

USE OF MICROBIOLOGICAL MEASURES TO TREAT OIL AND GREASE WASTEWATER IN DA HOI IRON AND STEEL VILLAGE, BAC NINH PROVINCE

Phạm Thị Tố Oanh

Vietnam Cooperative Alliance

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 15/02/2021 Revised: 28/4/2021 Published: 29/4/2021	Da Hoi Iron and Steel Village which is a huge factory of hot-red steels with modern and diversified products pollute the environment. However, this village does not have a waste water treatment system. One of the typical pollution types caused by the production activities of the craft village is the pollution of oil and grease in the waste water. This study applied several research methods, including collect information, assessment based on community, synthesis, data treatment, calculator, analysis. The objective of this study is to evaluate the efficiency of biological treatment methods and materials to product waste water in village. Waste water produced by the craft village is treated by filtration field method with filtration efficiency up to 59.84 for oil and grease; 52.24% for iron; 63.43% for suspended solids; 58.18% for total suspended solids; 72.8% for BOD₅, 76.77% for COD. The microbiological treatment method (made of self-created microbiological materials) has high efficiency and high feasibility; treatment efficiency for X material reached 82.57% for grease, 81.64% for iron, 53.71% for total suspended solids, 66.18% for total solids; 75.76% for BOD, 72.17% for COD. For material Y, treatment efficiency reached 82.08% for grease, 84.33% for iron, 59.43% for total suspended solids, 70.18% for total solids; 78.18% for BOD, 76% for COD.
KEYWORDS Microbiology Wastewater Oil and grease Treatment Material	

SỬ DỤNG BIỆN PHÁP VI SINH ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA DẦU MỠ TẠI LÀNG NGHỀ SẢN XUẤT SẮT THÉP ĐA HỘI, TỈNH BẮC NINH

Phạm Thị Tố Oanh

Liên minh Hợp tác xã Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 15/02/2021 Ngày hoàn thiện: 28/4/2021 Ngày đăng: 29/4/2021	Làng nghề sắt thép Đa Hội (Bắc Ninh) là một công xưởng khổng lồ, các lò đúc, cán thép đỏ lửa ngày đêm, với các sản phẩm đa dạng hiện gây ô nhiễm môi trường nhưng chưa có hệ thống xử lý nước thải. Một trong những loại hình ô nhiễm đặc trưng do hoạt động sản xuất của làng nghề gây ra là ô nhiễm dầu mỡ trong nước thải. Phương pháp nghiên cứu là thu thập thông tin, phương pháp đánh giá dựa vào cộng đồng, phương pháp thống kê, xử lý số liệu, tính toán, phương pháp phân tích. Mục tiêu của nghiên cứu tập trung đánh giá hiệu quả các phương pháp vi sinh và vật liệu sinh học trong xử lý nước thải sản xuất tại làng nghề. Xử lý nước thải sản xuất của làng nghề bằng biện pháp cánh đồng lọc hiệu quả xử lý; đạt 59,8 đối với dầu mỡ; 52,24% đối với sắt; 63,43% đối với chất rắn lơ lửng; 58,18% đối với tổng chất rắn lơ lửng; 72,8% đối với BOD₅, 76,77% đối với COD. Sử dụng biện pháp xử lý vi sinh (bằng vật liệu vi sinh tự tạo) đạt hiệu quả cao, có tính khả thi cao; hiệu quả xử lý đối với vật liệu X đạt 82,57% đối với dầu mỡ, 81,64% đối với sắt, 53,71% đối với tổng chất rắn lơ lửng, 66,18% đối với tổng chất rắn; 75,76% đối với BOD, 72,17% đối với COD. Đối với vật liệu Y, hiệu quả xử lý đạt 82,08% đối với dầu mỡ, 84,33% đối với sắt, 59,43% đối với tổng chất rắn lơ lửng, 70,18% đối với tổng chất rắn; 78,18% đối với BOD, 76% đối với COD.
TỪ KHÓA Vi sinh Nước thải Dầu mỡ Xử lý Vật liệu	

