Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

VIỆN SINH THÁI VÀ TÀI NGUYÊN SINH VẬT

PHẠM THẾ VIỆT

NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN VÀ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHÀ MÁY BIA CỦA CHẾ PHẨM SINH HỌC BIO - PB

LUẬN VĂN THẠC SĨ SINH HỌC

Hà Nội – 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

VIỆN SINH THÁI VÀ TÀI NGUYÊN SINH VẬT

PHẠM THẾ VIỆT

NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN VÀ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHÀ MÁY BIA CỦA CHẾ PHẨM SINH HỌC BIO - PB

Chuyên ngành **: Vi Sinh Vật Học**

Mã số **: 60 42 01 03**

LUẬN VĂN THẠC SĨ SINH HỌC

Người hướng dẫn khoa học**: TS.PHÍ QUYẾT TIẾN**

Hà Nội – 2014

MỞ ĐẦU

Việt Nam là nước có nền kinh tế phát triển nhanh, kéo theo đó là sự phát triển của nhiều ngành công nghiệp chế biến, sản xuất và dịch vụ gia tăng. Việc phát triển nhanh của các ngành này đã tạo ra một lượng lớn các chất thải và nước thải, nếu không được xử lý đúng cách sẽ dẫn đến ô nhiễm nguồn nước mặt, nước ngầm và ảnh hưởng nghiêm trọng đến cuộc sống của người dân, sự phát triển kinh tế và diện mạo của đất nước. Đối với chất thải và nước thải của các ngành sản xuất thực phẩm như bia, rượu, chế biến sản phẩm đồ hộp…, thành phần chủ yếu là hỗn hợp các hợp chất hydocacbon, protein, lipit. Đây là các thành phần dễ phân hủy bởi vi sinh vật, nếu không xử lý triệt để sẽ gây ra ô nhiễm nghiêm trọng. Có thể xử lý nước thải theo nhiều cách, một trong những biện pháp xử lý hiệu quả là sử dụng các chủng vi sinh vật có khả năng phân hủy nhanh, đặc hiệu với các loại hợp chất hữu, có giá thành thấp, ổn định và không gây tác động xấu đến môi trường.

Trong tự nhiên, vi sinh vật với những đặc tính ưu việt sẵn có vẫn hàng ngày, hàng giờ phân hủy các chất hữu cơ phức tạp thành các hợp chất trung gian và những hợp chất đơn giản hơn. Do vậy, hệ vi sinh vật tự nhiên có thể xem như là một nhà máy xử lý ô nhiễm khổng lồ. Các nhà khoa học đã không ngừng nghiên cứu để khai thác và ứng dụng những lợi thế của vi sinh vật và tạo điều kiện tốt nhất cho chúng phát triển trong những điều kiện và quy mô có kiểm soát, từng bước bắt chúng phục vụ cho hoạt động sống của con người [9; 11]. Hệ vi sinh vật sử dụng trong quá trình xử lý nước thải gồm vi khuẩn, nấm men, nấm mốc, xạ khuẩn… trong đó vi khuẩn chiếm số lượng lớn nhất. Trong các bể xử lý sinh học, vi khuẩn đóng vai trò hàng đầu và chịu trách nhiệm chính trong phân hủy các thành phần hữu cơ trong nước thải. Theo nhiều học giả, trong bùn hoạt tính có nhiều vi sinh vật thuộc các chi khác nhau như: *Actinomyces, Arthrobacter, Bacillus, Corynebacterium, Deslfotomacillium, Micrococcus, Pseudomonas, Sarcina,…* Nhóm nấm men cũng xuất hiện trong xử lý nước thải với vai trò chuyển hóa đường đơn thành rượu, bao gồm các chi *Saccharomyces, Pichia…*và giúp hạn chế sự phát triển của các nhóm vi khuẩn kỵ khí khác [14; 16].

