

Nghiên cứu giảm thiểu ô nhiễm nước thải sản xuất men sau xử lý sinh học bằng công nghệ plasma lạnh

Nguyễn Thị Thanh Phượng, Đinh Lâm Tiệp

Tóm tắt—Nước thải của công nghệ sản xuất men là một trong những loại nước thải phức tạp, được đặc trưng bởi hàm lượng hữu cơ và độ màu rất cao. Nghiên cứu ứng dụng plasma lạnh trong xử lý nước thải sản xuất men với quy mô phòng thí nghiệm đã chứng tỏ được tính ưu việt của công nghệ này về hiệu quả, thời gian xử lý và tính không chọn lọc đối với chất ô nhiễm. Mô hình xử lý nước thải sản xuất men vận hành tối ưu trong thời gian 3 phút, hiệu điện thế 100V (dòng điện một chiều) và pH khoảng 8,4, với hiệu suất xử lý COD đạt trên 75%, độ màu và TSS trên 93%. Kết quả nghiên cứu là cơ sở áp dụng thực tế cho nước thải tại công ty TNHH AB Mauri Việt Nam sau giai đoạn xử lý sinh học (sinh học kỵ khí, yếm khí và hiếu khí) với giá trị COD lớn hơn 5.000 mg/l và độ màu trên 26.000 Pt-Co.

Từ khóa—plasma lạnh, nước thải sản xuất men, hiệu điện thế, AB Mauri Việt Nam.

1 MỞ ĐẦU

Nước thải của công nghệ sản xuất men được đánh giá là một trong những dạng nước khó xử lý do độ màu lớn và độ ô nhiễm hữu cơ cao, chứa nhiều thành phần hữu cơ khó phân hủy. Dòng nước thải này có từ việc ly tâm rửa men nhiều lần, nước rửa CIP, nước rửa thiết bị, nhà xưởng, cũng như nước bùn thải từ máy tách cặn. Với các quy trình công nghệ truyền thống hiện nay đang được áp dụng, bao gồm bể xử lý yếm khí digester, UASB, aerotank, lọc NF, RO, bể lọc nano, về cơ bản là đã có thể xử lý được gần hết chất ô nhiễm, nhưng thực tế để xử lý được nồng độ ô nhiễm cao như nước thải sản xuất men, cần một hệ thống công nghệ, nhiều công đoạn, tốn kém nhiều chi phí vận hành và trang thiết bị, nhân lực [1].

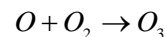
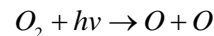
Ngày nhận bản thảo: 12-02-2018; Ngày chấp nhận đăng: 05-02-2018. Ngày đăng: 28-6-2018.

Nguyễn Thị Thanh Phượng, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (e-mail: nttp@hcmut.edu.vn).

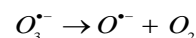
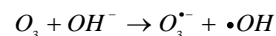
Đinh Lâm Tiệp, Công ty CP Tư vấn và Thẩm định Môi trường Vinacontrol (e-mail: dinhlamtiiep@gmail.com).

Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu ứng dụng plasma lạnh vào quá trình xử lý nước thải chứa thành phần phức tạp và độ ô nhiễm cao đang được thúc đẩy. Plasma lạnh được tạo thành khi chỉ có một phần nhỏ phân tử khí bị ion hóa, trong đó nhiệt độ điện tử đạt giá trị rất lớn dù nhiệt độ của ion và của chất khí xấp xỉ với môi trường [2]. Trong quá trình hình thành plasma, các tác nhân oxy hóa cũng được sinh ra và có thể biểu diễn bằng các phương trình dưới đây [2]:

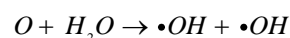
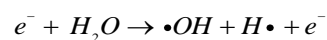
- Quá trình hình thành ozone dưới tác động của tia lửa điện:



- Quá trình hình thành hydroxyl tự do khi ozone hòa tan trong nước:



- Quá trình hình thành hydroxyl tự do khi các điện tử năng lượng hoặc oxy nguyên tử va đập vào phân tử hơi nước:



Với khả năng hình thành nên các tác nhân oxy hóa mạnh như O_3 và $\cdot OH$, việc ứng dụng trên có những ưu điểm như không phụ thuộc nhiều vào hóa chất, mang lại hiệu quả cao, không chọn lọc và thời gian xử lý ngắn [3]. Plasma lạnh sinh ra gốc tự do hydroxyl $\cdot OH$ là tác nhân oxy hóa rất mạnh, thế oxy hóa của gốc này là 2,8V, cao 2,05 lần so với thế oxy hóa của clo và 1,52 lần so với thế oxy hóa của ozone [4]. Tính khả thi của plasma lạnh trong việc xử lý các chất ô nhiễm độc hại và khó phân hủy trong nước đã được chứng minh qua nhiều nghiên cứu trên thế giới như xử lý nước thải chế

biến cao su [5], dư lượng thuốc kháng sinh sulfonamide [6], màu nhuộm RB và FG [7], phenol [8], methyl paraben [9], thuốc bảo vệ thực vật dichlorvos, malathion và endosulfan [10], azoxystrobin, cyprodinil, fludioxonil và pyriproxyfen [11], nitenpyram [12], dichlorvos [13].

