

BUƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI LÀNG NGHỀ SẢN XUẤT BÚN VÀ BÁNH ĐA BỞI *Bacillus licheniformis* và *Bacillus subtilis*

Nguyễn Thị Lâm Đoàn^{1*}, Lê Thị Quỳnh Chi¹, Vũ Thị Huyền²

TÓM TẮT

Các làng nghề sản xuất bún, bánh đa phát triển trên khắp cả nước, đóng góp một phần không nhỏ vào nền kinh tế của đất nước. Tuy vậy, các làng nghề này cũng đang gây ra áp lực lớn đến môi trường. Kết quả nghiên cứu này đã chỉ ra chất lượng nước thải ở làng nghề chế biến bún Phú Đô, bánh đa Làng Me ngoài trừ chỉ tiêu Coliform là thấp hơn, tất cả các chỉ tiêu khác đều khá cao vượt nhiều lần so với quy chuẩn QCVN 40: 2011/BTNMT tại cột B. Cụ thể các chỉ tiêu TSS; COD; BOD₅; N_{ss}; P_{ss} lần lượt vượt số lần là 3,8 - 4,0; 10,9 - 16,2; 23,7 - 35,5; 2,0 - 2,2; 2,1. pH của các mẫu nước thải từ các làng nghề này đều thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn do quá trình ngâm gạo để lên men trong sản xuất. Chính vì vậy, với mục tiêu nâng cao hiệu quả xử lý nước thải của các làng nghề chế biến bún Phú Đô, bánh đa làng Me nghiên cứu đã sử dụng hai chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 có một số đặc tính sinh học tốt được phân lập từ nước thải bún Phú Đô để xử lý nước thải hai làng nghề này. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc bổ sung hỗn hợp các chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 theo tỷ lệ 1:1 ở nồng độ 10⁷CFU/mL cho kết quả xử lý tốt có 5/7 chỉ tiêu (pH, TSS, N_{ss}, P_{ss}, Coliform) sau 7 ngày xử lý đạt quy chuẩn loại B của QCVN40:2011/BTNMT. Tuy nhiên, do nồng độ các chất hữu cơ nhiễm trong nước thải đầu vào rất cao nên chỉ tiêu COD và BOD₅ ở nước thải đầu ra tuy giảm nhiều nhưng vẫn còn cao vượt quy chuẩn từ 1,5 - 2,9 lần đối với COD và từ 3,4 - 7,0 lần đối với BOD₅. Hiệu quả xử lý TSS, COD, BOD₅, N_{ss}, P_{ss}, và Coliform cao hơn so với đối chứng không xử lý là 67,2 - 68,9%, 71,4 - 71,8%, 75,9 - 80%, 65,87 - 68,7%, 66,2 - 68%, 57,4%.

Từ khóa: *Bacillus*, nước thải, làng nghề chế biến, bún, bánh đa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đa phần các làng nghề chế biến bún, bánh đa ở nước ta hiện nay đang sử dụng các thiết bị, công nghệ lạc hậu, chưa có hệ thống xử lý nước thải và bã thải nên người dân thường xả thẳng ra môi trường, dẫn đến quá trình phân huỷ các hợp chất hữu cơ chủ yếu là tinh bột gây mùi hôi thối, ô nhiễm nguồn không khí, đất, nước ngầm và ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng (Lương Hữu Thành và cs., 2011). Theo báo cáo của Trần Văn Thế và cs. (2010) chất thải phát sinh từ các làng nghề sản xuất tinh bột gây ra thiệt hại kinh tế từ 2,9 đến 5,6 tỷ đồng/làng nghề/năm. Hiện nay, có nhiều phương pháp xử lý nước thải như: phương pháp vật lý, phương pháp cơ học, tuy nhiên, các phương pháp này có chi phí cao và chưa xử lý triệt để nguồn ô nhiễm. Phương pháp xử lý sinh học được thực hiện bởi các vi sinh vật rất được chú trọng trong thời gian gần đây với hiệu quả

xử lý cao, không sử dụng hóa chất không phát sinh ô nhiễm thứ cấp và thân thiện với môi trường... (Desalegn Amenu, 2014; Trần Liên Hà và cs., 2019).

Vi khuẩn thuộc loài *Bacillus* có tiềm năng lớn về enzyme ngoại bào đặc biệt là những enzyme có khả năng phân hủy các chất hữu cơ cao (Thirugnanasambandham và cs., 2014) sẽ góp phần làm giảm ô nhiễm hữu cơ trong nước thải nhanh. Đã có một số nghiên cứu ứng dụng *Bacillus* trong xử lý nước thải như nghiên cứu của Trần Liên Hà và cs. (2019) phân lập và tuyển chọn chủng *Bacillus* có khả năng phân giải cellulose để xử lý nước rỉ rác. Trần Đức Thảo và cs. (2019) nghiên cứu khả năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm sinh học *Bacillus*. sp. Nghiên cứu này bước đầu đánh giá khả năng xử lý nước thải của làng bún Phú Đô, bánh đa làng Me tại phòng thí nghiệm của các chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 được phân lập từ nước thải sản xuất bún và đã xác định có một số đặc tính tốt để xử lý nước thải.

¹ Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Khoa Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam
Email: nlldoan@vnua.edu.vn

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Mẫu nước thải

Các mẫu nước thải thu thập từ làng bún Phú Đô, quận Nam Từ Liêm, TP. Hà Nội và bánh đa làng Me, xã Tân Hoà, huyện Hưng Hà, tỉnh Thái Bình.

2.1.2. Chủng vi khuẩn

Chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 được phân lập từ nước thải làng bún Phú Đô (có khả năng sinh enzyme ngoại bào, tạo biofilm, kháng vi khuẩn gây bệnh, hai chủng không đối kháng nhau) (Nguyễn Thị Lâm Đoàn và Lê Thị Quỳnh Chi, 2021).

