

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY NHIỆT ĐẾN KHẢ NĂNG GIẢI PHÓNG CHẤT HỮU CƠ, NITƠ VÀ PHÔTPHO TỪ Bùn HOẠT TÍNH THẢI BỎ

INFLUENCE OF THERMAL TREATMENT CONDITIONS ON ORGANIC, NITROGEN AND PHOSPHORUS RELEASE FROM WASTE ACTIVATED SLUDGE

Bùi Thị Thủy Ngân¹, Đỗ Khắc Uẩn², Trần Hùng Thuận¹, Nguyễn Văn Tuyền¹, Chu Xuân Quang^{1,*}

¹Trung tâm Công nghệ vật liệu, Viện Ứng dụng công nghệ

²Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Đến Tòa soạn ngày 29/12/2021, chấp nhận đăng ngày 09/03/2022

Tóm tắt: Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của quá trình phân hủy nhiệt đến khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, và phốtpho từ bùn hoạt tính thải bỏ. Ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, thời gian phản ứng, pH, và nồng độ bùn hoạt tính đến khả năng giải phóng các thành phần trên được đánh giá thông qua các giá trị nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng nitơ (TN), tổng phốtpho (TP). Kết quả cho thấy ở nhiệt độ 50°C, tốc độ giải phóng chất hữu cơ, nitơ, và phốtpho tương đối thấp. Khi nhiệt độ tăng dần lên đến 60°C, tốc độ này diễn ra rất nhanh trong khoảng 120 phút đầu tiên và giảm dần khi kéo dài thời gian xử lý. Khi xử lý ở cùng nhiệt độ, thời gian, và giá trị pH thì lượng chất được giải phóng lớn hơn khi hàm lượng bùn hoạt tính (MLSS) cao hơn. Thông qua việc thiết lập các thông số công nghệ tối ưu cho quá trình xử lý bùn thải, đã xác định được điều kiện thích hợp để giải phóng chất hữu cơ, nitơ, và phốtpho ra khỏi bùn hoạt tính là: nhiệt độ 60°C, pH = 10, thời gian xử lý 120 phút. Áp dụng các thông số này vào thực nghiệm, kết quả thu được dịch tách có giá trị COD, TN, TP lần lượt là 1690, 796, 158 mg/L.

Từ khóa: Bùn hoạt tính thải bỏ, nhiệt hóa học, giải phóng chất hữu cơ, nitơ, phốtpho.

Abstract: This study is aimed to evaluate the effect of the digestion process on the ability to release organic matter, compounds of nitrogen and phosphorus from activated sludge disposed of by thermochemical method. The study investigated the influence of factors (temperature, reaction time, pH) and activated sludge concentration on the ability to release substances was evaluated through the values of COD, TN, TP. The results show that at 50°C, the release rate of COD, TN and TP is relatively low. When the temperature gradually increased to 60°C, this rate was very fast in the first 120 minutes and gradually decreased with increasing processing time. At the same treatment temperature and time and pH value, the higher the concentration of MLSS activated sludge, the more substances released. Through the process of establishing the optimal technological parameters for the sludge treatment process, the suitable condition to release organic matter and compounds of nitrogen and phosphorus from the sludge is the temperature of 60°C, pH = 10, processing time of 120 minutes. The COD value, TN and TP concentrations of the obtained solution are respectively 1690 mg/l, 796 mg/l and 158 mg/L.

Keywords: Waste activated sludge, thermochemical method, release of organic, nitrogen, phosphorus.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xử lý bùn hoạt tính thải bỏ là một trong những vấn đề cần quan tâm khi ứng dụng công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học. Lượng bùn này nếu không được xử lý một cách thích hợp thì có thể trở thành nguồn ô nhiễm thứ cấp do có chứa lượng lớn các hợp chất hữu cơ và dinh dưỡng, được các vi sinh vật tích lũy và tạo thành sinh khối [1]. Bên cạnh đó, chi phí để xử lý bùn thải thường rất cao, có thể chiếm tới 65% tổng chi phí vận hành của một hệ thống xử lý nước thải. Do vậy, xử lý bùn thải bằng phương pháp thích hợp và sau đó tái sử dụng bùn thải làm đất hoặc phân bón phục vụ cho nông nghiệp là xu thế phổ biến trên thế giới hiện nay.