Dựa trên tính ưu việt của công nghệ plasma lạnh như đã được nghiên cứu, nghiên cứu này tập trung vào mục tiêu đánh giá hiệu suất xử lý độ màu, chất hữu cơ (COD) và chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước thải sản xuất men, đồng thời khảo sát và xác định các giá trị vận hành tối ưu thông qua phương pháp thử nghiệm trên mô hình plasma lạnh quy mô phòng thí nghiệm, với các chế độ vận hành khác nhau (thay đổi thời gian xử lý, hiệu điện thế và pH).

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Dòng nước thải trước xử lý tại nhà máy AB Mauri có nồng độ COD cao (hơn 60.000 mg/l) [1], trong khi đó, khả năng giải quyết bằng công nghệ xử lý sinh học có xu hướng tới hạn, rất khó để tăng hiệu suất thêm và tốn nhiều điện tích xây dựng và thời gian xử lý chậm. Ngoài ra, việc sử dụng công nghệ lọc như hiện tại gây tốn kém về mặt chi phí nhưng chỉ có tác dụng tách chất bẩn ra khỏi nước, chưa xử lý triệt để được chất bẩn. Dòng đậm đặc sau lọc phải tiếp tục được xử lý riêng. Vì thế, mẫu nước thải đầu vào của mô hình trong nghiên cứu này là nước thải được lấy từ bể chứa sau giai đoạn sinh học (sau bể lắng sinh học và trước hệ thống

lọc của hệ thống xử lý). Tính chất mẫu nước này được thể hiện trong Bảng 1.

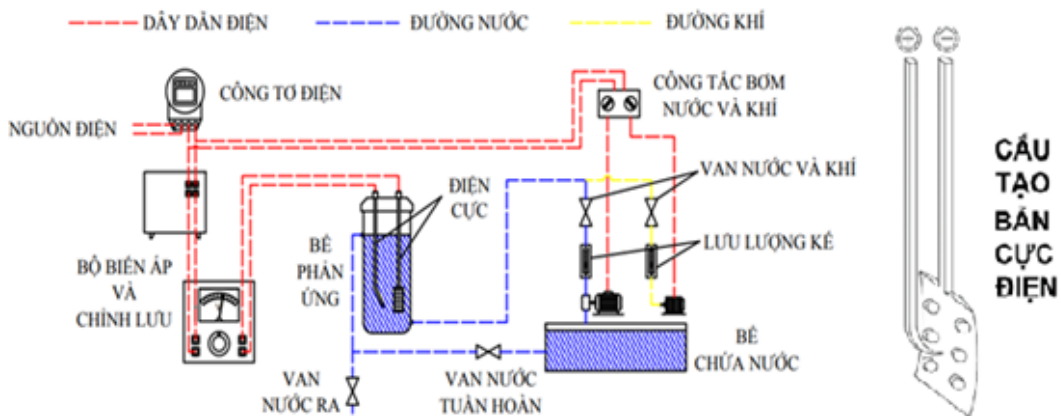
Bảng 1. Tính chất nước thải đầu vào

STT	Chi tiêu	Đơn vị	Giá trị
1	pH	-	7,68 ± 0,01
2	Độ màu	Pt - Co	26.250 ± 130
3	COD	mg/l	5.792 ± 28
4	TSS	mg/l	1.810 ± 9

Mẫu nước được lấy mẫu và bảo quản mẫu theo TCVN 6663-1:2011, TCVN 6663-3:2008. Mẫu và được lưu tại kho lạnh của phòng thí nghiệm Môi Trường và Tài Nguyên, cơ sở Bình Dương. Các hóa chất sử dụng được mua từ hãng RCI Labscan và Merck Millipore. Nghiên cứu sử dụng NaOH và H₂SO₄ để điều chỉnh pH.

2.2 Mô hình nghiên cứu

Sơ đồ mô hình thực nghiệm được thể hiện như Hình 1. Bể phản ứng được làm bằng nhựa cách điện, cách nhiệt, có cấu tạo hình trụ với thể tích là 1.500 ml. Bể được thiết kế có một đầu ra và một đầu vào. Đầu vào của nước được đặt bên dưới, đầu nước ra được đặt giữa bể, nước đầu vào sẽ được đi từ dưới lên. Thể tích vùng phản ứng là 700 ml. Trên cùng của bể là nắp khóa bằng ren nhựa, cách điện, dùng để cố định hai điện cực. Bể chứa nước thải bằng nhựa mica có dạng hình hộp chữ nhật và thể tích 2.500 ml.



Hình 1. Sơ đồ mô hình thực nghiệm

Bản cực điện là nơi sẽ hình thành plasma, gồm hai cực anode và cathode, được làm bằng thép không gỉ (inox SUS 304) và đặt ngập trong nước. Cực anode được thiết kế nhọn ở đầu. Cực cathode được thiết kế dạng tấm hình vuông, kích thước 30 cm × 30 cm, dày 0,5 cm và được khoan các lỗ tròn đều nhau. Khoảng cách hai đầu bản cực được thiết kế cách nhau 20 cm. Hai bản cực được đặt ngập trong nước, cách đáy bể phản ứng 1,5 cm. Cực anode được nối trực tiếp với đầu điện dương ở đầu ra của bộ chỉnh lưu, cực cathode được nối với đầu điện âm.