Trong các hệ thống xử lý nước thải công nghiệp bằng phương pháp sinh học, hệ vi sinh vật sử dụng trong xử lý nước nước thải có khả năng phân hủy các hợp chất gây

ô nhiễm đã được nhiều nhóm nghiên cứu trong và ngoài nước nghiên cứu từ lâu. Tuy nhiên, trong một số hệ thống quá trình xử lý xảy ra bằng bùn yếm khí có sẵn hoặc bùn hoạt tính chưa thể xử lý triệt để nguồn ô nhiễm hoặc thời gian xử lý kéo dài. Vì vậy, bổ sung vi sinh vật hữu ích trong quá trình xử lý chất thải sẽ không gây ảnh hưởng xấu tới môi trường và giúp cho quá trình xử lý diễn ra nhanh hơn, tiết kiệm chi phí và thời gian xử lý [14; 17]

Thị trường chế phẩm sinh học ở Việt Nam và nhu cầu sử dụng chế phẩm sinh học rất lớn và đã được áp dụng thành công ở một số nhà máy sản xuất thực phẩm và công nghiệp. Tuy nhiên, với chế phẩm thương mại ngoài thị trường rất phong phú và đa dạng, việc đánh giá chế phẩm sinh học sản xuất trong nước hay nhập khẩu cần phải kiểm tra và đánh giá tiêu chuẩn. Xuất phát từ yêu cầu của nhà máy bia Hà Nội trong việc thử nghiệm một loại chế phẩm sinh học Bio-BP nhập ngoại nhằm tăng cường hiệu quả xử lý nước thải trong hệ thống xử lý sẵn có của nhà máy, yêu cầu đánh giá thành phần của chế phẩm và hiệu quả sử dụng là hết sức cần thiết. Ngoài ra, trong giai đoạn sản xuất vào mùa hè, mùi hôi từ hệ thống xử lý nước thải gây ra có thể làm ô nhiễm nguồn không khí đối với nhà máy và khu vực dân cư lân cận. Chính vì vậy, chúng tôi thực hiện đề tài *"Nghiên cứu thành phần và hiệu quả xử lý nước thải nhà máy bia của chế phẩm Bio-PB"* với các nội dung nghiên cứu chính:

- Nghiên cứu thành phần của chế phẩm sinh học Bio-PB
- Nghiên cứu đặc điểm các chủng vi sinh vật trong chế phẩm Bio-PB
- Đánh giá hiệu quả hỗ trợ xử lý nước thải của chế phẩm sinh học trong giai đoạn xử lý vào mùa hè 2013

Đề tài được thực hiện với sự hỗ trợ của Viện nghiên cứu Gia Dày - Bộ Công Thương và Phòng Công nghệ lên men - Viện Công nghệ sinh học – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