Thành phần bùn dư thường chứa 59-88% (khối lượng/thể tích) các hợp chất hữu cơ có khả năng phân hủy. Trong đó cacbon chiếm 50-55%, ôxy 25-30%, nitơ 10-15%, 6-10% hydro, photpho 1-3% và lưu huỳnh 0,5-1,5% [2]. Thành phần bùn hoạt tính chỉ có một tỉ lệ nhỏ là chất rắn trong khi nước chiếm tới 95%. Các thành phần này đã cho thấy giá trị dinh dưỡng của bùn dư nếu được xử lý một cách phù hợp để tái sử dụng. Các chất dinh dưỡng này chủ yếu là sinh khối vi sinh vật. Các chất dinh dưỡng có giá trị này được thu hồi trong quá trình phân giải khi tiến xử lý bùn dư. Có nhiều phương pháp khác nhau để phân giải bùn như phương pháp vật lý, phương pháp hóa học, phương pháp sinh học hoặc kết hợp nhiều phương pháp. Phương pháp sinh học có ưu điểm là có thể tận dụng được hoạt động của một số enzyme có sẵn trong bùn. Tuy nhiên nhược điểm của phương pháp này là quá trình phân giải diễn ra chậm và phức tạp, khó có thể dự đoán cũng như kiểm soát hiệu quả của quá trình. Trong khi đó, các phương pháp hóa lý có ưu điểm là quá trình phân giải diễn ra ổn định và linh hoạt hơn [3]. Một số

phương pháp hóa lý được sử dụng phổ biến trên thế giới hiện nay gồm phương pháp xử lý nhiệt, sóng siêu âm, xử lý cơ học, xử lý bằng hóa chất (kiềm hoặc axit), chiếu xạ vi sóng hoặc sử dụng các chất oxy hóa (fenton, ôzôn) [4]. Việc kết hợp hai hay nhiều phương pháp để tiến xử lý bùn vi sinh cho phép nâng cao hiệu quả xử lý do kết hợp được ưu điểm của các phương pháp. Xử lý bằng phương pháp nhiệt kết hợp điều chỉnh giá trị pH (bằng kiềm, axit hoặc kết hợp) cho phép phá vỡ tế bào vi sinh vật tốt hơn và qua đó nâng cao hiệu quả phân giải các thành phần dinh dưỡng. Phương pháp xử lý này cho phép đẩy nhanh quá trình thủy phân và chuyển hóa các thành phần polyme phức tạp thành các phân tử nhỏ hơn; góp phần cải thiện khả năng phân hủy sinh học; đồng thời cải thiện tính chất lắng hoặc khử nước [5]. Trong một nghiên cứu khác, ảnh hưởng của nhiệt độ (trong khoảng 50-90°C) đến khả năng phân hủy sinh học của các hợp chất hữu cơ trong môi trường kiềm khi tiến xử lý bùn dư đã được khảo sát [6]. Kết quả cho thấy có sự gia tăng của hàm lượng các chất hữu cơ ở dạng hòa tan trong dung dịch sau xử lý.

Trong nghiên cứu này, phương pháp xử lý nhiệt kết hợp bổ sung NaOH để điều chỉnh pH đã được lựa chọn để tiến xử lý bùn nhằm mục đích thu hồi các thành phần chất hữu cơ, chất dinh dưỡng đồng thời giúp cải thiện tính chất của bùn hoạt tính thải bỏ. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất phân giải đã được khảo sát.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các mẫu bùn nghiên cứu là bùn hoạt tính thải bỏ lấy từ bể lắng sinh học của hệ thống xử lý nước thải đô thị (Trạm xử lý nước thải Kim Liên, Đống Tác, Hà Nội), sau đó được để lắng thứ cấp.

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Tiến hành thí nghiệm tiền xử lý bùn bằng phương pháp nhiệt có điều chỉnh pH môi trường nhằm mục đích thu hồi dịch tách giàu chất hữu cơ và thành phần phú dưỡng. Đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố vận hành (nhiệt độ, thời gian, pH) tới khả năng giải phóng các chất hữu cơ, nitơ, photpho được đánh giá thông qua các giá trị nhu cầu oxy hóa học, tổng nitơ, tổng photpho.