Hệ thống còn bao gồm biến áp, có chức năng thay đổi điện áp đầu vào, cung cấp điện thế cho hai bản cực để sinh ra plasma, có thể thay đổi từ 0 đến 250 V. Bộ chỉnh lưu có chức năng chính là chuyển dòng điện xoay chiều thành dòng một chiều. Đầu ra của chỉnh lưu sẽ có hai đầu điện âm và dương. Hai đầu này được nối trực tiếp ra hai bản cực đặt trong bể phản ứng. Trên thiết bị chỉnh lưu này có một ampe kế để theo dõi cường độ dòng điện, một nút vặn điều chỉnh hiệu điện thế cấp vào. Cuối hệ thống điện là máy bơm nước và bơm thổi khí, được bật tắt thông qua hai công tắc. Cả bơm khí và bơm nước được điều chỉnh lưu lượng cấp thông qua van gắn trên đường ống và được kiểm soát bằng lưu lượng kế.

2.3 Quá trình thực nghiệm

Nước thải được chứa tại bể chứa nước thải và được bơm đi qua van và lưu lượng kế để kiểm soát lưu lượng. Sau đó sẽ được trộn chung với không khí. Không khí được cấp bằng một máy bơm khí riêng. Khí cấp vào cũng được kiểm soát bằng một lưu lượng kế. Nước và khí sau khi trộn vào nhau sẽ được đi vào bể phản ứng. Đầu vào của nước được đặt bên dưới, đầu nước ra được đặt giữa bể, nước đầu vào sẽ được đi từ dưới lên. Tại đây, với sự điều chỉnh điện áp vào, cùng với việc cấp khí, quá trình hình thành plasma sẽ diễn ra. Quá trình này sinh ra ozone cùng các tác nhân oxy hóa mạnh khác. Chất ô nhiễm trong nước sẽ phản ứng với các gốc oxy hóa mạnh này và trong điều kiện lý tưởng, sản phẩm cuối cùng là nước, CO₂ và các gốc khoáng khác.

Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp một yếu tố (one factor at a time) để khảo sát tính hiệu quả của mô hình và xác định giá trị thông số

vận hành tối ưu cho mô hình. Các yếu tố khảo sát được thay đổi theo mô tả trong bảng 2.

Bảng 2. Các giá trị yếu tố khảo sát

STT	Yếu tố	Đơn vị	Giá trị
1	Thời gian	phút	1; 3; 5; 7
2	Hiệu điện thế	V	50; 100; 150; 230
3	pH ban đầu	-	2; 5; 9; 12

Trong quá trình thực nghiệm, sau khi kết thúc phản ứng, mẫu được lấy ra cốc đong, để lắng bùn trong thời gian 1 giờ, sau đó sẽ lấy nước sau lắng để đánh giá hiệu suất phân hủy. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm pH, độ màu, COD và TSS. Các thông số này được phân tích theo phương pháp trong Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Mỗi giá trị thay đổi sẽ được thí nghiệm lặp lại hai lần để giảm sai số, kết quả cuối cùng là kết quả trung bình của hai lần. Các dữ liệu thu thập sẽ được tổng hợp, xử lý và biểu diễn đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel.

3 KẾT QUẢ VÀ BIỆN LUẬN

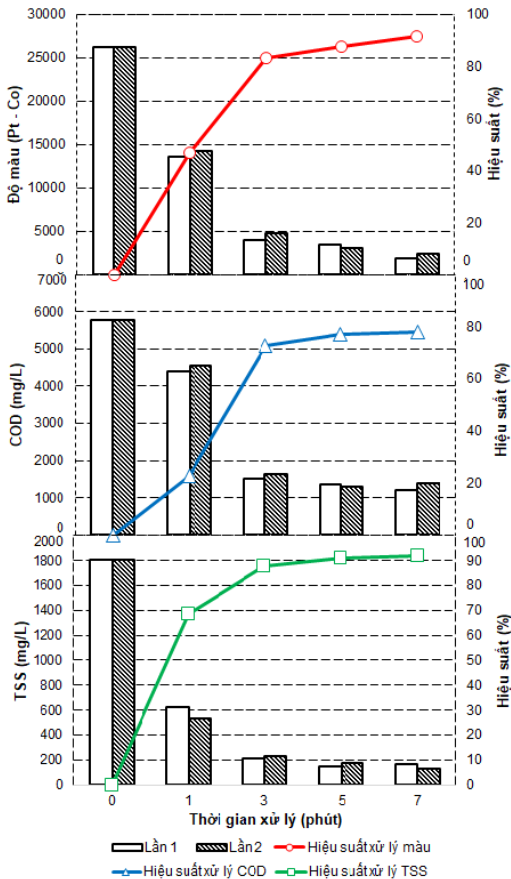
3.1 Ảnh hưởng của thời gian xử lý

Trong nghiên cứu này, mẫu nước thải thử nghiệm có độ màu ở mức cao hơn nhiều so với nhiều dạng nước thải phổ biến khác. Kết quả ở hình 2 cho thấy, mô hình cho hiệu suất rất tốt đối với chỉ tiêu độ màu. Với mẫu đầu vào ở mức 26.250 Pt-Co sau thời gian một phút, độ màu giảm 46,87%. Sau ba phút, độ màu giảm 83,1% so với ban đầu. Hiệu suất tăng mạnh trong ba phút đầu tiên, ở những mốc thời gian tiếp theo, sự suy giảm độ màu vẫn tiếp tục nhưng mức độ giảm dần. Sau bảy phút, độ màu giảm còn 2.157 Pt-Co, giảm 91,78% so với giá trị ban đầu.

