

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

VIỆN KỸ THUẬT NHIỆT ĐỚI

---

**BÁO CÁO TÓM TẮT**  
**KẾT QUẢ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI**

**TÊN ĐỀ TÀI:**

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO GIÁ THỂ SINH HỌC DẠNG XÓP  
TRÊN NỀN NHỰA POLYETYLEN TỈ TRỌNG CAO ĐỊNH HƯỚNG  
TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẠI TỈNH HƯNG YÊN**

**Chủ nhiệm đề tài:** ThS. NCVC. Mai Đức Huỳnh

**Hà Nội, Tháng 06 năm 2023**

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CÁC TỪ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tên đầy đủ
PE	Nhựa polyetylen
HDPE	Nhựa polyetylen tỉ trọng cao
PEO	Polyetylen oxit
AC	Chất tạo nở azodicacbonat (AC), tên thương mại AC 3000 F,
PEgMA	Polyetylen ghép maleic anhydrit có hàm lượng maleic anhydrit là 0,5 %kl.
AC1	Mẫu giá thể xốp HDPE có chứa 1%kl AC và 1% Hari95
AC2	Mẫu giá thể xốp HDPE có chứa 2%kl AC và 1% Hari95
AC3	Mẫu giá thể xốp HDPE có chứa 3%kl AC và 1% Hari95
AC5	Mẫu giá thể xốp HDPE có chứa 5%kl AC và 1% Hari95
PEG0	Mẫu giá thể xốp AC2 có bổ sung 3%kl PEGMA
PEG1	Mẫu giá thể xốp AC2 có bổ sung 1%kl PEO và 1%kl PEGMA
PEG3	Mẫu giá thể xốp AC2 có bổ sung 3%kl PEO và 3%kl PEGMA
PEG5	Mẫu giá thể xốp AC2 có bổ sung 5%kl PEO và 5%kl PEGMA
PEG7	Mẫu giá thể xốp AC2 có bổ sung 7%kl PEO và 7%kl PEGMA
BOD	Nhu cầu oxy sinh học
COD	Nhu cầu oxy hóa học
TSS	Tổng chất rắn lơ lửng
PP	polyphenol
FTIR	Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier
SEM	Hiển vi điện tử quét (Scanning electron microscope)
CFA	Phụ gia tạo bọt (chemical foaming agents, CFA).
MBBR	Công nghệ xử lý nước thải sử dụng màng vi sinh chuyển động

## MỤC LỤC

MỤC LỤC .....	ii
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	iv
MỞ ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC .....	1
1.1. Tổng quan tình hình.....	1
1.2. Nội dung của đề tài .....	2
CHƯƠNG 2: CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, KỸ THUẬT SỬ DỤNG .....	3
2.1. Cách tiếp cận.....	3
2.2. Kỹ thuật sử dụng.....	3
2.3. Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu .....	3
2.3.1. Nguyên vật liệu hóa chất .....	3
2.3.2. Thực nghiệm .....	5
2.3.3. Các phương pháp nghiên cứu .....	9
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN .....	1
3.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ thành phần đến đặc trưng tính chất của giá thể.....	1
3.1.1. Ảnh hưởng của chỉ số chảy (MF) của nhựa tới các đặc trưng xốp PE .....	1
3.1.2. Lựa chọn phụ gia tạo xốp thích hợp làm giá thể PE xốp.....	2
3.1.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ chất tạo xốp đến đặc trưng vật liệu PE xốp. ....	3
3.2. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng PEO đến tính chất, cấu trúc của xốp PE tạo thành.....	5
3.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng PEO ghép đến momen xoắn khi chế tạo mẫu xốp.....	6
3.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia PEO tới tỷ trọng và độ xốp của vật liệu.....	6
3.2.3. Phân tích phổ hồng ngoại FT-IR của vật liệu .....	7
3.2.4. Phân tích nhiệt .....	8
3.2.5. Hình thái cấu trúc.....	9
3.3. Ảnh hưởng của pH đến sự thay đổi khối lượng xốp PE .....	10
3.4. Đánh giá sự thay đổi diện tích bề mặt của mẫu .....	10
3.5. Đánh giá khả năng làm việc của giá thể xốp PE chế tạo. ....	11
3.5.1. Ảnh hưởng của thành phần vật liệu đến góc tiếp xúc của giá thể. ....	11

3.5.2. Đánh giá khả năng bám dính vi sinh lên trên giá thể xốp PE.....	12
3.5.3. Mật độ vi sinh bám dính (phương pháp khối lượng).....	12
3.5.4. Đánh giá hiệu quả làm việc của giá thể. ....	12
3.6. Chế thử giá thể xốp ở quy mô pilot .....	14
3.6.1. Chế tạo hạt chất chủ.....	15
3.6.2. Chế tạo mẫu PE xốp.....	15
3.7. Phân tích đặc trưng tính chất của giá thể. ....	17
3.7.1. Phân tích phổ hồng ngoại FT-IR của mẫu xốp .....	17
3.7.2. Phân tích hình thái cấu trúc bằng phương pháp SEM .....	17
3.7.3. Khối lượng riêng, độ xốp và diện tích bề mặt của giá thể xốp.....	18
3.8. Xây dựng tính toán giá thành sản phẩm .....	19
3.9. Xây dựng mô hình xử lý nước theo công nghệ MBBR có sử dụng giá thể xốp pe của đề tài trên địa bàn tỉnh hưng yên với công suất 50 - 100 lit/giờ .....	19
3.9.1. Thông số thiết kế.....	19
3.9.2. Tính toán thiết kế .....	20
3.9.3. Thông số mô hình .....	20
3.9.4. Lắp đặt mô hình xử lý nước theo công nghệ MBBR có sử dụng giá thể xốp pe của đề tài trên địa bàn tỉnh hưng yên với công suất 50 - 100 lit/giờ.....	21
3.9.5. Đánh giá hiệu quả mô hình xử lý nước thải sinh hoạt tại bệnh viện mắt thời gian chạy thực tế. ....	22
3.9.6. Đánh giá hiệu quả hoạt động của mô hình .....	24
3.10. Các sản phẩm của đề tài/dự án/đề án.....	25
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....</b>	<b>27</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>28</b>

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1: Thành phần nguyên liệu chế tạo giá thể PE xốp .....	5
Bảng 2.2: Thành phần hàm lượng phụ gia được sử dụng .....	6
Bảng 2.3: Bảng quy chuẩn nước thải sinh hoạt đầu ra theo QCVN 14:2008/BTNMT và QC ĐP 01:2019/HY .....	9
Bảng 3.1: Các đặc trưng của xốp PE khi thay đổi giá trị MFI của nhựa PE .....	1
Bảng 3.2: Ảnh hưởng của phụ gia tạo xốp tới tỉ trọng, độ xốp và co ngót khuôn của mẫu. ....	2
Bảng 3.3: Mật độ phân bố kích thước lỗ xốp của các mẫu PE – AC3000F, PE – AC7000 và PE - SB.....	2
Bảng 3.4: Độ bền cơ học của các mẫu xốp sử dụng hàm lượng AC khác nhau.....	4
Bảng 3.5: Khối lượng riêng và độ xốp của xốp HDPE ở các tỉ lệ hàm lượng phụ gia khác nhau.....	5
Bảng 3.6: Đặc trưng nóng chảy của các mẫu xốp PE tại các hàm lượng PEO khác nhau tại thời gian 100 giây phối trộn.....	6
Bảng 3.7: Khối lượng riêng và độ xốp của mẫu PE sử dụng các hàm lượng PEO khác.....	6
Bảng 3.8: Một số dao động của các nhóm chức trong các mẫu PE/PEO/phụ gia tạo xốp ..	8
Bảng 3.9: Các đặc trưng nhiệt của PE và mẫu xốp PE/PEgMA chế tạo ở các tỷ lệ nhựa nền khác nhau .....	9
Bảng 3.10: Sự thay đổi khối lượng của mẫu PEG0, PEG1, PEG3 và PEG5 trong môi trường pH khác nhau.....	10
Bảng 3.11: Ảnh hưởng của hàm lượng PEO đến đặc trưng bề mặt của vật liệu .....	11
Bảng 3.12: Ảnh hưởng của thành phần đến góc tiếp xúc của các mẫu AC2, PEO và PEG3 .....	12
Bảng 3.13: Hàm lượng vi sinh bám dính sau 30 ngày cho các mẫu AC2, PEG0 và PEG3 .....	12
Bảng 3.14: Chất lượng nước thải sinh hoạt lấy tại Bệnh Viện mắt Hưng Yên .....	12
Bảng 3.15: Chất lượng nước thải sinh hoạt sau 1 ngày xử lý.....	13
Bảng 3.16: Chất lượng nước thải sinh hoạt tại các thời điểm xử lý khác nhau.....	13
Bảng 3.17: Hiệu suất xử lý (%) amoni theo thời gian khác nhau.....	14
Bảng 3.18: Tính chất hạt chất chủ tạo xốp PE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp.....	15
Bảng 3.19: Tính chất của giá thể xốp đề tài và so sánh với sản phẩm Hel- X Bio Chip 30 .....	18
Bảng 3.20: Chi phí sản xuất 25 kg/mẻ.....	19
Bảng 3.21: Chất lượng nước thải sinh hoạt của Bệnh viện Mắt Hưng Yên .....	20
Bảng 3.22: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ nhất .....	22
Bảng 3.23: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ hai.....	22
Bảng 3.24: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ ba.....	22
Bảng 3.25: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 4.....	22
Bảng 3.26: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 5.....	23

Bảng 3.27: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 6....	23
Bảng 3.28: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 7....	23
Bảng 3.29: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt Bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 8...	23
Bảng 3.30: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt Bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 9 (kết quả do Viện Hóa học xác nhận).....	23
Bảng 3.31: Chi phí ban đầu để vận hành mô hình xử lý nước thải công suất 1m <sup>3</sup> /ngày.đêm. ....	25

## DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1: Lấy mẫu nước thải sinh hoạt tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên.....	5
Hình 2.2: Máy đùn và khuôn đùn tạo xốp PE.....	6
Hình 2.3: Sản phẩm sau khi ra khỏi khuôn đùn và sau khi được cắt.....	6
Hình 2.4: Bể nuôi cấy và đánh giá khả năng bám dính vi sinh.....	7
Hình 2.5: Sơ đồ công nghệ mô hình xử lý nước thải sinh hoạt công suất 2-10 lít/giờ.....	7
Hình 2.6: Mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR công suất 2 – 10 lít/giờ...8	
Hình 2.7: Mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR công suất 50 lít/giờ (tương đương 1m <sup>3</sup> /ngày đêm) tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên.....	8
Hình 3.1: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=1.....	1
Hình 3.2: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=5.....	1
Hình 3.3: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=10.....	2
Hình 3.4: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=20.....	2
Hình 3.5: Mô men xoắn ở trạng thái nóng chảy của AC1, AC2, AC3 và AC5.....	3
Hình 3.6: Phổ IR của các mẫu sử dụng hàm lượng phụ gia tạo xốp khác nhau.....	3
Hình 3.7: Ảnh SEM chụp mặt cắt mẫu xốp: (a) AC1; (b) AC2; (c) AC3; (d) AC5.....	4
Hình 3.8: Các mẫu biochip được chế tạo với các hàm lượng phụ gia chất tạo nở khác nhau.....	5
Hình 3.9: Giảm độ mô men xoắn nóng chảy của các mẫu PE xốp sử dụng hàm lượng PEO khác nhau.....	6
Hình 3.10: Ảnh bề mặt cắt của các mẫu xốp PE tại các tỉ lệ PEO khác nhau.....	7
Hình 3.11: Phổ FT-IR của mẫu xốp PEG0 và PEG1.....	7
Hình 3.12: Phổ FT-IR của mẫu xốp PEG0 và PEG3.....	8
Hình 3.13: Giảm độ TGA của mẫu xốp PEG0, PEG1, PEG3 và PEG5.....	9
Hình 3.14: Ảnh SEM bề mặt các mẫu PE/PEgMA ở độ phóng đại 30 lần.....	10
Hình 3.15: Hình ảnh trước và sau khi thử nghiệm các môi trường khác nhau của mẫu chứa hàm lượng ghép.....	10
Hình 3.16: Giảm độ hấp thụ và giải hấp nito của mẫu PEG1.....	11
Hình 3.17: Ảnh góc tiếp xúc của các mẫu AC2, PEG0 và mẫu PEG3.....	11
Hình 3.18: Ảnh vi sinh bám dính lên giá thể sau khi nuôi cấy.....	12
Hình 3.19: Sơ đồ công nghệ chế tạo giá thể dạng xốp HDPE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp.....	14
Hình 3.20: Hạt chất chủ tạo xốp PE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp.....	15
Hình 3.21: Máy đùn và khuôn đùn tạo xốp PE.....	16
Hình 3.22: Sản phẩm ống xốp giá thể sau khi đùn.....	16
Hình 3.23: Thiết bị cắt tạo giá thể.....	16
Hình 3.24: Sản phẩm tại lần thử nghiệm thứ nhất.....	16
Hình 3.25: Sản phẩm của mẻ thử nghiệm thứ 2.....	16
Hình 3.26: Sản phẩm của mẻ thử nghiệm thứ 3.....	17
Hình 3.27: Phổ FT-IR của mẫu xốp được tối ưu điều kiện.....	17
Hình 3.28: Ảnh hiển vi điện tử quét SEM mẫu xốp.....	18

Hình 3.29: Kết quả thử nghiệm của sản phẩm được đánh giá tại Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. ....	18
Hình 3.30: Sơ đồ khối hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên 21	
Hình 3.31: Chế tạo mô hình xử lý nước thải tại công ty DRET .....	21
Hình 3.32: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 9 - tuần 18 tại Viện Hóa học .....	24



## MỞ ĐẦU

### 1. Sự cần thiết phải triển khai thực hiện đề tài

Xử lý nước thải sinh hoạt nhận được sự quan tâm của các nhà khoa học và các nhà phát triển công nghệ do nhu cầu thực tế cũng như tác động về môi trường của chúng gây ra. Trong những công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt, công nghệ màng vi sinh chuyển động (MBBR) sử dụng các giá thể dạng xốp làm nơi các vi sinh vật bám trú để phát triển đang được chú ý nhờ các đặc điểm nổi bật như: diện tích sử dụng thấp; hệ vi sinh phát triển ổn định, tải trọng xử lý hữu cơ cao; có thể vận hành tự động, mở rộng công suất xử lý một cách dễ dàng. Hiệu suất của công nghệ này phụ thuộc vào cấu trúc, độ xốp của giá thể để làm sao mang được một lượng vi sinh lớn nhất trên cùng một thể tích.

Hiện tại, phần lớn công nghệ MBBR đã lựa chọn sử dụng giá thể dạng bánh xe, gel, dạng cầu ... cho xử lý nước thải sinh hoạt. Tuy vậy, các loại này còn có nhược điểm là diện tích bề mặt thấp ( $< 1500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) dẫn tới tải trọng xử lý các chất ô nhiễm còn thấp. Trong khi đó, giá thể hình đĩa dẹt trên nền nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE) đang được phát triển thể hiện nhiều ưu điểm vượt trội như diện tích bề mặt tiếp xúc lên tới  $5000 \text{ m}^2/\text{m}^3$  giúp nâng cao hiệu suất làm việc của hệ MBBR. Tuy nhiên, giá thành loại này còn cao và chủ yếu nhập khẩu từ nước ngoài (giá bán trong nước từ 40 đến 60 triệu/m<sup>3</sup>), sản xuất trong nước chưa chủ động. Điều này khiến cho việc áp dụng công nghệ MBBR còn hạn chế, chưa được áp dụng nhiều. Do vậy, việc nghiên cứu, chế tạo và làm chủ được công nghệ sản xuất giá thể xốp trong nước thành công, sẽ giảm giá thành xuống, việc áp dụng công nghệ MBBR sẽ trở nên phổ biến hơn.

Trên cơ sở tìm hiểu các nghiên cứu trong nước và quốc tế, cũng như phân tích nhược điểm còn tồn tại để nâng cao hiệu quả xử lý của giá thể xốp PE sinh học, đề tài tập trung nghiên cứu chế tạo giá thể xốp trên nền PE kết hợp với polyetylen oxit (PEO). Trong đó PEO đóng vai trò cải thiện khả năng tương thích sinh học cho nhựa nền PE, nâng cao khả năng bám dính của vi sinh. Tuy nhiên do phân cực giữa PE và PEO khác nhau có thể gây ra phân tách pha trong quá trình chế tạo. Do vậy, chất tương hợp PEGMA được sử dụng để cải thiện khả năng phân tán của PEO và cải thiện sự kết dính giữa các thành phần của vật liệu.

### 2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

- Nghiên cứu giá thể vi sinh từ vật liệu polyetylen (PE) xốp thay thế sản phẩm nhập ngoại, đáp ứng được các điều kiện cho xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp.
- Chế tạo giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE).
- Chất lượng nước sau khi xử lý bằng giá thể PE có cấy vi sinh đáp ứng QCVN 14:2008/BTNMT và tiêu chuẩn QCĐP 01:2019/HY tại tỉnh Hưng Yên.

# CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

## 1.1. Tổng quan tình hình

Trên địa bàn tỉnh Hưng Yên hiện có 07 khu công nghiệp (KCN) đang hoạt động với diện tích quy hoạch là 2.481,45ha, trong đó 03/10 KCN (Phố Nối A, Dệt may phố Nối, Thăng Long II) đã được đầu tư hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường, lắp đặt các trạm quan trắc tự động và gửi dữ liệu về Sở Tài nguyên và Môi trường, 02 KCN (Minh Đức, Yên Mỹ II) đang xây dựng cơ sở hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường, các KCN còn lại đều có kế hoạch triển khai lắp đặt các hệ thống trong thời gian tới. Với 07 KCN đang hoạt động phát sinh lượng nước thải 35.847,6 m<sup>3</sup>/ngày đêm. Hầu hết lượng nước thải công nghiệp này đều đã được xử lý tại KCN trước khi thải ra ngoài môi trường [1-2]. Ngoài các dự án xử lý nước tại các KCN, các dự án xử lý nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh cũng đang được quan tâm và đầu tư. Dự án xử lý nước thải phi tập trung theo công nghệ Johkkasou của Nhật Bản được triển khai tại 2 điểm của Hưng Yên là đô thị Ecopark huyện Văn Giang và Trường Tiểu học xã Đình Dù, huyện Văn Lâm [3]. Công nghệ xử lý Johkkasou của Nhật Bản được đánh giá là tiên tiến hiện nay đã và đang được áp dụng rộng rãi ở quốc gia này. Ưu điểm của công nghệ này là nhỏ gọn, lắp đặt nhanh, sử dụng trên nhiều địa hình khác nhau. Phía Hàn Quốc đầu tư hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt với công suất sử dụng 6.300 m<sup>3</sup>/ngày đêm, sử dụng công nghệ vi sinh kết hợp bùn yếm khí. Một điểm chung của hai dự án trên là công nghệ xử lý đều được thiết kế và phát triển dựa trên công nghệ MBBR. Đó là sử dụng khả năng xử lý vi sinh, bùn sinh học là loại bỏ các chất hữu cơ trong nước. Nguồn nước sau khi xử lý được chuyển sang các bể lắng để loại bỏ cặn, bùn trước khi đưa ra ngoài môi trường.

Ngoài các dự án được đầu tư, tài trợ cho xử lý nước thải sinh hoạt tập trung, tỉnh Hưng Yên hiện nay còn gặp khó khăn trong thu gom xử lý nguồn nước thải phi tập trung từ các hộ dân, các cơ sở sản xuất, kinh doanh, các trang trại nhỏ lẻ, các làng nghề, cụm công nghiệp ... Một số cơ sở làng nghề tiềm ẩn nhiều nguy cơ ô nhiễm hiện nay như: tái chế nhựa tại thôn Minh Khai, thị trấn Như Quỳnh, tái chế kim loại màu ở thôn Đông Mai, xã Chỉ Đạo, huyện Văn Lâm, cơ sở điều trị nghiện ma túy.

*Luận giải về việc đặt ra mục tiêu và những nội dung cần nghiên cứu của đề tài:*

Hiện tại công nghệ xử lý nước MBBR được cho là có hiệu quả, thích hợp, tuy nhiên giá thành cao công nghệ cao chủ yếu là do chi phí sản xuất giá thể sinh học còn lớn do nhập khẩu (giá bán trong nước từ 40 đến 60 triệu/m<sup>3</sup>), sản xuất trong nước chưa chủ động. Điều này khiến cho việc áp dụng công nghệ MBBR còn hạn chế, chưa được áp dụng nhiều. Nếu như việc nghiên cứu, chế tạo và làm chủ được công nghệ sản xuất giá thể biochip trong nước thành công, sẽ giảm giá thành xuống, việc áp dụng công nghệ MBBR sẽ trở nên phổ biến hơn.

Trên cơ sở tìm hiểu các nghiên cứu trong nước và quốc tế, cũng như phân tích nhược điểm còn tồn tại để nâng cao hiệu quả xử lý của giá thể xốp PE sinh học, đề tài sẽ tập trung chế tạo giá thể xốp trên nền HDPE và phụ gia tạo xốp, đồng thời cải thiện độ xốp và khả năng tương thích tốt với vật liệu sinh học phù hợp với điều kiện nghiên cứu trong nước. Đề tài tập trung nghiên cứu chế tạo giá thể xốp trên nền PE kết hợp với polyetylen oxit (PEO). Trong đó PEO đóng vai trò cải thiện khả năng tương thích sinh học cho nhựa nền PE, nâng cao khả năng bám dính của vi sinh. Tuy nhiên do phân cực giữa PE và PEO khác nhau có thể gây ra phân tách pha trong quá trình chế tạo. Do vậy,

chất tương hợp PEGMA được sử dụng để cải thiện khả năng phân tán của PEO và cải thiện sự kết dính giữa các thành phần của vật liệu.

## **1.2. Nội dung của đề tài**

Nội dung 1: Nghiên cứu chế tạo, khảo sát ảnh hưởng của điều kiện công nghệ và tỷ lệ thành phần đến xốp PE/PEO quy mô phòng thí nghiệm

Nội dung 2: Nghiên cứu đặc trưng, tính chất, hình thái cấu trúc, tỷ trọng của xốp PE chế tạo được

Nội dung 3: Tính toán, thiết kế, lắp đặt và vận hành mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR qui mô phòng thí nghiệm sử dụng giá thể xốp PE của đề tài

Nội dung 4: Thử nghiệm đánh giá khả năng xử lý nước thải sinh hoạt qui mô phòng thí nghiệm của giá thể xốp PE của đề tài (các chỉ tiêu chính như: pH, BOD5, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> theo tiêu chuẩn của tỉnh Hưng Yên).

Nội dung 5: Nghiên cứu chế thử giá thể xốp PE quy mô pilot

Nội dung 6: Xây dựng, lắp đặt, vận hành thử nghiệm hệ thống xử lý nước thải tại Công ty cổ phần phát triển công nghệ tài nguyên môi trường (DRET), Hưng Yên.

Nội dung 7: Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải của mô hình tại thực địa

Nội dung 8: Viết báo cáo tiến độ, báo cáo định kỳ, báo cáo sơ kết kết quả thực hiện năm thứ nhất, báo cáo khoa học tổng kết nhiệm vụ, hoàn thiện hồ sơ nghiệm thu nhiệm vụ cấp tỉnh nộp cho cơ quan quản lý nhiệm vụ.

## **CHƯƠNG 2: CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, KỸ THUẬT SỬ DỤNG**

### **2.1. Cách tiếp cận**

Xuất phát từ thực trạng xử lý nước trên địa bàn tỉnh: theo thông kê chưa đầy đủ, ở tỉnh Hưng Yên có khoảng 35.847,6 m<sup>3</sup>/ngày đêm nước thải từ 07 khu công nghiệp đã được xử lý. Bên cạnh trong tỉnh còn có 33 cụm công nghiệp, 54 làng nghề (bao gồm 17.062 cơ sở), các khu đô thị, dân cư. Theo đánh giá của sở Tài nguyên môi trường, hầu hết các nước thải sinh hoạt phát sinh từ các khu vực này đều chưa được thu gom, xử lý đạt quy chuẩn kỹ thuật môi trường. Đây là thực trạng chung và là nhu cầu cấp thiết để xử lý nguồn nước thải sinh hoạt hiện nay.

Xuất phát từ các nghiên cứu khoa học: Hiện nay, trong nước mới chỉ chế tạo được các giá thể đơn giản dạng ống, dạng cầu.... Tuy nhiên, việc nghiên cứu chế tạo giá thể vi sinh dạng xốp ở trong nước còn chưa được nghiên cứu đề cập nghiên cứu. Do vậy, việc nghiên cứu chế tạo và thay thế giá thể vi sinh PE xốp nhập khẩu bằng sản phẩm trong nước là vấn đề khả thi có tính khoa học và xuất phát từ nhu cầu thực tế có thể áp dụng tại các cơ sở xử lý nước thải công nghiệp và sinh hoạt tại địa bàn tỉnh Hưng Yên. Trên cơ sở sử dụng thiết bị đùn kết hợp với phụ gia tạo nở hoàn toàn có thể chế tạo giá thể xốp theo công nghệ trong nước.

### **2.2. Kỹ thuật sử dụng**

Chế tạo vật liệu xốp trên cơ sở nền PE và PEO có mặt PEGMA theo phương pháp đùn:

- Phương pháp chế tạo vật liệu xốp trên cơ sở nền PE và PEO có mặt PEGMA:
- + Trộn hợp PE/PEO/PEGMA có mặt phụ gia tạo xốp trên máy đùn có 1 trục (Haake Intermixer) ở trạng thái nóng chảy.
- + Đùn – tạo hạt PE có mặt phụ gia tạo xốp trên máy đùn một trục vít xoắn bố trí liên hợp với máy cắt hạt. Nhiệt độ gia công các khoang nhỏ hơn 175 °C
- Phương pháp chế thử sản phẩm:
- + Chế thử sản phẩm xốp được thực hiện trên thiết bị đùn bán công nghiệp có kết hợp hạt hạt PE có mặt phụ gia tạo xốp và PE nguyên sinh để cải thiện khả năng phân tán của sản phẩm.

#### **Kỹ thuật sử dụng**

- Kỹ thuật phân tán của polyetylen oxit (PEO) trên nền nhựa polyetylen bằng cách sử dụng chất tương hợp polyetylen ghép anhydrite maleic (PEGMA).
- Sử dụng PEO để cải thiện hiệu quả tương thích, bám dính của giá thể xốp PE với vi sinh.

### **2.3. Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu**

#### **2.3.1. Nguyên vật liệu hóa chất**

##### **2.3.1.1. Nguyên liệu hóa chất cho chế tạo giá thể**

Nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE) (khối lượng riêng  $0,945 \text{ g/cm}^3$ , nhiệt độ nóng chảy  $131^\circ\text{C}$ ) có chỉ số chảy 1; 5; 10 và 20 g/10 phút tại  $190^\circ\text{C}$  được mua từ Công ty hóa chất LG, Hàn Quốc.

Chất tạo nở azodicarbonamide (AC) dạng bột màu vàng, bao gồm: AC 3000F và AC7000F, được cung cấp bởi hãng Kum Yang, Hàn Quốc. AC7000F có thể tích khí giải phóng đạt 65 ml/g khi nhiệt độ dưới  $200^\circ\text{C}$ , khi nâng nhiệt độ lên  $210^\circ\text{C}$  thể tích khí giải phóng tăng và đạt đến 278 ml/g. AC3000F (đã được xử lý bề mặt) có khoảng nhiệt độ phân hủy từ  $120^\circ\text{C} - 190^\circ\text{C}$ , thể tích khí giải phóng từ 160 – 180 ml/g.

Sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) có tên thương mại Bicar Z (Thái Lan), độ tinh khiết  $> 98\%$ .

Chất chống xẹp Hari 95 có thành phần chính là mono- và di-glycerides từ các axit béo được nhập khẩu từ hãng Rikevita (M) SDN BDH, Malaysia. Hari 95 dạng có khối lượng riêng  $0,897 \text{ g/cm}^3$  và điểm chảy trong khoảng từ  $60 - 68^\circ\text{C}$ .

Polyetylen oxit (PEO) độ tinh khiết  $\geq 99\%$ ; Mv: 600000; nhiệt độ chuyển pha  $65^\circ\text{C}$ ; độ nhớt 4500-8800 cP, tan 5% trong nước tại  $23^\circ\text{C}$ .

Axit stearic (Trung Quốc) có độ tinh khiết 99,8 %, khối lượng phân tử 284,48 đvC, khối lượng riêng  $0,85 \text{ g/cm}^3$ , điểm nóng chảy  $69,6^\circ\text{C}$  nhiệt độ sôi  $383^\circ\text{C}$ .

Bột đá (Việt Nam) có hàm lượng  $\text{CaCO}_3 \geq 95\%$ , độ trắng  $> 95\%$ , kích thước hạt từ 0,1 - 5 micromet, khối lượng riêng  $2,7 \text{ g/cm}^3$ .

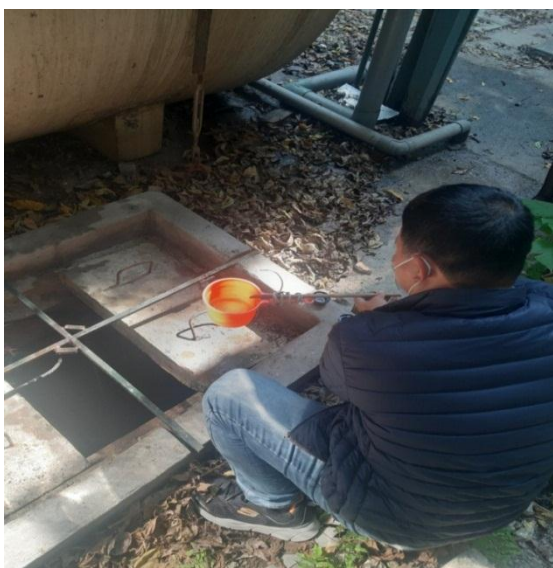
Polyetylen ghép maleic anhydrit (PEgMA, Trung Quốc) có hàm lượng maleic anhydrit là 0,5 %kl, nhiệt độ nóng chảy là  $107^\circ\text{C}$ , khối lượng riêng là  $0,92 \text{ g/cm}^3$  được.

Phụ gia bôi trơn PE wax (Trung Quốc), dạng vảy, tỉ trọng  $0,7-0,9 \text{ g/cm}^3$ ; nhiệt độ nóng chảy  $60-130^\circ\text{C}$ .

Chất ổn định nhiệt (Trung Quốc) loại Irganox 1010, tinh khiết  $\geq 99\%$ , bột màu trắng, nhiệt độ nóng chảy:  $110-125^\circ\text{C}$ , tỉ khối 1,15 g/ml.

### **2.3.1.2. Hóa chất cho xử lý nước thải sinh hoạt**

Mẫu thử nghiệm được lấy tại hố gom nước thải của Bệnh viện Mắt Hưng Yên vào chai thủy tinh và được bảo quản trong điều kiện lạnh bằng tủ đá trước khi phân tích như trong hình 2.1.



Hình 2.1: Lấy mẫu nước thải sinh hoạt tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên.

Chủng vi sinh gốc Ammonia Microbe-Lift N1 có mật độ vi sinh:  $1 - 10 \times 10^8$  vi sinh/ml được sản xuất bởi hãng Ecological Laboratories Inc., USA. Microbe-Lift N1 bao gồm hỗn hợp 2 chủng vi sinh vật là Nitrosomonas sp (cho chuyển hóa ammonia thành nitrit) và nitrobacter sp (cho chuyển hóa nitrit thành nitrat).

### 2.3.2. Thục nghiệm

#### 2.3.2.1. Chế tạo giá thể HDPE dạng xốp với tỉ lệ chất tạo nở khác nhau.

Hỗn hợp bao gồm nhựa HDPE, chất tạo nở và phụ gia chống xẹp có thành phần như thông kê trong bảng 2.1 được phối trộn cơ học trước khi cho vào trong máy đùn 1 trục vít PolyHaake. Điều kiện gia công như sau: tốc độ trục quay là 50 vòng/phút, nhiệt độ tại các khoang trộn là  $140^\circ\text{C}$ ,  $150^\circ\text{C}$  và  $160^\circ\text{C}$ . Hỗn hợp nóng chảy đi qua khuôn tạo xốp có đường kính 30 mm với nhiệt độ khuôn là  $170^\circ\text{C}$ . Sau khi được đùn ra, mẫu được làm nguội và cắt thành đĩa xốp dẹt với độ dày  $1 \pm 0,01$  mm.

Bảng 2.1: Thành phần nguyên liệu chế tạo giá thể PE xốp

Kí hiệu mẫu	Tỉ lệ thành phần (%kl)		
	Hỗn hợp HDPE	AC	Hari95
AC1	98	1	1
AC2	97	2	1
AC3	96	3	1
AC5	94	5	1

#### 2.3.2.2. Chế tạo giá thể HDPE dạng xốp với tỉ lệ PEGMA/PEO khác nhau.

Ban đầu, hỗn hợp gồm nhựa nền HDPE, chất tạo nở AC300 F, Hari 95 (theo các tỉ lệ thành phần đã được khảo sát ở trên), PEGMA, PEO được trộn đều với nhau. Trong đó, hỗn hợp PEGMA: PEO theo tỉ lệ 1:1, hàm lượng PEO thay đổi từ 1, 3, 5, và 7 %kl so với nhựa nền HDPE. Điều kiện gia công tương tự như trên. Mẫu PEG0 là mẫu đối chứng có thành phần tương tự như mẫu AC2 và bổ sung thêm 0,3%kl PEGMA. Hình 2.2 và hình 2.3 mô tả quá trình đùn và tạo xốp trên nền nhựa PE.



Hình 2.2: Máy đùn và khuôn đùn tạo xốp PE.



Hình 2.3: Sản phẩm sau khi ra khỏi khuôn đùn và sau khi được cắt.