2.1.3. Môi trường nghiên cứu

Môi trường LB (Luria Bentani) (g/L): Cao nấm men - 5,0; Tryptone - 10,0; NaCl - 10,0; pH 7,0 dùng để nuôi cấy vi khuẩn thuộc chi *Bacillus*. Mật độ tế bào của các chủng vi khuẩn được kiểm tra trên môi trường LB có bổ sung 2% agar.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu nước thải

Mẫu nước thải bún tại làng bún Phú Đô, quận Nam Từ Liêm, TP. Hà Nội và bánh đa làng Me, xã Tân Hoà, huyện Hưng Hà, tỉnh Thái Bình được lấy theo TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-1:2006) và phân tích ngay sau khi đưa về phòng thí nghiệm, thời gian lưu mẫu không quá 48 giờ.

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm xử lý nước thải chế biến bún, bánh đa

Chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 được nuôi trong môi trường LB ở các điều kiện phù hợp đã được xác định: NTB2.11 (nhiệt độ 35°C, pH 7, thời gian nuôi 36h, tỷ lệ tiếp giống 5%), NTB5.7 (nhiệt độ 35°C, pH 8, thời gian nuôi 48 giờ, tỷ lệ tiếp giống 7%) với tốc độ lắc là 150 vòng/phút (Nguyễn Thị Lâm Đoàn, 2021). Sau thời gian nuôi cấy, kiểm tra mật độ tế bào trong dung dịch thu được.

Để thăm dò khả năng ứng dụng xử lý nước thải, tiến hành bổ sung các chủng vào nước thải theo công thức riêng lẻ và hỗn hợp với tỷ lệ 1:1. Mỗi loại nước thải sử dụng 4 công thức như bảng 1. Các mẫu nước thải trước xử lý được khử trùng bằng cách chiếu tia UV. Thí nghiệm được tiến hành trong bình tam giác 250 mL, bình đối chứng và bình thí nghiệm chứa 150

mL nước thải. Theo nghiên cứu của Phạm Kim Liên và Nguyễn Bằng Phi (2017) sử dụng chủng *Bacillus subtilis* trong xử lý nước thải sinh hoạt với mật độ tế bào vi khuẩn là 10^7 CFU/mL cho kết quả tốt hơn 10^6 CFU/mL và 10^8 CFU/mL. Kế thừa kết quả đó nghiên cứu này ở các công thức thí nghiệm bổ sung chủng vi khuẩn với mật độ 10^7 CFU/mL, tỷ lệ 10%. Công thức đối chứng không bổ sung vi khuẩn. Các công thức được giữ ở nhiệt độ môi trường tự nhiên, không điều chỉnh pH và lắc 150 vòng/phút. Sau 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ngày khảo sát khả năng xử lý nước thải của chủng vi khuẩn được xác định thông qua các chỉ tiêu pH, TSS, COD, BOD₅, nitơ tổng số (N_{ts}), photpho tổng số (P_{ts}) (Trần Liên Hà và cs., 2019). Tiếp theo tính hiệu quả xử lý TSS, COD, và BOD₅, N_{ts}, P_{ts}, Coliform sau 7 ngày xử lý nước thải ở các công thức.

Bảng 1. Các công thức bố trí xử lý nước thải sản xuất bún, bánh đa

Công thức	Mẫu nước thải	Chủng bổ sung
ĐC1	Phú Đô	Đối chứng (không bổ sung vi khuẩn)
CT1	Phú Đô	<i>Bacillus licheniformis</i> NTB2.11
CT2	Phú Đô	<i>Bacillus subtilis</i> NTB5.7
CT3	Phú Đô	Hỗn hợp chủng <i>Bacillus licheniformis</i> NTB2.11 và <i>Bacillus subtilis</i> NTB5.7 tỷ lệ 1:1
ĐC2	Làng Me	Đối chứng (không bổ sung vi khuẩn)
CT4	Làng Me	<i>Bacillus licheniformis</i> NTB2.11
CT5	Làng Me	<i>Bacillus subtilis</i> NTB5.7
CT6	Làng Me	Hỗn hợp chủng <i>Bacillus licheniformis</i> NTB2.11 và <i>Bacillus subtilis</i> NTB5.7 tỷ lệ 1:1

2.2.3. Phương pháp phân tích chỉ tiêu

pH: được xác định theo TCVN 6492: 2011 (ISO 10523:2008); TSS: được xác định theo TCVN 6625: 2000 (ISO 11923:1997); BOD₅: được xác định theo TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1:2003); COD: xác định theo TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989); N_{ts}: được xác định theo TCVN 6638:2000; P_{ts}: được xác định theo TCVN 6202:2008; Coliform được xác định theo TCVN 6187:1996.

Tính hiệu quả xử lý (Vũ Thúy Nga và cs., 2013):

$$H = \frac{(C-D) \cdot 100}{C} (\%)$$

Trong đó: C: Giá trị TSS (hoặc COD, BOD₅, N_{TS}, P_{TS}, Coliforms) ở mẫu đối chứng;

D: Giá trị TSS (hoặc COD, BOD₅, N_{TS}, P_{TS}, Coliforms) ở mẫu thí nghiệm;

H: Hiệu quả xử lý (%).

2.2.4. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Microsoft Excel để tính giá trị trung bình, hiệu quả xử lý và xây dựng biểu đồ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng nước thải bún và bánh đa trước xử lý

Nước thải trước xử lý từ hai làng nghề bún Phú Đô và bánh đa làng Me cho thấy, ngoại trừ chỉ tiêu Coliform, tất cả các chỉ tiêu TSS, BOD₅, COD, N_{TS}, P_{TS} đều khá cao vượt nhiều lần so với quy chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT tại cột B. Cụ thể các chỉ tiêu TSS; COD; BOD₅; N_{TS}; P_{TS} lần lượt vượt số lần là 3,8 - 4,0; 10,9 - 16,2; 23,7 - 35,5; 2,0 - 2,2; 2,1 (Bảng 2). pH của các công thức đều thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn do quá trình ngâm gạo để lên men trong sản xuất. Ngoài ra, tỷ lệ BOD₅/COD trước xử lý của hai mẫu nước thải sản xuất bún, bánh đa lần lượt là 0,69 và 0,71, lớn hơn chỉ số BOD₅/COD trung bình trong nước thải của ngành công nghiệp thực phẩm (0,65). Số liệu này cho thấy nước thải có thành phần chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học chiếm tỷ cao (Raffaello và cs., 2012). Chính vì vậy, việc xử lý nước thải bằng các chủng vi sinh vật trước khi xả ra môi trường là hoàn toàn phù hợp và cấp thiết. Ở bảng 2 cũng chỉ ra

chỉ số COD và BOD₅ của nước thải sản xuất bánh đa cao hơn so với nước thải sản xuất bún do quy trình sản xuất và thời gian lấy mẫu khác nhau sẽ ảnh hưởng đến các chỉ tiêu này.