Mẫu nước đầu vào có nồng độ COD tương đối cao, với giá trị là 5.792 mg/l. Theo hình 2, trong một phút đầu tiên, hiệu quả phân hủy chỉ đạt 22,53%. Đến mốc thời gian ba phút, hiệu suất tăng mạnh, đạt 72,81%. Sau đó trở đi, hiệu suất vẫn tăng nhưng không tăng thêm nhiều và có xu hướng bão hòa. Đến mốc thời gian bảy phút, hiệu suất phân hủy trung bình đạt đến 77,78%.

Như hình 2, sự thay đổi nồng độ TSS cũng biểu hiện rất rõ. Tương tự như độ màu và COD, chỉ tiêu TSS có nồng độ tương đối cao và cũng có sự thay

đổi nồng độ theo thời gian. Nồng độ giảm mạnh ở quãng thời gian đầu tiên, với hiệu suất 68,45%. Đến ba phút tiếp theo, nồng độ vẫn giảm mạnh, nồng độ giảm xuống còn 211 mg/l, ứng với hiệu suất 87,79%. Ở các mức tiếp theo, TSS cũng có xu hướng bão hoà. Nghiên cứu đạt hiệu quả cao đối với TSS, sau bảy phút, nồng độ giảm đến 91,82%. Điều này có thể do sau phút thứ 3 của quá trình xử lý plasma lạnh, lượng chất hữu cơ giảm nhiều, khiến lượng điện tử sinh ra do hiện tượng thác điện tử (electron avalanche) của plasma gây ăn mòn điện cực, giải phóng kim loại vào nước và tạo nên hiện tượng kết tủa chất ô nhiễm thành bông bùn và chìm xuống đáy, từ đó loại bỏ được lượng lớn COD cũng như TSS. Tuy nhiên, cần phải bổ sung thêm nghiên cứu về giải thích này.

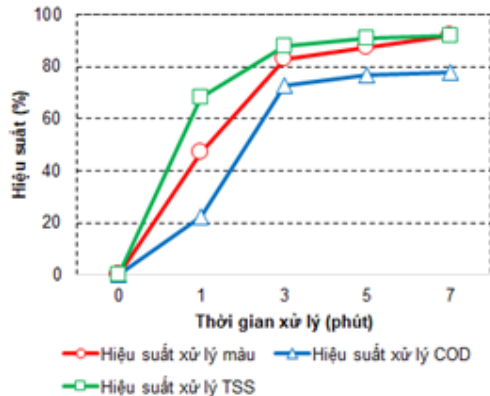


Hình 2. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý độ màu, COD và TSS

Theo hình 3, trong mốc thời gian một phút đầu tiên, hiệu suất tăng nhanh nhưng chưa bằng các giai đoạn kế tiếp sau đó. Điều này là do giai đoạn đầu, bề phản ứng mất giai đoạn khởi động để tăng

hiệu suất. Giai đoạn sau đó, từ một đến ba phút, nhiệt độ tăng mạnh (từ 25 °C đến 80-85 °C), quá trình xáo trộn mạnh mẽ. Phản ứng sẽ diễn ra mạnh hơn, các chất hữu cơ được tiếp xúc với các gốc oxy hoá mạnh. Phản ứng diễn ra nhanh chóng. Từ sau ba phút trở đi, khi lượng chất hữu cơ giảm, bùn sinh ra cản trở sự tiếp xúc giữa chất hữu cơ và các gốc oxy hoá, dẫn đến hiệu suất giảm dần theo thời gian. Xu hướng này cũng có xu hướng tương đồng với nghiên cứu [6], [12] và nhiều nghiên cứu khác đối với hợp chất hữu cơ khác.

Sự phân huỷ COD và TSS cũng có xu hướng giảm theo thời gian giống với độ màu. Điều này có thể thấy rằng, độ màu và COD có liên quan với nhau, thành phần dễ phân huỷ hơn trong mẫu nước thải đã được loại bỏ, thành phần khó phân huỷ còn tồn tại sau xử lý là thành phần chính quyết định độ màu.



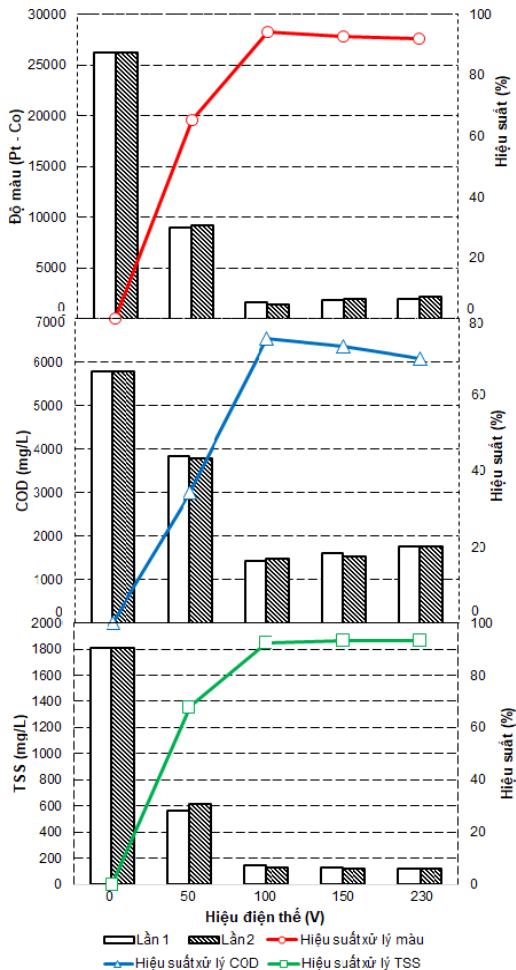
Hình 3. Tương quan giữa hiệu suất xử lý thay đổi theo thời gian