Bảng 2.2: Thành phần hàm lượng phụ gia được sử dụng

STT	Nguyên liệu	Phần trăm khối lượng (%kl)				
		PE0	PEG1	PEG3	PEG5	PEG7
1	Nhựa HDPE	89,2	88,2	86,2	84,2	83,2
2	Polyetylenoxit	0	1	3	5	7
3	PEgMA	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4	Chất tạo nở AC3000 F	2	2	2	2	2
5	Phụ gia bôi trơn wax	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
6	Chất ổn định nhiệt	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7	Chống xẹp Hari95	1	1	1	1	1
8	Axit stearic	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
9	Bột đá	5	5	5	5	5

**2.3.2.3. Nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR có sử dụng giá thể HDPE/PEO/phụ gia tạo xốp.**

### a. Nuôi cấy vi sinh trên giá thể

Vi sinh được nuôi cấy lên trên các mẫu giá thể trong bể kính có sục khí, sử dụng nguồn nước thải pha để tạo môi trường ô nhiễm tương tự như nước thải sinh hoạt (ô nhiễm  $\text{NH}_4^+$  ~ 50 mgN/l,  $\text{BOD}_5$  ~ 200 mg/l) có thành phần như sau:

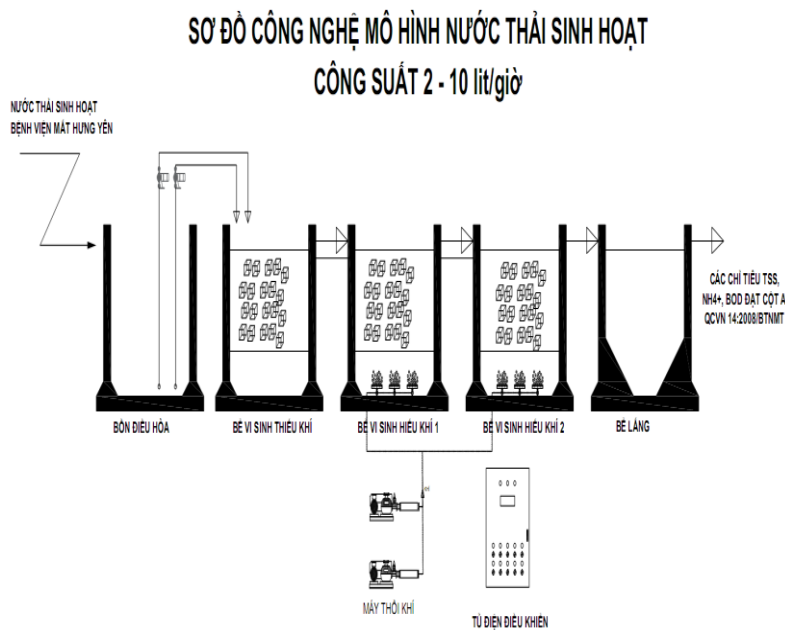
- + Thể tích cần pha 200 lít
- + Hàm lượng hóa chất sau khi pha  $\text{Co} = 50 \text{ mg/l}$  ( $\text{NH}_4^+$  tính theo N)
- + Hàm lượng  $\text{BOD}_5 = 200 \text{ mg/l}$ .



Hình 2.4: Bể nuôi cấy và đánh giá khả năng bám dính vi sinh.

Các mẫu giá thể sau khi được nuôi cấy trong thời gian 30 ngày sẽ được đánh giá khả năng bám dính vi sinh lên trên bề mặt.

### b. Vận hành mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR quy mô phòng thí nghiệm sử dụng giá thể xốp PE với công suất xử lý 2 -10 lít/giờ



Hình 2.5: Sơ đồ công nghệ mô hình xử lý nước thải sinh hoạt công suất 2-10 lít/giờ.

Các chỉ số đặc trưng cho nước thải sinh hoạt bao gồm: pH,  $\text{BOD}_5$ , TSS,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  và  $\text{PO}_4^{3-}$  sẽ được phân tích theo thời gian, bởi quá trình xử lý vi sinh bằng giá thể xốp PE theo công nghệ MBBR. Sơ đồ công nghệ mô hình xử lý nước thải sinh hoạt có công suất từ 2 – 10 lít/giờ được trình bày như hình 2.5.



Ban đầu, cấp 200 lít nước thải sinh hoạt lấy từ Bệnh viện mắt Hưng Yên vào bể điều hòa. Tiếp theo, bổ sung 6 lít giá thể vào mỗi bể thiếu khí và hiếu khí. Sau đó bổ sung hàm lượng vi sinh vào bể chứa giá thể theo thời gian.

- + Ngày 1 và 2 sử dụng từ 40 – 80 ml/m<sup>3</sup> (chọn: 60 ml/m<sup>3</sup>)
- + Ngày 3 đến 7 sử dụng từ 10 – 20 ml/m<sup>3</sup> (chọn: 15 ml/m<sup>3</sup>)
- + Ngày 8 đến 30 sử dụng từ 2 – 5 ml/m<sup>3</sup> (chọn: 4 ml/m<sup>3</sup>)

Lượng vi sinh nuôi cấy cho mô hình thí nghiệm.



Hình 2.6: Mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR công suất 2 – 10 lít/giờ  
a. Vận hành mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR với công suất 50 lít/giờ (tương đương 1m<sup>3</sup>/ngày đêm) tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên sử dụng giá thể xốp PE.

Mô hình được xử lý nước thải sinh hoạt được đặt tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên sử dụng giá thể vi sinh dạng xốp PE. Nguồn nước đầu vào của mô hình được lấy từ hố gom (sau khi tách mỡ, tự hoại) của bệnh viện Mắt Hưng Yên → Mô hình không cần quá trình xử lý tách mỡ). Nước sau xử lý được hồi lại bể biểu hòa của hệ thống xử lý nước thải của Bệnh viện. Công suất của mô hình là  $Q = 1 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm}$  (tương đương lưu lượng: 50 lít/giờ). Nước qua bể thiếu khí với thời gian lưu là 4 giờ, trong bể hiếu khí là 7 giờ. Sau đó qua bể lọc và chảy quay lại bể điều hòa của Bệnh viện. Mô hình được đặt chế độ vận hành tự động theo phao báo mức với lưu lượng tối đa: 50 lít/giờ (tương đương với 1m<sup>3</sup>/ngày đêm), sử dụng 02 chiếc máy sục khí luân phiên theo thời gian đặt của tủ điều khiển.



Hình 2.7: Mô hình xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR công suất 50 lít/giờ (tương đương 1m<sup>3</sup>/ngày đêm) tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên

### 2.3.3. Các phương pháp nghiên cứu

2.3.3.1. Xác định tính chất lưu biến nóng chảy của vật liệu

2.3.3.2. Các tính chất độ bền kéo

2.3.3.3. Xác định khối lượng riêng và độ xốp

2.3.3.4. Phương pháp phân tích phổ hồng ngoại

2.3.3.5. Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA)

2.3.3.6. Phương pháp phân tích kính hiển vi điện tử quét (SEM)

2.3.3.7. Xác định diện tích bề mặt riêng

2.3.3.8. Xác định sự thay đổi khối lượng của giá thể trong môi trường pH khác nhau.

2.3.3.9. Góc tiếp xúc

2.3.3.10. Xác định khả năng bám dính vi sinh.

2.3.3.11. Phương pháp xác định mật độ phân bố lỗ xốp

2.3.3.12. Phân tích chất lượng nước thải sau xử lý

Nước thải sinh hoạt được phân tích theo các tiêu chuẩn TCVN 6492:1999 (xác định pH), TCVN 6001:1995 (phân tích nhu cầu sinh hóa oxy BOD), TCVN 6625-2000 (tổng chất rắn lơ lửng TSS), TCVN 5988:1995 (hàm lượng amoni), TCVN 6180-1996 (Hàm lượng nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )). Nước thải sau xử lý phải đáp ứng QC ĐP 01:2019/HY.

Bảng 2.3: Bảng quy chuẩn nước thải sinh hoạt đầu ra theo QCVN 14:2008/BTNMT và QC ĐP 01:2019/HY

TT	Thông số	Đơn vị	QCVN 14:2008/BTNMT	QC ĐP 01:2019/HY
			T	Với $K=1$ và $K_{hy}=0,95$
1.	pH	-	5 - 9	5- 9
2.	BOD <sub>5</sub> (20 °C)	mg/l	30	28,5
3.	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	50	47,5
4.	Tổng chất rắn hòa tan	mg/l	500	475
5.	Sulfua (tính theo H <sub>2</sub> S)	mg/l	1	0,95
6.	Amoni (tính theo N)	mg/l	5	4,75
7.	Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )(tính theo N)	mg/l	30	28,5
8.	Dầu mỡ động, thực vật	mg/l	10	9,5
9.	Tổng các chất hoạt động bề mặt	mg/l	5	4,75
10.	Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (tính theo P)	mg/l	6	5,7
11.	Tổng Coliforms	MPN/100 ml	3000	3000

## |CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ thành phần đến đặc trưng tính chất của giá thể.

#### 3.1.1. Ảnh hưởng của chỉ số chảy (MF) của nhựa tới các đặc trưng xốp PE

*Bảng 3.1: Các đặc trưng của xốp PE khi thay đổi giá trị MFI của nhựa PE*

Tên mẫu	Tỉ trọng (g/cm <sup>3</sup> )	Độ xốp (%)
MF 1	0,65	32,27
MF 5	0,50	48,94
MF 10	0,51	47,91
MF 20	0,57	40,93

Bảng 3.1 trình bày các đặc trưng của xốp PE bao gồm tỉ trọng, độ xốp và khả năng co ngót của mẫu theo khuôn. Từ kết quả thu được cho thấy, tỉ trọng giảm dần từ 0,65 g/cm<sup>3</sup> xuống còn 0,57 g/cm<sup>3</sup> sử dụng có nhựa có chỉ số chảy tăng dần. Ngược lại, độ xốp của mẫu lại tăng từ 32,27% lên 48 % khi mẫu có chỉ số chảy tăng dần. Điều này có thể thấy, chỉ số chảy ảnh hưởng rõ đến sự thay đổi đặc trưng của xốp. Chỉ số chảy càng cao thì tạo thành các lỗ xốp càng dễ dàng hơn, do độ nhớt của vật liệu giảm, Tuy nhiên, nếu nhựa có chỉ số chảy cao, khả năng định hình theo khuôn giảm dần, mẫu khó giữ được cấu trúc theo khuôn và có xu hướng bị xẹp và nhăn.



Kích thước lỗ xốp (mm)	Mật độ phân bố
< 0,25	20
0,25-0,5	56
0,5-1,0	21
1,0-2,0	16
2,0-3,0	5
> 3,0	2

*Hình 3.1: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=1.*



Kích thước lỗ xốp (mm)	Mật độ phân bố
< 0,25	11
0,25-0,5	58
0,5-1,0	21
1,0-2,0	8
2,0-3,0	1
> 3,0	1

*Hình 3.2: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=5.*



Hình 3.3: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=10.

Kích thước lỗ xốp (mm)	Mật độ phân bố
< 0,25	8
0,25-0,5	20
0,5-1,0	17
1,0-2,0	32
2,0-3,0	6
> 3,0	4



Hình 3.4: Cấu trúc xốp của mẫu sử dụng nhựa MFI=20.

Kích thước lỗ xốp (mm)	Mật độ phân bố
< 0,25	3
0,25-0,5	6
0,5-1,0	11
1,0-2,0	30
2,0-3,0	36
> 3,0	14

### 3.1.2. Lựa chọn phụ gia tạo xốp thích hợp làm giá thể PE xốp.

Bảng 3.2: Ảnh hưởng của phụ gia tạo xốp tới tỉ trọng, độ xốp và co ngót khuôn của mẫu.

Tên mẫu	Tỉ trọng (g/cm <sup>3</sup> )	Độ xốp (%)
PE - SB	0,78	37,762
PE – AC3000F	0,50	48,94
PE – AC7000F	0,51	44,94

Bảng 3.3: Mật độ phân bố kích thước lỗ xốp của các mẫu PE – AC3000F, PE – AC7000 và PE - SB

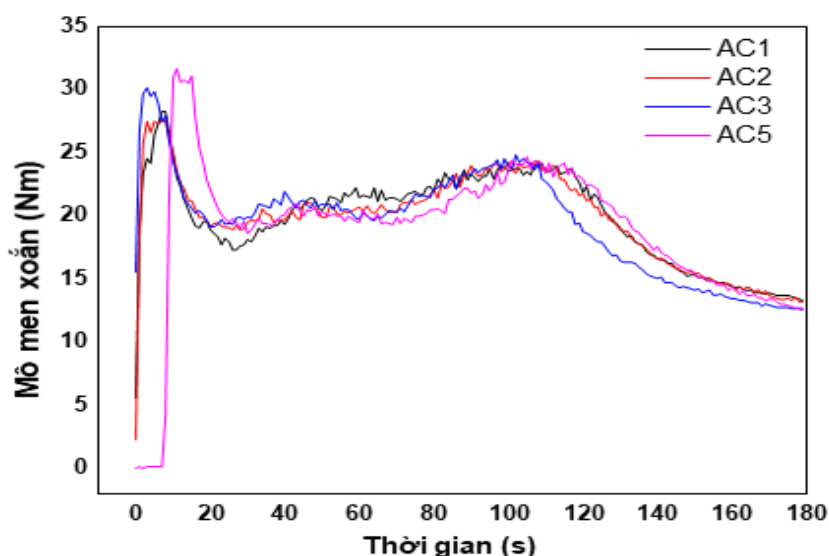
Kích thước lỗ xốp (mm)	Mật độ phân bố		
	PE-AC3000F	PE-AC7000F	PE - SB
< 0,25	11	3	42
0,25-0,5	58	9	20
0,5-1,0	21	8	4
1,0-2,0	8	31	14
2,0-3,0	1	37	16
> 3,0	1	12	4

Từ Bảng 3.3 cho thấy, mẫu PE-AC3000F có mật độ phân bố kích thước chủ yếu nằm trong khoảng từ 0,25-1 mm. Trong khi mẫu PE-AC7000F có xu hướng dịch chuyển đến kích thước lớn hơn 1mm. Các mẫu PE – SB có kích thước lỗ khá nhỏ nhưng độ xốp thấp. Từ các kết quả thu được, phụ gia tạo xốp AC 3000F được lựa chọn làm phụ gia chế tạo giá thể xốp PE.

### 3.1.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ chất tạo xốp đến đặc trưng vật liệu PE xốp.

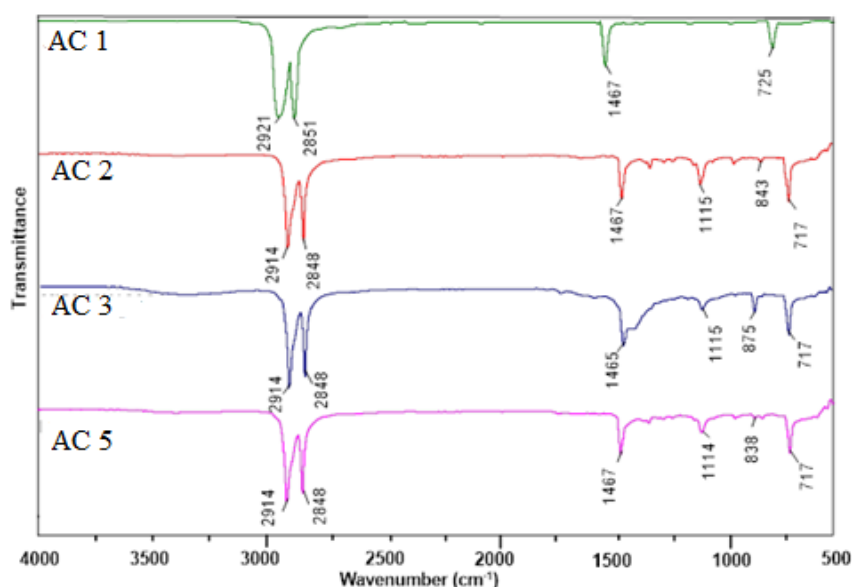
#### 3.1.3.1. Đặc trưng mô men nóng chảy.

Giá trị mô men xoắn trên thiết bị trộn Haake được xác định theo thời gian trộn, nó đặc trưng cho độ nhớt, và ma sát trộn nội của “dòng chảy” vật liệu trong buồng trộn [27]. Hình 3.6 ghi lại sự thay đổi mô men xoắn ở trạng thái nóng chảy của các mẫu HDPE với hàm lượng AC3000F khác nhau. Ở đây, hàm lượng của phụ gia tạo xốp có ảnh hưởng không đáng kể đến mô men xoắn cực đại của vật liệu do hàm lượng thể tích mẫu đưa vào chỉ chiếm 75 % thể tích buồng trộn do vậy, lượng khí sinh ra một phần thoát ra buồng trộn, làm giảm ảnh hưởng của hàm lượng AC. Trong phần này, thời gian trộn trong máy đùn cần duy trì trong nhỏ hơn 100 giây trước khi ra đến khuôn định hình để thu được mẫu có độ xốp cao.



Hình 3.5: Mô men xoắn ở trạng thái nóng chảy của AC1, AC2, AC3 và AC5.

#### 3.1.3.2. Phổ FT-IR.



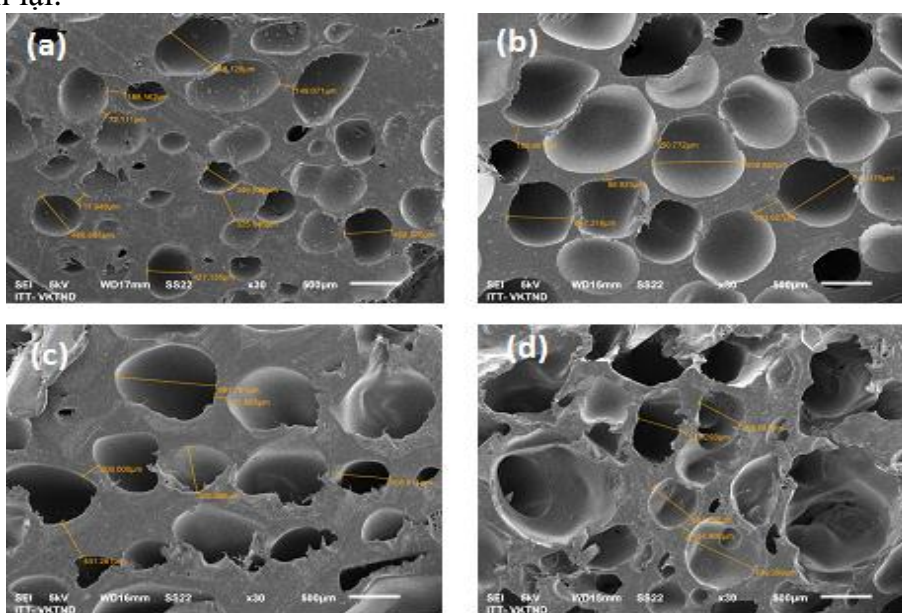
Hình 3.6: Phổ IR của các mẫu sử dụng hàm lượng phụ gia tạo xốp khác nhau

Phổ FT-IR của các mẫu AC1, AC2, AC3 và AC5 với hàm lượng phụ gia tạo xốp thay đổi được ghi lại trên Hình 3.6. Như vậy, trên phổ FT-IR của mẫu AC1 không thấy phụ gia tạo xốp còn dư. Trên phổ IR của các mẫu AC2, AC3 và AC5 xuất hiện một số pic

trong vùng từ  $1113\text{ cm}^{-1}$  đến  $879\text{ cm}^{-1}$  gắn với liên kết C-N và N-H có trong nhóm chức của chất tạo nở AC [28- 29]. Điều này chứng tỏ khi chất tạo nở  $\geq 2\%kl$  sẽ còn dư lại trong các mẫu giá thể.

