

XỬ LÝ THỨ CẤP GLYPHOSATE TRONG NƯỚC BẰNG THIẾT BỊ LỌC SINH HỌC – MÀNG (MBR): NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

Luu Tuấn Dương^{1,2}, Lê Thanh Sơn^{3*}

¹Trường Đại học Khoa học - ĐH Thái Nguyên

²Học viện khoa học và công nghệ Việt Nam, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam

TÓM TẮT

Sau khi tiền xử lý bằng một quá trình oxi hóa tiên tiến như fenton điện hóa, thuốc diệt cỏ Glyphosate bị phân hủy phần lớn thành Glycine, một hợp chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học. Do đó, một thiết bị lọc sinh học – màng (MBR) sử dụng màng vi lọc sợi rỗng kích thước 0,3 μm (diện tích màng lọc 0,2 m^2), đã được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm để xử lý Glycine nhằm định hướng ứng dụng xử lý thứ cấp nước thải chứa Glyphosate. Kết quả nghiên cứu cho thấy, chế độ sục khí và thời gian lưu bùn ảnh hưởng mạnh mẽ đến hiệu quả xử lý của hệ MBR. Chế độ sục/ngưng sục 60/60 phút và thời gian lưu 20 – 28 ngày, tương ứng với nồng độ bùn hoạt tính 7.900 – 9.000 mg.L^{-1} , là điều kiện phù hợp cho quá trình xử lý Glycine bằng MBR. Kết quả này được áp dụng trong xử lý nước thải thực có giá trị COD trong khoảng 1.400 - 1.450 mg.L^{-1} , nồng độ Glyphosate 29 - 29,5 mg.L^{-1} và nồng độ NH_4^+ 16 - 16,5 mg.L^{-1} . Sau khi tiền xử lý bằng fenton điện hóa, COD giảm xuống còn 205 mg.L^{-1} và sau quá trình xử lý thứ cấp bằng MBR, COD giảm xuống còn 32,5 mg.L^{-1} , thấp hơn QCVN 40:2011/BTNMT cột A. Các giá trị amoni, Glyphosate trong nước sau xử lý cũng thấp hơn quy chuẩn cho phép nhiều lần.

Từ khóa: Nước thải; xử lý thứ cấp; hóa chất bảo vệ thực vật; thuốc diệt cỏ Glyphosate; Glycine; MBR.

Ngày nhận bài: 16/3/2020; Ngày hoàn thiện: 07/4/2020; Ngày đăng: 11/5/2020

POST-TREATMENT OF GLYPHOSATE IN WATER BY MEMBRANE BIOREACTOR (MBR): STUDY OF THE PARAMETERS EFFECT ON THE EFFICIENCY

Luu Tuan Duong^{1,2}, Le Thanh Son^{3*}

¹TNU - University of Science, ²Graduate University of Science and Technology - VAST,

³Institute of Environmental Technology - VAST

ABSTRACT

After pre-treatment by an advanced oxidation process such as electro-fenton, Glyphosate herbicide is largely broken down into Glycine, a biodegradable organic compound. Therefore a membrane bioreactor (MBR) using a hollow fiber microfiltration membrane of size 0.3 μm (membrane area of 0.2 m^2) has been studied in a laboratory to treat an aqueous solution of Glycine in order to apply it for secondary treatment of wastewater containing Glyphosate. The results have shown that aeration mode and sludge retention time (SRT) were strong parameters affecting treatment efficiency of MBR system. Aeration/ non-aeration mode of 60/60 minute and SRT of 20 - 28 days, corresponding to MLSS of 7,900 - 9,000 mg.L^{-1} , were suitable conditions for Glycine treatment by MBR. This result was applied in real wastewater treatment with COD of 1,400 – 1,450 mg.L^{-1} , Glyphosate concentration of 29 - 29.5 mg.L^{-1} and NH_4^+ concentration of 16 - 16.5 mg.L^{-1} . After pre-treatment by an electro-fenton, COD decreased to 205 mg.L^{-1} and after secondary treatment by MBR, COD decreased to 32.5 mg.L^{-1} , lower than the limit value of QCVN 40:2011/BTNMT column A. The ammonium and Glyphosate concentration in treated wastewater were also many times lower than the Standard.

