



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003966

(51) **C02F 9/00; C02F 3/00; C02F 3/28**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00493

(22) 22/11/2021

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/01/2022 406

(73) Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Số 18 Đường Hoàng Quốc Việt, Phường Nghĩa Đô, Quận Cầu Giấy, Thành phố Hà Nội

(72) Bùi Thị Kim Anh (VN); Nguyễn Trần Điện (VN); Nguyễn Văn Thành (VN); Nguyễn Hồng Yên (VN); Nguyễn Minh Tuấn (VN); Đỗ Thị Liên (VN).

(54) **QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI LÀNG NGHỀ SẢN XUẤT BÚN BÁNH BẰNG
CÔNG NGHỆ THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG**

(21) 2-2021-00493

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình xử lý nước thải làng nghề bún bánh bao gồm các bước:

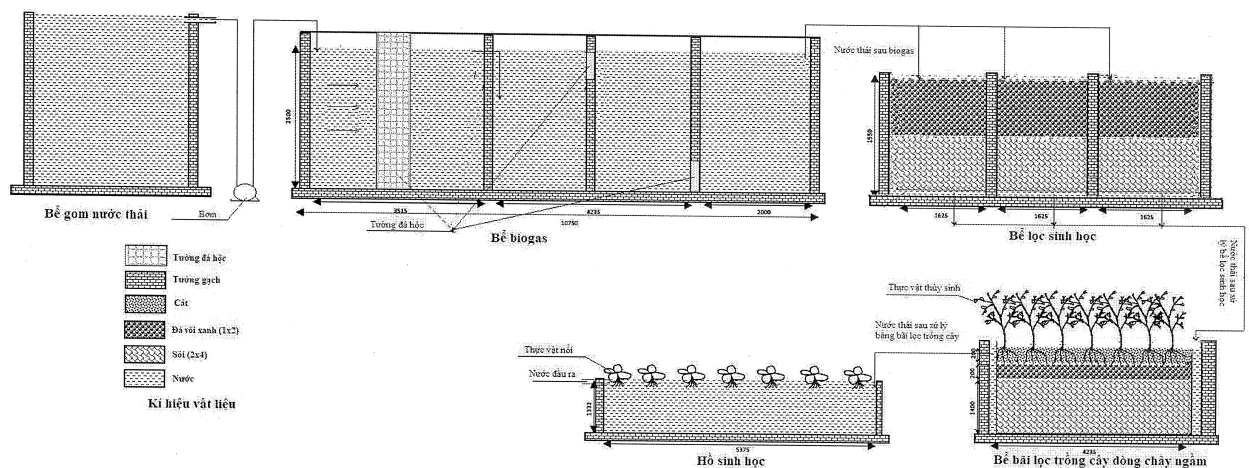
(i) thu nước thải làng nghề với phần lớn chất thải hữu cơ ở dạng tinh bột vào bể gom nước thải;

(ii) dẫn nước thải từ bể gom nước thải vào bể biogas để lưu trữ và phân hủy chất thải hữu cơ, trong đó bể biogas được chia thành các ngăn chứa bởi các tường đá học có khe rộng dẫn nước, các tường đá học này nhằm duy trì pH của nước ổn định trong khoảng 6,5-7,0 và để tinh bột lắng đọng xuống đáy các ngăn để được phân hủy dần bằng cơ chế phân hủy sinh học kỵ khí;

(iii) dẫn nước thải sau biogas vào bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí sử dụng vật liệu lọc đá vôi và sỏi, trong đó vật liệu lọc này ngoài vai trò chính làm giá thể cho vi sinh vật bám dính, còn đóng vai trò nâng và duy trì pH của nước thải;

(iv) dẫn nước thải sau xử lý bể lọc sinh học vào bể bãi lọc trồng cây dòng chảy ngầm; và

(v) dẫn nước thải sau xử lý bằng bãi lọc trồng cây vào hồ sinh học.



