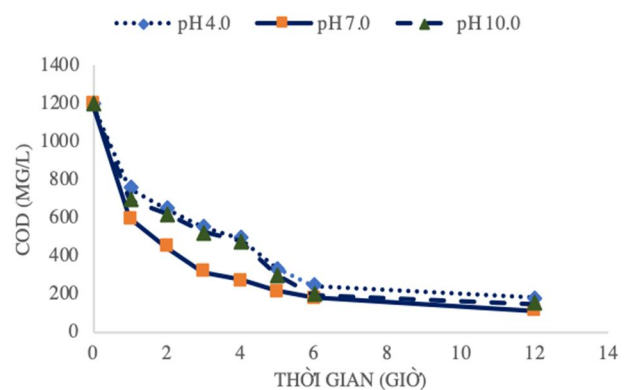


Hình 6. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của NaCl đối với khả năng xử lý COD của vi sinh vật

Từ hình 6 cho thấy, thí nghiệm ảnh hưởng của pH tới khả năng xử lý COD của chủng vi khuẩn nghiên cứu là khá rõ, trong đó nồng độ NaCl càng cao, khả năng xử lý càng thấp, chúng tôi lựa chọn nồng độ NaCl thích hợp cho các nghiên cứu tiếp theo là mức 7g/L.

3.3.2. Ảnh hưởng của pH tới khả năng xử lý COD của vi sinh vật

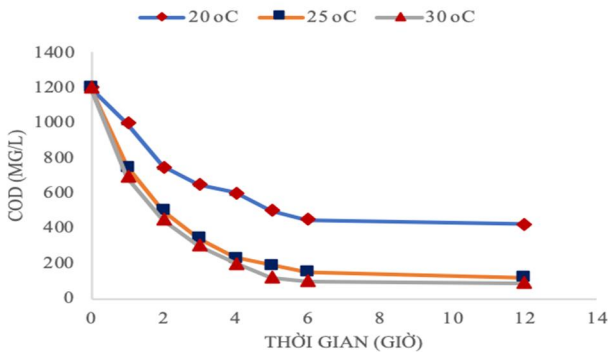
Các thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của pH ban đầu của môi trường nuôi cấy lên sinh trưởng của các chủng VK tuyển chọn được thay đổi từ 4 đến 10 ở nhiệt độ 30°C. Sau 24h, xác định khả năng sinh trưởng và xử lý COD của chủng vi sinh vật tuyển chọn. Kết quả cho thấy pH tối ưu cho hoạt động xử lý COD của vi khuẩn này là pH trung tính (~ 7,0).



Hình 7. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của pH đối với khả năng xử lý COD của vi sinh vật

3.3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới khả năng xử lý COD của vi sinh vật

Thí nghiệm được tiến hành ở các mức nhiệt độ: 20°C, 25°C, 30°C thời gian nuôi cấy 12h.



Hình 8. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đối với khả năng xử lý COD của vi sinh vật

