

Nghiên cứu xử lý nước thải chế biến bánh tráng quy mô sản xuất hộ gia đình bằng mô hình lọc dòng ngược bùn sinh học

Vũ Thị Minh Châu^{1*}, Nguyễn Trọng Hiệp¹, Lê Thu Thủy²

¹Chi nhánh phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, 3 đường 3/2, phường 12, Quận 10, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 29/11/2021; ngày chuyển phản biện 2/12/2021; ngày nhận phản biện 21/12/2021; ngày chấp nhận đăng 24/12/2021

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu xử lý nước thải chế biến bánh tráng quy mô sản xuất hộ gia đình bằng mô hình lọc dòng ngược bùn sinh học (USBF - Upflow sludge blanket filtration) trong phòng thí nghiệm công suất 108 l/ngày. Bùn hoạt tính sau 12 ngày hoạt hóa đạt mật độ vi sinh vật $2,8 \times 10^{11}$ CFU/ml, SV30 (thể tích bùn lắng) 380 ml/l và SVI (thể tích bùn thường) 116,6 ml/g. Thí nghiệm xử lý nước thải trong phòng thí nghiệm với các thông số vận hành đã được khảo sát như: DO (ôxy hòa tan) = 2,5, pH=7, COD (nhu cầu ôxy hóa học) đầu vào khoảng 1.000 mg/l, thời gian lưu 16 giờ cho hiệu suất xử lý TSS (tổng rắn lơ lửng), COD và BOD₅ (nhu cầu ôxy sinh học) lần lượt tương ứng là 72, 91 và 95%, đạt tiêu chuẩn cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT.

Từ khóa: bể USBF, bùn hoạt tính, nước thải chế biến bánh tráng, xử lý nước thải.

Chỉ số phân loại: 2.7

Research on the treatment of rice paper processing wastewater on a household scale by Upflow sludge blanket filtration model

Thi Minh Chau Vu^{1*}, Trong Hiep Nguyen¹, Thu Thuy Le²

¹Vietnam - Russia Tropical Center, Southern Branch, 3/2 Street, 12 Ward District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Hanoi University of Natural Resources and Environment, 41A Phu Dien Street, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

Received 29 November 2021; revised 21 December 2021; accepted 24 December 2021

Abstract:

This paper presents wastewater treatment from the rice paper processing at the household level using the Upflow sludge blanket filtration (USBF) model. The research team set up the experiment at the laboratory level with a capacity of 108 l/day. After 12 days of activation, the activated sludge reached: microbial density $2,8 \times 10^{11}$ CFU/ml, sludge volume SV30 380 ml/l, sludge volume index SVI 116.6 ml/g with tested parameters including DO=2.5; pH=7; COD=1,000 mg/l, and testing duration of 16 hours. The treating performance was relatively high with total suspended solids TSS, COD, and BOD₅ of 72, 91, and 95%, respectively. The quality of treated wastewater met the standards in Column B, the Vietnamese National Regulation for Industrial Wastewater Quality (QCVN 40:2011/BTNMT).

Keywords: activated sludge, rice paper processing wastewater, USBF tank, wastewater treatment.

Classification number: 2.7

1. Mở đầu

Bánh tráng là một sản phẩm đặc thù của Việt Nam được chế biến từ nguyên liệu chính là bột mì, gạo và muối. Một số làng nghề sản xuất bánh tráng nổi tiếng khắp miền Bắc, Trung, Nam như làng bánh Kinh Giao (Hải Phòng), Kế (Bắc Giang), Đô Lương (Nghệ An), Tam Quan (Bình Định), Trảng Bàng (Tây Ninh), Cù Lao Mây (Vĩnh Long), Phú Hòa Đông (TP Hồ Chí Minh)... Làng nghề bánh tráng xã Phú Hòa Đông có 149 cơ sở, hộ dân trực tiếp tham gia sản xuất. Tuy nhiên, các hộ dân tại làng nghề chưa có biện pháp xử lý chất thải phù hợp, hiệu quả từ hoạt động sản xuất bánh tráng. Đặc biệt, chất thải từ hoạt động tráng bánh của các hộ sản xuất nhỏ vẫn được xả trực tiếp vào cống thoát nước dân sinh [1]. Theo khảo sát 20 hộ sản xuất của nhóm tác giả, công đoạn vo, ngâm gạo, bột rơi vãi và quá trình vệ sinh dụng cụ, nhà xưởng, máy móc đã thải ra một lượng nước đáng quan tâm, thành phần chủ yếu là các hợp chất hữu cơ ở dạng hòa tan hoặc lơ lửng có khả năng phân hủy sinh học. Đặc biệt, nước thải từ hoạt động tráng bánh của các hộ sản xuất (trung bình khoảng 3÷5 m³/ngày) vẫn được xả trực tiếp ra môi trường xung quanh. Nước thải sản xuất bánh tráng ở xã Phú Hòa Đông có giá trị BOD₅ là 472÷2.132 mg/l, COD 938÷4.930 mg/l và TSS 316÷1.098 mg/l [2]. Tỷ lệ BOD₅/COD lớn hơn 0,5 nên rất thích hợp để xử lý bằng phương pháp sinh học [3].