Email: oanhphamto@gmail.com

<http://jst.tnu.edu.vn>

165

Email: jst@tnu.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự ra đời của các khu, cụm, điểm công nghiệp, các làng nghề thủ công truyền thống phát triển mạnh mẽ, có vai trò trong sự phát triển kinh tế xã hội, giải quyết việc làm. Làng nghề sắt thép Đa Hội (phường Châu Khê, Từ Sơn, Bắc Ninh) là làng nghề truyền thống, sản phẩm chủ yếu là các mặt hàng thiết yếu phục vụ sản xuất cho nông dân như cuốc, cày, liềm, bừa, đinh, dụng cụ làm mộc... với cơ sở vật chất lạc hậu, quy mô nhỏ, vấn đề môi trường ít được cộng đồng quan tâm. Theo thời gian, Đa Hội phát triển ồ ạt, tự phát, thiếu quy hoạch... với các sản phẩm đa dạng, hiện đại từ công cụ nông nghiệp đến các loại sắt xây dựng, sắt công nghiệp..., khiến làng nghề phát triển nhưng không bền vững, ô nhiễm môi trường. Theo tính toán, với hơn 1000 cơ sở sản xuất sắt thép, mỗi ngày làng nghề sử dụng khoảng 35.000 tấn than làm chất đốt, 26 tấn dầu FO, 18.000 m³ nước, hàng chục tấn hóa chất công nghiệp,... Trong khi đó, hầu hết các xưởng sản xuất đều là xưởng thủ công, máy móc cũ kỹ lạc hậu, không có hệ thống xử lý, mà thải trực tiếp ra môi trường. Tất cả chất thải được đổ bừa bãi từ đầu làng đến cuối làng [1].

Dầu mỡ là một trong những sản phẩm thường được sử dụng trong hỗ trợ động cơ, máy móc vận hành tại làng nghề, khi thải ra môi trường gây ô nhiễm nghiêm trọng. Khi nước thải chứa dầu mỡ xả ra nguồn tiếp nhận là sông, hồ, sẽ kết dính tạo những mảng lớn gây mất mỹ quan đô thị; cản trở quá trình khuếch tán oxy vào nước thải và nước mặt, làm giảm quá trình phân hủy các chất hữu cơ, ảnh hưởng khả năng quang hợp của thực vật, khả năng sinh sống của sinh vật, vì sinh vật trong nước, ngấm vào đất gây ảnh hưởng chất lượng đất, dẫn đến ảnh hưởng chất lượng nước, sức khỏe cộng đồng [2], [3].

Hiện nay, làng nghề chưa có hệ thống xử lý nước thải. Một trong những loại hình ô nhiễm đặc trưng do hoạt động sản xuất của làng nghề gây ra là ô nhiễm dầu mỡ trong nước thải. Sông Ngũ Huyện Khê là túi chứa nước thải với dòng nước đen đặc. Dầu mỡ trong nước thải đã và đang gây ô nhiễm các nguồn: đất, nước khu vực xung quanh, gây ảnh hưởng xấu tới sức khỏe người dân là lao động trong làng nghề và cộng đồng xung quanh. Dầu mỡ có thể đi vào hệ sinh thái, đi vào chuỗi thức ăn, lắng đọng trong cơ thể và hàm lượng cao có thể gây ung thư ở người [4], [5].

Mục tiêu nghiên cứu là cần thiết tìm ra biện pháp phù hợp để xử lý dầu mỡ có trong nước thải sản xuất của làng nghề sản xuất sắt thép Đa Hội. Biện pháp xử lý phù hợp ở đây không những phải đạt hiệu quả cao, loại vật liệu và trang thiết bị dễ kiếm, quy trình xử lý dễ vận hành mà còn cần các yếu tố thích ứng với điều kiện khí hậu, kinh tế xã hội của làng nghề.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở nghiên cứu

Hàm lượng các kim loại nặng có trong dầu thường không nhiều (phần vạn đến phần triệu), có cấu trúc là các phức cơ kim (dạng porphirin), chủ yếu là phức của các nguyên tố: Cu, Fe, Na, K, Ni, Mg, Mn, Pb,... Nguyên lý cơ bản của phân hủy sinh học là kích thích tập đoàn vi sinh vật có sẵn trong tự nhiên có khả năng phân hủy dầu hay các chất ô nhiễm khác bằng cách thay đổi các yếu tố môi trường tác động trực tiếp lên quá trình phát triển và hoạt động của vi sinh vật. Những vùng đất chứa dầu mỡ thải thường tồn tại nhiều vi sinh vật phân hủy dầu. Vi sinh vật có khả năng phân hủy dầu làm thay đổi pH môi trường, tạo sinh khối, tạo dịch nhày, tạo chất hoạt hóa bề mặt, làm trọng lượng dầu giảm đồng thời đặc tính của dầu cũng bị thay đổi [2], [5].