Các thí nghiệm tiền xử lý bùn thải được tiến hành gián đoạn theo từng mẻ. Mẫu bùn thí nghiệm có giá trị MLSS là 7500 mg/L được đưa vào các bể phản ứng có thể tích gấp 1,5 lần thể tích bùn. Các bình phản ứng được điều chỉnh nhiệt. Nhiệt độ thí nghiệm được điều chỉnh ở các mức nhiệt 50°C, 60°C, 70°C, 80°C thông qua bộ cảm biến nhiệt tự động. Thiết bị lắc/khuấy với tốc độ đặt trước đảm bảo hỗn hợp bùn trong bình phản ứng được đảo trộn đồng nhất trong thời gian thí nghiệm. Các thí nghiệm được tiến hành trong thời gian 300 phút. Định kì 60 phút, lấy mẫu hỗn hợp bùn - nước và tiến hành phân tích các thông số theo mục đích nghiên cứu. Các mẫu bùn được điều chỉnh pH bằng việc bổ sung dung dịch NaOH 1M. pH được điều chỉnh đến các giá trị 9, 10, 11, 12. Đánh giá ảnh hưởng của nồng độ bùn hoạt tính tới khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, photpho. Đối với thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng bùn ban đầu, mẫu bùn có hàm lượng MLSS 7500 mg/L được thêm nước để pha loãng đến hàm lượng MLSS 5000 mg/L hoặc để lắng và gạn bớt nước trong để có hàm lượng MLSS 10000 mg/L.

2.3. Phương pháp phân tích và phương pháp đánh giá kết quả thực nghiệm

Các thông số nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng nitơ (TN), tổng photpho (TP) được xác

định bằng các phương pháp tiêu chuẩn tương ứng theo TCVN 6491:1999, TCVN 5987 - 1995 (ISO 5663:1984), và TCVN 6202:2008 (ISO 6878:2004). Các thông số MLSS, MLVSS được xác định theo phương pháp tiêu chuẩn TCVN 6625:2000.

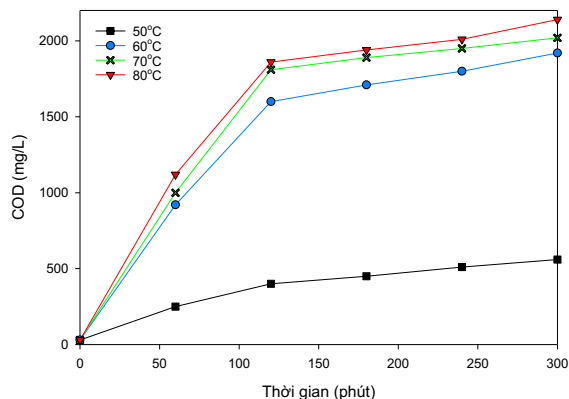
Phương pháp bề mặt đáp ứng (RSM) với mô hình thiết kế hộp Behnken (BBD) đã được sử dụng để đánh giá kết quả thực nghiệm. BBD là một thiết kế tổ hợp 3 mức độ được mã hóa (-1; 0; +1). Các nhân tố nghiên cứu bao gồm: X1 - nhiệt độ, X2 - thời gian, và X3 - pH.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian phản ứng tới khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, photpho từ bùn thải