### 3.1.3.3. Hình thái cấu trúc

Hình 3.7 là ảnh SEM chụp mặt cắt các mẫu giá thể sử dụng các tỉ lệ thành phần phụ gia tạo xốp khác nhau. Kết quả cho thấy, mật độ các lỗ xốp tăng, độ dày giữa các vách ngăn lỗ xốp giảm khi so sánh với các mẫu có hàm lượng AC thấp hơn. Từ kết quả SEM nhận được có thể khẳng định mẫu AC2 có cấu trúc xốp đồng đều và ổn định hơn các mẫu còn lại.



Hình 3.7: Ảnh SEM chụp mặt cắt mẫu xốp: (a) AC1; (b) AC2; (c) AC3; (d) AC5

### 3.1.3.4. Đặc trưng độ bền kéo.

Bảng 3.4: Độ bền cơ học của các mẫu xốp sử dụng hàm lượng AC khác nhau

Tên mẫu	Mô đun đàn hồi (kPa)	Độ dẫn dài khi đứt (%)	Độ kéo đứt lớn nhất (kPa)
AC1	46687,90	30,46	3556,05
AC2	45031,39	28,17	2883,80
AC3	13518,55	12,45	1137,53
AC5	11323,83	10,09	1001,37

Bảng 3.4 thể hiện các đặc trưng độ bền kéo của các mẫu giá thể với tỉ lệ thành phần AC thay đổi từ 1%kl đến 5%kl. Từ Bảng 3.4 cho thấy, độ bền kéo của các mẫu HDPE/phụ gia tạo xốp giảm dần khi tăng tỉ lệ thành phần AC từ 1%kl lên đến 2%kl. Khi vượt qua tỉ lệ 2%kl AC, mô đun đàn hồi và độ dẫn dài khi đứt của các mẫu AC3 và AC5 giảm mạnh do mật độ lỗ xốp tăng và độ dày vách của các lỗ xốp giảm. Điều này cho thấy sự tương đồng với cấu trúc thu được của các mẫu HDPE/phụ gia tạo xốp từ ảnh SEM.

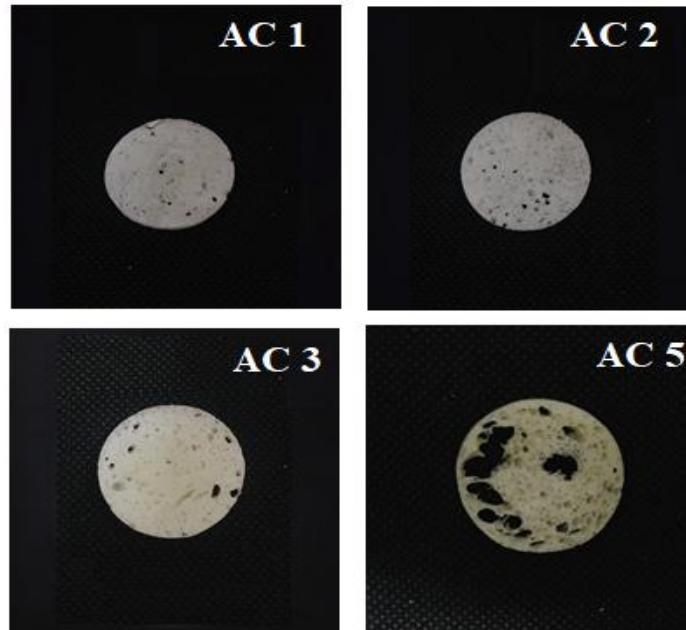
### 3.1.3.5. Độ xốp và khối lượng riêng.

Bảng 3.5 thể hiện kết quả khối lượng riêng và độ xốp của giá thể chế tạo với các hàm lượng phụ gia tạo xốp khác nhau. Khi hàm lượng AC3000F tăng dần từ 1 đến 5%kl, khối lượng riêng giảm trong khi độ xốp của giá thể tăng dần. Trong thương mại, tỉ trọng của các giá thể thường được giữ trong khoảng từ  $0,60\text{ g/cm}^3$  đến  $0,90\text{ g/cm}^3$  để đảm bảo

khả năng di chuyển, đảo trộn trong nước, giúp cải thiện khả năng chuyển động cũng như đảm bảo độ xốp cho vi sinh sinh trưởng trên bề mặt mẫu HDPE/phụ gia tạo xốp.

*Bảng 3.5: Khối lượng riêng và độ xốp của xốp HDPE ở các tỉ lệ hàm lượng phụ gia khác nhau*

Tên mẫu	Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )	Độ xốp (%)
AC1	0,72	23,29
AC2	0,65	30,21
AC3	0,50	46,17
AC5	0,30	67,87

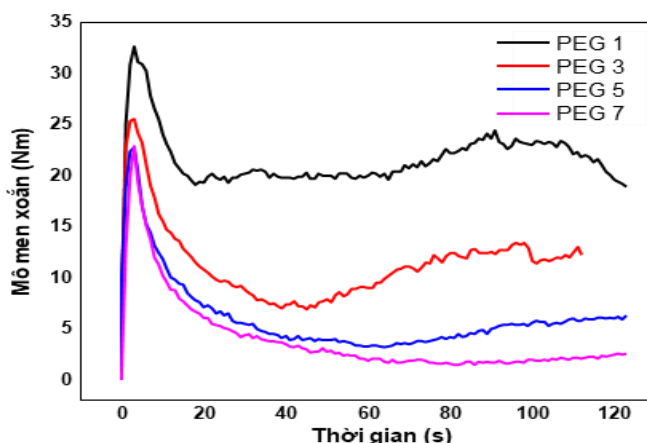


*Hình 3.8: Các mẫu biochip được chế tạo với các hàm lượng phụ gia chất tạo nở khác nhau*

Với các kết quả đạt được, tỉ lệ 2%kl AC3000F là thích hợp để chế tạo giá thể vi sinh dạng đĩa dẹt ốp PE bằng công nghệ MBBR nhờ độ bền cơ học tốt, độ xốp tương đối cao và khối lượng riêng nằm trong khoảng 0,6 – 0,9 g/cm<sup>3</sup>. Do vậy, mẫu AC2 được lựa chọn cho các nghiên cứu sâu hơn.

### **3.2. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng PEO đến tính chất, cấu trúc của xốp PE tạo thành.**

### 3.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng PEO ghép đến momen xoắn khi chế tạo mẫu xốp



Hình 3.9: Giảm dần mô men xoắn nóng chảy của các mẫu PE xốp sử dụng hàm lượng PEO khác nhau

Nghiên cứu này để đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng PEO đưa vào (tỉ lệ 1, 3, 5 và 7 %kl) đến khả năng nóng chảy và tạo xốp của nhựa nền PE.

Trên hình 3.9 cho thấy, các giảm dần mô men xoắn quan sát của các mẫu khi thay đổi tỉ lệ PEO. Sự có mặt của PEO giúp cho gia công hỗn hợp HDPE/phụ gia tạo nở trở nên dễ dàng hơn và nhờ đó năng lượng trộn được giảm và giảm sự hao mòn trục.

Bảng 3.6: Đặc trưng nóng chảy của các mẫu xốp PE tại các hàm lượng PEO khác nhau tại thời gian 100 giây phối trộn.

Kí hiệu mẫu	Momen xoắn (N,m)	Năng lượng (kJ)
PEG 1	22,7	12,94
PEG 3	13,4	7,99
PEG 5	6,1	5,36
PEG 7	2,3	3,54

Từ bảng 3.6 cho thấy thời gian phản ứng tạo xốp của mẫu PE tăng dần, trong khi mô men xoắn và năng lượng trộn giảm dần theo hàm lượng PEO đưa vào.

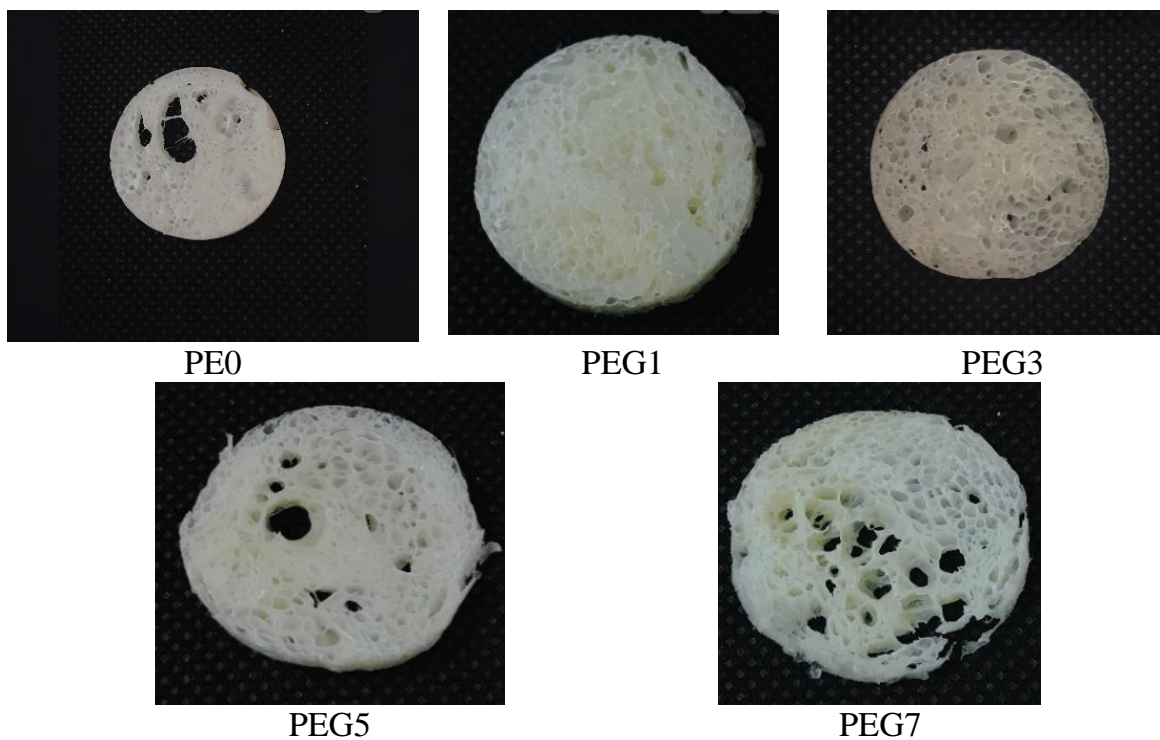
### 3.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia PEO tới tỷ trọng và độ xốp của vật liệu

Tỷ trọng và độ xốp của các mẫu xốp PE có mặt PEO được tóm tắt trên bảng 3.4. PEO gây ra giảm khối lượng riêng của giá thể từ  $0,65\text{g/cm}^3$  xuống còn  $0,43\text{g/cm}^3$  khi thêm 7 %kl PEO. Trong khi độ xốp tăng từ 30,21% lên 64,11 % khi hàm lượng PEO tăng.

Bảng 3.7: Khối lượng riêng và độ xốp của mẫu PE sử dụng các hàm lượng PEO khác

Tên mẫu	Khối lượng riêng ( $\text{g/cm}^3$ )	Độ xốp (%)
PEG0	0,64	31,42
PEG1	0,63	35,12
PEG3	0,61	40,48
PEG5	0,55	45,52
PEG7	0,43	64,11





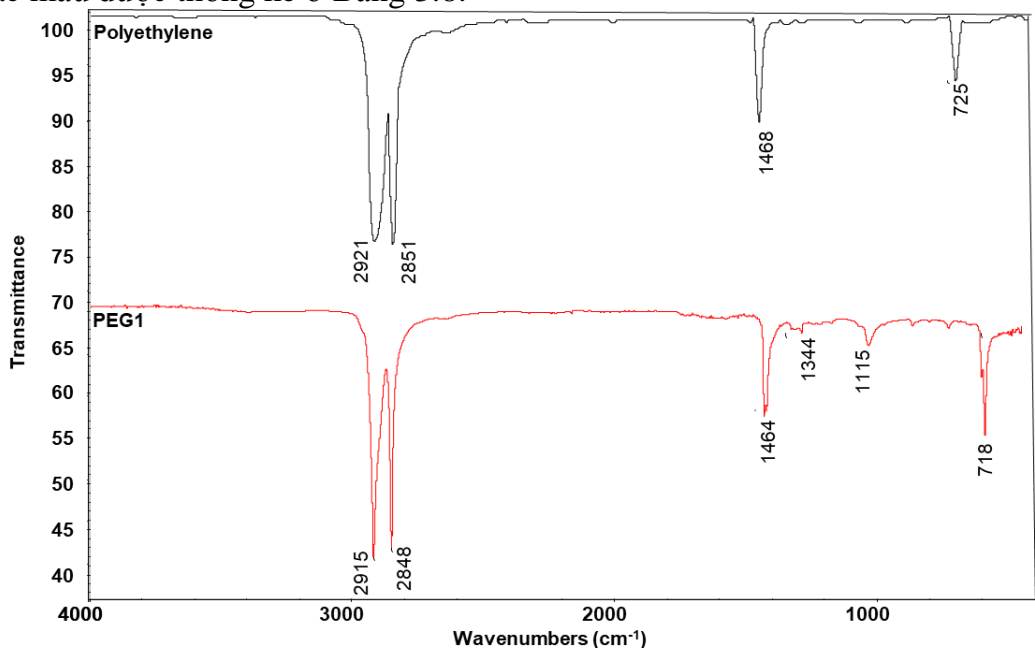
Hình 3.10: Ảnh bề mặt cắt của các mẫu xốp PE tại các tỉ lệ PEO khác nhau

Sự mặt của PEO có thể ảnh hưởng đến tạo bọt khí trên nền HDPE do PEO có độ chảy mềm thấp khó giữ được cấu trúc xốp tạo thành. Cấu trúc tạo thành có xu hướng kết tụ các bọt khí nhỏ để tạo thành lên các lỗ lớn hơn hoặc bọt khí bị vỡ như Hình 3.10.

Khi tỉ lệ PEO vượt qua 3 %kl, hình thái cấu trúc các lỗ xốp có sự thay đổi khá rõ ràng, lỗ xốp với kích thước khác nhau làm lỗ xốp kém đồng đều hơn. Các lỗ xốp lớn xuất hiện làm cấu trúc bị suy yếu, ảnh hưởng tới độ bền của xốp.

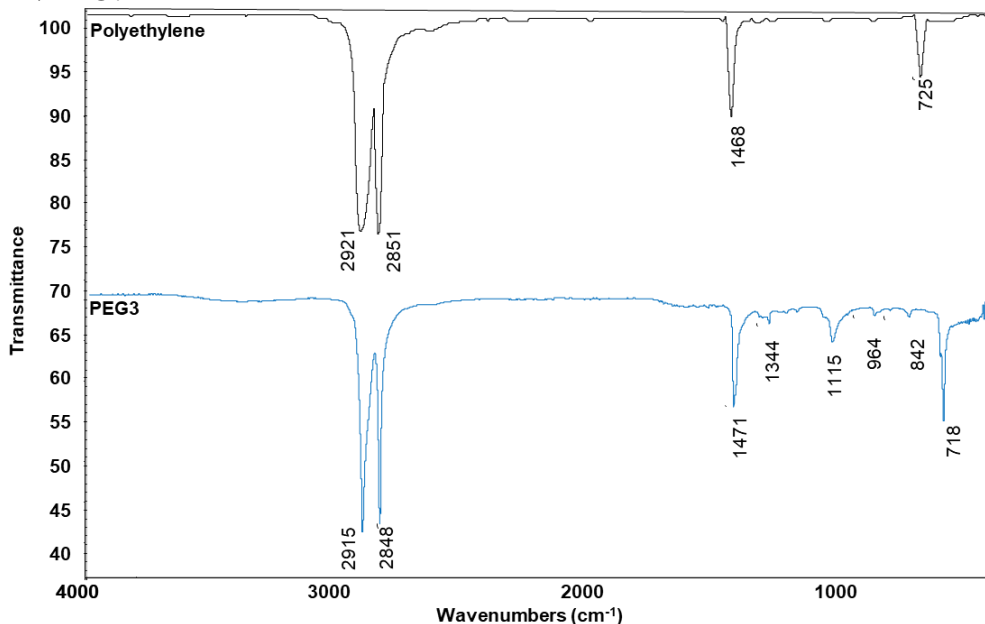
### 3.2.3. Phân tích phổ hồng ngoại FT-IR của vật liệu

Phổ FT-IR của các mẫu xốp PE/PEO/phụ gia tạo xốp với các hàm lượng thành phần khác nhau được thể hiện trong Hình 3.11-3.14. Các dao động của các nhóm chức trong các mẫu được thống kê ở Bảng 3.8.