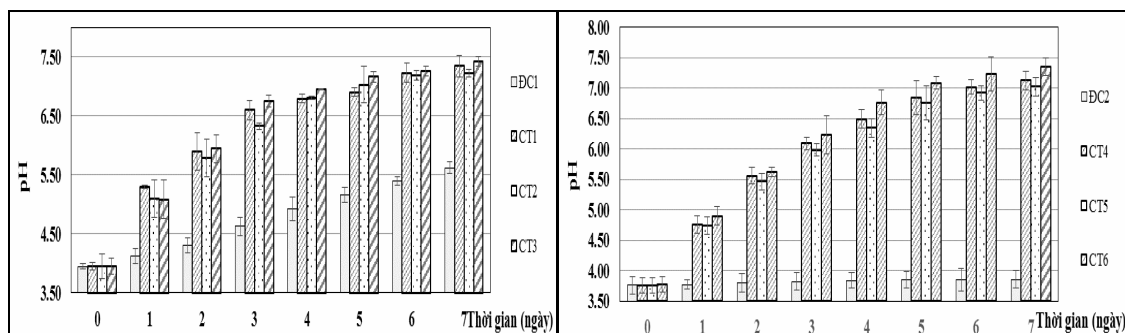
Bảng 2. Chất lượng nước thải đầu vào của làng bún Phú Đô, bánh đa làng Me

Chỉ tiêu	Bún Phú Đô	Bánh đa làng Me	QCVN 40:2011/ BTNMT (Cột B)
pH	3,95 ± 0,125	3,76 ± 0,104	5,5 - 9
COD (mg/l)	1780 ± 28,8	2575 ± 17,9	150
BOD ₅ (mg/l)	1235 ± 57,7	1824,5 ± 39,19	50
Chất rắn lơ lửng (TSS) (mg/l)	504 ± 20,1	483 ± 12,4	100
N tổng số (mg/l)	127,8 ± 4,49	119,2 ± 4,81	40
P tổng số (mg/l)	18,5 ± 1,44	18,8 ± 0,92	6
Coliforms (CFU/100 ml)	0	4700±150	5000

Ghi chú: QCVN 40: 2011/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải công nghiệp)

3.2. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn *Bacillus* đến chỉ tiêu pH nước thải

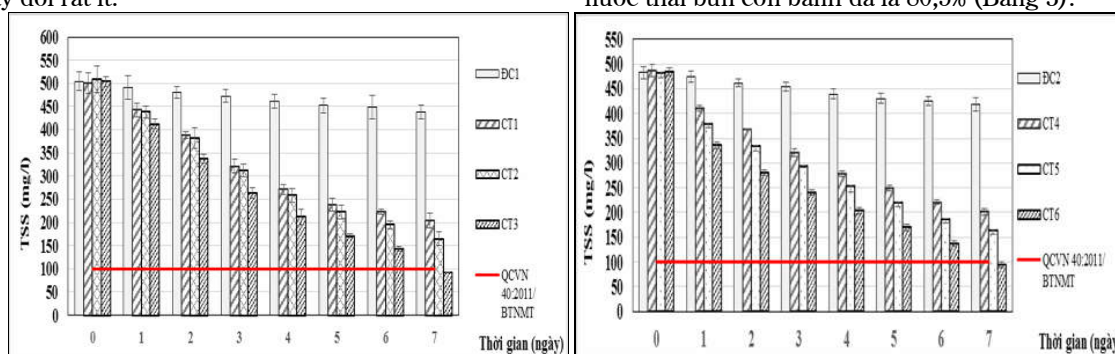
Nước thải sản xuất bún và bánh đa có pH thấp do quá trình ngâm gạo trong sản xuất dẫn đến lên men, chủ yếu lên men lactic tạo vị chua (Bùi Thị Vụ và Quan Vũ Mạnh, 2008).



Hình 1. pH nước thải qua các ngày

*Ghi chú: Nước thải làng bún Phú Đô: ĐC1. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT1. NTB2.11, CT2. NTB5.7, CT3. NTB2.11+NTB5.7; Nước thải bánh đa làng Me: ĐC2. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT4. NTB2.11, CT5. NTB5.7, CT6. NTB2.11+NTB5.7

Chính vì vậy, giá trị pH của mẫu nước thải đầu vào của làng bún Phú Đô và bánh đa làng Me rất thấp là 3,76 - 3,95 (Hình 1), khác với giá trị pH của nước thải sinh hoạt dao động trong khoảng 7 - 8,3 (Trần Đức Thảo và cs., 2019). Quá trình thử nghiệm ứng dụng chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 vào xử lý nước thải sản xuất bún và bánh đa cho thấy những ngày đầu xử lý pH 3,76 - 3,95 sau 7 ngày từ 7,02 - 7,42 đặc biệt ở công thức bổ sung hỗn hợp 2 chủng NTB2.11 và NTB5.7 có pH cao nhất đạt yêu cầu của QCVN 40:2011/BTNMT. Hơn nữa, pH sau xử lý nằm trong khoảng trung tính thường là pH thích hợp cho sự sinh trưởng của các vi khuẩn (Trần Đức Thảo và cs., 2019; Nguyễn Thị Lâm Đoàn, 2021). Mẫu không bổ sung chủng *Bacillus* qua các ngày xử lý hầu như pH thay đổi rất ít.