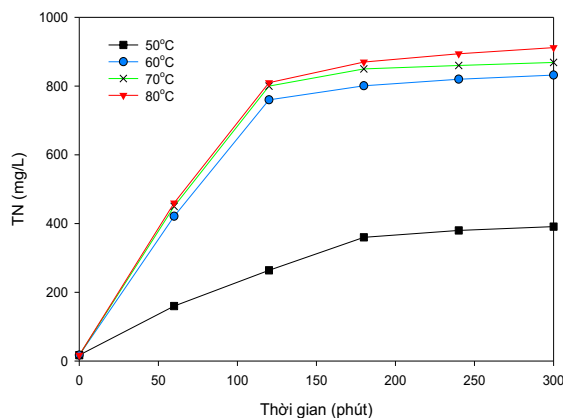
Hình 1 biểu diễn sự biến thiên của giá trị COD theo thời gian khi tiến hành phân giải tại các nhiệt độ khác nhau. Kết quả cho thấy, sự hòa tan các chất hữu cơ phụ thuộc vào cả hai yếu tố nhiệt độ và thời gian phân giải. Giá trị COD tăng đáng kể khi tăng nhiệt độ và thời gian xử lý. Ở nhiệt độ càng cao và thời gian càng dài, giá trị COD càng lớn. Tốc độ giải phóng tăng rất nhanh trong thời gian 120 phút phản ứng đầu tiên, sau đó vẫn có xu hướng tăng nhưng chậm hơn. Cụ thể, COD ban đầu có giá trị 30 mg/L; sau thời gian 120 phút, giá trị COD tại các nhiệt độ 50°C, 60°C, 70°C, 80°C lần lượt là 400 mg/L, 1600 mg/L, 1810 mg/L, 1860 mg/L; sau 300 phút tăng lần lượt đến 560, 1920, 2020, 2140 mg/L. Giá trị COD là 400 mg/L tại nhiệt độ 50°C tăng lên tới 1600 mg/L (tăng 300%) khi nhiệt độ đạt 60°C. Tiếp tục tăng nhiệt độ đến 80°C, giá trị COD là 1860 mg/L (tăng 16,25%) so với giá trị COD thu được khi tiến hành phân giải tại 60°C. Như vậy, khi nhiệt độ tăng từ 50°C lên 60°C, giá trị COD tăng lên rõ rệt, tốc độ giải phóng chất hữu cơ là lớn nhất. Có thể giải

thích rằng, khi tăng nhiệt độ, cấu trúc bùn cũng như các chất hữu cơ trong bùn bị nhiệt phân hủy tạo thành các hợp chất hữu cơ dạng hòa tan. Kết quả cho thấy, nhiệt độ 60°C và thời gian 2 giờ là phù hợp nhất khi cân đối giữa hiệu quả thu được và chi phí.



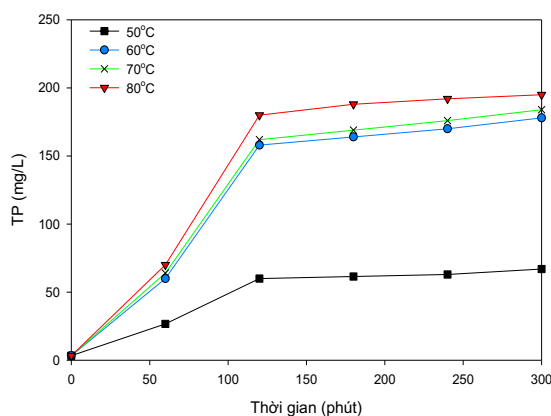
Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian phân giải tới khả năng giải phóng chất hữu cơ

Hình 2 biểu diễn sự biến thiên của hàm lượng TN được giải phóng vào dịch tách theo các giá trị nhiệt độ và thời gian. Kết quả cho thấy, TN cũng được giải phóng nhanh trong giai đoạn 120 phút đầu tiên và tại nhiệt độ 60°C. Trong quá trình nghiên cứu, nồng độ của $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ cũng đã được lấy mẫu ngẫu nhiên và kết quả thu được đều rất thấp. Như vậy, lượng TN giải phóng trong quá trình xử lý chủ yếu chứa thành phần nitơ hữu cơ.



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian tới khả năng giải phóng nitơ

Kết quả thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian tới khả năng giải phóng photpho được thể hiện trên hình 3.



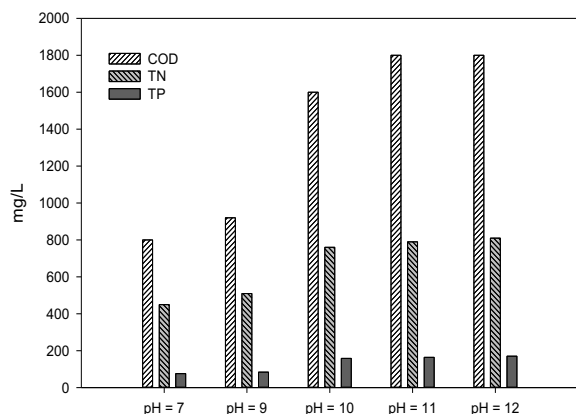
Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian tới khả năng giải phóng photpho