Hình1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực xử lý ô nhiễm môi trường, cụ thể là, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh bằng cách sử dụng phương pháp phân hủy yếm khí cải tiến kết hợp với lọc sinh học bằng vật liệu đá vôi, sỏi và bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy hỗn hợp. Cụ thể hơn là, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh hiệu quả cao bằng phương pháp thân thiện với môi trường với suất đầu tư cũng như chi phí vận hành xử lý nhỏ.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Nghề sản xuất, chế biến bún bánh và các sản phẩm từ gạo khác đã đem lại nguồn thu nhập ổn định và cao hơn nhiều so với sản xuất nông nghiệp thuần túy. Tuy nhiên, có một thực trạng là hơn 90% làng nghề chế biến nông sản thực phẩm (NSTP) trên cả nước vi phạm pháp luật về môi trường, 100% làng nghề Việt Nam bị ô nhiễm ở nhiều mức độ khác nhau và đang trở thành mối hiểm họa tới sức khỏe người dân, tạo áp lực nặng nề cho xã hội. Vì vậy, việc cấp thiết hiện nay là phải có các biện pháp để làm giảm ảnh hưởng tiêu cực từ quá trình sản xuất chế biến NSTP của làng nghề đến môi trường và cân bằng với nhu cầu phát triển kinh tế.

Chất thải của làng nghề bún bánh chủ yếu là chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học có hàm lượng COD, TSS, TN và tổng coliform cao. Theo kết quả khảo sát của nhóm nghiên cứu và tham khảo các tài liệu đã công bố, giá trị COD trong nước thải làng nghề sản xuất bún bánh dao động từ 4000-6000mg/l, giá trị TSS từ 200-400mg/l, giá trị TN từ 50-70mg/l vượt nhiều lần quy chuẩn cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT cột B. Nếu nước thải này không được xử lý mà thải ra môi trường sẽ gây ô nhiễm nghiêm trọng, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và đời sống của sinh vật thủy sinh. Hàm lượng chất hữu cơ, N, P sẽ là một trong những nguyên nhân chính gây ra hiện tượng phú dưỡng (nở hoa nước) tại các sông hồ tiếp nhận. Hiện tượng “nở hoa” của

nước gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước như gây mùi khó chịu, làm giảm, thậm chí làm cạn kiệt hàm lượng ôxy hòa tan trong nước, làm giảm đa dạng sinh học và gây tắc nghẽn các hệ thống cấp nước.

Quá trình sản xuất bún bánh thải ra một khối lượng lớn nước thải chứa hàm lượng các hợp chất hữu cơ và dinh dưỡng phức tạp, tỷ lệ C/N cao đòi hỏi công nghệ xử lý tốn kém. Đối với làng nghề bún ở Việt Nam, thách thức lớn nhất liên quan đến nước thải không chỉ là giải pháp công nghệ mà còn là chi phí xử lý. Các công nghệ vốn được sử dụng trong các nhà máy xử lý nước thải tập trung không khả thi khi áp dụng tại làng nghề do chi phí xây dựng, bảo trì và vận hành cao. Hiện nay, công nghệ xử lý được áp dụng phổ biến tại các làng nghề bún bánh là công nghệ yếm khí sử dụng biogas.

Thực tế cho thấy, các phương pháp xử lý đang áp dụng phổ biến hiện nay tại các làng nghề đều có chất lượng nước thải đầu ra chưa đạt quy chuẩn cho phép. Do đó, cần có một quy trình xử lý hiệu quả thân thiện với môi trường, công nghệ không quá phức tạp, trang thiết bị và vận hành đơn giản, tiết kiệm năng lượng, chi phí thấp, hiệu quả xử lý chất ô nhiễm cao là vấn đề rất có ý nghĩa về kinh tế, xã hội và môi trường hiện nay.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục các nhược điểm nêu trên.

Để khắc phục các nhược điểm nêu trên, tác giả đã sử dụng kết hợp công nghệ xử lý yếm khí với phương pháp lọc sinh học và bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy hỗn hợp. Việc áp dụng đồng thời các phương pháp này sẽ nâng cao hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm cũng như tăng tính ổn định của hệ thống. Quá trình xử lý yếm khí đã loại bỏ đáng kể lượng chất hữu cơ, chất dinh dưỡng ra khỏi nước thải. Hệ thống lọc sinh học tận dụng các vật liệu lọc rẻ tiền như đá vôi, sỏi. Vật liệu đá vôi, sỏi được đưa vào với các kích thước khác nhau ở các lớp khác nhau để nâng cao và ổn định độ pH của môi trường. Nhờ phản ứng giữa axit trong nước thải với muối canxi cacbonat, đồng thời sỏi kích thước lớn được bố trí ở lớp dưới cùng có tác dụng làm khung đỡ cho cả hệ lọc và đảm bảo lưu thông dòng chảy. Sau khi đi qua hệ thống này, các chất ô nhiễm còn dư sẽ được xử lý triệt để qua hệ thống bãi lọc trồng cây nhân tạo hỗn hợp dòng chảy ngầm có sử dụng sậy (*Phragmites australis*) và dòng chảy

mặt sử dụng rau muống (*Ipomoea aquatic*) và thủy trúc (*Cyperus alternifolius*). Trong bãi lọc trồng cây, các chất ô nhiễm bị loại bỏ thông qua các quá trình lắng, lọc, chuyển hóa sinh học và hấp thụ sinh học nhờ thực vật thủy sinh.