Hình 3.11: Phổ FT-IR của mẫu xốp PEG0 và PEG1

Từ phổ FT-IR của các mẫu xốp PE/PEO trên các hình 3.11-3.12 và được tóm tắt trong Bảng 3.8, cũng thấy các dao động biến dạng và dao động ngoài mặt phẳng của liên kết  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  có sự dịch chuyển nhẹ so tương ứng trên phổ FT-IR của mẫu HDPE. Điều này có thể giải thích bởi PEGMA đã thúc đẩy sự phân tán của PEO vào trong nền HDPE, các chất này đã tương hợp với nền PE, làm cho vị trí các pic dao động dịch chuyển. Rõ ràng, PEGMA cải thiện sự tương tác giữa các thành phần trong mẫu xốp PE/PEGMA/PEO.



Hình 3.12: Phổ FT-IR của mẫu xốp PEG0 và PEG3

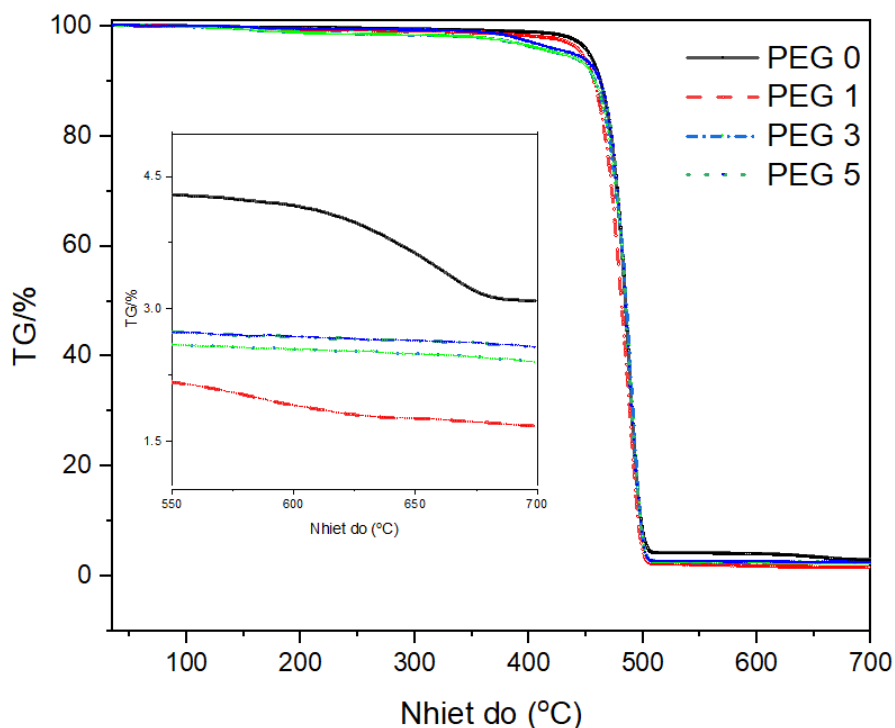
Bảng 3.8: Một số dao động của các nhóm chức trong các mẫu PE/PEO/phụ gia tạo xốp

Dao động	PEG0	PEG1	PEG3	PEG5	PEG7
$\nu_{\text{CH no}}$	2921 2851	2915 2948	2915 2848	2921 2851	2925 2853
$\delta_{\text{CH no}}$	1468	1464	1471	1468	1465
$\gamma_{\text{CH no}}$	725	718	718	718	717
$\nu_{\text{C-O}}$	-	1115	1115	1242 1006	1242 1006
$\nu_{\text{C=O}}$	-	-	-	1599	1592

### 3.2.4. Phân tích nhiệt

Hình 3.13 là giản đồ TG và DTG của các mẫu xốp PE/PEO/phụ gia tạo xốp với các tỷ lệ thành phần khác nhau. Bảng 3.9 trình bày các đặc trưng nhiệt của các mẫu xốp này. Quan sát Hình 3.13 cho thấy kết quả biến đổi khối lượng của mẫu PEG0 tương tự với các mẫu xốp PE/PEGMA/PEO.

Đường DTG của mẫu PEG0 chỉ có 1 pic phân hủy cực đại ứng với sự cắt mạch các chuỗi hydrocarbon của mạch đại phân tử PE. Mẫu PEG1, PEG3 và PEG5 cũng xuất hiện 1 pic phân hủy cực đại, tuy nhiên có thêm 1 pic nhỏ xuất hiện ở vùng nhiệt độ thấp hơn, tương ứng với sự phân hủy của PEG và MA.



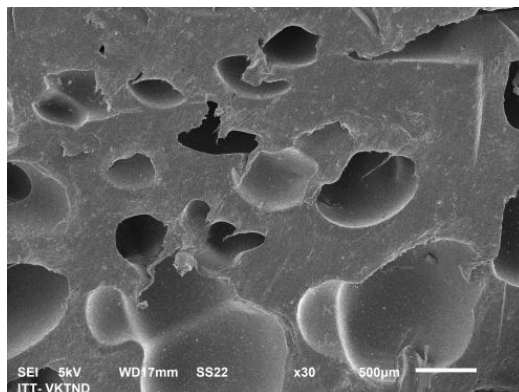
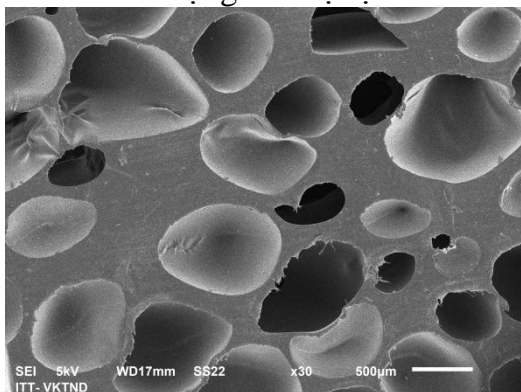
Hình 3.13: Giảm đồ TGA của mẫu xốp PEG0, PEG1, PEG3 và PEG5

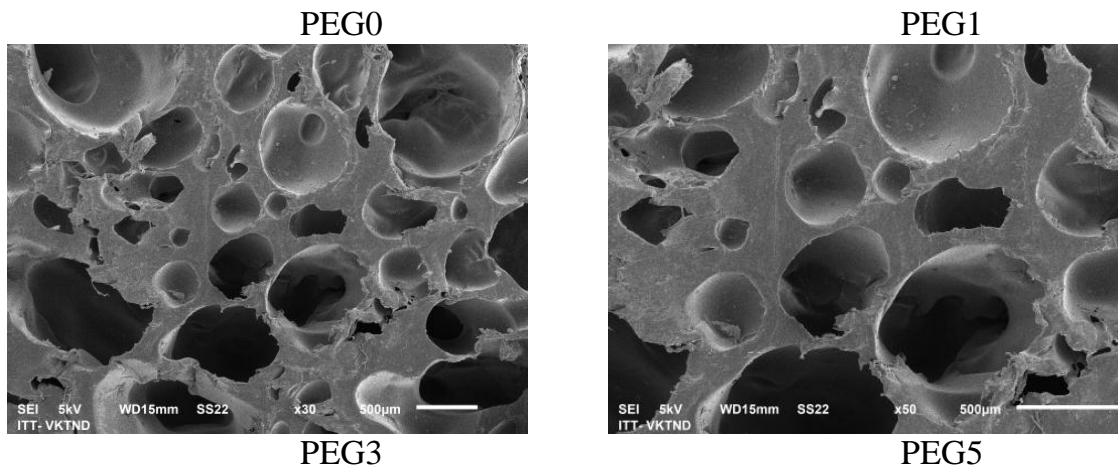
Bảng 3.9: Các đặc trưng nhiệt của PE và mẫu xốp PE/PEgMA chế tạo ở các tỷ lệ nhựa nền khác nhau

Mẫu	Nhiệt độ bắt đầu phân hủy (°C)	Nhiệt độ kết thúc phân hủy (°C)	Mất khối lượng ở 500°C (%)	Nhiệt độ phân hủy cực đại (°C)
PEG0	471,6	497,5	96,92	487,7
PEG1	463,9	498,5	98,33	489,9
PEG3	471,9	499,5	97,65	488,8
PEG5	472,3	498,0	97,44	487,3

### 3.2.5. Hình thái cấu trúc

Hình 3.14 là ảnh SEM chụp mặt cắt của các mẫu PE/PEgMA ở độ phóng đại 30 lần. Khi đưa polyetylen oxit vào trong mẫu, độ xốp có xu hướng tăng dần. Tuy nhiên nếu mẫu càng xốp thì khối lượng riêng càng nhỏ, dẫn tới giá thể dễ dàng nổi lên trên bề mặt, chúng khó đảo đều và di chuyển bên trong nước thải. Điều này sẽ hạn chế khả năng xử lý ô nhiễm của giá thể. Trong một số sản phẩm thương mại nước ngoài, khối lượng riêng của giá thể giữ trong khoảng từ 0,6 – 0,8 g/cm<sup>3</sup> để đảm bảo khả năng di chuyển trong nước dưới tác dụng của hệ sục khí.





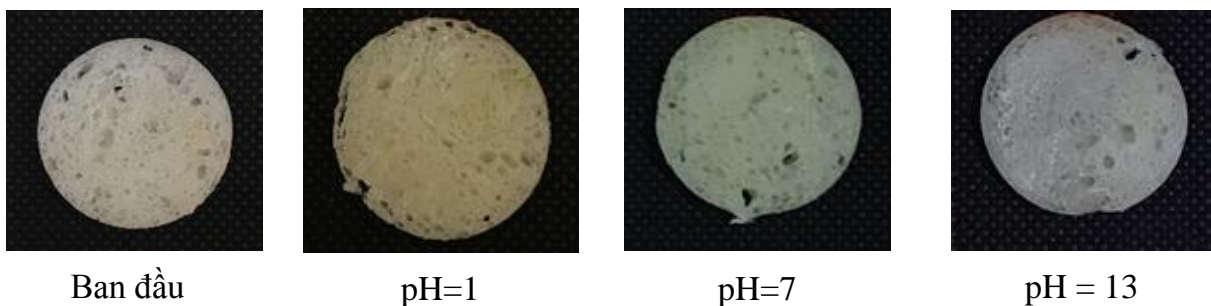
Hình 3.14: Ảnh SEM bề mặt các mẫu PE/PEgMA ở độ phóng đại 30 lần

### 3.3. Ảnh hưởng của pH đến sự thay đổi khối lượng xốp PE

Bảng 3.10: Sự thay đổi khối lượng của mẫu PEG0, PEG1, PEG3 và PEG5 trong môi trường pH khác nhau

Tên mẫu	Sự suy giảm khối lượng (%kl)			
	PEG0	PEG1	PEG3	PEG5
pH 1	1,02	1,43	3,22	3,26
pH 3	0,12	0,16	0,87	0,91
pH 7	0,07	0,10	0,54	0,56
pH 9	0,24	1,13	1,46	1,43
pH 13	0,30	2,90	3,81	5,78

Sự thay đổi màu sắc của các loại giá thể trước và sau khi thử nghiệm ở các môi trường khác nhau axit, bazơ và trung tính được thể hiện cảm quan qua các hình ảnh mẫu vật tại Hình 3.15. Từ Hình 3.15 quan sát thấy, môi trường thử nghiệm có ảnh hưởng ít nhiều đến sự thay đổi màu sắc của vật liệu. Sự thay đổi này được quan sát rõ nhất trong môi trường axit với pH = 1, sau khi ngâm mẫu chuyển sang màu vàng nhẹ, do sự oxy hóa của axit mạnh. Trong khi môi trường bazơ và trung tính không ảnh hưởng đến màu sắc của giá thể.

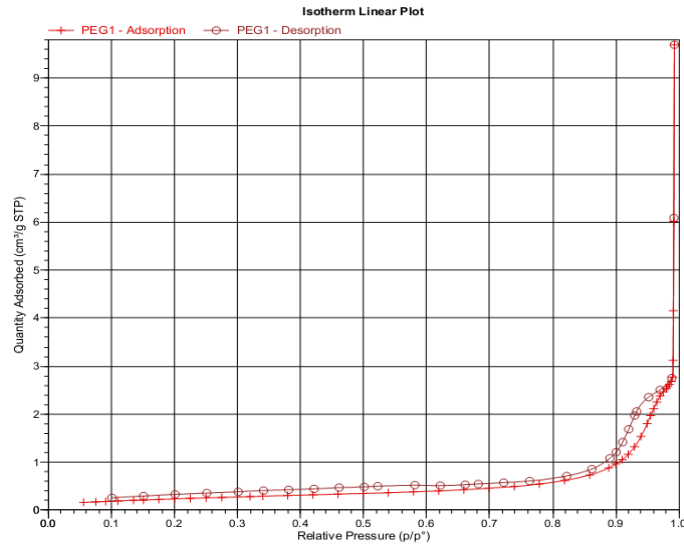


Hình 3.15: Hình ảnh trước và sau khi thử nghiệm các môi trường khác nhau của mẫu chứa hàm lượng ghép

### 3.4. Đánh giá sự thay đổi diện tích bề mặt của mẫu

Ảnh hưởng của hàm lượng PEO đến đặc trưng diện tích bề mặt được trình bày trên Bảng 3.11. Theo số liệu có được, diện tích bề mặt của mẫu PEG0 ban đầu có diện tích là  $0,0155 \text{ m}^2/\text{g}$  theo phương pháp tính diện tích bề mặt đơn điểm và thu được bằng phương

trình BET đạt giá trị  $0,0173 \text{ m}^2/\text{g}$ . Khi đưa PEO vào giá thể xốp, diện tích bề mặt có xu hướng tăng nhẹ. Trong đó, mẫu sử dụng 3 %kl PEO đưa vào, diện tích bề mặt đơn điểm là  $0,0235 \text{ m}^2/\text{g}$ , trong khi diện tích tính theo phương trình BET là  $0,0250 \text{ m}^2/\text{g}$ .



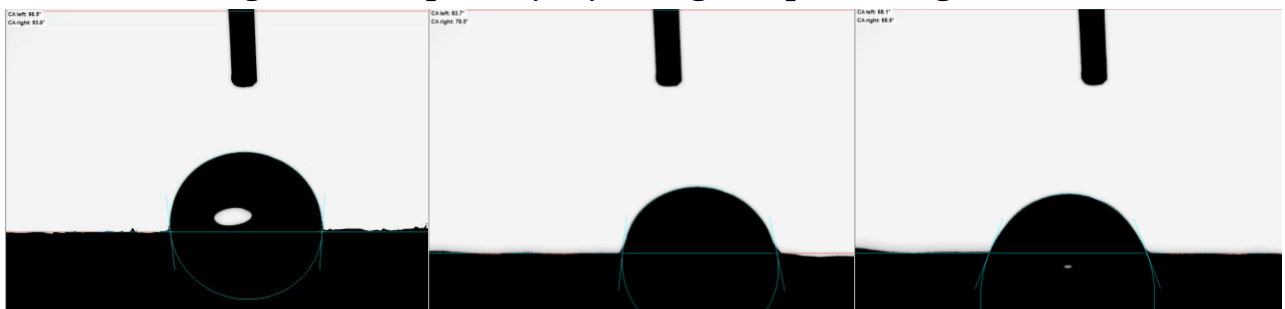
Hình 3.16: Giản đồ hấp thụ và giải hấp nito của mẫu PEG1

Bảng 3.11: Ảnh hưởng của hàm lượng PEO đến đặc trưng bề mặt của vật liệu

Tên mẫu	Diện tích bề mặt theo phương pháp đơn lớp ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	Diện tích bề mặt theo phương pháp đa lớp ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	Diện tích bề mặt của $1\text{m}^3$ giá thể ( $\text{m}^2/\text{m}^3$ )
PEG0	0,0155	0,0173	2595
PEG1	0,0182	0,0234	3510
PEG3	0,0235	0,0254	3810
PEG5	0,0215	0,02511	3766

### 3.5. Đánh giá khả năng làm việc của giá thể xốp PE chế tạo.

#### 3.5.1. Ảnh hưởng của thành phần vật liệu đến góc tiếp xúc của giá thể.



Mẫu AC2

Mẫu PEG0

Mẫu PEG3

Hình 3.17: Ảnh góc tiếp xúc của các mẫu AC2, PEG0 và mẫu PEG3.