Tương tự như quá trình giải phóng chất hữu cơ và nitơ, tốc độ giải phóng các chất đều tương đối thấp khi thực hiện phân giải tại nhiệt độ 50°C. Khi tăng nhiệt độ lên 60°C, 70°C, 80°C, tốc độ giải phóng diễn ra rất nhanh trong khoảng thời gian 120 phút đầu tiên và sau đó vẫn có xu hướng tăng với mức tăng thấp khi tiếp tục kéo dài thời gian xử lý. Kết quả nghiên cứu cho thấy, điều kiện thích hợp cho quá trình giải phóng chất hữu cơ, TN, TP là 60°C và 120 phút.

3.2. Ảnh hưởng của pH tới khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, photpho

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của việc điều chỉnh giá trị pH đến hiệu suất phân giải bùn được trình bày trong hình 4.

Giá trị COD, TN, TP tăng khi tăng giá trị pH (tăng nồng độ NaOH) trong bùn thải. Trong môi trường kiềm, thành tế bào vi khuẩn bị phá vỡ tạo điều kiện phân hủy tốt hơn, các hợp chất hữu cơ trong bùn bị phân hủy sinh học, hòa tan và giải phóng ra khỏi bùn thải. Kiềm phá hủy cấu trúc và thành tế bào của các hợp chất bởi các anion OH^- [3].



Hình 4. Ảnh hưởng của pH tới khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, photpho

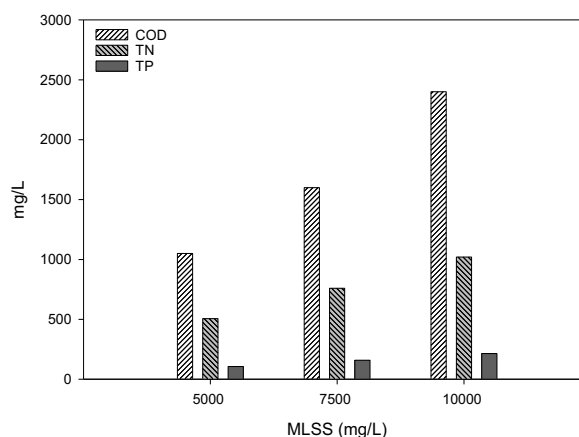
Giá trị COD, TN, TP tăng mạnh khi pH đạt giá trị 10. Trong quá trình bổ sung kiềm cần chú ý, nếu dư NaOH trong bùn có thể phá hủy môi trường đệm bicarbonate của giai đoạn xử lý kỵ khí và giá trị pH quá kiềm có thể ức chế hoặc thậm chí làm bất hoạt các vi sinh vật kỵ khí [6]. Trong trường hợp đó, cần trung hòa bùn đã tiền xử lý bằng axit; như vậy sẽ làm tăng chi phí tiền xử lý bùn. Do đó, giá trị pH 10 thích hợp cho quá trình phân hủy bùn thải, cho phép thu được dịch tách có hàm lượng chất hữu cơ và dinh dưỡng tương đối cao.

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ bùn tới khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, photpho

Thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ 60°C, pH 10 và thời gian 120 phút. Kết quả được thể hiện trên hình 5.

Kết quả cho thấy giá trị COD tăng đáng kể khi tăng hàm lượng bùn hoạt tính. Hàm lượng bùn hoạt tính càng lớn thì hàm lượng chất hữu cơ giải phóng ra càng lớn. Giá trị COD ban đầu có giá trị 30 mg/L sau 5 giờ phản ứng, COD đã tăng lên 1050 và 2400 mg/L tương ứng với hàm lượng bùn hoạt tính 5000, 10000 mg/L. Nhận thấy, hàm lượng bùn tỷ lệ thuận với giá trị COD. Có thể giải thích là do khi nồng độ bùn hoạt tính tăng lên thì hàm lượng chất hữu cơ trong bùn thải cũng tăng lên, dưới tác động

của nhiệt độ, thời gian và pH thích hợp, các hợp chất hữu cơ sẽ được giải phóng ra khỏi bùn thải.