Do các hộ sản xuất nằm rải rác nên nước thải của làng nghề khó thu gom tập trung. Địa hình dốc từ hướng tây sang đông và độ cao địa hình là 5÷10 m so với mực nước biển [4], nên khó có thể triển khai xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện tự nhiên. Để đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm, khu sản xuất tách biệt hẳn với khu nhà ở, chăn nuôi bò sữa và chăn nuôi tăng gia (nếu có), vì vậy nước thải sản xuất bánh tráng khó trộn chung với các dạng nước thải khác để tăng hàm lượng N và P tự nhiên.

*Tác giả liên hệ: Email: chauvu.vrtc@gmail.com

Hiện nay có nhiều phương pháp khác nhau được sử dụng trong xử lý nước thải chứa hàm lượng chất hữu cơ cao. Trong đó, phương pháp ứng dụng công nghệ sinh học đang được sử dụng phổ biến nhất trong hầu hết các hệ thống xử lý nước thải, đặc biệt là nước thải chứa hàm lượng chất hữu cơ dễ phân hủy như nước thải làm bánh trắng. Một số nghiên cứu về khả năng xử lý nước thải do sản xuất bánh trắng bằng USBF - công nghệ được sử dụng phổ biến để xử lý nước thải đô thị, chế biến thủy sản cũng như sinh hoạt đã được thực hiện ở Việt Nam [5-8]... Trong đó, nghiên cứu của L.H. Viet và cs (2013) [8] về xử lý nước thải bánh trắng xuất khẩu, các khâu sản xuất từ tiếp nhận nguyên liệu đến khâu cuối cùng là đóng gói đều thực hiện trên dây chuyền tiên tiến nên lưu lượng và giá trị một số chỉ tiêu trong nước thải ổn định: COD khoảng 1.267 mg/l và BOD₅ là 825 mg/l. Để nước đầu ra đạt quy chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT cột B, tác giả đã kết hợp xử lý keo tụ trước khi xử lý sinh học. Tuy nhiên, giá trị một số chỉ tiêu nước thải làng nghề dao động lớn: COD 900÷4.000 mg/l, BOD₅ 643÷2.355 mg/l, ngoài ra trong quá trình sản xuất các hộ gia đình còn bổ sung dầu ăn, muối và một số chất phụ gia làm trắng có tên thương mại như Star Fresh 9, TiO₂. Do vậy, chúng tôi thực hiện nghiên cứu xử lý nước thải chế biến bánh trắng quy mô hộ gia đình tại làng nghề xã Phú Hòa Đông bằng mô hình công nghệ USBF cải tiến.

2. Phương pháp thí nghiệm

2.1. Lấy mẫu và phân tích trong phòng thí nghiệm

Nước thải được lấy vào buổi trưa sau khi quá trình tráng bánh hoàn thiện và bảo quản theo TCVN 6663-3:2016 [9]. Một số chỉ tiêu được phân tích theo QCVN 40:2011/BTNMT bao gồm: pH, TSS, BOD₅, COD, N tổng (N_t), P tổng (P_t), độ mặn và một số chỉ tiêu phân tích trong quá trình xử lý là DO, SV30, rắn lơ lửng trong hỗn hợp bùn lỏng (MLSS) và rắn lơ lửng bay hơi trong hỗn hợp bùn lỏng (MLVSS). Mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm theo các quy trình hướng dẫn bởi các Tiêu chuẩn Việt Nam về phân tích nước thải (bảng 1).

Bảng 1. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích.

Chỉ tiêu	Phương pháp	Phương tiện, thiết bị
pH	TCVN 5979:2007	Máy đo pH Horiba F-72G
DO	TCVN 7325:2016	Sension 156 Multiparameter Meters
Độ mặn [10]	SMEWW 2520 B, C:2017	Máy đo độ mặn Apel SM-802
SV30, SVI [10]	SMEWW 2710 C&D:2017 [8]	Cốc chân phễu 1.000 ml
TSS, MLSS, MLVSS [10]	SMEWW 2540D:2017	Giấy lọc sợi thủy tinh Whatman, bơm hút chân không, tủ sấy, lò nung, cân phân tích
N _t	TCVN 6638:2000	TOC-L Shimadzu
P _t	TCVN 6202:2008	Thiết bị UV-Vis Thermo serie 300
COD [10]	SMEWW 5220C:2017	Bếp phá mẫu Velp, buret tự động
BOD ₅	TCVN 6001-2:2008	Chai BOD, tủ ủ BOD ₅ Velp
Mật độ vi sinh vật	TCVN 4884-1:2015	Máy đếm khuẩn lạc Colony counter 560 suntex