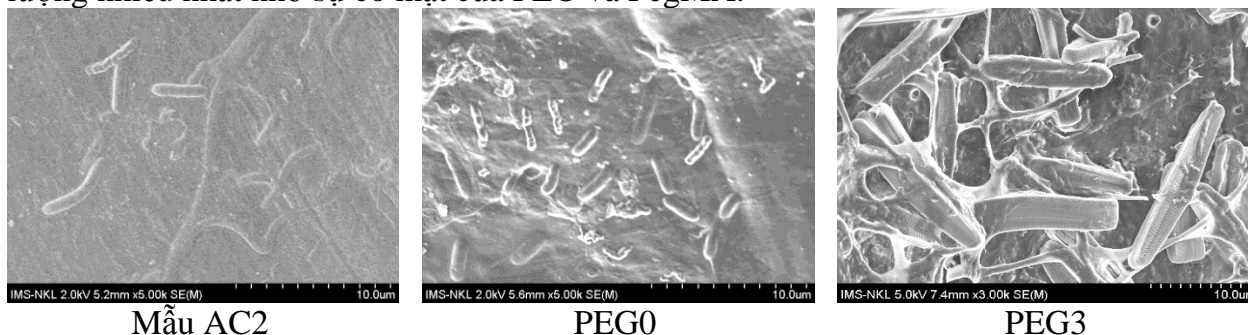
Từ Hình 3.17 và Bảng 3.12 cho thấy, mẫu AC2 ban đầu có góc tiếp xúc trái và góc tiếp xúc phải khá lớn đạt giá trị  $96,5^\circ$  và  $93,6^\circ$ , tương ứng. Giá trị này giảm rõ rệt khi bổ sung thêm 3%kl PEO, với góc tiếp xúc đạt được là  $68,1$  và  $68,9$  tương ứng với góc tiếp xúc trái và góc tiếp xúc phải. Với góc tiếp xúc nhỏ, chứng tỏ độ ưa nước của giá thể được cải thiện sẽ giúp cho giá thể dễ dàng phân tán và bám dính vi sinh tốt hơn.

Bảng 3.12: Ảnh hưởng của thành phần đến góc tiếp xúc của các mẫu AC2, PEO và PEG3

Tên mẫu	Góc tiếp xúc (°)	
	Góc trái	Góc phải
Mẫu AC2	96,5	93,6
Mẫu PEO	83,7	78,5
Mẫu PEG3	68,1	68,9

### 3.5.2. Đánh giá khả năng bám dính vi sinh lên trên giá thể xốp PE.

Quan sát ảnh bề mặt của các mẫu giá thể AC2, PEG0 và PEG3 cho thấy mật độ vi sinh bám dính lên trên giá thể có sự khác nhau. Mẫu AC2 có hàm lượng vi sinh khá thấp và thưa. Trong khi, mẫu PEG3 có hàm lượng vi sinh bám dính phát triển với mật độ và số lượng nhiều nhất nhờ sự có mặt của PEO và PegMA.



Hình 3.18: Ảnh vi sinh bám dính lên giá thể sau khi nuôi cấy

### 3.5.3. Mật độ vi sinh bám dính (phương pháp khối lượng).

Mật độ vi sinh bám dính của các mẫu AC2, PEG0 và PEG3 sau 30 ngày được ghi lại và trình bày trên bảng 3.8, mẫu AC2 có sự thay đổi khối lượng thấp nhất đạt 2,19 %kl, trong khi mẫu PEG3 có sự thay đổi nhiều nhất là 3,82 %kl, chứng tỏ rằng mẫu PEG3 có hàm lượng vi sinh bám dính nhiều hơn. Do vậy thành phần của mẫu PEG3 được lựa chọn để chế tạo giá thể.

Bảng 3.13: Hàm lượng vi sinh bám dính sau 30 ngày cho các mẫu AC2, PEG0 và PEG3

Tên mẫu	Sự thay đổi khối lượng (%kl)
AC2	2,19
PEG0	2,42
PEG3	3,83

### 3.5.4. Đánh giá hiệu quả làm việc của giá thể.

#### Đánh giá tải lượng xử lý của giá thể.

Bảng 3.14: Chất lượng nước thải sinh hoạt lấy tại Bệnh Viện mắt Hưng Yên

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả phân tích	QC ĐP 01:2019/HY
1	pH	-	6,95	5- 9
2	BOD <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	140	28,5
3	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	4	47,5
4	Tổng chất rắn hòa tan (TDS)	mg/l	320	475
5	Sunfua (theo H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,03	0,95
6	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	41,5	4,75

7	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	26,1	28,5
8	Dầu mỡ động, thực vật	mg/l	0,48	9,5
9	Tổng các chất hoạt động bề mặt	mg/l	1,17	4,75
10	Phốt phát (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) (theo P)	mgP/l	5,0	5,7
11	Coliform tổng	VK/100 ml	15.100	3000

Thiết kế hệ thống với thông số ô nhiễm đầu vào trên nền nước thải bệnh viện mắt Hưng Yên:

$$Co_{NH_4^+} = 41,5 \text{ mgN/l}$$

$$Co_{BOD} = 830 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

Trong khi chỉ số amoni và hàm lượng coliform tổng lại cao hơn trong tiêu chuẩn đạt giá trị lần lượt là 41,5 mg/l và 15100 VK/100 ml.

→ Đối tượng xử lý chính của mô hình là thành phần Amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Bảng 3.7 cho biết hàm lượng các chất gây ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt sau 1 ngày xử lý. Sau 1 ngày xử lý, thì hàm lượng amoni được xử lý đạt 2,4 mg/l, chứng tỏ khả năng oxy hóa amoni của vi sinh tốt, phát triển ổn định.

*Bảng 3.15: Chất lượng nước thải sinh hoạt sau 1 ngày xử lý.*

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả phân tích
1	pH	-	9,05
2	BOD	mgO <sub>2</sub> /l	77
3	TSS	mg/l	3
4	Amoni NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (theo N)	mg/l	2,4
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	36,7

Sau 2 tuần xử lý, pH của nước thải được xử lý đạt 8,08 nằm trong ngưỡng cho phép. Các chỉ số BOD, TSS và amoni đều giảm đáng kể so với mẫu đã xử lý sau 1 ngày và đạt giá trị cột A QC ĐP 01:2019/HY. Hàm lượng nitrat đã được xử lý 4,58 mg/l, nằm trong qui định đối với cột A. Hiệu quả xử lý của giá thể vi sinh được đánh giá thông qua hàm lượng amoni như sau:

V thể tích giá thể (lít): 6 lít

- TLd = (41,5-2,4) x 240/1 ngày = 9384 mg/ngày
- TLv = 9384/6 = 1564 mg/lít.

Từ đó, có thể tính toán được tải trọng xử lý 1 ngày đối với giá thể xốp PE là 1564 mg/lít.

***Đánh giá chất lượng nước sinh hoạt sau xử lý tại các thời điểm 2, 4, 6 và 8 tuần.***

Từ Bảng 3.17 trình bày kết quả phân tích hàm lượng các chất ô nhiễm có trong nước thải sinh hoạt sau khi xử lý theo công nghệ MBBR sử dụng giá thể sinh học kết hợp với vi sinh tại các thời điểm lần lượt là 2 tuần, 4 tuần, 6 tuần và 8 tuần..

*Bảng 3.16: Chất lượng nước thải sinh hoạt tại các thời điểm xử lý khác nhau*

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Tuần 2	Tuần 4	Tuần 6	Tuần 8	QCDP Hưng Yên (C <sub>max</sub> =C x K x K <sub>hy</sub> )
1	pH	-	8,08	7,31	7,57	7,67	5-9
2	BOD	mgO <sub>2</sub> /l	15	27	13	15	28,5
3	TSS	mg/l	3	3	2	3	47,5
4	Amoni	mg/l	2,10	1,75	0,68	0,08	4,75

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (theo N)						
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	4,58	16,6	12,9	5,6	28,5

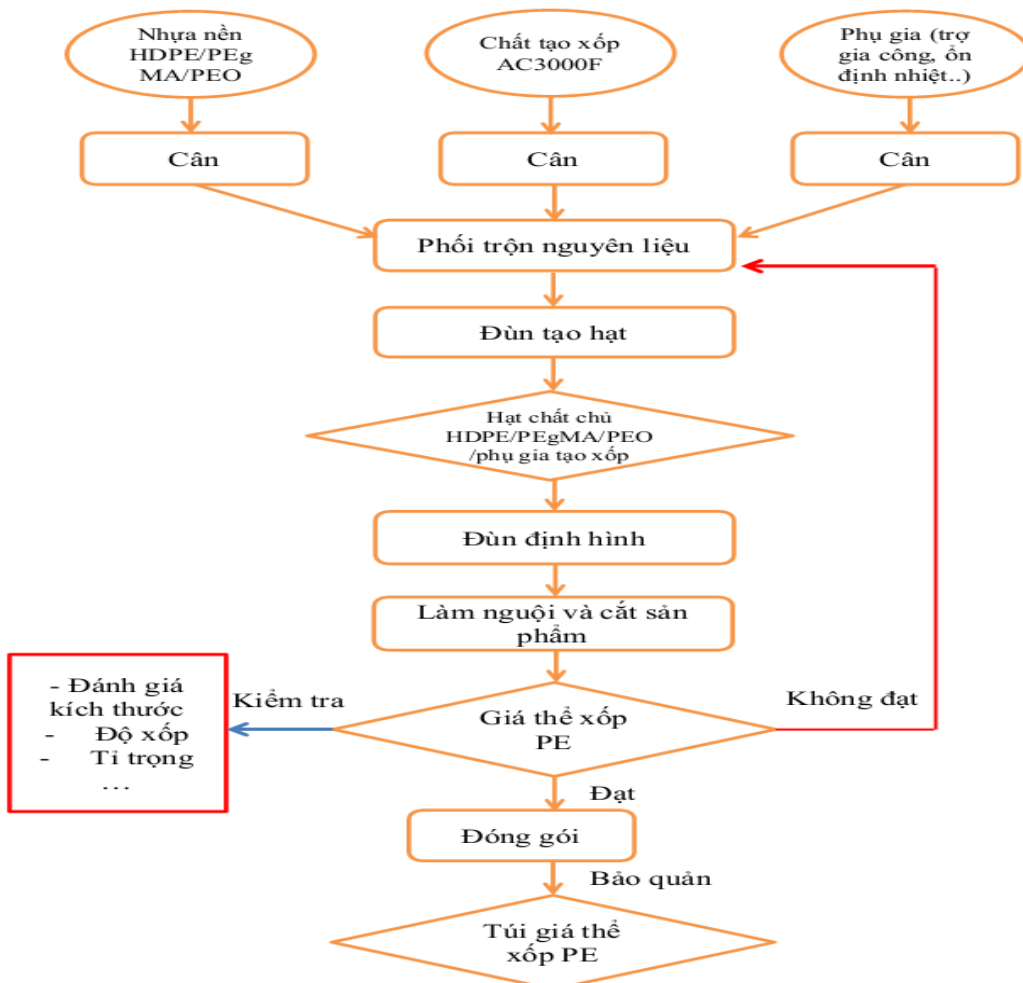
Sau 2 tuần xử lý, các chỉ tiêu pH, BOD, TSS, amoni và nitrat đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 01:2019/HY.

Bảng 3.17: Hiệu suất xử lý (%) amoni theo thời gian khác nhau

Thời gian xử lý				
0 tuần	2 tuần	4 tuần	6 tuần	8 tuần
0%	94,93	95,78	98,36	99,80

Qua vận hành mô hình với lưu lượng 10 lít/giờ và đánh giá chất lượng nước thải tại các thời điểm khác nhau (2 tuần, 4 tuần, 6 tuần và 8 tuần) cho thấy, hiệu quả xử lý amoni cao đạt 95% sau 2 tuần và gần 100% sau 8 tuần. Các chỉ tiêu phân tích (pH, BOD, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Nitrat) đều thỏa mãn QCVN 01:2019/HY.

### 3.6. Chế thử giá thể xốp ở quy mô pilot



Hình 3.19: Sơ đồ công nghệ chế tạo giá thể dạng xốp HDPE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp



Hình 3.19 trình bày sơ đồ công nghệ chế tạo giá thể PE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp. Sơ đồ công nghệ có thể được tóm tắt như sau:

Các thành phần hóa chất ban đầu bao gồm: nhựa nền HDPE, PEgMA, PEO, phụ gia tạo xốp và các phụ gia khác được cân chính xác và phối trộn cơ học. Sau đó, hỗn hợp này được trộn trên thiết bị trộn cao tốc trong thời gian là 10 phút. Hỗn hợp nguyên liệu ban đầu được lấy ra và cấp liệu cho máy đùn 1 trục, để tạo hạt chất chủ có chứa phụ gia tạo xốp.

Hạt chất chủ này sau đó được cấp sang máy đùn 1 trục có gắn khuôn tạo hình. Nguyên liệu được đùn và nở trong đầu khuôn định hình, trước khi làm nguội để tạo thành các ống đặc dạng xốp. Các ống đặc này được chuyển sang máy cắt có khống chế chiều dày để tạo thành giá thể.

Mẫu giá thể không đạt yêu cầu được cho băm lại và phối trộn như là nhựa nguyên sinh với thành phần nguyên liệu khác.

### 3.6.1. Chế tạo hạt chất chủ

Chế độ gia công hạt cắt được thiết lập lần lượt như sau:

Khoang 1: 130 °C

Khoang 2: 140 °C

Khoang 3: 140 °C

Tốc độ trục vít: 50 vòng/phút

Nhiệt độ làm mát: 35-37°C

Tốc độ dao cắt: 300- 600 vòng/phút

Năng suất: 25 kg/mẻ



Hình 3.20: Hạt chất chủ tạo xốp PE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp

Bảng 3.18: Tính chất hạt chất chủ tạo xốp PE/PEgMA/PEO/phụ gia tạo xốp

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
Đường kính hạt	mm	2
Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	0,845
Hàm lượng AC3000 còn lại	%kl	2,26
Màu sắc	-	Vàng nhạt

### 3.6.2. Chế tạo mẫu PE xốp

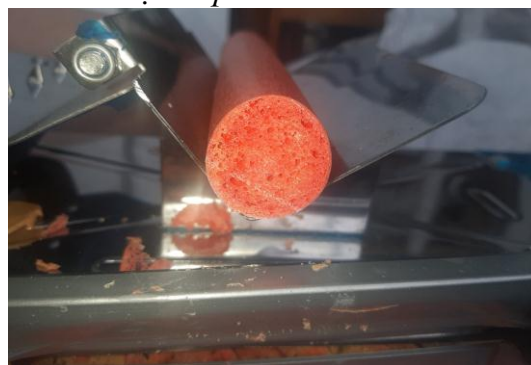
Thiết bị đùn 1 trục vít Haake Rheomix máy có tốc độ tối đa 400 vòng/phút, đường kính trục vít 30 mm, tỉ lệ L/D là 20. Bộ phân gia nhiệt chia thành 3 khoang nhiệt độ tối đa 400 °C.



Hình 3.21: Máy đùn và khuôn đùn tạo xốp PE.



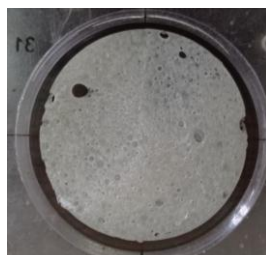
Hình 3.22: Sản phẩm ống xốp giá thể sau khi đùn



Hình 3.23: Thiết bị cắt tạo giá thể

**Lần thử nghiệm 1:**

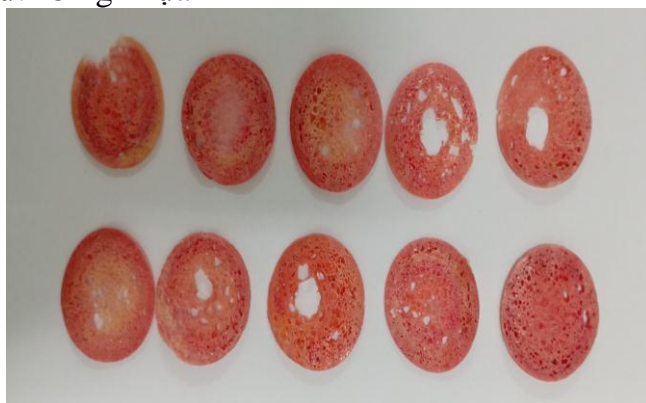
Khối lượng: 25 kg nhựa



Hình 3.24: Sản phẩm tại lần thử nghiệm thứ nhất

**Lần thử nghiệm 2:**

Khối lượng thử: 25 kg nhựa



Hình 3.25: Sản phẩm của mẻ thử nghiệm thứ 2

**Lần thử nghiệm 3:**

Khối lượng thử: 100 kg nhựa và các phụ gia đi kèm.