Hình 2. TSS nước thải qua các ngày

*Ghi chú: Nước thải làng bún Phú Đô: ĐC1. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT1. NTB2.11, CT2. NTB5.7, CT3. NTB2.11+NTB5.7; Nước thải bánh đa làng Me: ĐC2. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT4. NTB2.11, CT5. NTB5.7, CT6. NTB2.11+NTB5.7

Bảng 3. Hiệu quả xử lý TSS sau 7 ngày

Các công thức	Hiệu quả xử lý (%)	Các công thức	Hiệu quả xử lý (%)
ĐC1	12,9 ± 0,28	ĐC2	13,3 ± 0,32
CT1	59,3 ± 1,13	CT4	58,6 ± 0,98
CT2	67,5 ± 1,28	CT5	65,7 ± 0,82
CT3	81,8 ± 0,92	CT6	80,5 ± 0,63

Kết quả này thấp hơn so với nghiên cứu Cao Ngọc Diệp và cs. (2010) khi ứng dụng vi khuẩn *Enterobacter* sp. T2a kết hợp với để lắng hiệu quả xử lý TSS trong nước thải cơ sở sản xuất bún ở Tiền Giang đạt 90,43%. Do vậy, để tăng hiệu quả xử lý có thể kết hợp sử dụng chủng *Bacillus* này với một số phương pháp khác. Tuy nhiên, hiệu quả xử lý TSS ở công thức bổ sung hỗn hợp 2 chủng NTB2.11 và NTB5.7 vẫn cao hơn so với đối chứng không xử lý là

3.3. Khả năng loại bỏ hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS)

Ở mẫu nước thải sản xuất bún Phú Đô, bánh đa làng Me sự giảm TSS trong công thức đối chứng không bổ sung chủng gần như không đáng kể, từ 504 xuống 439 mg/l và 483 xuống 419 mg/l, tương ứng. Ngược lại, khi xử lý bằng các chủng vi khuẩn *Bacillus* chỉ số TSS đều thay đổi theo chiều hướng giảm dần do sự phân hủy các chất rắn trong nước thải. Đặc biệt ở công thức bổ sung hỗn hợp 2 chủng NTB2.11 và NTB5.7 chỉ số TSS sau 7 ngày xử lý còn 92 mg/l (nước thải sản xuất bún) và 95 mg/l (nước thải sản xuất bánh đa) đạt mức quy định tại cột B của QCVN 40:2011/BTNMT (Hình 2). Việc kết hợp 2 chủng với những đặc tính tốt của chúng sẽ xử lý nước thải tốt hơn cho hiệu quả xử lý là 81,8% đối với nước thải bún còn bánh đa là 80,5% (Bảng 3).

67,2 - 68,9%.

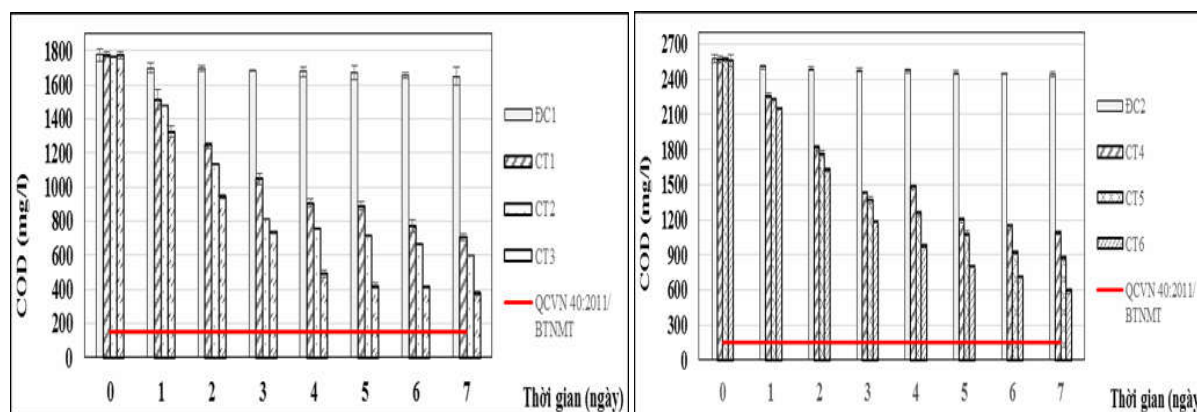
3.4. Khả năng xử lý chất hữu cơ trong nước thải

Theo nghiên cứu của Nguyễn Minh Kỳ và cs. (2017) hiệu quả loại bỏ chất hữu cơ chủ yếu nhờ hoạt động của vi sinh vật được đánh giá thông qua hai chỉ tiêu chính COD và BOD₅. Kết quả sau 7 ngày cho thấy, công thức đối chứng của nước thải bún và bánh đa, chỉ tiêu COD, BOD₅ không có dấu hiệu giảm (Hình 3, 4). Nguyên nhân là do vi sinh vật trong mẫu đối chứng đã bị chiếu tia UV không có sự phát triển dẫn đến COD và BOD₅ hầu như không thay đổi.

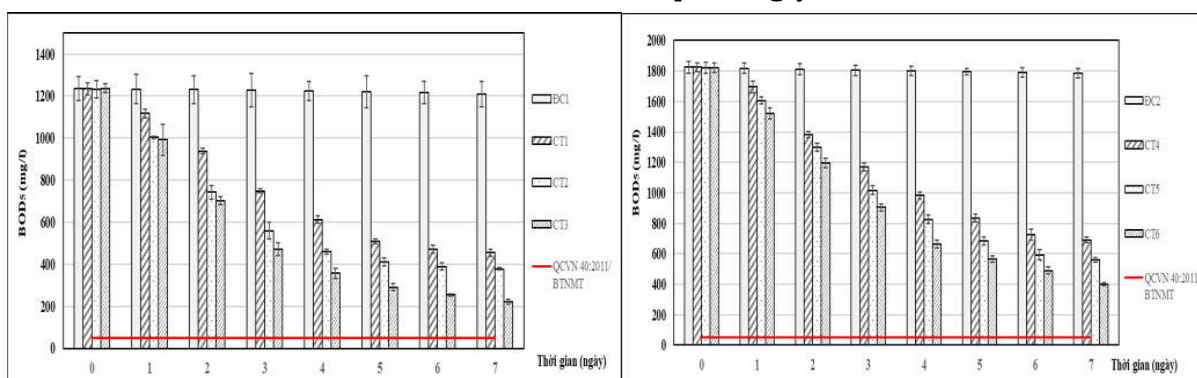
Ngược lại, các công thức bổ sung các chủng *Bacillus* giá trị COD, BOD₅ thay đổi đáng kể theo chiều hướng giảm dần. Kết quả sau 7 ngày cho thấy, đối với nước thải sản xuất bún thì COD ở công thức bổ sung hỗn hợp chủng NTB2.11+NTB5.7 giảm