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ bùn hoạt tính tới khả năng giải phóng chất hữu cơ, nitơ, photpho

Hàm lượng tổng nitơ (TN) trong bùn thải cũng được giải phóng nhanh trong quá trình. Hàm lượng nitơ ban đầu là 17 mg/L. Sau khoảng thời gian 120 phút, TN tăng lên nhanh (đạt giá trị 760 và 1020 mg/L). Khi hàm lượng bùn tăng gấp đôi (MLSS tăng lên gấp đôi), hàm lượng TN trong bùn cũng tăng tương ứng.

Tương tự như quá trình giải phóng chất hữu cơ và nitơ khỏi bùn thải tại các hàm lượng bùn khác nhau, TP tăng khi tăng hàm lượng bùn hoạt tính. Trong thời gian 120 phút, với hàm lượng bùn hoạt tính 10000 mg/L thì giá trị TP phân giải được là 215 mg/L, tăng gấp đôi so với trường hợp phân giải bùn có hàm lượng MLSS 5000 mg/L (TP = 106 mg/L). Như vậy có thể thấy, nồng độ bùn là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới hiệu suất giải phóng các chất hữu cơ và dinh dưỡng ra khỏi bùn thải. Khi hàm lượng bùn càng lớn, các chất giải phóng trong quá trình xử lý càng nhiều.

3.4. Thiết lập các thông số công nghệ tối ưu cho quá trình xử lý bùn thải

Lựa chọn giá trị miền khảo sát ba yếu tố để

tiến hành thí nghiệm tối ưu hóa quá trình. X_1 (nhiệt độ): 50 - 70°C, X_2 (thời gian): 60 phút - 180 phút, X_3 (pH): 9 - 11. Các mức yếu tố (mức cơ sở, mức trên, mức dưới) được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Mức các yếu tố thí nghiệm thiết kế Box - Behnken

Các mức	Các yếu tố ảnh hưởng		
	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	pH
Mức trên	50	1	9
Mức cơ sở	60	2	10
Mức dưới	70	3	11

Mô hình bậc hai sẽ có dạng:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 \quad (*)$$

Trong đó Y là biến phụ thuộc; X_1 , X_2 , X_3 tương ứng là các biến độc lập cho nhiệt độ, thời gian, pH; β_0 , β_1 , β_2 , β_3 và β_{12} , β_{13} , β_{23} , β_{11} , β_{22} , β_{33} tương ứng là hệ số hồi quy cho hằng số, tuyến tính, bậc hai và tương tác.

Mô hình thiết kế ma trận thực nghiệm, các giá trị COD (mg/L), TN (mg/L), TP (mg/L) của mẫu bùn thải được và các giá trị thực nghiệm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Ma trận thực nghiệm thiết kế Box - Behnken để tối ưu hóa các thông số

Thí nghiệm	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	pH	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
1	60	120	10	1670	760	158
2	50	120	11	630	271	62,4
3	70	180	10	1500	750	160
4	60	180	11	1620	748	162
5	70	120	11	1540	768	165
6	50	120	9	540	150	54
7	60	60	9	580	201	58
8	60	180	9	901	539	89
9	50	60	10	271	160	26,7
10	60	120	10	1650	760	158
11	70	60	10	670	450	64
12	50	180	10	625	360	61,5
13	60	120	10	1660	760	158
14	60	60	11	640	430	63
15	70	120	9	829	530	88

Ảnh hưởng của tương tác cặp đôi giữa các yếu tố (khi yếu tố còn lại ở mức trung tâm) lên giá trị COD, TN, TP, thời gian tách nước thể hiện trên bề mặt đáp ứng như kết quả thực nghiệm đã khảo sát.