2.2. Nuôi tạo bùn hoạt tính

Bùn hoạt tính hiếu khí được nuôi cấy tại Phòng thí nghiệm Phân tích Môi trường, Chi nhánh phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga. Hai lít bùn hoạt tính được nuôi trong bể kính có bổ sung 20 l nước thải đã được pha loãng theo tỷ lệ 1:1, điều chỉnh pH về 7 và

bổ sung N, P đúng tỷ lệ, sục khí liên tục 24/24 với hàm lượng DO 2,0÷4,0 mg/l. Thêm 1 ml mỗi dung dịch muối MgSO₄·7H₂O (22,5 g/l), CaCl₂ (27,5 g/l) và FeCl₃·6H₂O (0,25 g/l) vào 1.000 ml mẫu nước thải bánh trắng và trộn đều. Nước thải trong thùng sau khi đã được thay định kỳ mỗi ngày một lần vào một giờ cố định cho vi sinh vật thích nghi. Tầng dần thể tích nước thải đã được pha loãng theo tỷ lệ 1:1 theo thời gian đến khi đầu ra đạt chuẩn thì bắt đầu tăng dần tải lượng COD đầu vào đến khi không cần pha loãng nước thải. Theo dõi các thông số pH, DO, SV30 đạt 200÷400 ml/l, SVI đạt 100÷150 ml/g, MLSS đạt 2.000÷3.500 mg/l và MLVSS đạt 0,65÷0,8 thì quá trình hoạt hóa bùn thành công [3].

Vận hành bể USBF: nạp bùn vào bể và thêm nước thải theo đúng công suất hoạt động với các thông số khảo sát pH, DO, thời gian lưu, giá trị COD. Năm ngày đầu thay nước định kỳ mỗi ngày một lần vào một giờ cố định, sang ngày thứ 6 bắt đầu vận hành cho chạy hệ thống liên tục, phân tích các thông số nước thải đầu ra: pH, TSS, COD, BOD₅, N_t và P_t (3 lần mỗi thí nghiệm).

2.3. Bố trí thí nghiệm

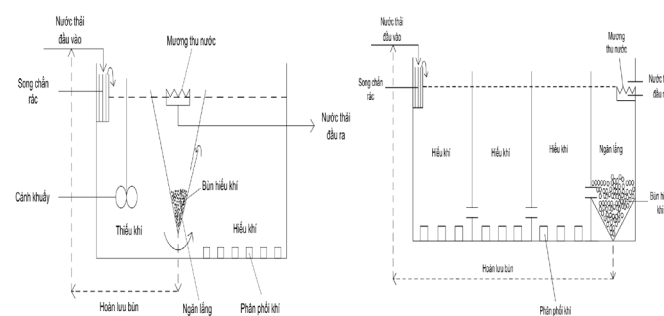
Nước thải chế biến bánh trắng được thu thập tại hộ sản xuất bánh trắng điển hình ở làng nghề Phú Hòa Đông, huyện Củ Chi (TP Hồ Chí Minh). Nước thải có N_t và P_t thấp không đảm bảo tỷ lệ BOD₅:N:P là 100:5:1 nên phải bổ sung thêm P từ 2,33 mg DAP (trong 2,33 mg DAP có 0,42 mg N) và 39 mg Urea trên 1 l nước thải.

Mô hình bể thí nghiệm dựa trên mô hình bể USBF có cải tiến cho phù hợp với đặc thù nước thải được trình bày ở hình 1. Mặt khác, do làm lượng N_t trong nước thải thấp so với COD nên không có quá trình thiếu khí để phản nitrate, chính vì vậy ngăn thiếu khí này sẽ lắp thêm thanh sục khí. Ngăn lọc bùn sinh học dòng ngược cũng được điều chỉnh thiết kế bằng cách lắp thiết bị gạt bùn và hoàn lưu bùn sao cho vận hành trong phòng thí nghiệm được thuận lợi để bùn không bị chết. Vì vậy, mô hình sẽ điều chỉnh thành 2 ngăn hiếu khí và 1 ngăn lọc bùn sinh học dòng ngược [8].

+ Thể tích hữu dụng bể hiếu khí 72 l chia làm 3 ngăn, kích thước dài x rộng x cao là 750x215x450 mm.

+ Bể lắng có đáy hình chóp ngược, thể tích hữu dụng 16 l, có lắp một stepping motor và bơm bùn được cài đặt tự động.