Không một loại vi sinh vật đơn độc nào có thể phân hủy được tất cả các hydrocarbon tìm thấy trong dầu mỡ mà mỗi loại vi sinh vật chỉ có thể phân hủy từng loại hydrocarbon khác nhau. Vi nấm có khả năng phân hủy dầu mỡ bôi trơn như: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*. Các loại nấm men có khả năng phân hủy và chuyển hóa dầu mỡ thành protein, vitamin, axit amin như: *Candida tropicalis*, *Candida lipolytica*, *Torulopsis*, *Pichia*. Một số chủng nấm mốc có khả năng phân hủy dầu mỡ do có mạch hydrocarbon dài từ C₂₃-C₃₅ như: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*. Một số xạ khuẩn có khả năng phân hủy hydrocarbon no và hydrocarbon thơm trong dầu mỡ như: *Nocardia*, *Streptomyces* [5]. Với vi khuẩn nói chung, Ridway đã phát hiện 4 chi:

Pseudomonas, *Norcadia*, *Alcaligenes*, *Micrococcus* có khả năng phân hủy hydrocacbon trong dầu mạnh theo trình tự: Ankan mạch thẳng > Ankan mạch nhánh > Ankan vòng thơm đơn nhân > Ankan vòng thơm đa nhân [3], [6].

Một số vi sinh vật sử dụng nguồn cacbon trong dầu mỡ như là nguồn cacbon duy nhất và làm giảm hàm lượng dầu trong môi trường. Một số nghiên cứu cho rằng, để hydrocacbon được phân hủy nhanh cần cung cấp thêm nguồn cacbon thường xuyên. Nguồn cacbon bổ sung sẽ thúc đẩy quá trình phát triển của tế bào cũng như duy trì sự hoạt động có hiệu quả cao nhất của vi sinh vật. Việc điều chỉnh tỷ lệ C/N/P bằng cách bổ sung thêm các loại phân bón đã kích thích sự phân hủy sinh học của dầu thô nói chung và dầu mỡ nói riêng [4].

Thực tế trong vụ dầu tràn ở Alaska, để tăng sự phân hủy của tập đoàn vi sinh vật tập trung ở đây người ta bổ sung thêm 50.000 kg Nitơ và 5000 kg P. Theo nghiên cứu của J.D.Walker, khả năng phân hủy hydrocacbon ở đại dương phụ thuộc chặt chẽ vào mức độ tập trung dinh dưỡng cho vi sinh vật tại khu vực.

Hàm lượng N, P trong đất và nước tự nhiên thường không nhiều. Sự phân hủy dầu có thể được đẩy nhanh nếu bổ sung thêm muối P hay phân NPK và NH_3 .

Bể aeroten - bùn hoạt tính: là bể trong đó nước thải được trộn với bùn hoạt tính và được sục khí để duy trì, thúc đẩy quá trình hoạt động của các vi sinh vật hiếu khí. Nước thải sau khi tiếp xúc với bùn hoạt tính và không khí được đưa sang bể lắng thứ cấp. Tại đây, nước thải được lắng. Phần nước trong có thể được khử trùng rồi xả ra môi trường.

Cánh đồng lọc: Nước thải sau khi được lắng sơ bộ cho chảy qua cánh đồng lọc. Nhờ sự hoạt động của các quần thể sinh vật và các vi sinh vật có sẵn trong nước thải, các chất bẩn được giữ lại. Nước sau khi thấm qua khe hở của đất sẽ được làm sạch đáng kể.

Lọc sinh học hiếu khí: là phương pháp được sử dụng nhiều để xử lý nước thải trong điều kiện hiếu khí. Nguyên lý của phương pháp là dựa vào sự sinh trưởng gắn kết của các vi sinh vật trên bề mặt vật liệu lọc trong hệ thống xử lý. Vật liệu lọc có thể là sỏi, đá dăm, hạt nhựa... và cần cung cấp theo dõi oxy trong quá trình xử lý. Nhiều chủng vi sinh vật hiếu khí có khả năng sử dụng các chất ô nhiễm như nguồn dinh dưỡng làm tăng sinh khối của tế bào. Chính vì thế, hàm lượng các chất ô nhiễm sẽ giảm sau khi có sự phân hủy chất ô nhiễm của vi sinh vật [2].

Ở nhiều nước trên thế giới, với những vùng có điều kiện tự nhiên thuận lợi, người ta đã tận dụng cánh đồng lọc trong xử lý một số loại nước thải. Đa Hội là làng nghề có điều kiện tự nhiên thuận lợi với biện pháp này do tiếp giáp với cánh đồng cỏ hiện còn bỏ trống. Cánh đồng này nằm ở phía Bắc của làng, rộng khoảng 35 m, dài khoảng 55 m. Cánh đồng này hiện giáp với xã Đồng Quang, Phù Khê nhưng thuộc địa phận làng nghề Đa Hội, dưới sự quản lý của Ủy ban nhân dân xã Châu Khê.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

* *Phương pháp thu thập, tổng hợp số liệu*: Thu thập các số liệu về kinh tế xã hội từ các cơ quan, nhà máy, cơ sở sản xuất liên quan tại xã Châu Khê, làng nghề Đa Hội, Bắc Ninh.

* *Phương pháp đánh giá dựa vào cộng đồng*: Phương pháp này sẽ đánh giá nhận thức, hiện trạng quản lý và triển khai của các cấp chính quyền và cộng đồng dân cư để đề xuất các giải pháp.