Sử dụng phần mềm Design Expert (phiên bản 12) đã xác định được phương trình đường

cong của mô hình bề mặt đáp ứng của COD, TN, TP, Thời gian tách nước (Y_1), (Y_2), (Y_3) như sau:

$$Y_1 = 1660 + 309,13X_1 + 310,63X_2 + 197,50X_3 - 472X_1^2 - 421,50X_2^2 - 303,25X_3^2 - 119X_1X_2 + 155,25X_1X_3 - 164,5X_2X_3 \quad (1)$$

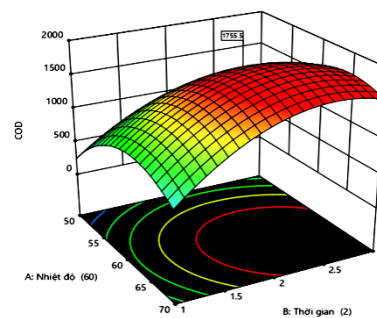
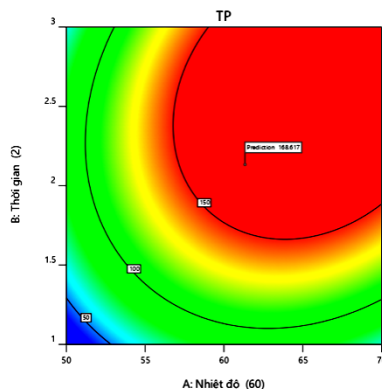
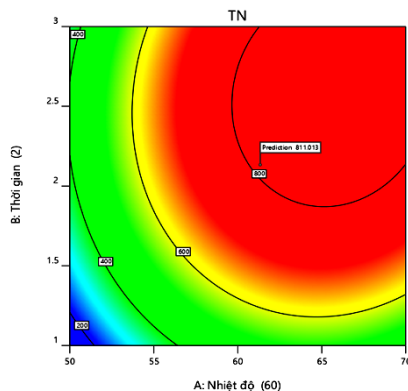
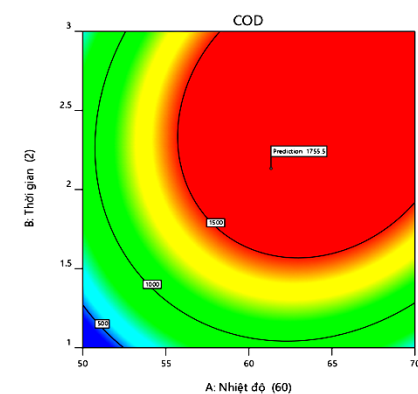
$$Y_2 = 760 + 194.625 X_1 + 144.5 X_2 + 99.625 X_3 - 189.875 X_1^2 - 140.125 X_2^2 - 140.375 X_3^2 + 25X_1X_2 + 29,25 X_1X_3 - 5X_2X_3 \quad (2)$$

$$Y_3 = 158 + 34,05X_1 + 32,6X_2 + 20,425X_3 - 40,3X_1^2 - 39,65X_2^2 - 25,35X_3^2 - 15,3X_1X_2 + 17,15X_1X_3 + 17X_2X_3 \quad (3)$$

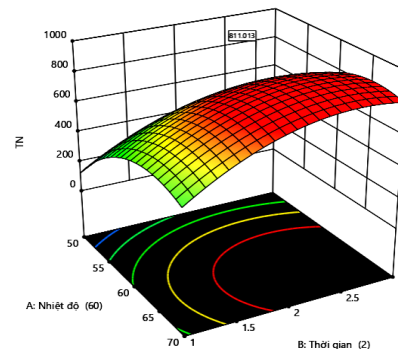
Các đường cong cho thấy mối quan hệ giữa các yếu tố là đáng tin cậy với hệ số tương quan R_2 lần lượt cho Y_1 , Y_2 , Y_3 lần lượt là

0,993; 0,989; 0,9998. Mô hình có thể dự đoán giá trị Y với độ chính xác 99,3; 98,9; 99,98%.

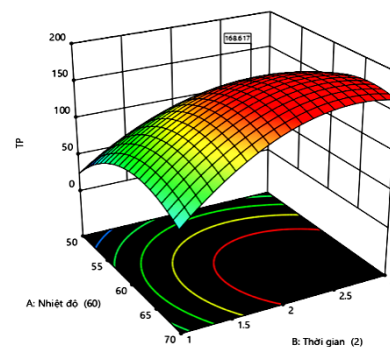
Để xác định các giá trị tối ưu của các yếu tố công nghệ cần xét lần lượt mức độ ảnh hưởng của tương tác cặp đôi giữa hai yếu tố lên hàm hồi quy. Ảnh hưởng của tương tác cặp đôi giữa các yếu tố (khi yếu tố còn lại ở mức trung tâm) lên giá trị COD, TN, TP, thời gian tách nước thể hiện trên bề mặt đáp ứng như kết quả thực nghiệm đã khảo sát.