PHẦN I. TỔNG QUAN

1.1 . Tình hình nghiên cứu xử lý nước thải hữu cơ trên thế giới và ở Việt Nam

1.1.1. Tình hình nghiên cứu xử lý nước thải hữu cơ trên thế giới

Sự phát triển của phương pháp thứ cấp để xử lý nước thải trong những năm đầu thế kỷ XX được cho là cải tiến đáng kể nhất đối với y tế công cộng và môi trường trong suốt thời gian này, đó là việc phát minh ra "bùn hoạt tính" cho quy trình xử lý nước thải. Fowler và cộng sự tại Đại học Manchester được tiến hành tại Trạm Thí nghiệm Lawrence ở Massachusetts liên quan đến việc sục khí vào nước thải trong bình đã được phủ một lớp tảo [13]. Các đồng nghiệp của Fowler, Edward Ardern và Lockett, những người đã triển khai nghiên cứu cùng với Văn phòng công ty đường sông Manchester ở công trình xử lý nước thải Davyhulme. Thí nghiệm trên được thực hiện trong một lò phản ứng bằng cách hút ra và thu vào, việc xử lý cho hiệu quả cao hơn. Họ sục khí liên tục cho nước thải trong khoảng một tháng và kết quả đạt được là nitrat hóa hoàn toàn các nguyên liệu mẫu [13]. Điều đó chỉ ra rằng bùn đã hoạt hóa các chất (một cách tương tự như than hoạt tính) quá trình được đặt tên là bùn hoạt tính. Kết quả đã được công bố trong công trình tại Hội thảo 1914, và lần đầu tiên một hệ thống quy mô đầy đủ với dòng chảy liên tục được lắp đặt tại Worcester hai năm sau đó. Do hậu quả của chiến tranh thế giới thứ nhất phương pháp xử lý mới được truyền bá nhanh chóng, đặc biệt là Hoa Kỳ, Đan Mạch, Đức và Canada [13]. Vào cuối những năm 1930, việc xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính là quá trình chủ yếu được sử dụng trên toàn thế giới. Trong bùn hoạt tính có nhiều chi vi sinh vật khác nhau: *Actinomyces, Arthrobacer, Bacillus, Bacterium, Corynebacterium, Desulfotomacillium, Micrococcus, Pseudomonas, Sarcina* ... Chúng oxy hóa rượu, axit béo, paraffin, hydrocacbon và các hợp chất khác [16].

Ở Mỹ, hàm lượng nitơ trong nước thải thường dao động trong khoảng 20 đến 85 mg/l trong đó nitơ ở dạng hợp chất hữu cơ trung bình từ 8 đến 35 mg/l, hàm lượng NH_3 từ 12 đến 50 mg/l [32]. Hàm lượng photphate trong nguồn nước không ô nhiễm nhỏ hơn 0,01 mg/l. Theo quy định của Hà Lan, tiêu chuẩn của Việt Nam, hàm lượng photphate trong nước uống không được vượt quá 6 mg/l. Theo tiêu chuẩn của cộng đồng chung châu Âu, trong nước sinh hoạt, hàm lượng photphate không được vượt quá 2,18 mg/l [30].

Xử lý nước thải của quá trình chế biến rau quả các nhà khoa học Thái Lan đã sử dụng chủng nấm men *Candida utilis* CBS1517 có khả năng đồng hóa tốt các loại đường và axit hữu cơ có nhiều trong thành phần nước thải, kết quả thu được cho thấy sau 96 giờ xử lý trong điều kiện phòng thí nghiệm là COD giảm 89,9% và pH tăng từ 3,5 lên 8,5 [20]. Một số kết quả nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi lợn bằng quá trình SBR hoặc tương tự được tổng hợp [13]: hiệu quả xử lý COD và T-N của quá trình SBR cấp nước một lần đạt khá cao, tương ứng là khoảng 93% và 88 ÷ 93%. Tải trọng COD và T-N cũng đạt cao lần lượt là 0,37 kg/(m^3.ngày) và 0,13 kg/(m^3.ngày). Quá trình sục khí luân phiên cấp nước liên tục cho hiệu quả xử lý khá cao, của COD là 57%, T-N là 91% [14].

1.1.2. Tình hình nghiên cứu xử lý nước thải hữu cơ ở Việt Nam

Xử lý nước thải hiện nay luôn là vấn đề thời sự nóng bỏng và nổi cộm ở Việt Nam hiện nay, theo dự báo của Tổ chức Kinh tế thế giới thì Việt Nam sẽ là một trong những nước có tốc độ phát triển kinh tế vào loại nhanh trên thế giới với tốc độ tăng trưởng được dự báo là 7% trong thập kỷ tới. Tuy nhiên, việc tăng trưởng kinh tế một cách nhanh chóng và mạnh mẽ cũng đồng thời tạo nên những thách thức áp lực tác động về mặt môi trường, trong đó, tác động của chất thải rắn và nước thải đang là vấn đề bức xúc ở Việt Nam.