Độ màu, COD và TSS sau bảy phút dù vẫn còn cao so với chuẩn đầu ra của nước thải, nhưng đã loại bỏ một lượng rất lớn độ màu trong một thời gian ngắn. Nhìn chung, thời gian càng dài thì hiệu suất xử lý càng tăng, tuy nhiên hiệu suất phân huỷ diễn ra mạnh ở giai đoạn đầu tiên và có xu hướng ổn định dần theo thời gian. Xu hướng này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết. Vì thế, việc kéo dài thời gian xử lý sẽ làm giảm hiệu suất sử dụng năng lượng và gây tổn kém chi phí.

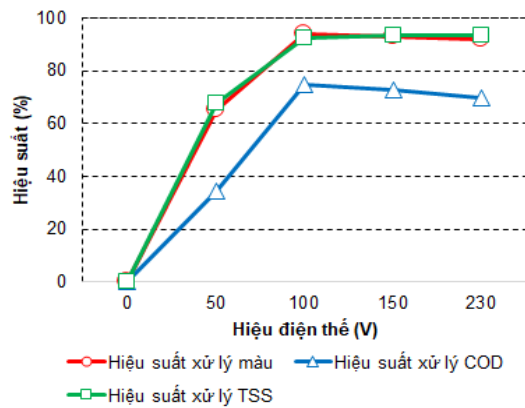
3.2 Ảnh hưởng của hiệu điện thế

Kết quả ở Hình 4 cho thấy ở mức 50V, hiệu suất xử lý màu đạt được là 65,27%. Đến mức điện áp 100V, hiệu suất trung bình tăng mạnh, đạt mức cao nhất là 94,11%, tương ứng với nồng độ trung

bình là 1.546 Pt-Co. Ở hai mức điện áp 150V và 230 V, mặc dù hiệu suất trung bình vẫn giữ được ở mức cao, nhưng giảm so với mức 100V, giá trị lần lượt là 92,77% và 92,11%. Khi tăng hiệu điện thế lên 150 V và 230 V, quan sát thấy cường độ bắn tia điện mạnh mẽ hơn những hiệu điện thế trước và lượng cặn cũng sinh ra nhiều hơn. Nguyên nhân cũng có thể là do quá trình hòa tan kim loại từ điện cực vào nước diễn ra mạnh hơn do tia lửa phát ra sáng và lâu hơn ở 3 hiệu điện thế trước, gây ra độ màu cho nước sau xử lý. Tuy nhiên, nhìn chung, mô hình cũng đã loại bỏ được một lượng lớn độ màu so với độ màu ban đầu của nước thải là 26.250 Pt – Co.