Đánh giá: đạt yêu cầu

Điều kiện công nghệ:

- Nhiệt độ các khoang: 130-140-150°C, nhiệt độ khuôn: 170°C, tốc độ đùn: 100 vòng/ phút

- Sản phẩm đạt yêu cầu về hình dáng kích thước

- Độ đồng đều cao, số mẫu hỏng thấp

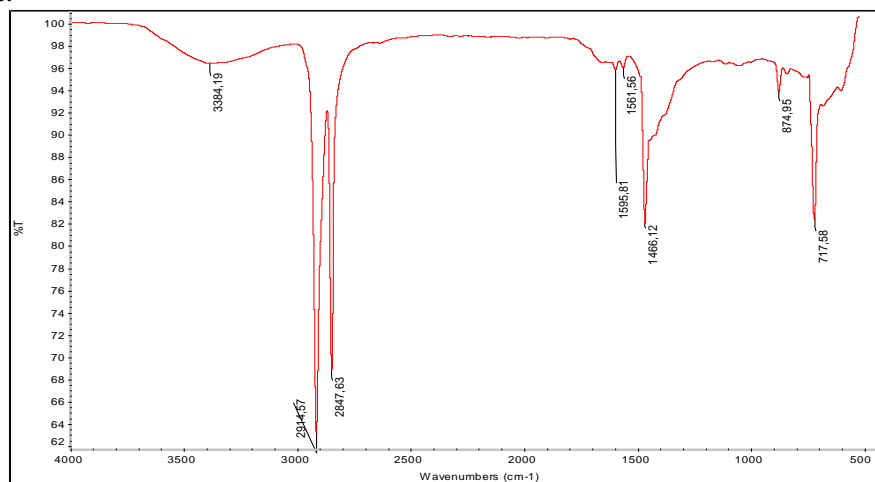


Hình 3.26: Sản phẩm của mẻ thử nghiệm thứ 3

### 3.7. Phân tích đặc trưng tính chất của giá thể.

#### 3.7.1. Phân tích phổ hồng ngoại FT-IR của mẫu xốp

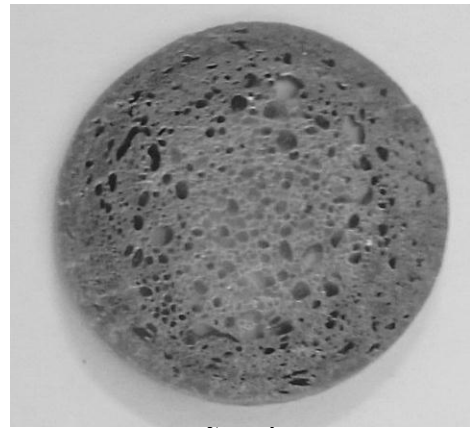
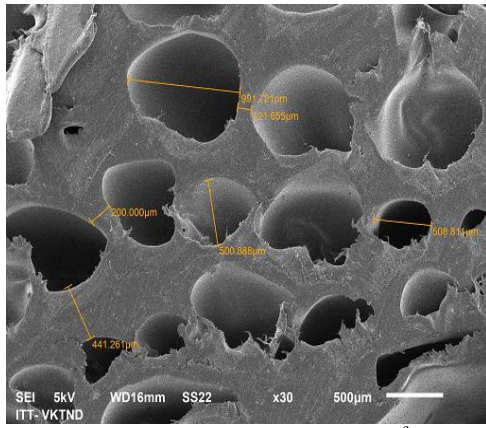
Trên phổ hồng ngoại Hình 3.27 của mẫu sản phẩm xốp PE cho thấy có các dao động đặc trưng cho nhóm polyetylen. Từ kết quả phổ cho thấy phụ gia tạo xốp đã được phân hủy hết.



Hình 3.27: Phổ FT-IR của mẫu xốp được tối ưu điều kiện

#### 3.7.2. Phân tích hình thái cấu trúc bằng phương pháp SEM

Bằng phương pháp hiển vi điện tử quét SEM (Hình 3.28) các lỗ xốp có đường kính tương phân bố tương đối đồng đều và nhỏ hơn 1mm. Với kích thước lỗ xốp nhỏ đồng đều và có độ sâu tốt sẽ giúp cho vi sinh vật bám dính và phát triển tốt hơn.



Hình 3.28: Ảnh hiển vi điện tử quét SEM mẫu xốp

### 3.7.3. Khối lượng riêng, độ xốp và diện tích bề mặt của giá thể xốp.

Kết quả phân tích các tính chất của sản phẩm được đo đạc và thống kê trên Bảng 3.19 và Hình 3.29. Các chỉ tiêu bao gồm khối lượng riêng sản phẩm, độ xốp, diện tích bề mặt và đường kính mẫu đề tài so sánh với sản phẩm thương mại trên thị trường Hel-X Bio Chip 30 (Đức).

Bảng 3.19: Tính chất của giá thể xốp đề tài và so sánh với sản phẩm Hel- X Bio Chip 30

Chỉ tiêu	Đơn vị	Mẫu sản phẩm	Hel-X Bio Chip 30
Khối lượng riêng sản phẩm	g/cm <sup>3</sup>	0,64	0,70
Độ xốp	%	58,05	-
Diện tích bề mặt	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	3750	5500
Đường kính mẫu	mm	30	30
Thời gian vi sinh bám dính	ngày	7-15	7-15
Khả năng xử lý Nitơ	Kg/m <sup>3</sup> . ngày	1,5-4	3-5
Tuổi thọ giá thể	Năm	➤ 5	➤ 5

		VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM (VAST) VIỆN HÓA HỌC/INSTITUTE OF CHEMISTRY PHÒNG POLYME THIÊN NHIÊN/LABORATORY OF NATURAL POLYMER Address: A18, 18 Hoàng Quốc Việt, P. Nghĩa Đô, Q. Cầu Giấy, TP. Hà Nội. Mobile: 0985.887.880 E-mail: congthi@gmail.com		
KTND/2023-0602.01	<b>PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM</b> TEST REPORT	14/02/2023	Số trang: 01	
<b>I. Thông tin mẫu/Information sample</b>				
1. Đơn vị gửi mẫu/ Customer:	VIỆN KỸ THUẬT NHIỆT ĐỚI			
2. Địa chỉ/Address:	Nhà A13, 18 Hoàng Quốc Việt, Quận Cầu Giấy, Hà Nội			
3. Tên mẫu/Sample name:	Giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp - thuộc đề tài: "Nghiên cứu chế tạo giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa polyetylen ti trong cao dinh dưỡng trong xử lý nước thải tại tỉnh Hưng Yên"			
4. Số lượng/Quantity:	01 mẫu			
5. Tình trạng mẫu/Sample Status:	Mẫu nhựa xốp			
6. Ngày nhận/Received date:	06/02/2023			
7. Yêu cầu phân tích/Request test:	Xác định một số đặc tính kỹ thuật của vật liệu			
<b>II. Kết quả thử nghiệm, phân tích/Test result</b>				
STT	Ký hiệu mẫu/Chỉ tiêu Testing Items	Đơn vị Unit	Phương pháp thử Test method	Kết quả thử nghiệm Test results
1	Tỷ trọng sản phẩm	g/cm <sup>3</sup>	TCVN 6530-3:1999	0,64
2	Độ xốp	%	TCVN 6530-3:1999	58,05
3	Diện tích bề mặt	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	ISO 9277:2010	3750
4	Đường kính mẫu	mm	Thước kẹp chuyên dụng	30,1
VIỆN HÓA HỌC XÁC NHẬN CONFIRMATION OF INSTITUTE OF CHEMISTRY TS. Trịnh Đức Công Trưởng phòng KT. TRẦN VĂN ĐÌNH THỊ BỘ TRƯỞNG PHÒNG		TRƯỞNG PHÒNG POLYME THIÊN NHIÊN HEAD OF LABORATORY OF NATURAL POLYMER  TS. Trịnh Đức Công		
(1) Tên mẫu ghi theo thông tin của khách hàng/ Sample name according to customer information (2) Kết quả chỉ có giá trị đối với mẫu gửi phân tích/ The results are only valid for the analyzed sample sent to the customer (3) Giữ nguyên thời hạn trong 03 ngày từ khi trả kết quả/ Retain the expiration within 03 working days of receiving the result				

Hình 3.29: Kết quả thử nghiệm của sản phẩm được đánh giá tại Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### 3.8. Xây dựng tính toán giá thành sản phẩm

Bảng 3.20: Chi phí sản xuất 25 kg/mẻ

	Hạng mục	Đơn vị	Số lượng	Giá thành (đ)	Thành tiền (đ)
(1)	<b>Nguyên vật liệu</b>				<b>2.366.000</b>
1.1	Nhựa HDPE	kg	20,8	45.000	936.000
1.2	Polyetylenoxit	kg	0,75	700.000	525.000
1.3	Chất tạo nở AC300 F	kg	1,25	120.000	150.000
1.4	Phụ gia bôi trơn wax	kg	0,375	70.000	26.250
1.5	Chất ổn định nhiệt	kg	0,125	500.000	62.500
1.6	Chống xẹp Hari95	kg	0,25	70.000	17.500
1.7	PEgMA	kg	0,075	8.400.000	630.000
1.8	Axit stearic	kg	0,125	100.000	12.500
1.9	Bột đá	kg	1,25	5.000	6.250
(2)	<b>Công lao động</b>	<b>3 người 1 ngày</b>	<b>3</b>	<b>300.000</b>	<b>900.000</b>
(3)	<b>Hao mòn thiết bị</b>	<b>-</b>	<b>Tổng thể</b>	<b>250.000</b>	<b>250.000</b>
(4)	<b>Năng lượng (điện)</b>	<b>kW</b>	<b>40</b>	<b>2.500</b>	<b>100.000</b>
(5)	<b>Giá sản xuất 25 kg (5)=(1)+(2)+(3)+(4)</b>				<b>3.616.000</b>
(6)	<b>Giá thành 1 kg (5) /25</b>				<b>144.640</b>

**Giá thành sản xuất 25kg (5):** là tổng của: nguyên vật liệu (1) + công lao động (2)+ hao mòn thiết bị (3)+ năng lượng (4)

**Giá thành 1kg sản phẩm (6):** Giá thành sản xuất 25kg (5) /25

Khi so sánh các tính chất và giá thành của sản phẩm giá thể PE xốp nghiên cứu sản xuất và sản phẩm đã được thương mại của được nhập khẩu từ nước ngoài cho thấy:

Giá thành của sản phẩm nhập khẩu là 400.000 đồng cao hơn 2,73 lần so với giá thành sản xuất được tính toán là 145.640 đồng/kg sản phẩm. Giá thành sản phẩm này hoàn toàn có thể giảm hơn khi mở rộng qui mô sản xuất. Kết quả này cho thấy triển vọng phát triển và ứng dụng sản phẩm của đề tài.

### 3.9. Xây dựng mô hình xử lý nước theo công nghệ MBBR có sử dụng giá thể xốp pe của đề tài trên địa bàn tỉnh hưng yên với công suất 50 - 100 lit/giờ

#### 3.9.1. Thông số thiết kế

##### *Nguồn phát sinh nước thải*

Nguồn gốc phát sinh chính của nước thải sinh hoạt từ hai nguồn chính sau đây: Nước thải xám phát sinh từ hoạt động tắm giặt, vệ sinh, nhà bếp và nước thải đen phát

sinh từ khu nhà vệ sinh. Bên cạnh đó, nguồn nước thải có phát sinh từ các phòng khám, phòng phẫu thuật, phòng thí nghiệm, xét nghiệm và các khoa trong bệnh viện. Các nguồn thải này đã được tiền xử lý được khử trùng để loại bỏ vi khuẩn và các mầm bệnh. Do vậy nguồn nước thải tại Bệnh viện mắt mang đặc trưng chủ yếu từ nước thải sinh hoạt.

- Địa điểm đặt mô hình: Bệnh Viện Mắt Hưng Yên
- Địa chỉ: 66 An Vũ, P. Hiền Nam, Hưng Yên

### **Đặc điểm tính chất của nước thải**

*Bảng 3.21: Chất lượng nước thải sinh hoạt của Bệnh viện Mắt Hưng Yên*

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Nồng độ	QCVN 14:2008/BTNMT Cột A	QC ĐP 01:2019/HY Với K = 0,95
1	pH	-	6,95	5-9	5-9
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	140	30	28,5
3	TSS	mg/l	4	50	47,5
4	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (N)	mg/l	41,5	5	4,75
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) (tính theo N)	mg/l	26,1	30	28,5
6	Tổng P	mg/l	5	6	5,7

### **Yêu cầu chất lượng nước thải sau xử lý**

Tính chất nước thải sau xử lý khu vực thành phố Hưng Yên: Nước thải sau xử lý đạt quy chuẩn xả thải QC ĐP 01:2019/HY – với hệ số K = 0,95 áp dụng cho địa bàn thành phố Hưng Yên và cho đơn vị là có diện tích lớn hơn 10.000 m<sup>2</sup>

### **3.9.2. Tính toán thiết kế**

Lưu lượng mô hình: Q = 100 lít/giờ (tương đương: 1,67 lít/phút)

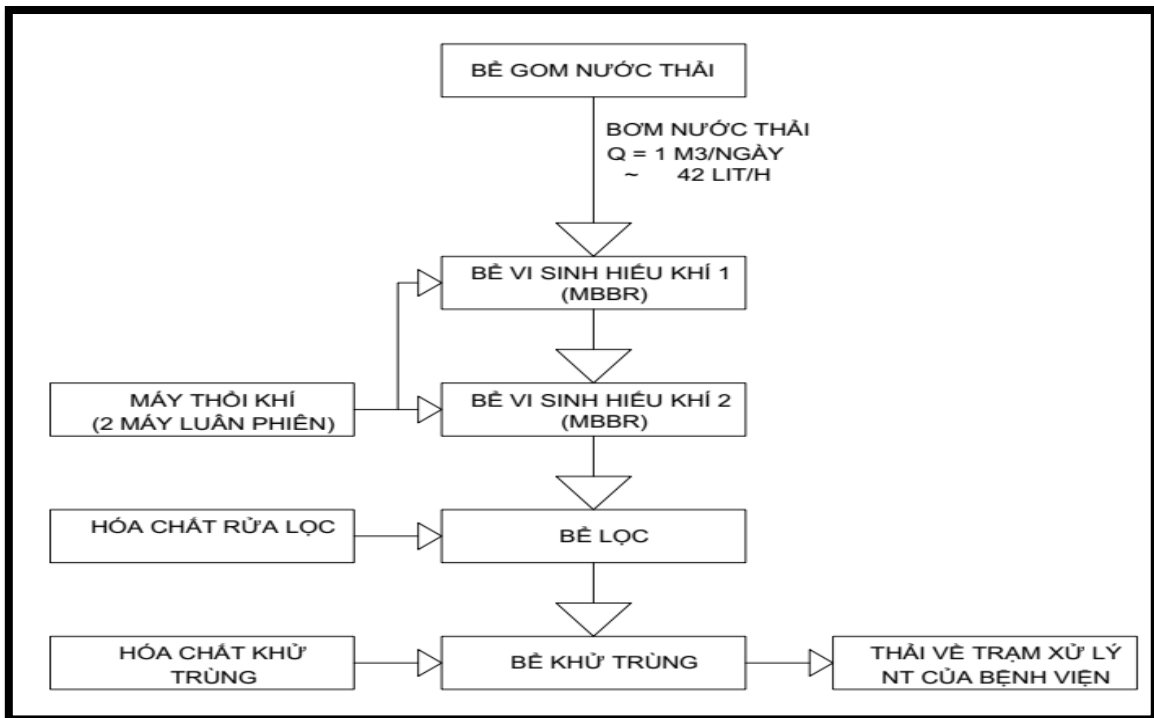
Nguồn gốc nước thải: nước thải được lấy tại hố gom (sau khi tách mỡ, tự hoại) của bệnh viện Mắt Hưng Yên → Mô hình không cần quá trình xử lý tách mỡ. Thông số ô nhiễm căn cứ theo bảng kết quả phân tích mẫu nước đầu vào tại Bảng 3.21.

### **3.9.3. Thông số mô hình**

- Lưu lượng thiết kế: Q = 50 - 100 lít/giờ
- Bơm nước thải:
  - Số lượng: 1 chiếc
  - Chế độ vận hành: tự động theo phao báo mức
  - Lưu lượng tối đa: 100 lít/giờ
- Máy thổi khí:
  - Số lượng: 2 chiếc
  - Chế độ vận hành: tự động luân phiên (1 chạy, 1 nghỉ theo Time cài đặt của tủ điều khiển)
  - Lưu lượng: 70 lít/phút
  - Cột áp tối đa: 2,4 m
- Mô hình bể vi sinh MBBR
  - Chất liệu: inox
  - Kích thước: 800 x 2000 x 2000 mm.
  - Bố trí: 5 ngăn (2 ngăn vi sinh + 1 ngăn lọc MBR + 1 ngăn khử trùng + 1 ngăn đặt tủ điện thiết bị).
  - Kích thước mỗi ngăn: theo bản vẽ mm.

Ngăn vi sinh được bố trí đường cấp khí tinh + lưới chặn + ống phân phối nước.

### 3.9.4. Lắp đặt mô hình xử lý nước theo công nghệ MBBR có sử dụng giá thể xốp pe của đề tài trên địa bàn tỉnh Hưng Yên với công suất 50 - 100 lit/giờ



Hình 3.30: Sơ đồ khối hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên



Hình 3.31: Chế tạo mô hình xử lý nước thải tại công ty DRET

Địa điểm: Bệnh viện Mắt Hưng Yên, 66 đường An Vũ, phường Hiến Nam, Thành phố Hưng Yên.

Thời gian: ngày 26/11/2022

### 3.9.5. Đánh giá hiệu quả mô hình xử lý nước thải sinh hoạt tại bệnh viện mắt thời gian chạy thực tế.

- Thời gian lắp đặt: ngày 26/11/2022.
- Thời gian bắt đầu nuôi cấy vi sinh: từ ngày 14/12/2022.
- Do tính chất của nước thải có thể biến động theo từng thời điểm lấy mẫu khác, mẫu nước thải được tiến hành phân tích dựa trên nồng độ xử lý của các thành phần của đầu vào và đầu ra tại từng thời điểm khác nhau.