Keywords: Wastewater; post-treatment; pesticide; Glyphosate herbicide; Glycine; MBR.

Received: 16/3/2020; Revised: 07/4/2020; Published: 11/5/2020

* Corresponding author. Email: thanhson96.le@gmail.com

1. Giới thiệu

Hiện nay, vấn đề ô nhiễm môi trường đang trở thành một vấn đề nóng bỏng mang tính toàn cầu, ảnh hưởng trực tiếp đến sự tồn tại và phát triển của con người và các sinh vật trên Trái Đất. Sự phát triển quá nhanh của kinh tế đã gây ra hiện tượng môi trường ở nhiều nơi bị ô nhiễm trầm trọng. Trong số các chất độc hại thải ra môi trường, đáng chú ý là những chất hữu cơ độc hại bền vững (*Persistent Organic Pollutants – POPs*), bởi dù chỉ tồn tại ở nồng độ rất thấp nhưng chúng tương đối bền vững, khó bị phân hủy sinh học, tồn lưu một thời gian dài trong môi trường, có khả năng tích lũy trong cơ thể sinh vật và gây nhiễm độc cấp tính hoặc mãn tính cho con người. Trong số các chất ô nhiễm thuộc nhóm POPs, hóa chất bảo vệ thực vật (BVTV) được sử dụng rất nhiều ở nước ta giúp tiêu diệt sâu bệnh, cỏ dại có hại, bảo vệ mùa màng. Trên thực tế, rất nhiều bao bì sau khi sử dụng xong được vứt bừa bãi trên cánh đồng, khi mưa xuống sẽ rửa trôi các hóa chất BVTV dư thừa gây ô nhiễm nước ngầm, nước mặt. Mặt khác, nước thải của các cơ sở sản xuất hoặc các nhà máy sản xuất hóa chất BVTV nếu không xử lý hiệu quả có thể dẫn tới ô nhiễm môi trường. Khi xâm nhập vào cơ thể, hóa chất BVTV gây ra nhiều tổn thương cho các cơ quan như hệ thần kinh, hệ thống tim mạch, gây ung thư, đột biến gen [1], [2]... Do vậy, việc nghiên cứu xử lý triệt để hợp chất này trong nước bị ô nhiễm luôn là mối quan tâm hàng đầu của mỗi quốc gia và đặc biệt có ý nghĩa quan trọng đối với cuộc sống hiện tại và tương lai của loài người.

Những nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng phương pháp oxy hóa tiên tiến (AOP) sử dụng gốc tự do hydroxyl $\bullet\text{OH}$ là phương pháp xử lý khá hiệu quả các chất dạng POPs nói chung, các hóa chất BVTV nói riêng bởi gốc $\bullet\text{OH}$ là chất oxy hóa gần như mạnh nhất được biết đến với thế oxy hóa khử 2,7 V/ESH, có khả năng tấn công mạnh mẽ vào các vòng thơm, phân hủy các chất hữu cơ dạng POP

thành H_2O , CO_2 và các axit vô cơ, hữu cơ mạch ngắn dễ phân hủy sinh học [3]. Do đó để xử lý triệt để các chất nhóm này, sau tiên xử lý bằng một quá trình AOP, cần xử lý thứ cấp bằng một quá trình sinh học.