Theo hình 8, kết quả thu được cho thấy các chủng vi sinh vật tuyển chọn có một số đặc tính cơ bản sau: Nhiệt độ sinh trưởng tối ưu là từ 30°C, vi sinh vật *Halanaerobium lacruisei* có khả năng thích ứng pH môi trường tương đối rộng 6,0 - 7,0, chủng vi khuẩn tuyển chọn cũng có khả năng xử lý COD trong nước thải nhiễm mặn với hiệu suất ~85% chính vì vậy, các chủng vi khuẩn đã tuyển chọn ở trên có thể áp dụng vào công nghệ xử lý nước thải chế biến nước mắm. Kết quả cho thấy rõ lợi thế của việc sử dụng *Halanaerobium lacruisei* để loại bỏ COD khỏi nước thải mặn có hàm lượng muối cao. So sánh với nghiên cứu tương tự của Trần Minh Chí, hiệu suất xử lý COD của vi khuẩn *Halophillic* trong nghiên cứu này là tương đương [5].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân lập và tạo ra chủng vi sinh vật *Halanaerobium lacruisei* có khả năng nuôi cấy xử lý COD trong nước thải nhiễm mặn và thiết lập các điều kiện tối ưu cho việc nuôi cấy chủng vi sinh vật có khả năng sống trong môi trường nước mặn cụ thể: Chất dinh dưỡng và nồng độ muối tối ưu. Đã đánh giá khả năng xử lý COD trong nước thải nhiễm mặn, đánh giá được các yếu tố chính ảnh hưởng tới khả năng xử lý COD trong nước thải nhiễm mặn: độ muối, pH và nhiệt độ. Khả năng xử lý COD của loài vi khuẩn nghiên cứu là khá cao trong điều kiện tối ưu với hiệu suất lên tới hơn 85%. Mật độ các chủng VSV đã tuyển chọn khi bổ sung vào hệ đạt giá trị cao. Khả năng xử lý COD tương đối cao, phụ thuộc vào một số các yếu tố chính như pH, nhiệt độ và hàm lượng NaCl có trong nước thải

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2019 trong đề tài cấp Trường mã số T2018-PC 081 với nội dung "Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng sự thay đổi hàm lượng muối đến khả năng phân huỷ chất hữu cơ của chủng *Halanaerobium lacruisei*".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lalit Goswami, R. Vinoth Kumar, Siddhartha Narayan Borah, N. Arul Manikandan, G. Pugazhenth, 2018. *Membrane bioreactor and integrated membrane bioreactor systems for micropollutant removal from wastewater: A review*. Journal of Water Process Engineering 26, 314-328.
- [2]. Y. Luo, W. Guo, H.H. Ngo, L.D. Nghiem, F.I. Hai, J. Zhang, S. Liang, X.C. Wang, 2014. *A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment*. Science of the Total Environment 473, 619-641.
- [3]. Dincer, A. R., and F. Kargi, 2001. *Performance of rotating biological disc system treating saline wastewater*. Process Biochemistry 36(8-9), 901-906.
- [4]. IK Kapdan, B Erten, 2007. *Anaerobic treatment of saline wastewater by Halanaerobium lacruisei*. Process Biochemistry, Elsevier.
- [5]. Trần Minh Chí, 2015. *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ vi sinh để xử lý nước thải hữu cơ nhiễm mặn*. Đề tài khoa học công nghệ cấp Viện Khoa học Công nghệ Quân sự.
- [6]. Trần Quang Thư, Nguyễn Công Thành, Phạm Hoàng Giang, Trần Văn Thành, 2014. *Ô nhiễm môi trường khu nuôi cá biển bằng lông bê điển hình: trường hợp nghiên cứu tại Cát Bà - Hải Phòng*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển 14(3), 265-271.
- [7]. S. Judd, 2010. *The MBR Book: Principles and Applications of Membrane Bioreactors for Water and Wastewater Treatment*. Elsevier.
- [8]. Ganesh, R., G. Balaji, and R. A. Ramanujam, 2006. *Biodegradation of tannery wastewater using sequencing batch reactor - respirometric assessment*. Bioresource Technology 97(15), 1815-1821.
- [9]. Mosquera-Corral A., 2001. *Simultaneous methanogenesis and denitrification of pretreated effluents from a fish canning industry*. Water Research 35(2), 411-418.
- [10]. Aharon Oren, 2010. *Industrial and environmental applications of halophilic microorganisms*. Environmental Technology 31(8-9), 825-834

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Thuy Chung¹, To Thi Duc Hanh², Nguyen Xuan Binh³, Dinh Quang Hung¹, Vu Ngoc Thuy¹, Bui Ngoc Huong¹, Vu Thi Thuy Dung¹, Nguyen Kim Anh¹

¹School of Environmental Science and Technology, Hanoi University of Science and Technology

²Faculty of Environment, Phuong Dong University

³Institute of Science and Technology, Ministry of Public Security