Khảo sát sự thích nghi của bùn và hiệu quả xử lý: SV30, mật độ bùn, chỉ số COD, thời gian lưu nước.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của bể USBF và USBF cải tiến.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Kết quả khảo sát và thành phần mẫu nước thải ở một số hộ gia đình

Mẫu nước thải được thu thập tại 20 hộ gia đình (có quy mô hơn 200 kg sản phẩm/ngày) của làng nghề bánh tráng Phú Hòa Đông vào khoảng thời gian 9÷12 giờ sau khi hoạt động tráng bánh kết thúc. Làng nghề bánh tráng có địa hình phân bố không nhiều kênh rạch, các hộ sản xuất lại tách xa nhau nên nước thải phân tán dẫn đến khó thu gom và xử lý tập trung, nhà xưởng sản xuất tách riêng với khu sinh hoạt của gia đình, đường nước thải sản xuất đi riêng (trung bình khoảng 3÷5 m³/ngày) được gom tập trung qua bể lắng nhiều ngăn rồi cho thấm xuống đất. Các chất ô nhiễm có trong nước thải bánh tráng được phân tích lặp lại 3 lần và kết quả được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Giá trị một số chỉ tiêu ô nhiễm có trong nước thải bánh tráng.

TT	pH	Độ mặn (g/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	N _t (mg/l)	P _t (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD ₅ /COD
Hộ 1	3,6±0,10	0,2±0,00	2.600±46	1.740±85	15±0,6	3,6±0,10	624±9	0,67
Hộ 2	4,7±0,06	3,9±0,06	4.000±44	2.670±40	17±1,2	4,7±0,06	961±15	0,67
Hộ 3	4,0±0,10	1,9±0,06	3.500±36	2.355±48	19±1,2	4,0±0,10	709±8	0,67
Hộ 4	3,9±0,06	0,4±0,06	3.000±26	2.030±73	21±1,5	3,9±0,06	407±7	0,68
Hộ 5	5,4±0,06	4,3±0,10	900±10	643±12	18±0,9	5,4±0,06	152±6	0,71
Hộ 6	4,4±0,10	0±0,00	2.800±35	1.866±67	25±1,6	4,4±0,10	508±18	0,67
Hộ 7	3,5±0,06	1,9±0,06	1.510±36	1.025±36	15±1,3	3,5±0,06	190±7	0,68
Hộ 8	4,9±0,06	4,7±0,10	3.150±44	1.990±128	22±1,7	4,9±0,06	397±15	0,63
Hộ 9	3,6±0,10	0,5±0,06	2.170±26	1.320±35	18±1,4	3,6±0,10	419±10	0,61
Hộ 10	4,4±0,23	1,3±0,10	1.330±26	830±40	13±1,1	4,4±0,23	322±6	0,62
Hộ 11	4,7±0,06	3,9±0,06	2.370±44	1.580±106	23±1,9	4,7±0,06	282±8	0,67
Hộ 12	3,8±0,06	2,9±0,15	1.170±53	720±50	12±1,0	3,8±0,06	218±10	0,62
Hộ 13	5,2±0,06	1,1±0,10	2.440±40	1.530±46	20±1,3	5,2±0,06	326±16	0,63
Hộ 14	3,8±0,10	1,2±0,06	950±26	670±17	15±1,0	3,8±0,10	221±17	0,71
Hộ 15	3,5±0,06	1,6±0,00	3.260±53	1.870±61	19±1,3	3,5±0,06	674±23	0,57
Hộ 16	4,6±0,10	0,7±0,06	1.280±44	770±35	16±1,3	4,6±0,10	335±16	0,60
Hộ 17	4,1±0,12	0,9±0,06	1.520±35	890±39	18±1,1	4,1±0,12	278±20	0,59
Hộ 18	4,3±0,12	2,3±0,06	2.270±85	1.460±53	21±1,2	4,3±0,12	453±15	0,64
Hộ 19	4,3±0,06	2,5±0,10	3.180±70	1.990±95	24±1,3	4,3±0,06	773±31	0,63
Hộ 20	4,0±0,10	0,7±0,06	1.830±46	1.130±58	17±1,3	4,0±0,10	538±22	0,62
QCVN 40:2011/BTNMT, cột B								
5,5÷9		-	150	50	40	6	100	

Qua khảo sát một số hộ sản xuất bánh tráng ở làng nghề cho thấy, nước thải sản xuất bánh tráng chủ yếu ở công đoạn vo, ngâm, lọc gạo, tráng bánh và vệ sinh dụng cụ nhà xưởng; các chỉ tiêu pH, COD, BOD₅ và TSS đều không đạt quy chuẩn cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT cột B: pH 3,5÷5,4 (quy định 5,5÷9); BOD₅ 643÷2.355 mg/l (quy định 50 mg/l); COD 900÷4.000 mg/l (quy định 150 mg/l) và TSS 152÷961 mg/l (quy định 100 mg/l). Chỉ tiêu COD vượt chuẩn cao nhất xấp xỉ 27 lần và TSS cao nhất vượt 7 lần. Tỷ lệ BOD₅/COD lớn hơn 0,57 do nước thải chứa thành phần hữu cơ cao nên xử lý nước thải này bằng phương pháp sinh học là phù hợp. Riêng giá trị N_t và P_t đều nằm dưới ngưỡng và không đạt tỷ lệ BOD₅:N:P là 100:5:1, do đó trong quá trình xử lý cần bổ sung N từ phân Urea và P từ phân DAP. Kết quả về thành phần một số chất ô nhiễm trong nước thải bánh tráng của nghiên cứu này tương đồng với [2].