Do đó, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh bao gồm các bước sau.

(i) Thu nước thải làng nghề vào bể gom nước thải.

(ii) Dẫn nước thải từ bể gom nước thải vào bể biogas kết hợp bùn sinh học kỵ khí, cụ thể là:

Chất thải hữu cơ (đa phần dưới dạng tinh bột) được lưu trữ và phân hủy bằng cơ chế phân hủy sinh học kỵ khí, pH của nước luôn được duy trì ổn định 6,5-7,0 bởi các tường đá hộc tạo khe rỗng. Tinh bột lắng đọng xuống đáy ngăn và phân hủy dần bằng cơ chế phân hủy sinh học kỵ khí. Các chất hữu cơ hòa tan được phân hủy khi tiếp xúc với lớp bùn sinh học kỵ khí. Các chất hữu cơ dưới tác động của các vi sinh vật trong môi trường yếm khí sẽ bị phân hủy thành các chất hòa tan, khí metan (CH_4) và cacbonic (CO_2); đồng thời phân giải nitơ và phospho trong hợp chất thành dạng NH_4^+ và PO_4^{3-} .

(iii) Dẫn nước thải sau biogas vào bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí sử dụng vật liệu lọc đá vôi.

Vật liệu lọc sử dụng ở đây ngoài vai trò chính làm giá thể cho vi sinh vật bám dính, nó còn đóng vai trò quan trọng để nâng và duy trì pH của nước thải, phân hủy các chất hữu cơ hòa tan, phân giải triệt để các hợp chất cao phân tử của nitơ và phospho thành dạng đơn phân tử, đồng thời loại bỏ một phần chúng.

(iv) Dẫn nước sau xử lý bể lọc sinh học vào bể bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm:

Bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm này có cấu tạo bao gồm ba lớp lọc, lớp sát đáy là sỏi dạng cục có kích thước nằm trong khoảng từ 2 cm đến 4cm, lớp giữa là đá vôi xanh có kích thước nằm trong khoảng từ 1cm đến 2cm và lớp trên cùng là cát vàng được trồng thực vật thủy sinh (cây sậy hoặc cây thủy trúc).

(v) Dẫn nước từ bãi lọc trồng cây vào hồ sinh học (nuôi trồng thực vật thủy sinh nổi):

Là bước xử lý cuối cùng loại bỏ triệt để chất ô nhiễm, làm sạch vi sinh vật và các chất còn dư trước khi nước được thải trực tiếp ra môi trường

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ sơ lược thể hiện quy trình xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh của giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Quy trình xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh được đề cập trong giải pháp hữu ích có nhiều ưu điểm như dễ ứng dụng, chi phí thấp và thân thiện với môi trường. Quy trình này có bản chất là sự kết hợp gồm ba môđun công nghệ chính, cụ thể là bể biogas, hệ các bể sinh học và hệ bãi lọc trồng cây.

Như thể hiện trên hình 1, quy trình xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh bao gồm các bước:

(i) Thu nước thải làng nghề vào bể gom nước thải

Nước thải của làng nghề được thu gom vào bể gom nước thải, trong đó bể gom nước thải này được nối với máy bơm để bơm nước thải đến bể xử lý tiếp theo.

(ii) Dẫn nước thải từ bể gom nước thải vào bể biogas

Từ đặc tính nước thải có hàm lượng COD, BOD, TSS cao mà chủ yếu nằm ở dạng rắn là tinh bột (tinh bột có thời gian phân rã, phân hủy dài), chính vì vậy bước xử lý đầu tiên của quy trình là nước thải được đi qua bể biogas. Công đoạn này nhằm lưu trữ cặn tinh bột đảm bảo thời gian phân giải, phân hủy thành các hợp chất dễ hòa tan. Bùn kỵ khí có nhiệm vụ phân hủy các chất hòa tan và lưu trữ lượng tinh bột cuốn theo từ dòng biogas. Qua bước này, chất hữu cơ được phân hủy chủ yếu thành dạng khí metan (CH_4) và cacbonic (CO_2), đồng thời nitơ, phospho trong hợp chất được phân giải thành amoni (NH_4^+) và dạng phosphat (P_3O_4^-). Sau giai đoạn này đã loại chủ yếu chất hữu cơ và một phần nitơ, phospho trong nước thải.