MBR là viết tắt của cụm từ Membrane Bioreactor (Bể lọc sinh học - màng) là thiết bị xử lý dựa trên nguyên lý kết hợp quá trình lọc bằng màng với quá trình phân hủy bằng bùn hoạt tính, trong đó hệ vi sinh vật có trong bùn hoạt tính sẽ phân hủy các chất ô nhiễm hữu cơ tạo thành sinh khối, còn quá trình lọc màng sẽ lọc tách chỉ cho nước sạch đi qua và giữ lại các chất lơ lửng, vi sinh vật (VSV) và vi khuẩn gây bệnh. Nhờ có quá trình lọc màng nên mật độ vi sinh trong hệ MBR cao hơn nhiều so với quá trình bùn hoạt tính truyền thống, do đó hiệu quả phân hủy các chất hữu cơ cũng vì thế mà cao hơn, ổn định hơn, tạo ra ít bùn thải hơn, và do đó thời gian lưu bùn cũng cao hơn các phương pháp bùn hoạt tính truyền thống. Ngoài ra, việc đặt môđun màng ngay trong bể bùn hoạt tính giúp tiết kiệm diện tích đất so với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống vì không phải sử dụng bể lắng [4], [5]. Với những ưu điểm trên, việc sử dụng kết hợp MBR với quá trình oxy hóa tiên tiến có thể là giải pháp hiệu quả để xử lý các chất POP nói chung, hóa chất BVTV nói riêng.

Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày kết quả nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý thứ cấp Glyphosate, một loại thuốc diệt cỏ được sử dụng rất phổ biến ở Việt Nam, trong nước bằng hệ MBR để tìm điều kiện tối ưu cho quá trình xử lý. Các nghiên cứu trước đây của Lan và cộng sự [6], Manassero và cộng sự [7] đã chỉ ra rằng, một quá trình oxy hóa tiên tiến như fenton điện hóa có thể phân hủy Glyphosate chủ yếu thành Glycine và axit Phosphoric, do đó, để nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý thứ cấp Glyphosate (sau khi đã tiên xử lý bằng phương pháp fenton điện hóa) bằng hệ MBR, nghiên cứu này sử dụng dung dịch Glycine làm dung dịch đầu vào của hệ

MBR. Kết quả thu được sẽ áp dụng thử nghiệm trên nước thải của nhà máy sản xuất hóa chất BVTV chứa Glyphosate.

2. Phương pháp nghiên cứu

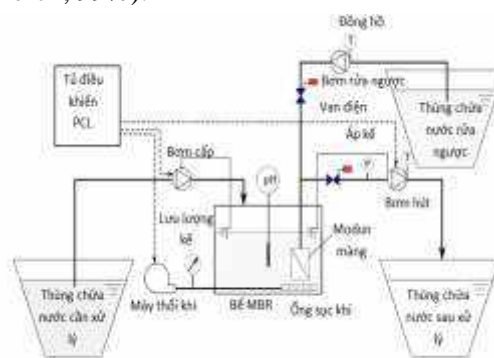
2.1. Hệ thí nghiệm MBR

Hệ thí nghiệm MBR sử dụng trong nghiên cứu này gồm bể phản ứng bằng thủy tinh hữu cơ kích thước 20 cm x 35 cm x 45 cm và môđun màng sử dụng màng vi lọc sợi rỗng của hãng Mishubishi, Nhật Bản, với đường kính lỗ màng 0,3 μm , tổng diện tích bề mặt màng 0,2 m^2 . Vật liệu chế tạo màng là polyetylen chịu được áp lực lớn lên đến 10 - 30 kpa. Bể phản ứng chứa bùn hoạt tính – được lấy từ bể arotank của hệ thống xử lý nước thải nhà máy bia Hà Nội. Trong bùn hoạt tính có hệ VSV hiếu khí, là tác nhân chính phân hủy các chất hữu cơ tạo thành CO_2 , H_2O và sinh khối mới. Một máy thổi khí được sử dụng để cấp khí cho hệ VSV hiếu khí bằng cách sục khí theo phương từ dưới đáy bể lên (hình 1). Để thực hiện quá trình lọc màng, một bơm hút được bố trí ở đầu ra, tạo áp lực hút dung dịch trong bể phản ứng ra ngoài. Các VSV, chất lơ lửng như bùn hoạt tính, sinh khối có kích thước lớn hơn kích thước lỗ màng nên bị giữ lại trong bể phản ứng. Quá trình sục khí ở trên cũng giúp thổi bay các chất lơ lửng bám trên bề mặt các sợi màng, phân tán đều vào trong khối dung dịch, giúp hạn chế việc bít tắc màng. Trên các đường ống dẫn dung dịch vào và ra có bố trí các van áp và lưu lượng kế giúp theo dõi áp suất nước trong các đường ống và lưu lượng dòng vào, ra. Tủ điều khiển PLC kết nối với các van, bơm hút, máy thổi khí để điều khiển tự động. Khi có sự cố như tắc màng, áp lực trong đường ống vượt quá giới hạn, bộ phận điều khiển sẽ ngắt bơm hút, khởi động bơm rửa ngược bơm dung dịch rửa màng quay ngược trở lại để khắc phục hiện tượng tắc màng.