* *Phương pháp thống kê, xử lý số liệu, tính toán*: Tổng hợp thông tin số liệu, tính toán, xử lý số liệu thống kê dựa trên kết quả đo đạc, phân tích thu được. Các số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel, tính toán đánh giá hiệu quả và chi phí.

* *Phương pháp phân tích*: Sử dụng phương pháp phân tích hóa học, xác định các thông số hóa học đặc trưng thể hiện cho tính chất nước thải sản xuất ở đây là sắt và dầu mỡ. Ngoài ra xác định một số thông số khác như: BOD, COD, pH, chất rắn lơ lửng, tổng số chất rắn; xác định hàm lượng sắt bằng phương pháp so màu tại bước sóng 490 nm.

Xác định hàm lượng dầu mỡ bằng phương pháp khối lượng. Phương pháp này có sử dụng dung môi và máy khuấy để chiết dầu. Sau khi dầu được chiết, dung dịch được dội qua cột sắc ký

nhôm ôxít. Cuối cùng tiến hành đếm dung môi và xác định hàm lượng dầu có trong mẫu đem phân tích.

Sử dụng phương pháp nuôi cấy vi sinh vật để xác định số lượng vi sinh vật hiếu khí và phân tích khả năng phân hủy dầu của vi sinh vật trong mẫu đất ở khu ruộng chứa nước thải dầu mỡ, so sánh khả năng phân hủy của một số chủng vi sinh vật trong nước thải chứa dầu mỡ.

- Xác định số lượng vi sinh vật hiếu khí: Mẫu đất được tính toán trọng lượng, sử dụng nước cất pha loãng mẫu đất theo tỷ lệ 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Sử dụng môi trường nuôi cấy PCA (Plate Count Agar) để cấy các vi sinh vật trong mẫu dung dịch (đã được pha từ mẫu đất) vào các đĩa petri khử trùng. Bọc các đĩa petri sau khi nuôi cấy, cho vào tủ ấm ở 35°C trong 48h và tiến hành đếm số lượng vi sinh vật hiếu khí trong các mẫu.

- Phân tích khả năng phân hủy dầu của vi sinh vật trong mẫu đất: Lấy 5 mẫu đất M1, M2, M3, M4, M5; sử dụng nước cất để pha loãng mẫu đất theo tỷ lệ 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} . Sử dụng môi trường không đường Sacharosa (Goct) trong các bình tam giác để nuôi cấy vi sinh vật trong mẫu nước thải chứa dầu mỡ. Đậy nút bông, bao kín đầu bình tam giác và lắc các bình trên máy lắc. Theo dõi độ đục của dung dịch so với mẫu đối chứng trong 7 ngày.

- Khả năng phân hủy dầu của vi sinh vật trong mẫu nước: Mẫu nước thải được lấy từ giai đoạn cán máy trong công đoạn sản xuất của làng nghề sắt thép Đa Hội. Sử dụng các ống thạch nghiêng để nuôi các giống vi sinh vật từ năm nguồn phân vi sinh: Phân N, phân P, phân C, Phân CMC và phân vi sinh tổng hợp. Dùng que cấy gạt nhẹ trên mặt thạch để tách sinh khối tế bào. Cho 5 ống thạch qua máy lắc nhỏ để tạo dịch huyền phù. Sau đó, cấy các dịch vào các bình nước thải chứa dầu mỡ. Như vậy, ta có 6 bình mẫu (trong đó 5 bình cấy các giống vi sinh vật ở trên và một bình đối chứng). Bao kín và lắc các bình trên máy lắc liên tục trong 7 ngày, kết hợp với phân tích hàm lượng dầu còn lại trong các mẫu sau 7 ngày để so sánh khả năng phân hủy dầu của các giống vi sinh vật.

* Biện pháp vi sinh để xử lý nước thải chứa dầu mỡ: Vật liệu X, Y được viên thành các viên nhỏ (kích thước từ 0,2 đến 0,4 cm). Sắp xếp các vật liệu này vào bình xử lý vi sinh theo chiều giảm kích thước hạt từ dưới lên trên để tạo điều kiện thoáng khí. Chuẩn bị bình xử lý vi sinh có van đóng mở. Tiếp đến cho nước thải sản xuất chứa dầu chảy từ từ vào bình xử lý. Giữ nước thải ở bình xử lý trong 5 ngày. Sau 5 ngày thu hồi lại nước lọc (có van thu nước từ từ). Tiếp tục tiến hành xử lý vi sinh lần hai và lần ba bằng vật liệu trên. Kết thúc lần 3 cần thay thế vật liệu xử lý mới để đảm bảo hiệu quả xử lý.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Nguồn phát sinh ô nhiễm nước và lượng nước thải