Hiện nay, ô nhiễm môi trường là vấn đề đang được quan tâm không chỉ ở Việt Nam mà còn ở nhiều quốc gia trên thế giới. Theo báo cáo môi trường Quốc gia năm 2010 của Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, từ năm 2007 đến năm 2009, ô nhiễm môi trường nước mặt ở tất cả các chỉ số đều vượt quá tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT. Các chỉ số COD, BOD đều vượt quá tiêu chuẩn từ 5 đến 10 lần. Hàm lượng NH_4^+ trong môi trường nước mặt của sông Nhuệ, sông Đáy và sông Cầu đều vượt quy chuẩn cho phép QCVN 40:2011/BTNMT cho nước mặt phù hợp với việc bảo tồn động thực vật thủy sinh là là 0,2 mg/l.

Nước thải chăn nuôi là một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước. Hàm lượng nitơ tổng số nước thải chăn nuôi nằm trong khoảng từ 512 đến 594 mg/l, trong đó NH_3 từ 304 đến 471 mg/l, hàm lượng photpho tổng số từ 13,8 ÷ 62 mg/l [7]. Ngày nay, cùng với sự phát triển của dân số, rác thải sinh hoạt ngày một gia tăng, nước rỉ rác từ các hố chôn lấp tại khu xử lý rác thải gây ảnh hưởng rất lớn đến

đời sống của người dân xung quanh, gây ô nhiễm nguồn nước mặt và nước ngầm quanh khu vực. Tổng hàm lượng nitơ trong nước thải rỉ rác dao động trong khoảng từ 200 ÷ 2000 mg/l, hàm lượng amoni cao, trung bình 200 mg/l, trong khi đó tiêu chuẩn cho phép là 0,2 mg/l [6].

Với xu hướng hội nhập nền kinh tế quốc tế, đặc biệt từ khi Việt Nam gia nhập WTO, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của quá trình công nghiệp hoá đất nước, chất thải công nghiệp cũng đang ngày một gia tăng về khối lượng, đa dạng về chủng loại và đang là vấn đề cấp bách của xã hội, đòi hỏi phải có nhận thức đúng đắn và đầu tư thích đáng cho vấn đề xử lý nước thải. Hiện nay công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm các hợp chất hữu cơ trên thế giới và Việt Nam chủ yếu là sử dụng các biện pháp sinh học, trong đó phương pháp xử lý hiếu khí và xử lý kị khí là phổ biến nhất, với nguồn nước thải có mức độ ô nhiễm cao thông thường người ta xử lý kết hợp kị khí và hiếu khí. Kết quả nghiên cứu của Vũ Thúy Nga và các cộng sự cho thấy có thể cải thiện chất lượng nước thải chế biến tinh bột sắn bằng chế phẩm vi sinh vật [11]. Để nhằm khắc phục tình trạng ô nhiễm do nước thải chế biến tinh bột sắn, công trình nghiên cứu tập trung tuyển chọn bộ giống vi sinh vật có hoạt tính sinh học cao, sản xuất và ứng dụng chế phẩm vi sinh vật để nâng cao hiệu quả xử lý nước thải sau biogas của nhà máy chế biến tinh bột sắn. Kết quả nghiên cứu đã tuyển chọn được 3 chủng vi sinh vật gồm *Bacillus velezensis, Streptomyces fradiae* và *Nitromonas* sp. có khả năng chuyển hóa tốt hợp chất hữu cơ trong nước thải chế biến tinh bột sắn [11]. Nghiên cứu về ứng dụng vi khuẩn tích lũy poly-photphat trong xử lý nước thải của Lê Quang Khôi và các cộng sự cho thấy các dòng vi khuẩn tích lũy poly-P được tuyển chọn có hiệu suất loại bỏ photphat hòa tan cao [8]. Hai dòng vi khuẩn *Acinetobacter radioresistens* TGT013L và *Kurthia* sp.TGT025L có hiệu quả loại bỏ PO_4^{3-} cao nhất trong môi trường tổng hợp sau 25 giờ thí nghiệm. Sự loại bỏ PO_4^{3-} được thực hiện bởi hoạt động của gen *ppk* 1 dạng IIA trong quá trình chuyển hóa photphat thành dạng poly-P tích lũy trong tế bào. Kết quả nghiên cứu mang lại nhiều triển vọng ứng dụng 2 dòng vi khuẩn tích lũy poly-P trên để xử lý photpho hòa tan trong nước thải chăn nuôi [8].