2.2. Nguyên vật liệu, hoá chất

Các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu có độ tinh khiết cao: Glycine ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$) của Sigma-Aldrich NY, USA; Glucozo (Merck, 99,7%),

NaHCO_3 (Merck, 99,7%), NH_4Cl (Merck, 99,8%), K_2HPO_4 (Merck, 99%), CaCl_2 (Merck, 98%), $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Merck, 99%), CH_3COOH (Merck, 99,8%), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck, 99,5%), còn 96° (Sigma-Aldrich) và là các hóa chất dinh dưỡng bổ sung thêm để nuôi VSV. Các hóa chất dùng để phân tích: H_2SO_4 (Merck, 98%), Ag_2SO_4 (Merck, 99,7%), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Merck, 99,8%), HgSO_4 (Merck, 98,5%), $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Merck, 99%), $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Merck, 99%), $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ (Merck, 99%).



Hình 1. Sơ đồ hệ thí nghiệm MBR

2.3. Phương pháp phân tích

Hiệu quả xử lý Glycine và xử lý nước thải chứa hóa chất BVTV (của công ty TNHH Việt Thắng, Bắc Giang) được đánh giá thông qua chỉ tiêu COD. Chỉ tiêu COD được phân tích theo phương pháp được quy định trong TCVN 6491:1999. Ngoài ra, trong số các chất dinh dưỡng bổ sung để nuôi VSV, có mặt amoni nên chỉ tiêu amoni cũng được đánh giá theo phương pháp được quy định trong TCVN 6179-1:1996.

Glycine được phân tích bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) trên thiết bị Thermo Fisher Scientific (Mỹ).

Khi áp dụng cho xử lý nước thải thực, chỉ tiêu Glyphosate trong nước thải trước và sau cũng được phân tích để đánh giá hiệu quả xử lý Glyphosate của hệ MBR. Glyphosate được phân tích bằng phương pháp trắc quang trên thiết bị UV-vis Genesys 10S VIS (Mỹ) [8].

3. Kết quả và bàn luận

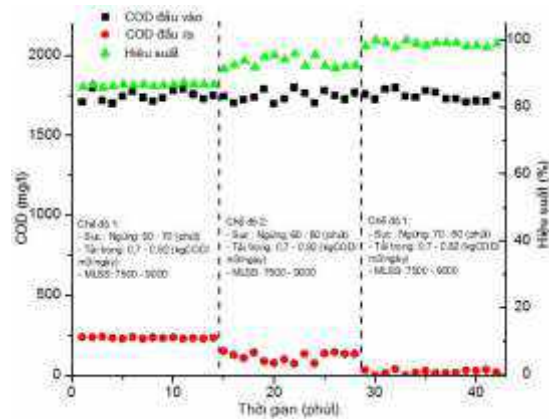
3.1. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý Glycine bằng hệ MBR