Theo quy trình sản xuất, nước thải sản xuất gây ô nhiễm phát sinh chủ yếu từ công đoạn làm mát sản phẩm. Các xưởng sản xuất thép của làng nghề sản xuất sắt thép Đa Hội, xưởng cán sắt, ủ thép (hay đúc thép) đều sử dụng nước ngầm. Nước ngầm hầu hết được hút lên bằng máy bơm liên tục trong thời gian làm việc. Nước làm mát ở đây tuy không tham gia hoàn toàn trong chu trình sản xuất nhưng việc tưới làm mát sản phẩm trong máy cán và đúc đã kéo theo một lượng lớn các chất cặn bã (chủ yếu là các hạt sắt và dầu mỡ bôi trơn máy móc) xuống hệ thống cống rãnh, ao làng và sông Ngũ Huyện Khê. Một số hộ sản xuất đổ thải qua ruộng đầu làng và cuối làng rồi đổ ra sông. Theo đo đạc, lượng nước làm mát máy của toàn làng nghề sản xuất sắt thép Đa Hội chiếm 79% tổng lượng nước cấp. Toàn làng nghề có bốn ao và sông Ngũ Huyện Khê chảy qua. Các ao hiện bị ô nhiễm nặng, nước ao có màu đen, mùi hôi thối.

3.2. Chất lượng nước mặt và nước thải sản xuất

Từ kết quả trong bảng 1 cho thấy, đa số các chỉ tiêu phân tích đều vượt tiêu chuẩn cho phép (QCVN 18: 2015/BTNMT loại B). Hàm lượng BOD₅ vượt 2,5 lần; COD vượt 2,63 lần; TSS vượt 2,1-3,3 lần; Fe vượt 1,13-2,47 lần; coliform vượt 9,62-36,67, e coli vượt 13,5-23 lần; dầu mỡ vượt 1,36-5,85 lần.

Bảng 1. Kết quả phân tích chất lượng nước mặt ở làng nghề sản xuất sắt thép Đa Hội

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	M1	M2	QCVN 18: 2015/BTNMT loại B
pH	-	7,8	7,2	5,5-9
BOD ₅	mg/l	62,7	15,7	25
COD	mg/l	78,9	21,2	30
TSS	mg/l	165	105	50
Fe	mg/l	3,7	1,7	1,5
Coliform	MPN/100 ml	275000	72170	7500
E. coli	MPN/100 ml	2300	1350	100
Dầu, mỡ	mg/l	1,36-5,85	-	1

M1: Nước ao; **M2:** Nước sông Ngũ Huyện Khê

Bảng 2. Kết quả phân tích nước thải sản xuất ở làng nghề sản xuất sắt thép Đa Hội

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	M3	M4	M5	QCVN 40: 2011/BTNMT loại B
pH	-	5,8	6,3	6,0	5,5-9
TSS	mg/l	124	141	119	100
DO	mg/l	1,9	2,0	1,89	
BOD ₅	mg/l	76	89	91	50
COD	mg/l	213	162	147	150
Tổng Nito	mg/l	38	32	36	40
Tổng Photpho	mg/l	5	4,8	5,6	6
Fe	mg/l	10,2	9,1	9,4	5
Dầu, mỡ	mg/l	21,1	19,5	18,7	10

M3: Nước cống thải gần sông Ngũ Huyện Khê; **M4:** Nước thải rãnh đầu làng, **M5:** Nước thải rãnh cuối làng

Từ kết quả trong bảng 2 cho thấy, một số chỉ tiêu phân tích đều vượt tiêu chuẩn cho phép (QCVN 40: 2011/BTNMT loại B). Hàm lượng TSS vượt 1,19-1,41 lần; BOD₅ vượt ; 1,52-1,82 lần; COD vượt 1,08-1,42 lần; Fe vượt 1,82-2,04 lần; dầu mỡ vượt 1,87-2,11 lần.

3.3. Cánh đồng lọc và hiệu quả xử lý nước thải sản xuất

Bảng 3. Kết quả phân tích các thông số trước và sau khi qua cánh đồng lọc

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	M6	M7	QCVN 40: 2011/BTNMT loại B
pH	-	6,1	6,3	5,5-9
TSS	mg/l	314	91	100
BOD ₅	mg/l	207	47	50
COD	mg/l	376	146	150
Fe	mg/l	28,6	13,7	5
Dầu, mỡ	mg/l	36,1	14,5	10

M6: Nước thải hỗn hợp của các cơ sở cán thép; **M7:** Nước thải sau khi qua cánh đồng đổ thải ra sông

Kết quả bảng 3 với so sánh các thông số trước và sau xử lý qua cánh đồng với tiêu chuẩn cho phép (QCVN 40: 2011/BTNMT loại B). Hàm lượng dầu mỡ trung bình sau xử lý nhỏ hơn nhiều so với hàm lượng trước xử lý nhưng vẫn cao hơn tiêu chuẩn cho phép. Hiệu quả xử lý đạt 59,84%. Hàm lượng sắt trung bình sau xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép. Hiệu quả xử lý 52,1%. Các thông số khác đều đạt tiêu chuẩn cho phép.