3.2. Kết quả nuôi tạo bùn hoạt tính

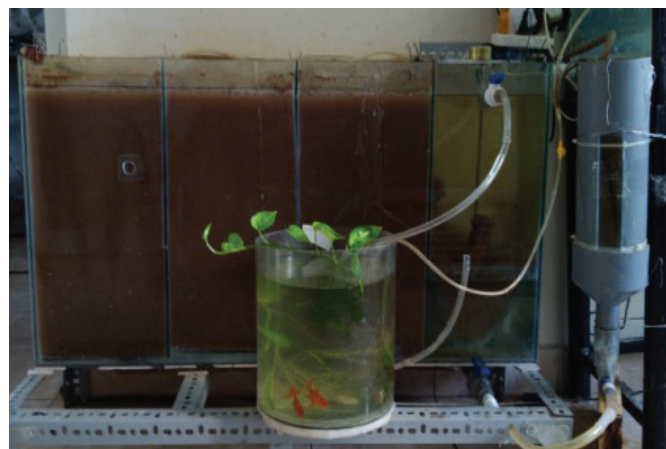
Nước thải đầu vào chọn ở hộ số 7, vì đây là hộ sản xuất ổn định nhất. Sau khi điều chỉnh giá trị pH=7 bằng dung dịch NaOH (10%) thì COD=1.438 mg/l, BOD₅=927 mg/l, N_t và P_t lần lượt điều chỉnh về 46 và 9,3 mg/l để đạt tỷ lệ dinh dưỡng BOD₅:N:P là 100:5:1 được nuôi cấy tạo bùn hoạt tính. Các chỉ số của bùn trước và sau một số ngày nuôi cấy được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu có trong nước thải nuôi tạo bùn hoạt tính.

Thời gian	Ban đầu	2 ngày	4 ngày	6 ngày	8 ngày	10 ngày	12 ngày
Mật độ vi sinh vật (CFU/ml)	3,8x10 ¹¹	3,2x10 ⁶	9,9x10 ⁶	4,8x10 ⁷	7,3x10 ⁸	9,6x10 ⁹	2,8x10 ¹¹
SV30 (ml/l)	395	105	120	150	190	245	380
MLSS (g/l)	3,56	0,38	0,56	0,87	1,15	2,18	3,26
SVI	111,0	276,3	214,3	172,4	165,2	112,4	116,6
MLVSS (g/l)	2,81	0,17	0,2	0,32	0,72	1,59	2,48
MLVSS/MLSS	0,79	0,45	0,36	0,37	0,54	0,68	0,76
pH	8	7,1	7,2	7,4	7,7	8	8,1

Kết quả bảng 3 cho thấy, sau khi nuôi và thích nghi bùn hoạt tính mật độ vi sinh vật tăng dần theo thời gian, ở 6 ngày đầu vi sinh vật đang ở giai đoạn thích nghi nên tăng trưởng không đáng kể. Từ ngày thứ 10 đến 12, số lượng vi sinh vật tăng trưởng rất nhanh, đạt 2,8x10¹¹ CFU/ml, tương đương với mật độ vi sinh vật của bùn được lấy từ nhà máy bia (3,8x10¹¹ CFU/ml).

Cùng với đó là các thông số: SV30, MLSS, pH cũng tăng dần từ ngày thứ 2 đến 12. Chỉ số SVI 30 ngày thứ 2 đến 8 còn cao do vi sinh vật đang thích nghi với nước thải mới, đến ngày thứ 10 và 12 đạt 112,4 và 116,6, bùn lắng tốt. Bùn có thể đưa vào xử lý nước thải sản xuất bánh tráng (hình 2). Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu [6, 7]. pH tăng dần trong 12 ngày nuôi bùn do có các hoạt động phân hủy hợp chất carbohydrate như tinh bột, đường, các loại axit hữu cơ (lactic)... của các vi sinh vật và quá trình vi sinh vật sử dụng các hợp chất chứa nitơ tạo thành NH₄⁺, CO₂, CH₄... và dần ổn định ở ngày thứ 10 và 12. Về cảm quan, bùn có màu nâu đỏ, mùi đất, bông bùn lớn, lắng nhanh và độ kết dính tốt có thể đưa vào xử lý nước thải sản xuất bánh tráng (hình 2).