3.1.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ sục khí

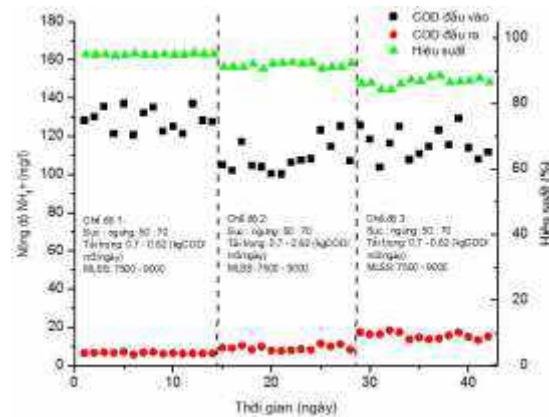
Trong bùn hoạt tính có các VSV hiếu khí, kỵ khí, thiếu khí khác nhau và khả năng xử lý COD của các chủng VSV này cũng khác nhau. Việc sục khí sẽ cung cấp thêm oxy, tạo điều kiện cho các VSV hiếu khí sinh trưởng và phát triển. Do đó, chế độ sục khí sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý các chất hữu cơ (trong nghiên cứu này là Glycine và các chất dinh dưỡng bổ sung thêm cũng như các chất hữu cơ có sẵn trong bùn hoạt tính). Nghiên cứu này thực hiện việc xử lý dung dịch Glycine ở 3 chế độ sục khí/ ngưng sục khí (phút/phút) khác nhau: 50/70; 60/60; 70/50. Kết quả thu được thể hiện trên hình 2. Có thể thấy rằng, khi thời gian sục khí tăng lên từ 50 phút lên 60 phút và 70 phút thì khả năng xử lý COD cũng tăng theo. Cụ thể, giá trị hiệu suất tăng từ 86,55% (chế độ sục 50/70) đến 93,33% (chế độ sục 60/60) và lên đến 98,82% (chế độ sục 70/50). Điều này có thể giải thích là do khi tăng thời gian sục khí, lượng oxy được cung cấp nhiều hơn, tạo điều kiện cho sự sinh trưởng và phát triển của hệ VSV hiếu khí có trong bùn hoạt tính, dẫn đến khả năng xử lý COD tăng lên. Ngoài ra, việc tăng cường sục khí có thể còn có tác dụng thổi bay các chất lơ lửng bám trên bề mặt các sợi màng, ngăn chặn sự bít tắc màng, dẫn đến hiệu quả xử lý COD cũng tăng lên [9].

Tuy nhiên, khi xem xét khả năng xử lý amoni (hình 3), sự ảnh hưởng của chế độ sục khí lại theo xu hướng ngược lại, tăng thời gian sục khí lại làm giảm hiệu suất xử lý amoni từ gần 94,97% xuống còn 86,54%. Nguyên nhân có thể là do khi tăng sục khí, mặc dù quá trình nitrát hóa diễn ra mạnh hơn, nhưng đồng thời quá trình này tiêu thụ độ kiềm (7,6 độ kiềm/1g amoni) dẫn đến pH bị giảm, do đó bùn khó lắng và có hiện tượng chuyển sang trạng thái bùn dầy (thực tế quan sát thấy nước sau xử lý có màu lơ lờ đục), làm tăng giá trị amoni ở đầu ra, tức hiệu suất xử lý giảm. Cân đối giữa khả

năng xử lý COD và amoni, nhóm tác giả lựa chọn thời gian sục khí/ngưng sục khí là 60/60 (phút) cho các thí nghiệm sau bởi ở chế độ này, hiệu suất xử lý COD và amoni đều rất cao, lần lượt là 92,57% và 91,65% và giá trị COD, amoni ở nước đầu ra đều đạt QCVN 40:2011/BTNMT cột B.