3.4. Sử dụng vật liệu X, Y tự tạo để xử lý nước thải sản xuất

Kết quả bảng 4 cho thấy, sử dụng biện pháp xử lý vi sinh (bằng vật liệu vi sinh tự tạo) đạt hiệu quả cao, có tính khả thi cao; hiệu quả xử lý đối với vật liệu X đạt 82,57% đối với dầu mỡ, 81,64% đối với sắt, 53,71% đối với tổng chất rắn lơ lửng, 66,18% đối với tổng chất rắn; 75,76% đối với BOD, 72,17% đối với COD.

Bảng 4. Kết quả phân tích trước và sau xử lý bằng vật liệu X

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	M8	M9	QCVN 40: 2011/BTNMT loại B
pH	-	6,1	5,7	5,5-9
TSS	mg/l	314	93	100
BOD ₅	mg/l	207	46	50
COD	mg/l	376	144	150
Fe	mg/l	25,6	4,69	5
Dầu, mỡ	mg/l	36,1	6,29	10

M8: Nước thải hỗn hợp của các cơ sở cán thép; **M9:** Nước thải sau khi xử lý bằng vật liệu X.

Bảng 5. Kết quả phân tích trước và sau xử lý bằng vật liệu Y

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	M8	M10	QCVN 40: 2011/BTNMT loại B
pH	-	6,1	5,7	5,5-9
TSS	mg/l	314	85	100
BOD ₅	mg/l	207	42	50
COD	mg/l	376	137	150
Fe	mg/l	25,6	4	5
Dầu, mỡ	mg/l	36,1	6,47	10

M8: Nước thải hỗn hợp của các cơ sở cán thép; **M10:** Nước thải sau khi xử lý bằng vật liệu Y.

Kết quả bảng 5 cho thấy, đối với vật liệu Y, hiệu quả xử lý đạt 82,08% đối với dầu mỡ, 84,33% đối với sắt, 72,93% đối với tổng chất rắn lơ lửng; 79,71% đối với BOD, 63,56 % đối với COD.

3.5. So sánh các biện pháp xử lý sinh học đã nghiên cứu

Các biện pháp xử lý có một số điểm giống nhau: Đầu là biện pháp sinh học có tính khả thi cao với chi phí thấp, dễ vận hành, trang thiết bị vận hành đơn giản và dễ kiểm. Cả ba biện pháp đều tận dụng được khả năng phân hủy dầu mỡ của vi sinh vật. Các thông số phân tích sau xử lý đạt hiệu quả sau xử lý. Bên cạnh các điểm giống, một số nội dung khác giữa các biện pháp được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. So sánh sự khác nhau giữa các biện pháp xử lý sinh học

So sánh	Biện pháp cánh đồng lọc	Biện pháp sử dụng vật liệu X	Biện pháp sử dụng vật liệu Y
Điều kiện xử lý	Điều kiện tự nhiên	Điều kiện nhân tạo Vật liệu X được phối trộn từ đất ở ruộng chứa nước thải dầu mỡ với phân vi sinh theo tỷ lệ tương ứng là 5:1	Điều kiện nhân tạo Vật liệu X được phối trộn từ đất ở ruộng không chứa nước thải dầu mỡ với phân vi sinh theo tỷ lệ tương ứng là 5:1
So sánh hàm lượng dầu mỡ sau xử lý với tiêu chuẩn cho phép	Hàm lượng dầu mỡ sau xử lý chưa đạt tiêu chuẩn cho phép	Hàm lượng dầu mỡ sau xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép	Hàm lượng dầu mỡ sau xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép
Hiệu quả xử lý	Hiệu quả thấp (59,84%)	Các thông số sau xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép và hiệu quả cao (82,57%)	Các thông số sau xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép và hiệu quả cao (82,08%)
Hạn chế	Giảm quỹ đất	Thời gian triển khai dài	Thời gian triển khai dài

Với các nội dung so sánh trong bảng 6 cho thấy, một số điểm giống và khác nhau giữa các biện pháp xử lý khác nhau về điều kiện xử lý, hiệu quả xử lý, hạn chế,...

3.6. Đánh giá khả năng phân hủy dầu mỡ của vi sinh vật

Các vi sinh vật phân hủy dầu mỡ đa phần thuộc loại hiếu khí. Ở biện pháp cánh đồng lọc và biện pháp sử dụng vật liệu X, Y đều có điều kiện thoáng khí.