Với mục đích nghiên cứu phát triển công nghệ xử lý hiệu quả đồng thời hữu cơ và chất dinh dưỡng trong nước thải ngành chăn nuôi lợn, trong nghiên cứu của

Phạm Thị Hải Thịnh và đồng tác giả, đã nghiên cứu ảnh hưởng của một số điều kiện vận hành như tỷ lệ COD/T-N (tỉ lệ giữa nhu cầu oxy hóa học và tổng nitơ) và chế độ sục khí đến hiệu quả xử lý COD và T-N của quá trình SBR đối với nước thải chăn nuôi đã qua xử lý kị khí. Với chế độ hai chu trình thiếu - hiếu khí thích hợp, hiệu quả xử lý COD và T-N đạt khá cao, tương ứng là khoảng 90% và 80 ÷ 85% [13]. Tuy nhiên nồng độ T-N trong nước thải chăn nuôi lợn là rất cao và thay đổi trong khoảng khá rộng, vì vậy nghiên cứu nâng cao hiệu quả xử lý nitơ của quá trình nhằm đáp ứng một cách ổn định các quy chuẩn xả thải là rất cần thiết. Theo Phan Đỗ Hùng và cộng sự cho thấy ảnh hưởng của tỉ lệ cấp nước thải đến hiệu quả xử lý của quá trình SBR hai chu trình thiếu - hiếu khí cấp nước hai lần và so sánh với chế độ cấp nước một lần. Với quá trình SBR hai chu trình thiếu-hiếu khí, cấp nước hai lần là một giải pháp để nâng cao hiệu quả xử lý T-N của quá trình. Thực nghiệm cho thấy, khi tăng tỉ lệ cấp nước (tỉ lệ giữa lượng nước thải cấp lần thứ nhất và tổng lượng nước thải xử lý trong một mẻ), lúc đầu hiệu suất xử lý T-N sẽ tăng, tuy nhiên đến một giới hạn nhất định hiệu suất xử lý T-N sẽ giảm trở lại. Hiệu suất xử lý T-N ở cả ba tỉ lệ cấp nước nghiên cứu đều khá cao, trong đó ở tỉ lệ 2/3 đạt cao nhất, trong khoảng 85 ÷ 90%. Hiệu suất xử lý T-N thực nghiệm ở các tỉ lệ cấp nước thấp 1/2 và 2/3 khá phù hợp với hiệu suất lý thuyết. Hiệu suất xử lý COD ở chế độ cấp nước hai lần cũng khá cao, 85 ÷ 90% ở tỉ lệ cấp nước 2/3, xấp xỉ với trường hợp cấp nước một lần [7].

1.2. Sơ lược về tình hình phát thải và xử lý nước thải của nhà máy bia Hà Nội

Tổng công ty Bia – Rượu – Nước giải khát Hà Nội (Habeco) có trụ sở chính tại 183 Hoàng Hoa Thám, Ba Đình, Hà Nội được thành lập ngày 16 tháng 5 năm 2003 theo Quyết định số 75/2003/QĐ – BCN của Bộ trưởng Bộ Công nghiệp (nay là Bộ Công Thương) trên cơ sở sắp xếp lại Công ty Bia Hà Nội và các đơn vị thành viên; chính thức chuyển sang tổ chức và hoạt động theo mô hình công ty mẹ - công ty con tại Quyết định số 36/2004/QĐ-BCN ngày 11/05/2004 của Bộ trưởng Bộ Công nghiệp.