Hình 2. Ảnh hưởng của chế độ sục/ngưng lên khả năng xử lý COD

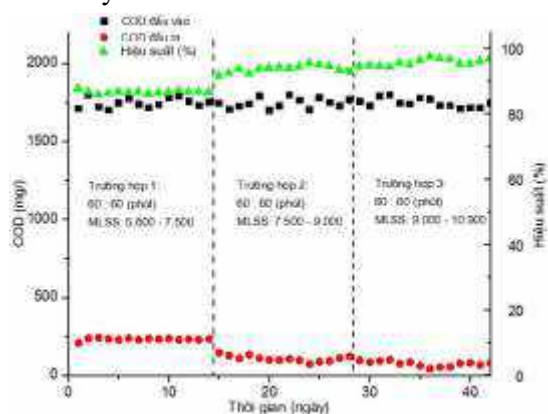


Hình 3. Ảnh hưởng của chế độ sục/ngưng lên khả năng xử lý amoni

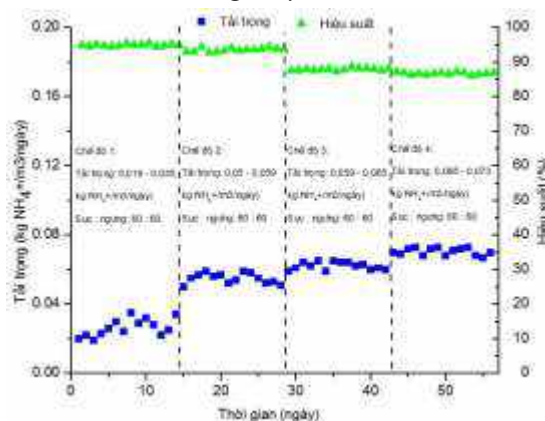
3.1.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lưu bùn

Ảnh hưởng của thời gian lưu bùn đến hiệu quả xử lý được tiến hành bằng cách duy trì nồng độ MLSS trong hệ ở ba khoảng giá trị khác nhau: 5.800 – 7.500 mg.L⁻¹ (tương ứng với thời gian lưu bùn 1 – 14 ngày), 7.500 – 9.000 mg.L⁻¹ (thời gian lưu bùn 15 – 28 ngày) và 9.000 – 10.900 mg.L⁻¹ (thời gian lưu bùn 29 – 42 ngày). Ảnh hưởng của thời gian lưu bùn đến hiệu suất xử lý COD và amoni được thể hiện trên hình 4 và 5. Kết quả thu được

cho thấy, tại ba khoảng thời gian lưu bùn khác nhau 1 – 14 ngày, 15 – 28 ngày và 19 – 42 ngày, hiệu suất xử lý COD tăng dần trong khoảng 85,86% - 97,46%, amoni tăng dần trong khoảng 84,89% – 95,21%. Tuy nhiên mức độ tăng không đáng kể. Điều này có thể giải thích là do ở trong điều kiện hiếu khí, thiếu khí vẫn xảy ra quá trình phân hủy chất hữu cơ, chỉ khác ở tốc độ phân hủy ở quá trình hiếu khí diễn ra nhanh hơn, tuy nhiên thời gian giữa chu kỳ sục khí – ngừng sục khí không quá dài nên không có sự khác biệt nhiều về tốc độ của quá trình. Hiệu quả xử lý COD, NH_4^+ cao do trong quá trình lọc màng đã giảm được lượng chất lơ lửng trong đó có chứa chất hữu cơ đi ra ngoài theo nước sau xử lý.



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian lưu bùn lên khả năng xử lý COD



Hình 5. Ảnh hưởng của tải trọng hữu cơ lên khả năng xử lý amoni

Việc tăng thời gian lưu bùn có thể làm giảm lượng bùn thải, tuy nhiên nếu thời gian lưu bùn

quá lớn có thể dẫn đến giảm lượng cặn lơ lửng dễ bay hơi, tăng lượng cặn rắn khó bay hơi, giảm lượng sinh khối, giảm hoạt tính sinh học của bùn hoạt tính [10]. Vì vậy, nhóm tác giả lựa chọn thời gian lưu bùn 20 – 28 ngày, tương ứng với MLSS ở mức 7.900 – 8.900 mg.L^{-1} .