Bảng 7. Kết quả phân tích vi sinh vật hiếu khí trong mẫu đất (trong 1 g mẫu đất)

Mẫu	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Số lượng vi sinh vật hiếu khí (CFU)	39.686	164.178	76.276	54.217	97.674	76.524

M11, M12, M13, M14: Mẫu đất ở 4 góc ruộng (cách tầng mặt 20 cm); **M15:** Đất ở giữa ruộng, **M16:** Đất hỗn hợp M11, M12, M13, M14, M15

Qua bảng 7 cho thấy, số lượng vi sinh vật hiếu khí cao trong các mẫu đất. Trong các loại vi sinh vật hiếu khí này có thể sẽ tồn tại một số lượng đáng kể các vi sinh vật phân hủy dầu mỡ.

Để đánh giá khả năng phân hủy dầu mỡ của các vi sinh vật, các mẫu đất được tiến hành lấy và nuôi cấy vi sinh vật. Quan sát và giải thích sự thay đổi môi trường giữa bình đối chứng và bình thí nghiệm. Tất cả bình đối chứng dầu mỡ tạo váng không phủ kín bề mặt môi trường và tụ lại thành mảng nổi lên trên bề mặt môi trường, môi trường trong. Bình thí nghiệm sau khi nuôi cấy vi khuẩn khi lượng dầu thô so với bình đối chứng giảm đi rõ rệt. Lúc này không còn là một khối dầu thô nổi lên bề mặt môi trường nữa mà trở thành những tảng dầu tròn kích thước cỡ hạt ngô. Môi trường đục, sinh khối vi khuẩn phát triển bám xung quanh thành bình, tạo mảng giữa pha trước và pha nhiên liệu.

Theo phân tích kết quả thực nghiệm chứng tỏ các mẫu nuôi cấy có chứa vi sinh vật phân hủy dầu mỡ. Vi sinh vật phân hủy dầu mỡ trong mẫu đã sử dụng dầu như nguồn cacbon duy nhất cho sự sinh trưởng và phát triển. Vì thế, có sự thay đổi hiện tượng môi trường thí nghiệm và môi trường đối chứng. Kết quả thí nghiệm chứng tỏ trong đất ở khu ruộng chứa nước thải dầu mỡ và mẫu nước thải dầu mỡ có tồn tại các vi sinh vật phân hủy dầu. Vi sinh vật phân hủy dầu đa phần thuộc loại vi sinh vật hiếu khí. Vì thế, trong các biện pháp xử lý trên đã tận dụng điều kiện thoáng khí để các vi sinh vật có khả năng phân hủy dầu tốt nhất. Hiệu quả xử lý ở biện pháp sử dụng vật liệu X, Y cao hơn biện pháp cánh đồng lọc vì trong biện pháp này có bổ sung cho đất thêm nguồn vi sinh vật phân hủy dầu và nguồn dinh dưỡng từ phân vi sinh tổng hợp.

3.7. Nghiên cứu hiệu quả của các loại phân vi sinh

Mẫu ở đây là các nguồn phân vi sinh và mẫu nước thải chứa dầu mỡ. Các vi sinh vật tạo các nguồn phân vi sinh được nuôi cấy trong các ống thạch nghiêng. Cấy các vi sinh vật này vào mẫu nước thải chứa dầu mỡ. Đánh giá hiệu quả của các loại phân vi sinh thông qua phân tích hàm lượng dầu mỡ còn lại trong các mẫu nước sau 7 ngày lắc trên máy.

Bảng 8. Kết quả phân tích hàm lượng dầu mỡ còn lại trong các mẫu nước

Mẫu	ĐC	M17	M18	M19	M20	M21
Hàm lượng dầu mỡ trung bình còn lại (mg/l)	6,83	5,18	4,41	3,26	3,12	2,42

ĐC: Mẫu nước đối chứng; **M17:** Mẫu nước cấy vi sinh vật tạo phân N; **M18:** Mẫu nước cấy vi sinh vật tạo phân P; **M19:** Mẫu nước cấy vi sinh vật cạnh tranh; **M20:** Mẫu nước cấy vi sinh vật phân giải xenlulo, tinh bột; **M21:** Mẫu nước cấy các vi sinh vật trong phân vi sinh tổng hợp

Trong bảng 8, bình mẫu M21 tạo sinh khối rõ nét trên thành bình sau 7 ngày lắc trên máy lắc. Kết quả phân tích hàm lượng dầu mỡ còn lại trong các mẫu nước cho thấy hiệu quả phân hủy dầu của phân vi sinh hỗn hợp là cao nhất (64,5%). Hiệu quả xử lý đối với các loại phân riêng rẽ gần tương đương nhau. Vì vậy, việc đưa phân hỗn hợp để tạo vật liệu là có cơ sở khoa học và thực tiễn. Bình mẫu đối chứng sau 7 ngày cũng có hàm lượng dầu giảm chứng tỏ trong nước thải dầu mỡ có tồn tại các vi sinh vật phân hủy dầu.