Bể biogas bao gồm ba ngăn B1, B2, B3 được sắp xếp liên kề nhau, trong đó, trong mỗi ngăn được bố trí tường được làm bằng đá hộc tạo khe rỗng có chiều dày nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6 m. Tường đá hộc này có chức năng cân bằng pH, duy trì độ pH của nước nằm trong khoảng 6,5 – 7. Trong mỗi ngăn của bể biogas còn được bố trí thêm ít nhất một ống thoát khí.

Trước khi bắt đầu quy trình xử lý nước thải, nước thải và các vi sinh vật được đưa vào bể biogas và bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí trong thời gian khoảng 1 tháng để thực hiện khởi động bể. Vi sinh vật được sử dụng được chọn từ nhóm bao gồm các vi sinh vật phân hủy xenluloza và tinh bột chẳng hạn như: *Bacillus spp*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus spp*. Các chế phẩm này có bán sẵn trên thị trường. Ngoài ra, bể biogas có thể được bổ sung thêm các chế phẩm vi sinh vật này định kì 6 tháng/lần để tăng hiệu quả hoạt động của bể.

(iii) Dẫn nước thải sau biogas vào bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí

Bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí ba ngăn sử dụng vật liệu lọc là đá vôi và sỏi, các vi sinh vật sinh trưởng cố định trên lớp màng bám dính trên bề mặt vật liệu lọc, trong đó các vi sinh vật được sử dụng có thể được chọn từ nhóm bao gồm *Bacillus spp*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus spp*. Vật liệu lọc ngoài vai trò chính là lớp lọc, nó còn có nhiệm vụ quan trọng giúp nâng và duy trì pH của nước thải. Nhờ có lớp vật liệu đá vôi này, nước thải luôn có pH=7,0-8,0 khá ổn định, thuận lợi cho quá trình xử lý, tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật và thực vật thủy sinh phát triển. Kích thước của vật liệu lọc trong bể lọc sinh học này không bị giới hạn cụ thể, thường là các loại vật liệu có bán sẵn trên thị trường (đá vôi và sỏi) phù hợp với cơ cấu chi tiết công nghệ, đá vôi có kích thước từ 1-2cm, sỏi có kích thước từ 2-4cm. Kích thước không nên lớn hơn 4 cm để tăng diện tích bề mặt tiếp xúc, nhưng không nên nhỏ hơn 1cm để ảnh hưởng đến độ vững chắc của hệ thống và tốc độ dòng chảy. Kích thước tối ưu của đá vôi là 1x2cm và của sỏi là 2x4cm.

Bể lọc sinh học được đỡ bởi vách ngăn phối nước ở đáy có chức năng đưa nước vào từng ngăn của bể lọc để lọc theo chiều từ dưới lên. Ngoài ra, ở đáy mỗi ngăn còn bao gồm gờ đỡ sàn có phần nhô lên ở vùng trung tâm.

Bước này có mục đích phân hủy các chất hữu cơ hòa tan, phân giải triệt

để nitơ, phospho, đồng thời loại bỏ một phần chúng.

(iv) Dẫn nước thải sau xử lý bể lọc sinh học vào bể bãi lọc trồng cây dòng chảy ngầm

Bể bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm sử dụng thực vật thủy sinh (TVTS) là hệ thống đất ngập nước nhân tạo dòng chảy ngầm (CW) được thiết kế để xử lý COD, BOD, nitơ, TSS, coliform, cũng như các kim loại nặng. Bãi lọc trồng cây này có cấu tạo bao gồm ba lớp lọc, lớp sát đáy là sỏi dạng cục có kích thước nằm trong khoảng từ 2cm đến 4cm, lớp giữa là đá vôi xanh có kích thước nằm trong khoảng từ 1cm đến 2cm, và lớp trên cùng là cát vàng được trồng TVTS. Việc thay đổi kích thước vật liệu và chiều cao các lớp vật liệu còn tùy thuộc vào lưu lượng và tải lượng nước thải. Sắp xếp các lớp vật liệu theo kích thước của vật liệu từ nhỏ đến to theo chiều từ trên xuống nhằm tăng hiệu quả lọc và tránh tắc nghẽn. Lớp cát bổ sung vào bãi lọc có tác dụng như một lớp nền để trồng cây, đồng thời với kích thước nhỏ, khả năng lọc cặn rất cao. Có thể sử dụng các vật liệu thay thế cho lớp này như đá rậm, xỉ gạch, v.v.. TVTS được sử dụng có thể là cây sậy hoặc cây thủy trúc, v.v.. TVTS sau một thời gian sử dụng trong quy trình sẽ phát triển tốt, nếu mật độ cây quá dày thì cần được cắt tỉa để nhánh mới mọc lên. Bản chất của công nghệ này sử dụng TVTS là xử lý bằng hệ rễ cây.