*Bảng 3.22: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ nhất*

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 1: tuần 1		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,27	7,25	0,02
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	32	28	2
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	3	1	2
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	15,8	14,9	0,9
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	18,8	19,1	-0,3
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	3,65	3,45	0,2

*Bảng 3.23: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ hai*

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 2: tuần 2		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,23	7,20	0,03
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	28	23	5
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	4	2	2
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	16,3	12,2	4,1
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	17,4	19,5	-2,1
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	3,60	3,41	0,19

*Bảng 3.24: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ ba*

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 3: tuần 3		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,20	7,15	
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	30	15	15
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	4	2	2
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	14,8	9,4	5,4
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	17,1	20,7	-3,6
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	2,59	2	0,59

*Bảng 3.25: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 4*

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 4: tuần 4		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,14	6,81	0,33
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	32	13	19
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	5	2	3
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	13,8	5,4	8,4
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	16,3	22,4	-6,1
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	2,72	2,15	0,57



Bảng 3.26: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 5

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 5: tuần 5		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,25	6,99	0,26
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	43	12	31
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	6	1	5
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	11,8	4,5	7,3
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	13,1	15,5	-2,4
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	3,24	3,2	0,8

Bảng 3.27: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 6

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 6: tuần 6		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,20	6,75	0,45
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	45	7	38
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	6	1	5
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	17,6	2,24	15,36
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	13,4	23,6	-10,2
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	4,56	3,45	1,11

Bảng 3.28: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 7

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 7: tuần 14		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,10	6,55	0,55
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	70	7	63
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	21	4	17
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	29,0	4,2	24,8
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	15,7	23,6	-7,9
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	6,46	3,15	3,31

Bảng 3.29: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt Bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 8

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 7: tuần 16		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,25	6,58	0,67
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	95	17	78
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	32	5	27
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	35,8	4,3	32,2
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	5,5	26,7	-21,2
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	6,71	3,21	3,50

Bảng 3.30: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt Bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 9 (kết quả do Viện Hóa học xác nhận)

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lần 7: tuần 18		ΔC
			Nguồn vào	Nguồn ra	
1	pH	-	7,15	6,29	0,86
2	BOD5	mgO <sub>2</sub> /l	89	9	80
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	31	5	26
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	38,6	4,24	34,36
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	2,45	27,5	- 25,05
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (theo P)	mg/l	6,56	4,45	2,11

Kết quả phân tích mẫu nước tại các thời gian khác nhau được trình bày trên bảng 3.13 đến Bảng 3.21 và hình 3.29. Các chỉ số đều giảm và đạt cột A của QCVN 14:2008/BTNMT và QC ĐP 01:2019/HY. Bên cạnh đó, kết quả phân tích tổng coliform tại thời điểm tuần 18 (hình 3.25) giảm từ 5300 MPN/ml xuống 100 MPN/ml, thấp hơn khá nhiều so với yêu cầu của QCVN 14:2008/BTNMT là 3000 MPN/ml. Ngoài ra, hàm lượng các kim loại nặng (Hg, Pb, As, Cd, Fe, Mn, Cr và Ni) trong nước thải cũng giảm sau xử lý. Các kết quả trên cho thấy, mô hình xử lý nước thải công suất 1m<sup>3</sup>/ngày đêm của đề tài đã đáp ứng được khả năng xử lý và đạt QCĐP:2019/HY.

**VIỆN HOÁ HỌC  
PHÒNG HOÁ MÔI TRƯỜNG**  
Đ/c: Số 18 - Hoàng Quốc Việt - Cầu Giấy - Hà Nội - Việt Nam  
ĐT : 024.37563180 Fax: 024.38361283

**PHIẾU KẾT QUẢ PHÂN TÍCH**

Đơn vị gửi mẫu: Mai Đức Huynh – Viện Kỹ thuật Nhiệt đới  
Địa chỉ: Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội  
Loại mẫu: Nước thải sinh hoạt sau xử lý của bệnh viện Mắt Hưng Yên  
Số lượng mẫu: 2 mẫu Ngày gửi mẫu: 04/05/2023 (mẫu do khách hàng mang đến)

Stt	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả phân tích		QCĐP 01:2019/HY
			Mẫu nước thải chưa xử lý	Mẫu nước thải đã xử lý	
1	pH	-	7,15	6,29	5,0 - 9,0
2	BOD <sub>5</sub> (20°C)	mg/l	89	9	30
3	Chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	21	5	50
4	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (theo N)	mg/l	38,6	4,24	5,0
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (theo N)	mg/l	2,45	27,5	30
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) (theo P)	mg/l	6,56	4,45	6,0
7	Tổng coliform	MPN/100ml	5300	100	3.000
8	Thủy ngân (Hg)	mg/l	0,00031	< 0,0002	-
9	Chì (Pb)	mg/l	0,0047	0,0016	-
10	Asen (As)	mg/l	0,004	< 0,001	-
11	Cadmi (Cd)	mg/l	0,0004	< 0,0002	-
12	Antimon (Sb)	mg/l	0,0016	< 0,0010	-
13	Sắt (Fe)	mg/l	0,05	0,01	-
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,02	0,01	-
15	Crom (Cr)	mg/l	0,0036	0,0014	-
16	Niken (Ni)	mg/l	0,0024	0,0011	-

**Ghi chú:** - QCĐP 01:2019/HY: Quy chuẩn kỹ thuật địa phương về nước thải sinh hoạt

**Viện hoá học xác nhận**  
TS. Trần Hữu Quang là Phó Trưởng phòng  
KT. TRƯỞNG PHÒNG QLTH  
PHÓ TRƯỞNG PHÒNG

Hà Nội, ngày 05 tháng 05 năm 2023  
Phó Trưởng Phòng Hoá Môi trường

TS. Trần Hữu Quang

**Viện Thi Thu Quyên**  
- Kết quả chỉ có giá trị trên mẫu thử và đúng tình thời điểm.  
- Quá thời hạn lưu mẫu (7 ngày), Phòng Thí nghiệm không giải quyết việc khiếu nại kết quả xét nghiệm.  
- Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu.

Hình 3.32: Kết quả phân tích nước thải sinh hoạt bệnh viện Mắt Hưng Yên lần thứ 9 - tuần 18 tại Viện Hóa học

### 3.9.6. Đánh giá hiệu quả hoạt động của mô hình

Bảng 3.22 trình bày tóm tắt chi phí vận hành mô hình xử lý nước thải sinh hoạt công suất 1m<sup>3</sup>/ngày.đêm. Theo đó, để vận hành được mô hình, chi phí được cấu thành từ nguyên liệu cho vận hành mô hình (chế phẩm xử lý, các hóa chất tiền xử lý ban đầu), khấu hao thiết bị và điện. Như vậy, tổng chi phí ban đầu để vận hành thiết bị theo tính toán là 24.464.700 đồng. Tuy nhiên chi phí vận hành hàng tháng của mô hình (bao gồm hóa chất tiền xử lý và chi phí tiền điện) chỉ vào khoảng 389.000 đồng. Chi phí này phù hợp với các hộ gia đình, các phòng khám, các nhà hàng cỡ nhỏ.

Bảng 3.31: Chi phí ban đầu để vận hành mô hình xử lý nước thải công suất  $1\text{m}^3/\text{ngày.đêm}$ .

Khoản mục	ĐVT	Số lượng	Đơn giá (đồng)	Thành tiền (đồng)
<b>1. Nguyên liệu</b>				<b>8.871.400</b>
Chế phẩm vi sinh gốc xử lý BOD5 và $\text{NH}_4^+$ sử dụng ban đầu	lít	2,5	1.500.000	3.750.000
Đường ăn (cấp trong 1 tháng)	kg	3	15.000	45.000
Axit $\text{H}_2\text{SO}_4$ trong 1 tháng sử dụng	lít	0,05	120.000	6.000
Sút NaOH trong 1 tháng sử dụng	kg	0,05	100.000	5.000
Chất trợ lắng PAC trong 1 tháng sử dụng	kg	0,1	30.000	3.000
Giá thể vi sinh ban đầu	kg	35	144.640	5.829.800
<b>2 - Thiết bị</b>				<b>15.495.900</b>
Khấu hao thiết bị (10%)	%	10	154.959.000	15.495.900
<b>3 - Điện (1 tháng)</b>	số điện	150	2.200	<b>330.000</b>
<b>Tổng cộng (đ)</b>				<b>24.697.300</b>

### Hiệu quả đối với xã hội và môi trường

Về mặt kinh tế, sản xuất được giá thể dạng xốp PE biochip sẽ giảm giá thành sản phẩm, do vậy công nghệ MBBR có thể mở rộng các đối tượng có thể tiếp cận với chi phí phù hợp như các hộ gia đình sản xuất, các trang trại chăn nuôi, các công ty sản xuất, nhờ đó cả bên sản xuất và người tiêu dùng đều được lợi về mặt kinh tế.

Về mặt môi trường, giá thành của giá thể giảm sẽ góp phần mở rộng ứng dụng công nghệ MBBR trong xử lý nước thải sinh hoạt, nhờ đó sẽ góp phần giảm ô nhiễm nguồn nước, cải thiện chất lượng đời sống cho người dân.

### 3.10. Các sản phẩm của đề tài/dự án/đề án

#### Dạng I:

Số TT	Tên sản phẩm cụ thể và chỉ tiêu chất lượng chủ yếu của sản phẩm	Đơn vị đo	Mức chất lượng		Ghi chú
			Đăng kí theo thuyết minh	Thực tế đạt được	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(8)
1	Giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp	kg	100	100	Đạt
1.1	Đường kính	mm	30	30	Đạt
1.2	Diện tích bề mặt tiếp xúc	$\text{m}^2/\text{m}^3$	>1500	3750	Đạt
1.3	Tỉ trọng sản phẩm	$\text{g}/\text{cm}^3$	0,6-0,8	0,64	Đạt

#### Dạng II:

STT	Sản phẩm	Đơn vị tính	Số lượng, quy mô theo hợp đồng và thuyết minh	Thực tế đạt được	Ghi chú
1	Quy trình chế tạo giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp	Quy trình	<p>Quy trình được nghiệm thu cấp cơ sở:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quy trình chế tạo theo quy mô phòng thí nghiệm.</li> <li>- Công suất thiết kế có thể đạt 25 kg/giờ.</li> <li>- Quy trình công nghệ có tính ổn định cao, sản phẩm đạt chỉ tiêu đăng kí.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 quy trình được nghiệm thu cấp cơ sở</li> <li>- Quy trình có thể thực hiện theo quy mô phòng thí nghiệm.</li> <li>- Công suất đạt 25 kg/giờ.</li> <li>- sản phẩm đạt tính ổn định và chỉ tiêu chất lượng đăng kí.</li> </ul>	Đạt
2	Mô hình ứng dụng giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp xử lý nước thải trên địa bàn tỉnh Hưng Yên.	Mô hình	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Công suất xử lý nước thải sin hoạt 1m<sup>3</sup>/ngày. đêm.</li> <li>- Sản phẩm nước sau xử lý đạt cột A QCVN 14:2008/BTNMT và hệ số khu vực K<sub>hy</sub> theo QCDP 01:2019/HY tại địa phương thử nghiệm (với các chỉ tiêu đánh giá pH, BOD5, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp đặt 01 mô hình tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên.</li> <li>- Công suất hoạt động đạt 1m<sup>3</sup>/ngày. đêm.</li> <li>- Sản phẩm nước sau xử lý đạt cột A QCVN 14:2008/BTNMT và hệ số khu vực K<sub>hy</sub> theo QCDP 01:2019/HY tại địa phương thử nghiệm (với các chỉ tiêu đánh giá pH, BOD5, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub>)</li> </ul>	Đạt

**Dạng III: Bài báo; Sách chuyên khảo và các sản phẩm khác**

Số TT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt	Dự kiến nơi công bố (Tạp chí, Nhà xuất bản)	Ghi chú
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	01 Bài báo	- Có tính mới - Có mã số đề tài - Nội dung bài báo phản ánh nội dung của đề tài.	Đã được đăng trên Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học SPKT Hưng Yên.	Vượt
2	01 giải pháp hữu ích	- Chấp nhận đơn	Cục Sở hữu trí tuệ.	Vượt

- Vũ Tiến Giáp, Nguyễn Thúy Chinh, Nguyễn Hữu Đạt, Nguyễn Thị Diệu Linh, Trần Hữu Trung, Bùi Quốc Huy, Nguyễn Thị Thúy Anh, Nguyễn Vũ Giang, Mai Đức Huynh, “Nghiên cứu chế tạo giá thể dạng đĩa dẹt xốp trên nền nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE) sử dụng phụ gia tạo nở azodicacbonamit”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học SPKT Hưng Yên*, số 36, tr 21-26.

- Giải pháp hữu ích: “Giá thể sinh học dạng xốp và phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng này”. Số đơn: 2-2022-00552, nộp ngày 07/12/2022. Chấp nhận đơn hợp lệ theo Quyết định số 6193w/QĐ-SHTT ngày 03/03/2023 của Cục SHTT.

**KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ****1. Kết luận**

Đã chế tạo thành công giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa polyetylen tỉ trọng cao theo quy trình chế tạo giá thể PE xốp ở qui mô phòng thí nghiệm với công suất thiết kế đạt 25 kg/giờ. Chế tạo được 100 kg giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp có xác nhận bàn giao với Bệnh viện Mắt Hưng Yên. Giá thể sau chế tạo có diện tích bề mặt đạt 3750 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, đường kính 30 mm, khối lượng riêng 0,64 g/cm<sup>3</sup> đáp ứng được yêu cầu và khả năng sử dụng trong thực tế.

Thông qua xây dựng và vận hành mô hình xử lý nước thải qui mô phòng thí nghiệm (2-10 lít/giờ) và mô hình xử lý tại Bệnh viện Mắt Hưng Yên (qui mô 1m<sup>3</sup>/ngày đêm) cho thấy chất lượng nước thải sau xử lý đạt cột A QCVN 14:2008/BTNMT và hệ số khu vực K<sub>hy</sub> theo QCVN 01:2019/HY (với các chỉ tiêu đánh giá pH, BOD<sub>5</sub>, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub>).

Từ các chỉ tiêu kỹ thuật đạt được của giá thể, tải lượng xử lý và chất lượng nước thải sinh hoạt sau khi xử lý bằng giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp của đề tài hoàn toàn đáp ứng được các điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt và thay thế sản phẩm nhập ngoại.

Ngoài ra, đề tài đã công bố 01 bài báo trên Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học SPKT Hưng Yên. 01 giải pháp hữu ích được chấp nhận đơn hợp lệ. Tổ chức 02 buổi hội thảo (04 báo cáo tại hội nghị) về sản phẩm giá thể và mô hình ứng dụng trong xử lý nước thải sinh hoạt.

*Những đóng góp mới của đề tài:*

- Đã chế tạo thành công giá thể vi sinh từ vật liệu PE xốp có kết hợp với PEGMA và PEO để cải thiện khả năng bám dính và phát triển của vi sinh lên trên nền. Giá thể sau

chế tạo có diện tích bề mặt đạt 3750 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, đường kính 30 mm, khối lượng riêng 0,64 g/cm<sup>3</sup> hoàn toàn đáp ứng khả năng sử dụng trong thực tế.

- Xây dựng thành công 01 mô hình xử lý nước thải sinh hoạt với công suất 01 m<sup>3</sup>/ngày đêm với chất lượng nước đạt cột A QCVN 14:2008/BTNMT và QCDP 01:2019/HY tại địa phương thử nghiệm (với các chỉ tiêu đánh giá pH, BOD<sub>5</sub>, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-</sup>).

## **2. Kiến nghị**

+ Từ các kết quả đạt được, đề tài mong muốn Sở Khoa học và Công nghệ Hưng Yên nhanh chóng nghiệm thu và công nhận kết quả của đề tài. Đây là cơ sở ban đầu để tiến tới triển khai ứng dụng giá thể cũng như mô hình xử lý nước thải theo công nghệ MBBR vào thực tế, giúp cho người dân, các hộ sản xuất, nhà hàng, phòng khám tiếp cận được công nghệ với giá thành cạnh tranh.

+ Từ các kết quả của đề tài, có thể chuyển giao, liên kết sản xuất giá thể cho các đơn vị có nhu cầu đáp ứng được các điều kiện sản xuất tại tỉnh Hưng Yên. Đồng thời, kết hợp với công ty phối hợp thực hiện đề tài là: DRET và Đại dương xanh để phát triển và nhân rộng mô hình xử lý nước thải sinh hoạt.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. I.D. Manariotis and S.G. Grigoropoulos, Anaerobic filter treatment of municipal wastewater: Biosolids behavior, J. Environ. Eng.-ASCE, 132 (2006) 23- 31.
2. N. Vassilev, M. Vassileva, M. Fenice, F. Federici, Immobilized cell technology applied in solubilization of insoluble inorganic (rock) phosphates and P plant acquisition, Bioresour. Technol. 79 (2001) 263–271.
3. L.S. Zhang, W.Z. Wu, J.I. Wang, Immobilization of activated sludge using improved polyvinyl alcohol (PVA) gel, J. Environ. Sci. 19 (2007) 1293–1297.
4. M.B. Cassidy, H. Lee, J.T. Trevors, Environmental applications of immobilized microbial cells: A review, J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 16 (1996) 79–101.
5. K.C. Chen, C.Y. Chen, J.W. Peng, J.Y. Houg, Real-time control of an immobilized-cell reactor for wastewater treatment using ORP, Water Res. 36 (2002) 230–238.
6. M.X. Loukidou, A.I. Zouboulis, Comparison of two biological treatment processes using attached-growth biomass for sanitary landfill leachate treatment, Envi-ron. Pollut. 111 (2001) 273–281.
7. Stavroula Sfaelou, Chrysi A. Papadimitriou, Ioannis D. Manariotis, Joseph D. Rouse, John Vakros & Hrisi, K. Karapanagioti, Treatment of low-strength municipal wastewater containing phenanthrene using activated sludge and biofilm process, Desalination and Water Treatment, (2015), 1-11.
8. Lijuan Deng, Wenshan Guo, Huu Hao Ngo, Xinbo Zhang, Xiaochang C. Wang, Qionghua Zhang, Rong Chen, “New functional biocarriers for enhancing the performance of a hybrid moving bed biofilm reactor–membrane bioreactor system”, Bioresource Technology, Volume 208, May 2016, Pages 87-93.
9. <https://hanhtrinhxanh.com.vn/cong-nghe-mbbr-xu-ly-nuoc-thai.html>