Hình 2. Hệ thống xử lý nước thải bánh tráng.

3.3. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến khả năng làm sạch nước thải

Trước khi vận hành hệ thống xử lý nước thải cần đảm bảo duy trì một số thông số cơ bản như: DO, pH, COD đầu vào, thời gian lưu... [3].

Tỷ lệ thành phần nguyên liệu sản xuất bánh trắng không cố định mà tùy thuộc vào đơn đặt hàng. Chính vì vậy, nước thải sản xuất cũng luôn biến động theo quá trình sản xuất bánh, COD đầu vào sẽ được điều chỉnh để các mẻ thí nghiệm được tương đối đồng đều.

Ảnh hưởng của hàm lượng DO: Ôxy là chất cần thiết cho quá trình ôxy hóa và sinh trưởng của vi sinh vật hiếu khí. Vì vậy, để đảm bảo cho bể hiếu khí có khả năng ôxy hóa chất hữu cơ với hiệu suất cao phải đảm bảo cung cấp ôxy đầy đủ và liên tục cho vi sinh vật sinh trưởng và phát triển. Xác định hàm lượng DO thích hợp cho xử lý nước thải sản xuất bánh trắng bằng công nghệ USBF 1,5÷4,0 mg/l cho cùng một mẫu nước thải có COD đầu vào là khoảng 1.015±16 mg/l.

Bảng 4. Ảnh hưởng của DO tới hiệu suất quá trình xử lý.

DO (mg/l)	COD vào (mg/l)	COD ra (mg/l)	Hiệu suất (%)
1,5	1.015±16	164±5,6	83,8±0,55
2,0		147±3,5	85,5±0,34
2,5		122±3,5	88,0±0,34
3,0		120±4,0	88,2±0,39
3,5		128±3,6	87,4±0,36
4,0		146±2,6	85,6±0,26

Kết quả bảng 4 cho thấy, dải DO 2÷4 mg/l thì nước đầu ra đều đạt loại B QCVN 40:2011/BTNMT và ở hàm lượng DO 2,5÷3 mg/l thì hiệu suất xử lý đạt cao nhất 88% với MLSS là 3,26 g/l. Tuy nhiên, để tiết kiệm năng lượng chúng tôi chọn nồng độ DO ở mức 2÷2,5 mg/l. Tác giả L.H. Viet và cs (2013) [8] nghiên cứu xử lý nước thải chế biến bánh trắng của Xi nghiệp Xuất khẩu với DO≥3 mg/l, pH 7,0±0,0, thời gian lưu 14 giờ thì hiệu quả xử lý COD đạt trên 92% với MLSS khoảng 4 g/l.

Ảnh hưởng của pH: Tiến hành với mẫu nước thải có giá trị pH dao động trong khoảng 6÷8,5 cùng giá trị COD đầu vào.

Bảng 5. Ảnh hưởng của pH tới hiệu suất quá trình xử lý.

pH	COD vào (mg/l)	COD ra (mg/l)	pH
6,0	1.015±16	350±3,6	6,0
6,5		208±7,2	6,5
6,8		149±4,2	6,8
7,0		124±4,5	7,0
7,5		139±7,0	7,5
8,0		144±6,1	8,0
8,5		156±8,7	8,5

Kết quả bảng 5 cho thấy, giá trị pH tối ưu là 7,0÷8,0 thì nước thải đầu ra có COD đạt QCVN 40:2011/BTNMT cột B và khi pH=7,0 hiệu suất xử lý đạt 88%. Vì vậy, điều chỉnh nước thải đầu vào có pH 7,0÷7,5 để hiệu quả xử lý tốt và tiết kiệm hóa chất. L.H. Viet và cs (2013) [8] kiểm soát giá trị pH thí nghiệm tại 7 để xử lý nước thải bánh trắng. L.T.C. Chi và cs (2018) [6] kiểm soát giá trị pH thí nghiệm ở 6,5÷7,0.

Ảnh hưởng của COD đầu vào: Xác định khoảng giá trị của COD đầu vào để hệ thống không bị quá tải và đạt hiệu suất xử lý cao nhất. Tiến hành với các COD đầu vào khác nhau nhưng ở cùng điều kiện thực nghiệm 500÷1.500 mg/l.

Bảng 6. Ảnh hưởng của COD tới hiệu suất quá trình xử lý.