manh từ 1776 mg/l còn 379 mg/l, BOD₅ từ 1237 mg/l còn 222 mg/l; nước thải sản xuất bánh đa COD từ 2564 mg/l còn 589 mg/l, BOD₅ từ 1823 mg/l còn 398 mg/l. Ở ngày đầu xử lý COD, BOD₅ giảm nhẹ, ngày thứ 2 - 3 giảm mạnh, ngày thứ 6 - 7 lại giảm ít hơn (Hình 3, 4). Kết quả này phù hợp kết quả nghiên cứu của Trần Đức Thảo và cs. (2019) cũng cho rằng các chủng *Bacillus* giai đoạn đầu là giai đoạn thích nghi và giai đoạn tiếp ở pha tăng trưởng các enzyme ngoại bào được sinh ra nhiều nên xử lý tốt chất ô nhiễm làm COD giảm nhanh chóng. Hiệu quả xử lý nước thải ở công thức bổ sung hỗn hợp chủng NTB2.11 + NTB5.7 vào nước thải sản xuất bún COD đạt 78,6%, BOD₅ 82,1%; bánh đa COD 77,0%, BOD₅ 78,1% (Bảng 4). Kết quả nghiên cứu gần tương tự với nghiên cứu của Vũ Thúy Nga và cs. (2013) đã thử nghiệm bổ sung chế phẩm phối trộn ba chủng vi sinh vật theo tỷ lệ 1:1:1 hiệu quả xử lý COD của nước thải tinh bột sắn là 76,2%. Theo một nghiên cứu khác

của Nguyễn Như Ngọc và cs (2016) đã tuyển chọn được chủng *Bacillus* NT1 có khả năng làm giảm COD từ 80% - 90% của nước thải chế biến tinh bột dong riềng. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra hiệu quả xử lý BOD₅ cao hơn so với COD ở các công thức xử lý nước thải bằng *Bacillus* (Bảng 4). Nghiên cứu của Nguyễn Minh Kỳ và cs. (2017) cho rằng khi hiệu quả xử lý BOD₅ cao hơn so với COD cho thấy thành phần, tính chất nước thải chứa nhiều chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học. Tuy nhiên, do nồng độ các chất hữu cơ nhiễm trong nước thải đầu vào đối với nước thải sản xuất bún Phú Đô, bánh đa làng Me rất cao, vượt quá quy chuẩn loại B của QCVN40:2011/BTNMT, cụ thể COD vượt 10,9 - 16,2 lần, BOD₅ vượt 23,7 - 35,5 lần nên ở đầu ra chỉ tiêu COD và BOD₅ tuy giảm nhiều nhưng vẫn vượt tiêu chuẩn từ 1,5 - 2,9 đối với COD và từ 3,4 - 7,0 lần đối với BOD₅.



Hình 3. COD nước thải qua các ngày



Hình 4. BOD₅ nước thải qua các ngày

*Ghi chú: Nước thải làng bún Phú Đô: ĐC1. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT1. NTB2.11, CT2. NTB5.7, CT3. NTB2.11+NTB5.7; Nước thải bánh đa làng Me: ĐC2. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT4. NTB2.11, CT5. NTB5.7, CT6. NTB2.11+NTB5.7

Bảng 4. Hiệu quả xử lý COD và BOD₅ sau 7 ngày

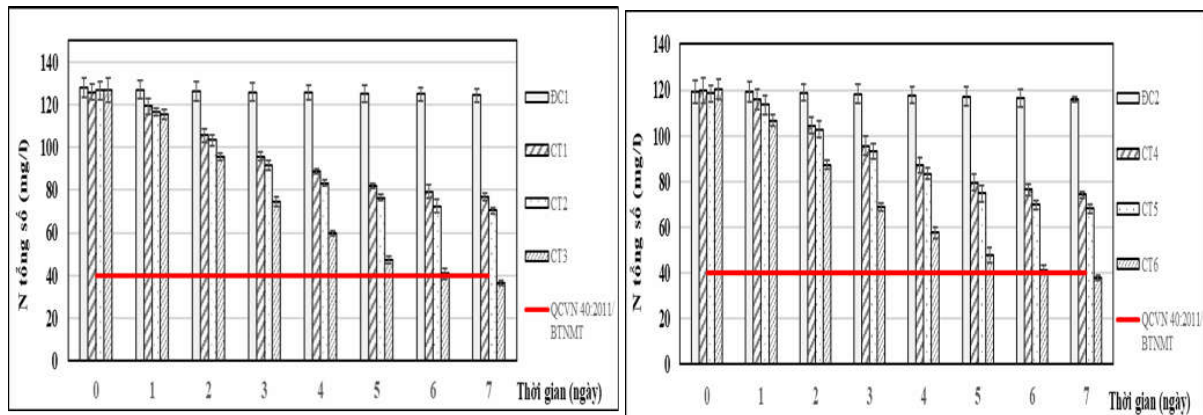
Các công thức	Hiệu quả xử lý (%)		Các công thức	Hiệu quả xử lý (%)	
	COD	BOD ₅		COD	BOD ₅
ĐC1	7,16 ± 0,21	2,1 ± 0,09	ĐC2	5,2 ± 0,13	2,2 ± 0,13
CT1	60,2 ± 1,26	63,1 ± 1,32	CT4	57,8 ± 1,52	62,2 ± 1,95
CT2	66,2 ± 0,79	70,4 ± 2,88	CT5	65,9 ± 1,35	69,4 ± 1,53
CT3	78,6 ± 1,38	82,1 ± 2,92	CT6	77,0 ± 1,14	78,1 ± 2,35