Hình 4. Ảnh hưởng của hiệu điện thế đến hiệu suất xử lý độ màu, COD và TSS

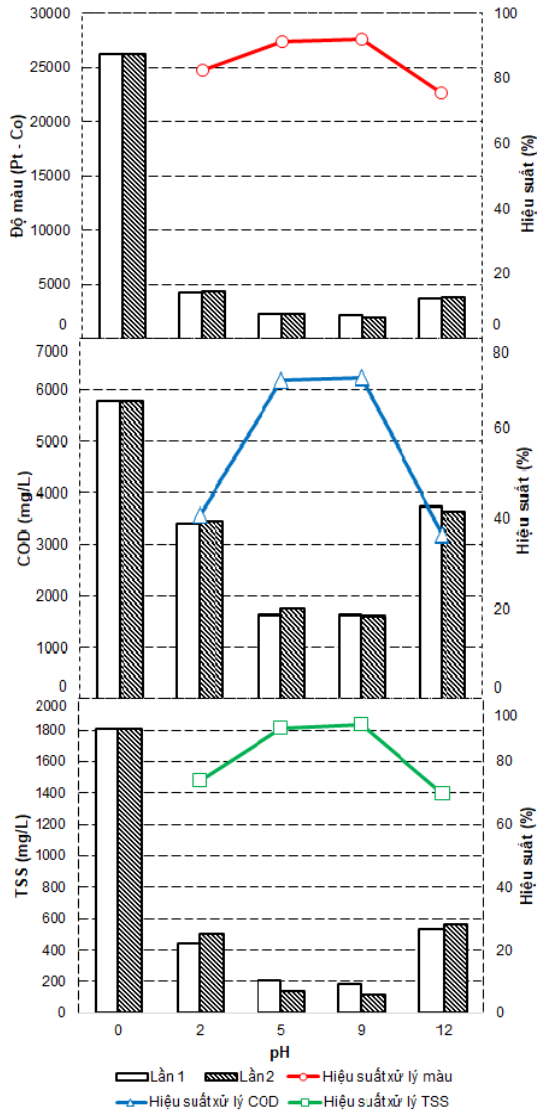


Hình 5. Tương quan giữa hiệu suất xử lý thay đổi theo hiệu điện thế

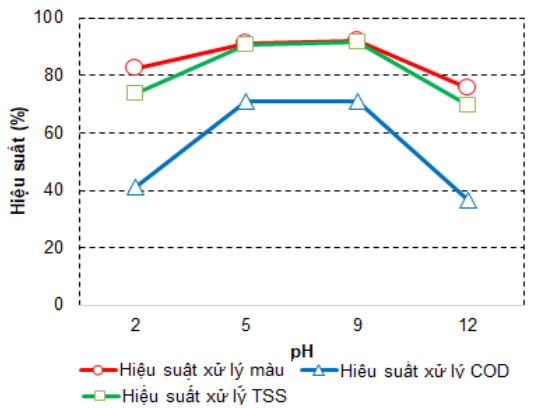
Hình 4 cho thấy, ở mức điện thế 50V, nồng độ COD trung bình giảm từ 5.792 mg/l xuống còn 3.807 mg/l, đạt hiệu suất 34,26%. Ở mức 100V, hiệu suất tăng nhanh, đạt 74,78%. Lý do là khi tăng hiệu điện thế, nồng độ các hạt điện tử sinh ra nhiều hơn, sự xáo động cao hơn, nhiệt độ nước thải tăng, các hạt và các gốc oxy hóa mạnh được sinh ra và chạm liên tục với chất ô nhiễm và làm đứt gãy các liên kết hóa học phức tạp, khó phân hủy để tạo thành các hợp chất đơn giản hơn. Mặc dù nồng độ sau phản ứng vẫn còn cao, lượng COD đã giảm đáng kể so với nồng độ ban đầu. Ở ngưỡng 150 V, hiệu suất giảm so với mức 100 V, đạt 72,81%. Đến mức 230 V, hiệu suất lại tiếp tục giảm, đạt 69,52%.

Chỉ tiêu TSS vẫn là chỉ tiêu có hiệu suất giảm tốt nhất so với độ màu và COD. Theo hình 4, tại mức hiệu điện thế 50 V, hiệu suất trung bình thu được là 67,53%. Khác với độ màu và COD, hiệu suất TSS có sự tăng theo các mức điện thế. Ở mức 100 V, 150 V và 230 V, hiệu suất trung bình đạt lần lượt là 92,48%, 93,20% và 93,42%. Nồng độ trung bình tương ứng lúc này giảm xuống còn 119 mg/l. Hiệu suất trung bình của ba mức điện áp này có tăng lên nhưng tăng rất ít, gần như có xu hướng bình ổn. Có thể thấy ở mức 100 V, hiệu suất loại bỏ TSS đạt ngưỡng gần tối ưu. B

Nghiên cứu nhận thấy có sự tương quan giữa sự suy giảm độ màu và COD (hình 5). Điều này một lần nữa khẳng định, thành phần COD khó phân hủy sau phản ứng là thành phần quyết định tạo nên độ màu của nước thải.



Hình 6. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất xử lý độ màu, COD và TSS



Hình 7. Tương quan giữa hiệu suất xử lý theo pH

3.3 Ảnh hưởng của pH ban đầu

Kết quả hình 6 cho thấy rằng, vùng pH trung tính cho hiệu suất xử lý độ màu tốt, pH ban đầu càng xa vùng trung tính thì hiệu suất càng giảm. Tại mức pH bằng 9, hiệu suất trung bình thu được cao nhất, đạt 92,09%. Mức pH bằng 12 cho hiệu suất đạt thấp nhất là 75,65%. Độ màu trong nước hầu hết là do các chất hữu cơ gây nên, đồng thời pH còn ảnh hưởng đến dạng tồn tại của chất hữu cơ trong nước, do vậy việc oxy hóa các chất hữu cơ trong nước đã làm giảm độ màu. Khi pH tăng thì hiệu suất lại có xu hướng giảm nhiều.

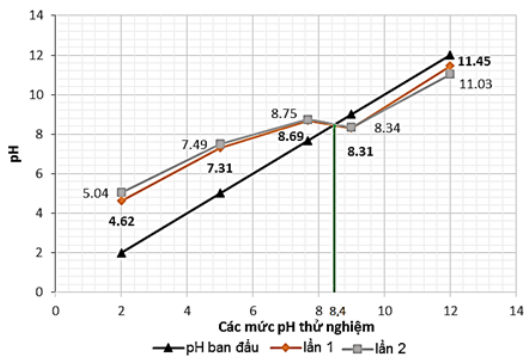
Cũng như độ màu, hình 6 thể hiện rằng vùng hiệu suất tối ưu của COD nằm trong khoảng giữa pH 5-9. Hiệu suất phân hủy COD có sự chênh lệch lớn ở các mức pH thử nghiệm. Với nồng độ đầu vào tương đối cao, hiệu suất có xu hướng tăng nhanh khi sang mức pH bằng 5 và đạt cao nhất tại mức thử nghiệm pH bằng 9, với hiệu suất đạt 71,15%. Nồng độ trung bình giảm tương ứng còn 1.636 mg/l. Ngoài ozone, gốc $\bullet\text{OH}$ một gốc oxy hóa thứ cấp rất mạnh, phản ứng hình thành gốc $\bullet\text{OH}$ nhiều nhất trong khoảng pH từ 6,5 đến 8. Khi gốc $\bullet\text{OH}$ được tạo thành thì trong bể phản ứng xảy ra cả quá trình oxy hóa trực tiếp và gián tiếp, do đó hiệu quả xử lý COD đạt cao nhất. Sau mức này, hiệu suất giảm mạnh. Tại mức pH bằng 12, hiệu suất giảm xuống còn 36,39%. Nguyên nhân có thể bổ sung quá nhiều NaOH nhằm làm tăng pH, các ion phân ly cản trở sự phóng điện, làm giảm sự hình thành $\bullet\text{OH}$ và hạn chế khả năng xử lý.