3.8. Tính toán chi phí xử lý

Chi phí tính toán tập trung vào biện pháp sử dụng vật liệu trong xử lý hàm lượng dầu mỡ của nước thải sản xuất. Cụ thể tập trung vào tính chi phí thay thế vật liệu xử lý mới. Kết quả thực

nghiệm cho thấy, khoảng thời gian để thay mới vật liệu là 15 ngày (tương ứng với thời gian để 250 kg vật liệu xử lý được 100 m³ nước thải).

Kinh phí thay mới vật liệu: Giá 250 kg vật liệu = giá 50 kg phân vi sinh tổng hợp + giá 200 kg đất = 50 x 4300 đ + 200 x 73.5 đ = 229.700 đ

Hay cần chi phí 2297 đồng cho xử lý 1 m³ nước thải

Vật liệu sau khi thay thế được thu gom và chuyển đến cơ sở sản xuất than lò nung. Theo các cơ sở sản xuất than cho biết để tăng độ xốp, độ dulong của than, người ta trộn than bùn hay than cám với đất theo tỷ lệ tương ứng là 4:1. Vì thế, có thể trộn bã đất vi sinh sau khi xử lý thay vào việc dùng đất trộn với than.

4. Kết luận

Làng nghề sắt thép Đa Hội (phường Châu Khê, Từ Sơn, Bắc Ninh) với quy trình sản xuất hiện nay thải ra nước thải chứa dầu mỡ. Làng nghề chưa có hệ thống xử lý nước thải. Đa số các chỉ tiêu trong nước mặt được phân tích đều vượt tiêu chuẩn cho phép (QCVN 18: 2015/BTNMT loại B). Hàm lượng BOD₅ vượt 2,5 lần; COD vượt 2,63 lần; TSS vượt 2,1-3,3 lần; Fe vượt 1,13-2,47 lần; coliform vượt 9,62-36,67, e coli vượt 13,5-23 lần; dầu mỡ vượt 1,36-5,85 lần. Một số chỉ tiêu phân tích trong nước thải sản xuất vượt tiêu chuẩn cho phép (QCVN 40: 2011/BTNMT loại B). Hàm lượng TSS vượt 1,19-1,41 lần; BOD₅ vượt 1,52-1,82 lần; COD vượt 1,08-1,42 lần; Fe vượt 1,82-2,04 lần; dầu mỡ vượt 1,87-2,11 lần. Xử lý nước thải sản xuất của làng nghề bằng biện pháp lắng đông lọc hiệu quả xử lý; đạt 59,84% đối với dầu mỡ; 52,24% đối với sắt; 63,43% đối với chất rắn lơ lửng; 58,18% đối với tổng chất rắn lơ lửng; 72,8% đối với BOD₅, 76,77% đối với COD. Sử dụng biện pháp xử lý vi sinh (bằng vật liệu vi sinh tự tạo) đạt hiệu quả cao, có tính khả thi cao; hiệu quả xử lý đối với vật liệu X đạt 82,57% đối với dầu mỡ, 81,64% đối với sắt, 53,71% đối với tổng chất rắn lơ lửng, 66,18% đối với tổng chất rắn; 75,76% đối với BOD, 72,17% đối với COD. Đối với vật liệu Y, hiệu quả xử lý đạt 82,08% đối với dầu mỡ, 84,33% đối với sắt, 59,43% đối với tổng chất rắn lơ lửng, 70,18% đối với tổng chất rắn; 78,18% đối với BOD, 76% đối với COD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] People's Committee of Chau Khe ward, Bac Ninh, *Annual report of economy and society 2018-2021*.
- [2] T. H. Lai, *Curriculum of oil microbiology*. Building Publisher, 1997.
- [3] G. S. Paul and S. S. John, *Dictionary of Water and Waste Management*. Elsevier Butterworth-Heinemann and IWA Publishing, 2005.
- [4] T. C. H. Dang, "Cleaning oil and grease waste water by biological treatment methods," *Environmental conference of Vietnam*, 1999, pp. 82-86.
- [5] A. M. Atlas, "Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon an Environment Perspective Microbiology," *Review March*, vol. 45, no. 1, pp. 180-209, 1981.
- [6] B. Nell, "A laboratory study of Microbial Growth in Stimulate tank int Biodetection Bull18," *Mol Plant Microbe Inter*, no. 3, pp. 40-46, 1982.