(v) Dẫn nước thải sau xử lý bằng bãi lọc trồng cây vào hồ sinh học

Thực vật nổi được sử dụng trong hồ sinh học có thể là rau muống hoặc thủy trúc do chúng sinh trưởng tốt, có khả năng chịu được nồng độ chất hữu cơ cao, có thể sống quanh năm, trồng một lần cho cả quá trình xử lý.

Hồ sinh học thả thực vật nổi có mục đích tiếp tục loại bỏ COD và đặc biệt loại bỏ lượng nitơ trong nước thải bởi hệ thực vật thủy sinh, nước thải sau khi qua hồ sinh học đảm bảo đạt yêu cầu trước khi xả thải ra môi trường.

Về thực vật thủy sinh trong giải pháp hữu ích, ưu tiên những loài thực vật có khả năng hút thu chất ô nhiễm cao, đặc biệt là chất dinh dưỡng và có thể thích nghi với môi trường ứng dụng tại Việt Nam. Sậy được lựa chọn là loài thực vật tối ưu với bộ rễ dài, khả năng sinh trưởng và chống chịu tốt.

Tại bể sử dụng thực vật nổi lựa chọn rau muống và thủy trúc do chúng

sinh trưởng tốt, có khả năng chịu được nồng độ chất hữu cơ cao, có thể sống quanh năm, trồng một lần cho cả quá trình xử lý.

Nước thải làng nghề sản xuất bún bánh có hàm lượng chất hữu cơ cao, tồn tại chủ yếu dưới dạng chất lơ lửng không tan. Các chất hữu cơ bị phân hủy qua quá trình yếm khí tại bể biogas và lắng lọc tại bể lọc sinh học. Tiếp đó, nước thải chảy qua lớp cát, đá, sỏi trong bãi lọc trồng cây nhân tạo, các chất lơ lửng bị giữ lại do đó làm giảm hàm lượng TSS. Một số chất ô nhiễm còn sót lại sẽ được hệ rễ của thực vật thủy sinh chuyển hóa. Quá trình này là công đoạn xử lý bổ sung để nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn cho phép.

Sau một thời gian vận hành quy trình trong giải pháp hữu ích, TVTS đã phát triển tốt, nếu mật độ cây quá dày thì cần được cắt tỉa và loại bỏ cây già, bệnh. TVTS sau khi thu hoạch có thể được tro hóa hoặc ủ làm phân bón hữu cơ bón lại cho cây trồng trong bể bãi lọc trồng cây.

Các bể xử lý trong từng bước của quy trình được bố trí liên kế nhau theo trình tự thực hiện, cũng có thể được bố trí riêng biệt dưới dạng các cụm xử lý tùy vào điều kiện thực địa.

Đối với hệ thống xử lý trên, chất lượng nước thải đầu vào cần được khảo sát và tính toán tải lượng các chất ô nhiễm để thiết kế quy mô từng bể phù hợp, sao cho thời gian lưu đủ lâu để các chất ô nhiễm bị phân hủy, hấp thu và loại bỏ hoàn toàn. Thông thường thời gian lưu của bể biogas từ 8-15 ngày để hiệu quả loại bỏ chất hữu cơ đạt từ 50-70%. Bể lọc sinh học loại bỏ tiếp các chất ô nhiễm còn lại với thời gian tối ưu khoảng 1,1 ngày. Để loại bỏ hoàn toàn chất ô nhiễm và nước đầu ra đạt tiêu chuẩn QCVN 40/2011-BTNMT cột B, nước thải cần được tiếp tục xử lý bằng bãi lọc trồng cây nhân tạo với thời gian lưu tối thiểu là 2 ngày, cuối cùng lưu trong hồ sinh học 2,4 ngày trước khi thải ra môi trường. Việc cấp nước thải có thể được thực hiện gián đoạn hoặc liên tục, lưu lượng nước thải được tính toán dựa trên thể tích bể và thời gian lưu mong muốn.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ: Quy trình như được mô tả ở trên được áp dụng xử lý nước thải làng nghề sản xuất bún bánh với công suất xử lý từ 5 đến 10 m³/ngày.đêm.