COD vào (mg/l)	COD ra (mg/l)	Hiệu suất (%)
500	56±2,1	88,9±0,4
750	86±3,6	88,6±0,5
1.000	118±3,2	88,2±0,3
1.250	148±6,1	88,1±0,5
1.500	193±4,4	87,5±0,3

Kết quả bảng 6 cho thấy, khi đầu vào COD càng cao thì hiệu suất xử lý càng giảm, COD đầu vào là 1.500 mg/l thì nước thải sau xử lý không đạt cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT. Giá trị COD đầu vào là 1.250 mg/l, nước thải đầu ra bắt đầu chạm ngưỡng trên loại B. Vì vậy, những nghiên cứu tiếp theo COD đầu vào khuyến cáo nên nhỏ hơn 1.250 mg/l với mô hình này. Khi nước thải có giá trị COD lớn hơn 1.250 mg/l nên xử lý bằng hệ thống xử lý yếm khí trước như UASB để tận thu năng lượng (CH₄) mà ít ảnh hưởng đến N_t và P_t đang còn thiếu.

L.H. Viet và cs (2013) [8] nghiên cứu xử lý nước thải bánh trắng với giá trị COD đầu vào khoảng 1.372 mg/l, đầu ra 114 mg/l, hiệu suất đạt 92%; V.K. Hanh và cs (2018) [7] xử lý nước thải sinh hoạt với giá trị COD đầu vào khoảng 640 mg/l, đầu ra 85 mg/l, hiệu suất đạt 83%, T.T. Canh và cs (2006) [5] nghiên cứu xử lý nước thải đô thị với giá trị COD đầu vào khoảng 500÷700 mg/l, đầu ra COD đạt tối đa 40 mg/l, hiệu suất đạt 92%; L.T.C. Chi và cs (2018) [6] nghiên cứu xử lý nước thải chế biến thủy sản với giá trị BOD₅ đầu vào cao nhất khoảng 250 mg/l, BOD₅ đầu ra cao nhất 60 mg/l. Tất cả các nghiên cứu này, COD và BOD₅ đầu ra đều đạt QCVN 40:2011/BTNMT cột B.

Ảnh hưởng của thời gian lưu nước thải: Xác định khoảng thời gian lưu nước thải để hiệu suất xử lý là cao nhất và bước tiếp theo là thiết kế công suất xử lý thực tế của hệ thống. Tiến hành với mẫu nước thải có cùng giá trị COD đầu vào nhưng ở thời gian lưu khác nhau, dao động từ 6 đến 18 giờ, kết quả được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của thời gian lưu tới hiệu suất quá trình xử lý.

STT	Thời gian lưu (giờ)						
	6	8	10	12	14	16	18
COD ra (mg/l)	307±14	285±9	254±11	190±5	158±10	307±14	285±9
Hiệu suất (%)	69,3±1,4	71,5±0,9	74,6±1,1	81±0,5	84,2±1,0	69,3±1,4	71,5±0,9

Kết quả ở bảng 7 cho thấy, thời gian được khảo sát trong khoảng 6÷18 tiếng, thời gian lưu càng dài hiệu quả xử lý càng tăng lên. Ở thời gian lưu 16÷18 tiếng nước thải đầu ra đạt QCVN 40:2011/BTNMT cột B. Chọn thời gian phù hợp cho mô hình này là 16 tiếng để có thể tăng công suất xử lý. Theo nghiên cứu của một số tác giả như V.K. Hanh và cs (2018) [7] thời gian lưu 10 giờ, L.H. Viet và cs thời gian lưu 14 giờ [8] khi xử lý các đối tượng nước thải khác nhau là nước thải sinh hoạt và nước thải bánh tráng thời gian lưu thông thường khoảng 10÷14 tiếng.

3.5. Kết quả vận hành bể USBF

Sau khi tối ưu một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng làm sạch nước thải và nuôi bùn hoạt tính thích nghi tốt sẽ đưa vào hệ thống USBF vận hành với các thông số DO=2,5, pH=7, COD đầu vào khoảng 1.000 mg/l, thời gian lưu 16 giờ.

Bảng 8. Giá trị một số chỉ tiêu trước và sau xử lý.

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra	QCVN 40:2011 BTNMT (cột B)	Hiệu suất (%)
1	pH	-	7,1±0,2	8,0±0,2	5,5÷9	Đạt
2	TSS	mg/l	135,7±7,8	38,2±3,5	50	72
3	COD	mg/l	1.004±61	103±23	150	91
4	BOD ₅	mg/l	658±22	44,5±3,3	50	95
5	N _t	mg/l	14,6±0,6	8,0±0,2	40	Đạt
6	P _t	mg/l	1,93±0,2	38,2±3,5	6	Đạt