3.5. Khả năng xử lý nitơ và photpho tổng số

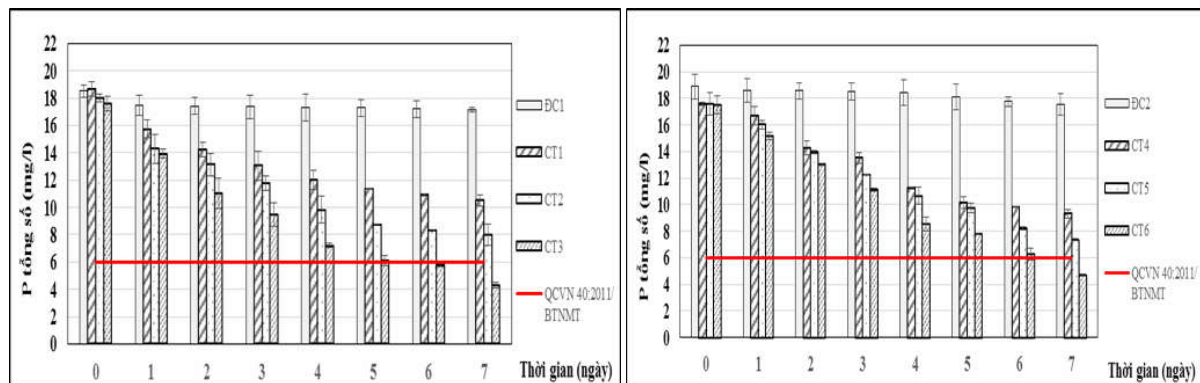
3.5.1. Nitơ tổng số

Nitơ trong nước thải cao khi chảy vào sông, hồ làm tăng hàm lượng chất dinh dưỡng, gây ra sự phát triển mạnh mẽ của các loại thực vật phù du như rêu, tảo dẫn đến tình trạng thiếu oxy trong nước tiêu diệt nhiều loại sinh vật có ích gây mùi hôi thối và làm ô nhiễm không khí (Porter và cs., 2013). Kết quả khảo sát cho thấy sự giảm giá trị N_{TS} trong công thức đối chứng không bổ sung vi khuẩn gần như không đáng kể, từ 127,8 xuống 124,4 mg/l, hiệu quả xử lý 2,63%

đối với nước thải sản xuất bún và từ 119,2 xuống 115,8 mg/l, hiệu suất xử lý 2,83% đối với nước thải bánh đa (Hình 5, bảng 5). Ngược lại, khi xử lý bằng cách bổ sung các chủng vi khuẩn *Bacillus* vào nước thải, chỉ số này đều thay đổi theo chiều hướng giảm dần do sự phân hủy của các hợp chất chứa nitơ trong nước. Sau 7 ngày xử lý, công thức bổ sung hỗn hợp chủng NTB2.11 + NTB5.7 cho kết quả N_{TS} thấp hơn mức quy định tại QCVN 40:2011/BTNMT và cho hiệu quả xử lý cao nhất 71,3% đối với mẫu nước thải bún và 68,7% đối với mẫu nước thải bánh đa.



Hình 5. Nitơ tổng số nước thải qua các ngày



Hình 6. Photpho tổng số nước thải qua các ngày

*Ghi chú: Nước thải làng bún Phú Đô: ĐC1. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT1. NTB2.11, CT2. NTB5.7, CT3. NTB2.11+NTB5.7; Nước thải bánh đa làng Mè: ĐC2. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT4. NTB2.11, CT5. NTB5.7, CT6. NTB2.11+NTB5.7

Bảng 5. Hiệu quả xử lý nitơ và photpho sau 7 ngày

Các công thức	Hiệu quả xử lý (%)		Các công thức	Hiệu quả xử lý (%)	
	Nitơ	Photpho		Nitơ	Photpho
ĐC1	2,63 ± 0,07	7,4 ± 0,12	ĐC2	2,8 ± 0,09	7,1 ± 0,25
CT1	39 ± 1,14	43,7 ± 1,21	CT4	37,9 ± 1,52	46,9 ± 2,04
CT2	44,5 ± 1,32	55,4 ± 1,57	CT5	42,6 ± 1,18	58,1 ± 1,83
CT3	71,3 ± 2,15	75,44 ± 1,33	CT6	68,7 ± 2,26	73,29 ± 2,51

Ở công thức bổ sung hỗn hợp chủng NTB2.11 + NTB5.7 hiệu quả xử lý nitơ cao hơn so với đối chứng không xử lý lần lượt là 68,70% (nước thải bún) và 65,87% (nước thải bánh đa). Kết quả này chứng tỏ *Bacillus* sp. có khả năng tổng hợp những enzym thủy phân các hợp chất hữu cơ chứa nitơ thành các axit amin và thực hiện quá trình khử amin, nitrat hóa, đồng thời còn có khả năng thực hiện quá trình phản nitrat hóa để khử NO₃⁻ thành N₂ thoát ra ngoài làm giảm hàm lượng nitơ có trong nước thải so với đối chứng (Trần Đức Thảo và cs., 2019). Kết quả nghiên cứu của Trần Đức Thảo và cs. (2019) khi nghiên cứu chủng *Bacillus* sp. kết hợp với công nghệ bùn hoạt tính để xử lý nước thải sau 8h, 6h, 4h cho hiệu suất lần lượt 68%; 55%; 49% lớn hơn hiệu suất ở công thức đối chứng với các giá trị lần lượt là 56%, 44%, 40%.

3.5.2. Photpho tổng số

Ngoài nitơ, photpho cũng là nguyên nhân chính gây ra bùng nổ tảo ở một số nguồn nước mặt, gây ra hiện tượng tái nhiễm bẩn và nước có màu, mùi khó chịu (Trần Thị Thanh Thủy và Đặng Thị Thúy Hạt, 2017). Kết quả trong nước thải bún và bánh đa sau xử lý bằng *Bacillus* NTB2.11 + NTB5.7 cho thấy hàm lượng photpho tổng số ở hai làng nghề này có chiều hướng giảm (Hình 6) và đạt hiệu quả xử lý từ 73,29 - 75,44% (Bảng 5). Khi so sánh với tiêu chuẩn xả thải theo QCVN40:2011/BTNMT thì P_{ts} đầu ra của CT3 và CT6 đạt tiêu chuẩn xả thải loại B (≤ 6 mg/l). Ngược lại, ở bình đối chứng của mẫu nước thải bún, bánh đa P_{ts} vẫn cao gấp ba lần mức quy chuẩn cho phép. Ngoài ra, hiệu quả xử lý P_{ts} cao hơn so với hiệu quả xử lý N_{ts} ở các công thức thí nghiệm bổ sung chủng *Bacillus*. Nghiên cứu của Nguyễn Minh Kỳ và cs. (2017) cho rằng việc loại photpho cao hơn so với nitơ do trong điều kiện hiếu khí hàm lượng photpho trong nước thải được vi khuẩn ưa photpho hấp thụ và tích lũy để tạo sinh khối.