(a)



(b)



(c)

Hình 6. Đồ thị bề mặt đáp ứng biểu diễn sự phụ thuộc của COD (a), TN (b), TP (c), vào nhiệt độ, thời gian và pH

Bề mặt đáp ứng (hình 6) thể hiện sự tương tác của từng cặp yếu tố và từ biểu đồ này có thể xác định được giá trị tối ưu của từng yếu tố làm cho hàm đáp ứng cực đại.

Mô hình đã dự đoán khả năng giải phóng COD, TN, TP tối đa đạt được 1755 mg/L, 811 mg/L, 169 mg/L khi tiến hành phân giải với các điều kiện thời gian, nhiệt độ, pH tương ứng là 2 giờ, 60°C, pH =10. Các thông số công nghệ tối ưu này được áp dụng vào thực nghiệm để tiến hành kiểm chứng. Sau quá trình tiền xử lý, thu được dịch tách có giá trị COD, TN, TP lần lượt là 1690, 796, 158 mg/L. Như vậy, các thông số tối ưu thu được từ mô hình và thực nghiệm có tính tương đồng.

4. KẾT LUẬN

Các yếu tố chính có ảnh hưởng đến hiệu quả giải phóng chất hữu cơ, nitơ, và photpho từ bùn hoạt tính thải bỏ của quá trình phân hủy nhiệt đã được khảo sát. Quá trình phân hủy

nhất tại nhiệt độ 50°C có tốc độ giải phóng chất hữu cơ, nitơ, và photpho tương đối thấp. Khi nhiệt độ tăng dần lên đến 60°C, tốc độ này chỉ diễn ra nhanh trong khoảng 120 phút đầu tiên. Khi xử lý ở cùng nhiệt độ, thời gian, và giá trị pH thì lượng chất được giải phóng lớn hơn khi hàm lượng bùn hoạt tính (MLSS) cao hơn. Thông qua việc xây dựng mô hình thiết kế thiết lập các thông số công nghệ tối ưu cho quá trình xử lý bùn thải, kết quả thu được tương đồng với thực nghiệm. Vì vậy, các thông số nhiệt độ 60°C, thời gian 120 phút, pH 10 là phù hợp cho quá trình tiền xử lý bùn thải bằng phân hủy nhiệt.

5. LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp Viện Ứng dụng công nghệ năm 2021 “*Nghiên cứu đánh giá khả năng phân giải, thu hồi nguồn cacbon và nguồn dinh dưỡng từ bùn thải của trạm xử lý nước thải*” do Trung tâm Công nghệ vật liệu chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] G. Tchobanoglous, F. Louis Burton, H. D. Stensel, *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, Mac graw hill, 2003.
- [2] V. Kumar Tyagi, L. Shang-Lien. *Sludge: A waste or renewable source for energy and resources recovery?*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 25, trang 708-728, 2013.
- [3] K.T. Vinay, S.-L. Lo. *Application of physico-chemical pretreatment methods to enhance the sludge disintegration and subsequent anaerobic digestion: an up to date review*. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, vol. 10, pp. 215-242, 2011.
- [4] S. Sahinkaya, *Disintegration of municipal waste activated sludge by simultaneous combination of acid and ultrasonic pretreatment*. Process Safety and Environmental Protection, 2014.
- [5] P. Foladori, G. Andreottola, G. Ziglio, *Sludge Reduction Technologies in Wastewater Treatment Plants*, London: IWA Publishing, 2010.
- [6] Zawieja, *Effect of Thermal and Alkaline Disintegration of Excess Sludge on Biodegradation*. Journal of Ecological Engineering, vol. 20, no. 10, pp. 172-182, 2019.

Thông tin liên hệ: **Chu Xuân Quang**

Điện thoại: 0912417741; Email: cxquang@most.gov.vn

Trung tâm Công nghệ vật liệu - Viện Ứng dụng công nghệ.