Xét chỉ tiêu TSS, như Hình 6, hiệu suất loại bỏ TSS cũng có hướng tương đồng với độ màu và COD. Tại pH bằng 9 cho hiệu suất cao nhất là 91,78%. Nồng độ trung bình ban đầu là 1.810 mg/l giảm xuống còn 149 mg/l sau xử lý. Hiệu suất có xu hướng giảm mạnh khi tăng pH đến 9. Tại mức thử nghiệm pH bằng 12, hiệu suất trung bình giảm xuống còn 69,69%. Nhìn chung, khả năng loại bỏ TSS của mô hình có hiệu quả cao với lượng lớn TSS được loại bỏ trong thời gian ngắn.

Đường thay đổi hiệu suất xử lý độ màu, COD và TSS khi thay đổi pH ban đầu (hình 7) cũng có sự tương đồng với nhau. Điều này chứng tỏ rằng một lượng lớn chất ô nhiễm bị phân hủy đã được lắng thành bùn để ra khỏi nước, từ đó giảm COD, dẫn đến giảm độ màu và TSS.

Hiệu suất xử lý trong môi trường có pH trong khoảng 5-9 lớn hơn trong môi trường pH khác; điều này phù hợp với lý thuyết và các nghiên cứu khác tại [12], [14]. Tuy nhiên, khi pH quá cao thì có thể khiến quá trình tiếp xúc giữa các tác nhân oxy hóa mạnh và chất ô nhiễm cần xử lý giảm đi. Ngoài ra, việc nâng pH nhiều sẽ gây ra tốn kém về hóa chất cũng như cần thêm ngân sách để điều chỉnh pH trong quy mô thực tế, nên việc điều chỉnh pH lên quá cao là không cần thiết và không hiệu quả.

3.4 Khảo sát sự thay đổi của pH sau phản ứng



Hình 8. Sự thay đổi của pH trước và sau thí nghiệm

Tại mức thử nghiệm pH bằng 2, sau phản ứng dịch lên gần 5. Tại mức pH bằng 12, pH di chuyển từ 12 về gần 11, sự xê dịch ít hơn so với mức thử nghiệm pH bằng 2 và pH bằng 5. Theo hình 8, sau phản ứng, sự dịch chuyển hai đầu về trung tính có tâm xoay cố định tại giá trị pH = 8,4, có nghĩa là nước thải sau khi xử lý không cần điều chỉnh pH để thỏa mãn các quy chuẩn kỹ thuật về chất lượng nguồn nước, đồng thời không cần điều chỉnh pH về môi trường kiềm để đạt giá trị thuận lợi cho việc hình thành các gốc oxy hóa mạnh như H_2O_2 và gốc $\cdot OH$.

Nghiên cứu nhận thấy giá trị pH có xu hướng tăng và tiến đến ổn định sau phản ứng. Khi hiệu suất loại bỏ độ màu, COD, TSS có xu hướng ổn định, giá trị pH vẫn có sự tăng nhẹ nhưng mức tăng ít. Kết quả này là do trong quá trình tham gia phản ứng, ngoài việc các gốc oxy hóa mạnh phản ứng với chất hữu cơ còn có cả quá trình phản ứng của oxy nguyên tử cũng như phản ứng tạo ra các ion OH^- làm cho pH sau phản ứng tăng và có xu hướng ổn định. Kết quả thử nghiệm về sự thay đổi pH sau

phản ứng trên cũng có sự tương quan với nghiên cứu tại [15].

4 KẾT LUẬN

Mô hình plasma lạnh trong nghiên cứu này đã tỏ ra có tiềm năng lớn trong việc ứng dụng vào hệ thống xử lý nước thải, cụ thể hơn là đối với loại nước thải phức tạp như nước thải sản xuất men. Ưu thế lớn nhất của mô hình plasma lạnh này so với các công nghệ phổ biến khác hiện nay là khả năng xử lý chất ô nhiễm trong nước với tốc độ nhanh và mạnh, không chọn lọc và ít bổ sung hoá chất trong quá trình xử lý.

Nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm trên nước thải sản xuất men của công ty AB Mauri Vietnam với hàm lượng COD trong mẫu đầu vào cao ($COD > 5000$). Kết quả thu được cho hiệu suất tốt, với hiệu suất loại bỏ COD là trên 75%, và loại bỏ độ màu và TSS với hiệu suất trên 93%.