Ngành nghề chủ yếu của Tổng công ty gồm: sản xuất, kinh doanh bia, rượu, nước giải khát và bao bì; xuất nhập khẩu nguyên liệu, vật tư, thiết bị, phụ tùng, phụ liệu, hoá chất; dịch vụ khoa học công nghệ, tư vấn đầu tư, tạo nguồn vốn đầu tư, tổ chức vùng nguyên liệu, kinh doanh bất động sản, các dịch vụ và ngành nghề khác theo luật định.

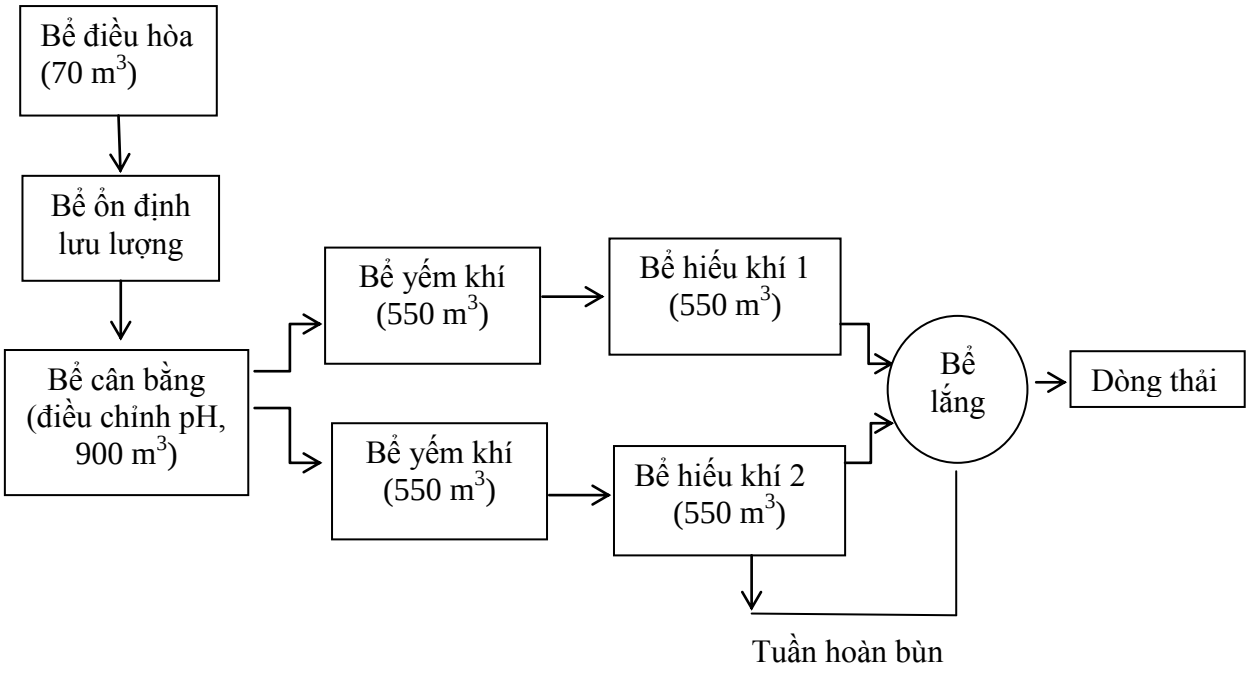
Nước thải của nhà máy bao gồm nước thải sản xuất, nước thải làm lạnh và nước mưa. Nước thải sản xuất bao gồm các loại sau:

- Nước thải quá trình tách đại mạch sau khi đã phân huỷ bột
- Nước thải rửa thiết bị lọc
- Nước rửa chai và téc
- Nước rửa nhà, phòng lên men, phòng tang trữ bia
- Nước thải từ nồi hơi
- Nước vệ sinh

* Nước thải đầu vào của công ty có các thông số trung bình:

- Lưu lượng: 50 m^3/giờ
- Nhu cầu Oxy hóa học (COD) : 2.400 mg/l
- Nhu cầu Oxy sinh học (BOD) : 1600 mg/l
- Tổng chất rắn lơ lửng (TSS): 1.030 mg/l

* Sơ đồ đơn giản quy trình xử lý hiện tại:



Hình 1.1. Sơ đồ quy trình xử lý nước thải Habeco

Yêu cầu nước thải đầu ra của nước thải nhà máy bia Hà Nội

- Nhu cầu Oxy hóa học COD < 100 mg/l
- Nhu cầu Oxy sinh học BOD < 50 mg/l
- Tổng chất rắn lơ lửng TSS < 100mg/l

Quy trình vận hành tại các bể tại nhà máy bia Hà Nội

- Bể điều hòa: nhằm thu gom và hòa trộn các nguồn nước thải và lưu lượng ổn định.
- Bể ổn định lưu lượng: điều chỉnh lưu lượng thích hợp.
- Bể cân bằng: điều chỉnh pH và nguồn dinh dưỡng bổ sung trước khi đưa vào xử lý.
- Bể yếm khí: thực hiện quá trình xử lý yếm khí nhằm giảm 60 ÷ 70 % giá trị COD và BOD trong nước thải.
- Bể hiếu khí 1, bể hiếu khí 2: được cung cấp đủ lượng oxy cần thiết cho các phản ứng sinh hóa xảy ra trong bể cấp khí liên tục (cho xử lý hiếu khí và xử lý thiếu khí) giữ cho bùn hoạt tính (chứa các vi sinh vật) ở trạng thái lơ lửng trong nước thải xử lý và loại bỏ các thành phần hữu cơ ô nhiễm.

Bể lắng: Bổ sung chất trợ lắng PAC (Poly aluminium chloride) nhằm lắng các chất lơ lửng còn lại trong nước thải dưới tác dụng của trọng lực.

1.3. Nguyên lý xử lý chất thải hữu cơ trong nước thải bằng phương pháp sinh học

Những chất gây ô nhiễm nghiêm trọng thường có cấu trúc cấu thành từ các nguyên tử cacbon, nitơ, lưu huỳnh, photpho hay kim loại nặng. Quá trình phân giải hợp chất cacbon và nitơ là quá trình sinh hoá phức tạp thông qua hoạt động sống của vi sinh vật, nhờ đó mà một số lượng lớn các chất hữu cơ cao phân tử sẽ được phân giải thành các chất có khối lượng phân tử thấp, từ đó các vi sinh vật khác nhau chuyển hóa thành sinh khối tế bào, các khí (CO_2, H_2S, N_2, NH_4…) [14]. Các hợp chất hydratcacbon bao gồm (xenluloza, tinh bột, dextrin…) có nhiều trong nước thải của các cơ sở chế biến lương thực hay sản xuất rượu bia sẽ được những nhóm vi sinh vật đặc thù đảm nhận phân giải thành những tiểu phần nhỏ hơn để tế bào vi sinh vật có thể sử dụng cho các mục đích khác nhau, bao gồm: tạo sinh khối vi sinh vật, tạo ra các sản phẩm trao đổi chất và các chất khí (N_2, CO_2)…, các axit hữu cơ như axit focmic, axit axetic, axit lactic… Để phân giải xenluloza, nhiều loại vi sinh vật có khả năng sinh ra các enzym hỗ trợ xúc tác quá trình phân giải xenluloza [20]. Cơ chế phân giải xenluloza như sau:

$$\text{Xenluloza} \xrightarrow{\text{xenlulaza}} \text{Đường tan (xenlobioza)} \xrightarrow{\text{xenlobiaza}} \text{Glucoza}$$

Tinh bột là chất dự trữ chủ yếu của thực vật, nó có mặt trong các hạt hòa thảo, củ, thân cây và lá cây. Tinh bột gồm 2 cấu tử chính là amyloza (25%) và amylopectin