Quá trình vận hành bể USBF cải tiến trong 12 ngày theo dõi với các thông số vận hành như trên thì hiệu quả xử lý của bể đạt được được thể hiện ở bảng 8. Hiệu suất xử lý TSS trung bình ở khoảng 72, COD 91, BOD₅ 95%, P_t đạt quy chuẩn. Như vậy, hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm trong nước thải sản xuất bánh tráng là khá cao, nước đầu ra đạt chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT cột B về chất lượng nước thải công nghiệp. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với một số tác giả đã nghiên cứu trước đây về ứng dụng công nghệ USBF như L.H. Viet và cs (2013) [8] khi xử lý nước thải bánh tráng sản xuất theo quy mô công nghiệp lưu lượng và chất lượng ổn định chưa keo tụ bằng PAC hiệu suất xử lý BOD₅ và COD đạt tương ứng 91 và 92%; V.K. Hanh và L.H. Viet (2018) [7] xử lý nước thải sinh hoạt hiệu suất xử lý BOD₅ và COD đạt tương ứng 85 và 83%; T.T. Canh và cs (2006) [5] xử lý nước thải đô thị hiệu suất xử lý BOD₅ và COD đạt tương ứng 90 và 85%. Một số nghiên cứu cho thấy, với các mẫu nước thải có đặc tính tương tự như nước thải sinh hoạt điển hình thì hiệu suất xử lý BOD₅ và COD đạt tương ứng 82,2 và 85,7% [11, 12].

Kết luận

Bùn hoạt tính ban đầu được thích nghi nhanh trong 12 ngày nuôi tạo với đặc tính của nước thải làng nghề bánh tráng, ở ngày thứ 12 mật độ vi sinh vật đạt $2,8 \times 10^{11}$ CFU/ml, SV30 380 ml/l, SVI 116,6 ml/g chứng tỏ bùn đã được hoạt hóa thành công.

Mô hình USBF cải tiến ngăn thiếu khí thành ngăn hiếu khí với nguyên lý dòng chảy ngược có lớp bùn lơ lửng phù hợp cho xử lý nước thải làng nghề sản xuất bánh tráng. Hiệu quả xử lý nước thải có TSS, COD và BOD₅ đạt QCVN 40:2011/BTNMT (cột B). Vì vậy, có thể kết luận bể USBF cải tiến rất thích hợp cho xử lý nước thải chế biến bánh tráng quy mô sản xuất hộ gia đình khi COD nhỏ hơn 1.500 mg/l.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài: “Nghiên cứu công nghệ vi sinh xử lý nước thải làng nghề bánh tráng quy mô hộ gia đình” thực hiện tại Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ho Chi Minh City Department of Agriculture and Rural Development (2019), *Official Dispatch No. 1053/CCPTNT-CD*.
- [2] IHU Digital Library (2020), “Research on the phosphate processing ability of *Bacillus subtilis* bacteria isolated from seafood processing wastewater”, <http://opac.iuh.edu.vn/TraCuuTaiLieuSo2XemChiTiet.aspx?Id=104402>, accessed 20 October 2020
- [3] L.D. Pham (2017), *Wastewater Treatment Technology Using Biological Methods*, Education Publishing House, 198pp.
- [4] N.V. An, N.H. Anh, T.V. Son, et al. (2020), “Proposed zoning of environmental functions in Cu Chi district, Ho Chi Minh City”, *Environment Magazine*, **3**, p.30-37 (in Vietnamese).
- [5] T.T. Canh, T.C. Tan, N.Q. Nga, et al. (2006), “Research on urban wastewater treatment using biotechnology combined with USBF reverse flow filtration”, *Journal of Science and Technology Development*, **9(7)**, pp.66-67 (in Vietnamese).
- [6] L.T.C. Chi, T.K.N. Thao, T.V. Anh (2018), “Determining the kinetic parameters of microorganisms in a continuous flow activated sludge tank model for treating seafood processing wastewater products”, *CTU Journal of Science*, **20(2)**, pp.90-96 (in Vietnamese).
- [7] V.K. Hanh, B.T.T. Thuy (2018), “Application of biotechnology based on the principle of upflow with suspended sludge layer (USBF) to treat domestic wastewater on a laboratory scale”, *Transport and Communications Science Journal*, **5**, pp.66-72 (in Vietnamese).
- [8] L.H. Viet, L.T. Soan, V.M. Quang, et al. (2013), “Research on wastewater treatment of rice paper processing using USBF tanks”, *CTU Journal of Science*, **29**, pp.23-30 (in Vietnamese).
- [9] National standards (2016), *TCVN 6663-3:2016 - Water Quality - Sampling - Part 3: Preserving and Processing Water Samples*.
- [10] Ministry of Natural Resources and Environment (2011), *National Technical Regulation on Industrial Wastewater QCVN 40:2011/BTNMT*.
- [11] A. Naghizadeh, A.H. Mahvi, R. Saeedi, et al. (2010), “Upflow sludge blanket filtration (USBF): an innovative technology in activated sludge process”, *Iran J. Public Health*, **39(2)**, pp.7-12.
- [12] APHA (2017), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.