Nước thải làng nghề bún bánh được xử lý theo quy trình của giải pháp hữu ích này là nước thải làng nghề bún bánh Đa Mai, phường Đa mai, thành phố Bắc Giang. Đặc tính nước thải được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1. Một số thành phần cơ bản trong nước thải làng nghề sản xuất bún bánh Đa Mai

Thông số	Nồng độ (mg/l)	QCVN 40:2011/BTNMT cột B
BOD ₅	2.000 – 3.000	50
COD	3.000 – 5.000	150
Tổng N	70 – 100	40
Amoni	30 - 40	10
TSS	250 – 400	100
pH	4 – 4,6	5,5 – 9

Hệ thống xử lý được kiến tạo theo quy trình đăng ký giải pháp hữu ích, sơ đồ hệ xử lý được thể hiện trên Hình 1. Các bể của công đoạn xử lý theo các bước của quy trình được xây dựng hợp khối (hệ xử lý-HXL) phù hợp với mặt bằng hiện có, hệ bể được làm bằng vật liệu bê tông và gạch. Bể biogas có thể tích tổng (V_t) và thể tích hữu ích (V_{hi}) tương ứng $V_t=100m^3$ và $V_{hi}=85m^3$. Bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí có $V_t=25m^3$ và $V_{hi}=19m^3$. Bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm có $V_t=32m^3$ và $V_{hi}=28m^3$. Hồ sinh học thả thực vật nổi có $V_t=30m^3$ và $V_{hi}=24m^3$. Quá trình xử lý nước thải từ bể gom được cấp vào HXL bởi một bơm duy nhất và sau đó tự chảy tuần tự qua các bể của hệ thống.

Bể biogas, nhằm phân giải tinh bột và chất hữu cơ hòa tan, có thể tích hữu ích $85m^3$ với thời gian lưu hỗn hợp nước thải tại đây tương ứng 8,5 ngày. Nước thải chứa lẫn tinh bột được bơm vào bể này, tại đây tinh bột được lưu trữ và được phân giải, phân hủy theo cơ chế phân hủy sinh học kỵ khí, pH của nước luôn được duy trì ổn định 6,5-7,0 bởi một số cơ cấu tường ngăn công nghệ dẫn và tách cặn được sử dụng vật liệu đá vôi. Tinh bột lắng đọng xuống đáy ngăn và phân hủy dần tương tự cơ chế bể biogas, các chất hữu cơ hòa tan được phân hủy khi tiếp xúc với lớp bùn sinh học kỵ khí được hình thành trong quá trình xử lý. Sau bể biogas, nước thải không còn tinh bột, đa phần các chất hữu cơ được phân hủy, nitơ và phospho trong hợp chất được phân giải và được loại bỏ một phần.

Trong quá trình vận hành, để tăng tính ổn định của quá trình xử lý, định kỳ hệ được bổ sung chế phẩm sinh học và bùn cặn trơ được hút bỏ. Hiệu suất loại COD, TSS, P và N tương ứng đạt 50-60%, 60-70%, 30-40%, 5%.

Bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí, sử dụng vật liệu đá vôi với thể tích hữu ích $V_{hi}=19m^3$ và khối tích vật liệu lọc $V_{loc}=16,5m^3$, được chia thành ba ngăn. Vật liệu lọc sinh học sử dụng là sỏi loại 2x4 và đá vôi loại 1x2. Vật liệu lọc sử dụng ở đây ngoài vai trò chính là giá thể cho vi sinh vật bám dính, nó còn đóng vai trò quan trọng để nâng và duy trì pH của nước thải. Nhờ có lớp vật liệu đá vôi ngập chìm, nước thải luôn có pH=7,0-8,0 khá ổn định, thuận lợi cho quá trình xử lý. Qua bể này, hiệu suất loại TSS đạt 70-80%, nitơ 5-10%. Nước tiếp tục tự chảy sang bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm.