3.6. Coliform

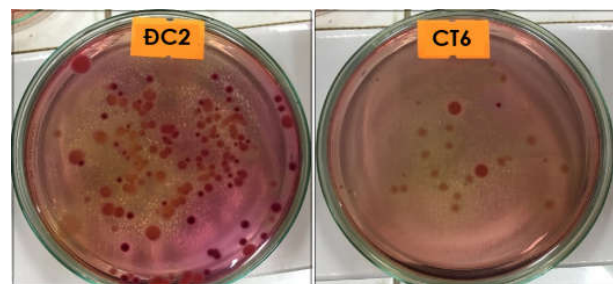
Coliform là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá mức độ ô nhiễm sinh học của nước thải. Chúng có thể xâm nhiễm vào cơ thể người và gây

một số bệnh (Phùng Thị Xuân Bình và cs., 2019).

Bảng 6. Coliform trước và sau xử lý 7 ngày của mẫu nước thải bánh đa

Công thức	Kết quả phân tích (CFU/100mL)		Hiệu quả xử lý (%)
	Đầu vào	Đầu ra	
ĐC2	4700 ± 150	4650 ± 130	1,1 ± 0,03
CT4	4700 ± 150	2800 ± 100	40,4 ± 1,07
CT5	4700 ± 150	2250 ± 50	52,1 ± 1,15
CT6	4700 ± 150	1950 ± 50	58,5 ± 0,92

*Ghi chú: ĐC2. Đối chứng không bổ sung vi khuẩn, CT4. NTB2.11, CT5. NTB5.7, CT6. NTB2.11+ NTB5.7



Hình 7. Mật độ Coliform ngày thứ 7 của công thức ĐC2 và CT6

Đối với chỉ tiêu này, khi đánh giá trước xử lý đều cho kết quả dưới mức tiêu chuẩn xả thải loại B của QCVN40:2011/BTNMT (≤ 5000), trong đó không phát hiện được sự hiện diện của Coliform trong mẫu nước thải bún Phú Đô. Mật độ Coliform trong nước thải bánh đa làng Me là 4700 tế bào/100 mL. Do vậy, nghiên cứu chỉ tiến hành đánh giá khả năng xử lý nước thải của các chủng *Bacillus* NTB2.11 + NTB5.7 ở chỉ tiêu Coliform với mẫu nước thải bánh đa làng Me. Kết quả chỉ ra ở CT6 bổ sung hỗn hợp 2 chủng NTB2.11 + NTB5.7 có chỉ số Coliforms thấp nhất là 1950 tế bào/100mL hiệu quả xử lý 58,5% tiếp theo là đến CT5 sử dụng chủng NTB5.7 và CT4 chủng NTB2.11 (Bảng 6 và hình 7). Kết quả này cũng tương tự như kết quả Nguyễn Thị Lâm Đoàn và Lê Thị Quỳnh Chi (2021) thu được khi xác định khả năng

kháng vi khuẩn gây bệnh *Salmonella typhimurium* và *E. coli* của chủng NTB5.7 tốt hơn NTB2.11.

4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích chất lượng nước thải ở làng nghề sản xuất bún Phú Đô, bánh đa làng Me ngoại trừ chỉ tiêu Coliform là thấp hơn, tất cả các chỉ tiêu khác đều khá cao vượt nhiều lần so với quy chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT tại cột B. Cụ thể các chỉ tiêu TSS; COD; BOD₅; N_{ts}; P_{ts} lần lượt vượt số lần là 3,8 - 4,0; 10,9 - 16,2; 23,7 - 35,5; 2,0 - 2,2; 2,1. pH của các mẫu nước thải từ các làng nghề này đều thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn. Việc bổ sung hỗn hợp các chủng *Bacillus licheniformis* NTB2.11 và *Bacillus subtilis* NTB5.7 theo tỷ lệ 1:1 ở nồng độ 10⁷CFU/mL cho kết quả xử lý tốt có 5/7 chỉ tiêu (pH, TSS, N_{ts}, P_{ts}, Coliform) sau 7 ngày xử lý đạt quy chuẩn loại B của QCVN40:2011/BTNMT. Tuy nhiên, do nồng độ các chất hữu cơ nhiễm trong nước thải đầu vào rất cao nên chỉ tiêu COD và BOD₅ nước thải đầu ra tuy giảm nhiều nhưng vẫn còn cao vượt quy chuẩn từ 1,5 - 2,9 lần đối với COD và từ 3,4 - 7,0 lần đối với BOD₅. Hiệu quả xử lý TSS, COD, BOD₅, N_{ts}, P_{ts}, Coliform cao hơn so với đối chứng không xử lý là 67,2 - 68,9%, 71,4 - 71,8%, 75,9 - 80%, 65,87 - 68,7%, 66,2 - 68%, 57,4%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Thị Xuân Bình, Lê Thị Phương Quỳnh và Phạm Thị Mai Hương (2019). Bước đầu khảo sát mật độ vi sinh vật trong nước sinh hoạt tại một số quận huyện trên địa bàn thành phố Hà Nội. Tạp chí Khoa học Công nghệ 55: 99 - 102.
2. Cao Ngọc Diệp, Lê Thị Loan và Trần Ngọc Nguyên (2010). Phân lập và nhận diện vi khuẩn sản xuất chất kết tụ sinh học và ứng dụng trong xử lý nước thải. Tạp chí Công nghệ Sinh học 8(2): 253 - 264.
3. Nguyễn Thị Lâm Đoàn (2021). Xác định điều kiện và môi trường thay thế để nuôi cấy *Bacillus* spp. tạo chế phẩm vi khuẩn phục vụ xử lý nước thải. Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam 2:103 - 110
4. Nguyễn Thị Lâm Đoàn và Lê Thị Quỳnh Chi (2021). Nghiên cứu một số đặc tính của chủng *Bacillus* phân lập từ nước thải làng nghề bún Phú Đô. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam.
5. Trần Liên Hà, Trương Thành Luân và Phạm Đình Vinh (2019). Phân lập và tuyển chọn chủng *Bacillus* có khả năng phân giải cellulose để xử lý

nước rỉ rác. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 1: 3 - 11.