3.2. Đánh giá khả năng xử lý COD trong mẫu nước thải chứa glyphosate

Áp dụng các điều kiện tối ưu thu được ở trên để xử lý mẫu nước thải thực của công ty TNHH sản xuất hóa chất BVTV Việt Thắng (Bắc Giang). Nước thải đầu vào có COD trong khoảng 1.400 – 1450 mg.L^{-1} , nồng độ Glyphosate 29 – 29,5 mg.L^{-1} và nồng độ NH_4^+ 16 – 16,5 mg.L^{-1} . Tiến hành quá trình tiền xử lý bằng fenton điện hóa theo các điều kiện mô tả trong nghiên cứu trước của T.S. Le và cộng sự [11]. Nước thải sau đó được chạy qua hệ MBR với các điều kiện tối ưu tìm thấy ở trên: MLSS = 7.900 – 8.900 mg.L^{-1} , thời gian sục khí/ngừng sục: 60/60 phút. Kết quả phân tích Glycine, COD và NH_4^+ của nước thải trước và sau khi xử lý bằng MBR được thể hiện trong bảng 1. Có thể thấy rằng, COD của nước thải sau MBR giảm đáng kể, từ 205 mg.L^{-1} xuống còn 32,5 mg.L^{-1} , hiệu suất đạt 97,7%. Giá trị COD đầu ra thấp hơn QCVN 40:2011/BTNMT cột A. Với amoni, hiệu suất xử lý thấp hơn, khoảng 69,9%, tuy nhiên giá trị amoni đầu ra thấp hơn nhiều lần so với giá trị giới hạn ở cột A của QCVN 40:2011/BTNMT. Điều đó chứng tỏ quá trình lọc sinh học - màng có thể áp dụng để xử lý thứ cấp nước thải chứa hóa chất BVTV một cách hiệu quả, nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn xả thải cột A của QCVN 40:2011/BTNMT. Ngoài ra, khi xem xét hàm lượng Glyphosate có trong nước thải trước và sau hệ MBR có thể thấy rằng hệ thống MBR cũng giúp loại bỏ tiếp 88% (có thể bị hệ VSV hiếu khí xử lý 1 phần và 1 phần bị giữ lại trong bùn hoạt tính bởi quá trình lọc màng) và hiệu suất xử lý Glyphosate của cả hệ thống đạt 98,98%.

Bảng 1. Một số thông số của nước thải công ty TNHH Việt Thắng (Bắc Giang) sau tiền xử lý bằng fenton điện hóa [8] và sau xử lý thứ cấp bằng MBR

Thông số	Nước thải sau tiền xử lý (mg/L)	Nước thải sau MBR (mg/L)	Hiệu suất (%)	QCVN 40:2011/BTNMT	
				Cột A	Cột B
COD	205	32,5	97,7	75	150
Glyxin	3,8	0,91	76,2	-	-
Glyphosate	2,5	0,3	88,0	0,3	1
NH ₄ ⁺	2,53	0,76	69,9	5	10