Thời gian phản ứng có ảnh hưởng đến hiệu suất phân huỷ, thời gian càng tăng thì hiệu suất tăng, cao nhất đạt được trong thời gian xử lý 3 phút, nhưng có xu hướng bão hoà về sau. Tương tự đối với thông số hiệu điện thế, tại 100 V mô hình đã mang lại hiệu quả xử lý tốt, sau đó, hiệu suất tăng nhưng không nhiều, nếu vẫn tăng hiệu điện thế thì gây hao tổn chi phí điện năng. Đối với nước thải sản xuất men, mô hình cho hiệu suất tốt nhất khi pH của dung dịch nằm gần giá trị bằng 8,4. Bên cạnh đó, công nghệ plasma lạnh này cũng có tính ổn định giá trị pH đầu ra. Đầu vào dù có thay đổi thì đầu ra có xu hướng dịch về pH gần bằng 8,4 và duy trì mức ổn định đấy.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn đến Đại học Quốc gia TP.HCM đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Công ty TNHH AB Mauri Việt Nam, "Báo cáo giám sát môi trường lần 1 – 2013," La Ngà, Đồng Nai, 2013.
- [2] H.-H. Cheng, S.-S. Chen, Y.-C. Wu, and D.-L. Ho, "Non-thermal plasma technology for degradation of organic compounds in wastewater control: A critical review," *Journal of Environmental Engineering Management*, vol. 17, no. 6, pp. 427-433, 2007.
- [3] M. Hijosa-Valsero, R. Molina, A. Monràs, M. Müller, and J. Bayona, "Decontamination of waterborne chemical pollutants by using atmospheric pressure nonthermal plasma: a review," *Environmental Technology Reviews*, vol. 3, no. 1, pp. 71-91, 2014.

- [4] A. Fridman, Y. Yang, and Y. I. Cho, *Plasma discharge in liquid: water treatment and applications*. CRC press, USA, 2012.
- [5] A. Syakur, B. Zaman, F. Affif, S. Nurjannah, and D. Y. Nurmaliakasih, "Application of dielectric barrier discharge plasma for reducing Chemical Oxygen Demand (COD) on industrial rubber wastewater," in *Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), 2016 3rd International Conference on*, 2016, pp. 1-5: IEEE.
- [6] K.-S. Kim, S. K. Kam, and Y. S. Mok, "Elucidation of the degradation pathways of sulfonamide antibiotics in a dielectric barrier discharge plasma system," *Chemical Engineering Journal*, vol. 271, pp. 31-42, 2015.
- [7] J. Gao *et al.*, "Plasma degradation of dyes in water with contact glow discharge electrolysis," *Water research*, vol. 37, no. 2, pp. 267-272, 2003.
- [8] J. H. Yan, C. M. Du, X. D. Li, B. G. Cheron, M. J. Ni, and K. F. Cen, "Degradation of phenol in aqueous solutions by gas-liquid gliding arc discharges," *Plasma Chemistry Plasma Processing*, vol. 26, no. 1, pp. 31-41, 2006.
- [9] C. Sarangapani, N. N. Misra, V. Milosavljevic, P. Bourke, F. O'Regan, and P. J. Cullen, "Pesticide degradation in water using atmospheric air cold plasma," *Journal of water process engineering*, vol. 9, pp. 225-232, 2016.
- [10] N. N. Misra, S. K. Pankaj, T. Walsh, F. O'Regan, P. Bourke, and P. J. Cullen, "In-package nonthermal plasma degradation of pesticides on fresh produce," *Journal of hazardous materials*, vol. 271, pp. 33-40, 2014.
- [11] S. P. Li, Y. Y. Jiang, X. H. Cao, Y. W. Dong, M. Dong, and J. Xu, "Degradation of nitenpyram pesticide in aqueous solution by low-temperature plasma," *Environmental technology*, vol. 34, no. 12, pp. 1609-1616, 2013.
- [12] Y. Bai, J. Chen, Y. Yang, L. Guo, and C. Zhang, "Degradation of organophosphorus pesticide induced by oxygen plasma: effects of operating parameters and reaction mechanisms," *Chemosphere*, vol. 81, no. 3, pp. 408-414, 2010.
- [13] Nguyễn Hoàng Lâm, "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ plasma lạnh để loại bỏ thành phần hữu cơ và độ màu trong nước thải dệt nhuộm," Luận văn Thạc sĩ, Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia TP.HCM, 2017.
- [14] Nguyễn Thị Ngọc Bích và Đặng Xuân Hiền, "Nghiên cứu so sánh khả năng xử lý nước rỉ rác bằng phương pháp oxy hóa bằng O₃ và oxy hóa tiên tiến (AOPs)," *Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp*, số 4-2013, 2013.

Post-biological treatment of yeast production wastewater using non-thermal plasma

Nguyen Thi Thanh Phuong^{1,*}, Dinh Lam Tiep²

¹Institute for Environment and Resources, Vietnam National University of Ho Chi Minh City

²Vinacontrol Environmental Consultancy and Appraisal Joint Stock Company

*Corresponding email: nttp@hcmut.edu.vn

Received: 12-02-2017; Accepted: 05-02-2018; Published: 28-6-2018

Abstract—Yeast production wastewater is one of the complex wastewater types, characterized by high organic content and color. This research on the application of non-thermal plasma in laboratory scale yeast production has demonstrated the superiority of this technology in terms of efficiency, treatment time and non-selectivity for pollutants. The wastewater treatment model is optimized in 3 minutes with

a DC voltage of 100 V and a pH around 8.4, resulting in COD removal efficiency of over 75%, while color and TSS removal of 93%. The results of this study are the basis for practical application of wastewater at AB Mauri Vietnam after biological treatment stage (anaerobic, anoxic and aerobic) with a COD of greater than 5,000 mg/l and color over 26,000 Pt-Co.

Index Terms— non-thermal plasma, yeast production wastewater, voltage, AB Mauri Viet Nam