6. Nguyễn Minh Kỳ, Trần Thị Tuyết Nhi và Nguyễn Hoàng Lâm (2017). Nghiên cứu xử lý nước thải dân cư bằng công nghệ màng lọc sinh học MRB (membrane bioreactor). Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ 52: 72 - 79.
7. Phạm Kim Liên và Nguyễn Bằng Phi (2017). Nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt của xí nghiệp xử lý nước thải Thủ Dầu Một bằng vi khuẩn *Bacillus subtilis*. Tạp chí Khoa học - Đại học Thủ Dầu Một 4(35): 66 - 22.
8. Vũ Thúy Nga, Lương Hữu Thành và Phạm Văn Toàn (2013). Nghiên cứu cải thiện chất lượng nước thải chế biến tinh bột sắn bằng chế phẩm vi sinh vật. Báo cáo khoa học, Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 2: 389 - 392.
9. Nguyễn Như Ngọc, Nguyễn Văn Cách và Nguyễn Thị Diệp (2016). Phân lập, tuyển chọn chủng vi khuẩn *Bacillus* bản địa có khả năng phân giải chất hữu cơ trong nước thải làng nghề chế biến tinh bột dong riềng. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn 11: 101 - 107.
10. Lương Hữu Thành, Vũ Thúy Nga, Lê Thị Thanh Thủy, Đào Văn Thông, Hứa Thị Sơn, Tống Hải Vân, Cao Hương Giang, Hà Thị Thúy và Nguyễn Thị Hằng Nga (2011). Tuyển chọn bộ chủng vi sinh vật nhằm xử lý nước thải của nhà máy chế biến tinh bột sắn. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam 3(24): 1 - 6.
11. Trần Đức Thảo, Trần Thị Kim Chi, Trương Thị Thùy Trang, Nguyễn Thị Liễu, Trần Thị Thu Hiền và Nguyễn Tiến Hán (2019). Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm sinh học *Bacillus* sp. Tạp chí Khoa học và Công nghệ 50:100 - 150.
12. Trần Văn Thế, Nguyễn Tuấn Sơn và Nguyễn Nghĩa Biên (2010). Đánh giá thiệt hại kinh tế do chất thải phát sinh từ hoạt động sản xuất tại làng nghề chế biến nông sản vùng đồng bằng sông Hồng. Tạp chí Khoa học và Phát triển, tập 11(8): 1223 - 1231.
13. Trần Thị Thanh Thủy và Nguyễn Thị Thúy Hạt (2017). Nghiên cứu ảnh hưởng của một số ion đến việc xác định hàm lượng photphat trong nước tự nhiên. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp

10:101 - 108.

14. Desalegn Amenu (2014). Characterization of wastewater and evaluation of the effectiveness of the wastewater treatment systems. *World Journal of Life Sciences Research* 1 (1): 1 - 11.

15. Porter E. M., Bowman W. D., Clark C. M. Compton J. E., Pardo L H., and Soong J. L (2013). Interactive effects of anthropogenic nitrogen enrichment and climate change on terrestrial and aquatic biodiversity. *Biogeochemistry* 114:93 - 120.

16. Raffaello C., Tiziana L., and Annalisa S (2012). Standardization of BOD₅/COD ratio as a biological stability index for MSW. *Waste management* 32 (8): 1503 - 1508.

17. Thirugnanasambandham K., Sivakumar V., and Prakash M. J (2014). Analysis of efficiency of *Bacillus subtilis* to treat bagasse based paper and pulp industry wastewater - a novel approach. *Journal of the Korean Chemical Society* 58: 198 - 204.

PRELIMINARY ASSESSMENT OF WASTEWATER TREATMENT CAPABILITY AT RICE VERMICELLI AND DRY NOODLE PROCESSING VILLAGES BY *Bacillus licheniformis* AND *Bacillus subtilis*

Nguyen Thi Lam Doan, Le Thi Quynh Chi, Vu Thi Huyen

Summary

The rice vermicelli and dry noodle processing villages have developed all over the country and contributed a significant part to the country's economy. However, these production villages are also making great pressure on the environment. The results of this study showed that the wastewater quality in the processing villages of Phu Do rice vermicelli and Lang Me dry noodle has all indicators overcome many times higher than the standard QCVN 40: 2011/BTNMT in column B except for Coliform. Particularly, TSS; COD; BOD₅; total N; total P have exceed 3.8 – 4.0; 10.9 – 16.2; 23.7 – 35.5; 2.0 – 2.2; 2.1 times, respectively. The pH of wastewater samples from these villages is much lower than the standard due to the process of soaking rice for fermentation in production. Therefore, the aim of this study is to improve the wastewater treatment efficiency of processing villages of Phu Do rice vermicelli and Lang Me dry noodle by using *Bacillus licheniformis* NTB2.11 and *Bacillus subtilis* NTB5.7. These strains NTB2.11 and NTB5.7 isolated from rice vermicelli wastewater in Phu Do village. They have had some good biological properties. The research results have also shown that adding a mixture of strains of *Bacillus licheniformis* NTB2.11 and *Bacillus subtilis* NTB5.7 at the ratio of 1: 1 with a concentration of 10⁷CFU/mL has good treatment results. 5/7 criteria (pH, TSS, total N, total P, Coliform) were obtained the standard of type B of QCVN40: 2011/BTNMT after 7 days of treatment. Owing to high concentration of contaminated organic substances in the inlet wastewater, the COD and BOD₅ indicators were much decreased during processing by these strains. However, the COD and BOD₅ in output wastewater were still high and exceed the standard by 1.5 - 2.9 times (COD) and 3.4 - 7.0 times (BOD₅). The treatment efficiency of TSS, COD, BOD₅, total N, total P and Coliform was higher than that of the untreated control 67.2 - 68.9%, 71.4 - 71.8%, 75.9 - 80%, 65.87- 68.7%, 66.2% - 68%, 57.4%, respectively.

Keywords: *Bacillus*, wastewater, processing villages, rice vermicelli, dry noodle.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Như Kiều

Ngày nhận bài: 26/3/2021

Ngày thông qua phản biện: 28/4/2021

Ngày duyệt đăng: 6/5/2021