4. Kết luận

Sự phân hủy dung dịch Glycine – sản phẩm chính của quá trình phân hủy thuốc diệt cỏ Glyphosate bằng fenton điện hóa - bằng hệ MBR phụ thuộc vào chế độ sục khí và thời gian lưu bùn. Các kết quả thu được đã chỉ ra rằng chế độ sục/ngưng sục 60/60 phút và thời gian lưu 20 – 28 ngày, tương ứng với nồng độ bùn hoạt tính trong khoảng 7.900 – 9.000 mg.L⁻¹, là điều kiện phù hợp cho quá trình xử lý Glycine bằng MBR. Áp dụng kết quả này trong xử lý nước thải của công ty TNHH Việt Thắng (Bắc Giang) có COD trong khoảng 1.400 – 1450 mg.L⁻¹, nồng độ Glyphosate 29 – 29,5 mg.L⁻¹ và nồng độ NH₄⁺ 16 – 16,5 mg.L⁻¹ cho thấy tiềm năng ứng dụng công nghệ MBR trong xử lý hóa chất BVTV. Sau quá trình tiền xử lý bằng fenton điện hóa, COD giảm xuống còn 205 mg.L⁻¹ và sau quá trình xử lý thứ cấp bằng MBR, COD giảm xuống còn 32,5 mg.L⁻¹, thấp hơn giới hạn cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT cột A. Các giá trị amoni, Glyphosate trong nước sau xử lý cũng thấp hơn quy chuẩn cho phép nhiều lần. Kết quả nghiên cứu này đã mở ra khả năng ứng dụng công nghệ MBR kết hợp với một quá trình oxy hóa tiên tiến để xử lý nước ô nhiễm các hóa chất BVTV trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. Pesticide Action Network Asia Pacific, *Communities in Peril: Global Report on Health Impacts of Pesticide Use in Agriculture*. Red Leaf Printing Press, Manila, Philippines, 2010.
- [2]. G. Healy, M. Rodgers and J. Mulqueen, "Treatment of dairy wastewater using constructed wetlands and intermittent sand filters," *Bioresource Technology*, vol. 98, pp. 2268-2281, 2007.
- [3]. J. Hoigne, "Inter-calibration of OH radical sources and water quality parameters," *Water Sci. and Technol.*, vol. 35, no. 4, pp. 1-8, 1997.
- [4]. J. Lobos, C. Wisniewski, M. Heran, and A. Grasmick, "Membrane bioreactor performances: comparison between continuous and sequencing systems," *Desalination*, vol. 199, pp. 319-321, 2006.
- [5]. K. U. Do, R. Banu, I. T. Yeom, K. C. Dang, N. L. Nguyen, and N. Parveen, "A review on potential application of membrane bioreactor for municipal wastewater treatment," National conference on recent trends in chemical engineering, St. Peters Engineering College, Chennai, India, 2008.
- [6]. H. Lan, Z. Jiao, X. Zhao, W. He, A. Wang, H. Liu, R. Liu, and J. Qu, "Removal of glyphosate from water by electrochemically assisted MnO₂ oxidation process," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 117, pp. 30-34, 2013.
- [7]. A. Manassero, C. Passalia, A. C. Negro, A. E. Cassano, and C. S. Zalazae, "Glyphosate degradation in water employing the H₂O₂/UVC process," *Water Research*, vol. 44, pp. 3875-3882, 2010.
- [8]. N. Tran, P. Drogui, T. L. Doan, T. S. Le, and H. C. Nguyen, "Electrochemical degradation and mineralization of glyphosate herbicide," *Environmental Technology*, vol. 38, no. 23, pp. 2939-2948, 2017.
- [9]. O. T. Iorhemen, R. A. Hamza, and J. H. Tay, "Membrane Bioreactor (MBR) Technology for Wastewater Treatment and Reclamation: Membrane Fouling," *Membranes (Basel)*, vol. 6, no. 2, p. 33, 2016.
- [10]. K. U. Do, and X. Q. Chu, "An assessment of the influences of sludge retention time on biomass properties in wastewater treatment by membrane bioreactor," *Journal of Analytical Sciences*, vol. 19, no. 3, pp. 92-98, 2014.
- [11]. T. S. Le, T. D. Luu, T. L. Doan, and M. H. Tran, "Study of some parameters responsible for glyphosate herbicide mineralization by electro-fenton process," *Vietnam Journal of Science and Technology*, vol. 55, no. 4C, pp. 238-244, 2017.