Bãi lọc trồng cây nhân tạo dòng chảy ngầm, có thể tích hữu ích $V_{hi}=28m^3$, là hệ thống đất ngập nước nhân tạo dòng chảy ngầm (CW) được thiết kế gồm 3 lớp lọc, lớp sát đáy dày 1,4m là đá dạng cục loại 2x4, tiếp đến lớp giữa dày 0,2m là đá vôi xanh 1x2 và lớp trên cùng 0,2m là cát vàng được trồng thực vật thủy sinh (TVTS), cây thủy trúc với mật độ 45-100 cây/m². Chất hữu cơ (COD), phospho và nitơ (NH_4^+) trong nước thải là nguồn chất và dinh dưỡng cho TVTS. TVTS sau một thời gian sử dụng sẽ phát triển tốt, khi mật độ cây quá dày thì cần được cắt tỉa để nhánh mới mọc lên. Bản chất của công nghệ sử dụng TVTS là xử lý bằng hệ rễ cây được phát triển ăn sâu dưới lớp lọc.

Cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm của bãi lọc đó là các chất hữu cơ bị thực vật hấp thụ, sự chuyển hóa của nitơ xảy ra trong các tầng oxy hóa và khử của bề mặt tiếp xúc giữa rễ và vật liệu, phần ngập nước và không ngập nước của cây. Nitơ được loại bỏ nhờ 3 cơ chế: sự bay hơi của NH_3 , nitrat hóa/khử nitrat bởi vi khuẩn, sự hấp thụ (NO_3^- và NH_4^+) của thực vật. Phospho trong nước thải được loại bỏ bởi sự hấp thụ của thực vật, các quá trình đồng hóa của vi khuẩn, sự hấp phụ lên vật liệu lọc, kết tủa lắng cùng các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , v.v., có trong lớp vật liệu lọc.

Hồ sinh học thả thực vật nổi với $V_{hi}=24m^3$, diện tích bề mặt 18 m². Đây là công đoạn cuối cùng của quy trình xử lý, hồ được thả thực vật nổi là thủy trúc và rau muống. Hệ thực vật nổi sẽ làm sạch nước tự nhiên nhờ phần thân

và rễ có vai trò như bộ lọc, chuyển các chất ô nhiễm (COD, nitơ, v.v.) thành sinh khối của cây và cung cấp bổ sung oxy vào nước, vi khuẩn và virus có trong nước thải cũng được loại bỏ.

Thành phần nước thải của làng nghề bún bánh Đa Mai có sự dao động trong thời gian tiến hành thử nghiệm. Trên thực tế, áp dụng quy trình của giải pháp hữu ích cho hệ xử lý 10m³/ngày với hai chế độ cấp nước vào liên tục hoặc gián đoạn, nước thải đầu ra sau hệ xử lý luôn đạt quy chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT cột B áp dụng cho nước thải công nghiệp. Chất lượng nước thải đầu ra ổn định với các thông số BOD₅ <50 mg/l, COD <150 mg/l, amoni < 10 mg/l, TSS ≤ 100mg/l và độ pH nằm trong khoảng từ 6,5 đến 8,5.

Hiệu quả đạt được bởi giải pháp hữu ích

Với quy trình đưa ra trong giải pháp hữu ích này, hệ thống xử lý nước thải xử lý hoàn toàn bằng phương pháp sinh học, không sử dụng hóa chất, loại bỏ các chất gây ô nhiễm, các vi sinh vật gây bệnh, hiệu suất xử lý cao, tiêu hao năng lượng rất nhỏ (chủ yếu dùng cho một bơm cấp nước từ bể gom vào hệ), chi phí đầu tư thấp, chi phí xử lý nhỏ. Quá trình xây dựng, vận hành đơn giản, cũng như bảo trì bảo dưỡng không đòi hỏi sử dụng các công nghệ phức tạp. Đặc biệt quy trình xử lý nước thải đáp ứng thực tế, hiệu quả và thân thiện môi trường.

Đây là hướng đi bền vững, lâu dài và hiệu quả đối với việc bảo vệ môi trường và cũng là một giải pháp hoàn toàn phù hợp đối với điều kiện của Việt Nam hiện nay.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình xử lý nước thải làng nghề bún bánh bao gồm các bước:

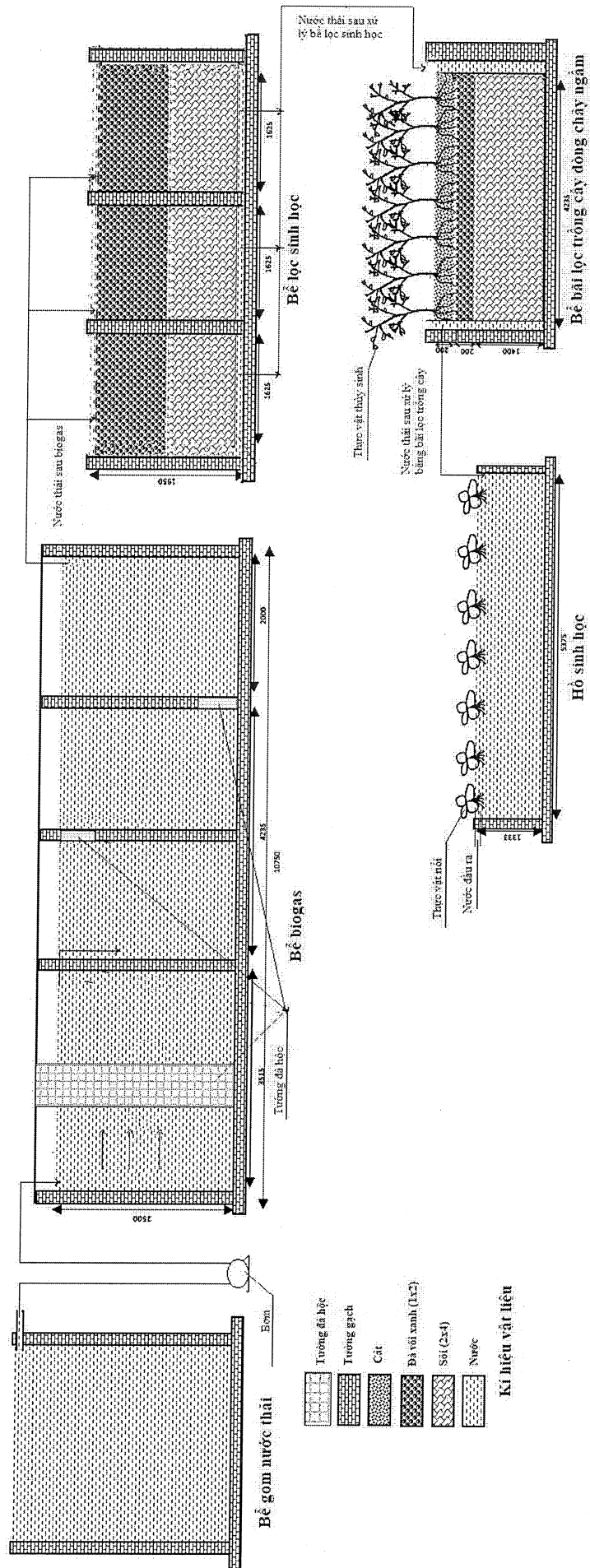
(i) thu nước thải làng nghề với phần lớn chất thải hữu cơ ở dạng tinh bột vào bể gom nước thải;

(ii) dẫn nước thải từ bể gom nước thải vào bể biogas để lưu trữ và phân hủy chất thải hữu cơ, trong đó bể biogas được chia thành các ngăn chứa bởi các tường đá hộc có khe rỗng dẫn nước, các tường đá hộc này nhằm duy trì pH của nước ổn định trong khoảng 6,5-7,0 và để tinh bột lắng đọng xuống đáy các ngăn để được phân hủy dần bằng cơ chế phân hủy sinh học kỵ khí;

(iii) dẫn nước thải sau biogas vào bể lọc sinh học ngập nước kỵ khí sử dụng vật liệu lọc đá vôi và sỏi, trong đó vật liệu lọc này ngoài vai trò chính làm giá thể cho vi sinh vật bám dính, còn đóng vai trò nâng và duy trì pH của nước thải;

(iv) dẫn nước thải sau xử lý bể lọc sinh học vào bể bãi lọc trồng cây dòng chảy ngầm, trong đó bãi lọc trồng cây này có cấu tạo bao gồm ba lớp lọc, lớp sát đáy là sỏi dạng cục có kích thước nằm trong khoảng từ 2cm đến 4cm, lớp giữa là đá vôi xanh có kích thước nằm trong khoảng từ 1cm đến 2cm, và lớp trên cùng là cát vàng được trồng thực vật thủy sinh, tốt hơn là cây sậy hoặc cây thủy trúc; và

(v) dẫn nước thải sau xử lý bằng bãi lọc trồng cây vào hồ sinh học, trong đó hồ sinh học này nuôi trồng thực vật thủy sinh nổi, trong đó bước này là bước xử lý cuối cùng loại bỏ triệt để chất ô nhiễm, làm sạch vi sinh vật và các chất hữu cơ, nitơ còn dư trước khi nước được thải trực tiếp ra môi trường.



Hình 1