

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HCM
KHOA CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG



ĐỖ VĂN ĐIỀN

Luận Văn

**Nghiên cứu ứng dụng
công nghệ bùn hạt hiếu
khí trong xử lý nước
thải giết mổ gia súc**

Luận Văn Kỹ Sư
Chuyên Ngành: Kỹ Thuật Môi Trường

PHIẾU GIAO NHIỆM VỤ KLTN

KHOA : **CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG**.....
NGÀNH: Kỹ Thuật Môi Trường
HỌ VÀ TÊN SV: Đỗ Văn Điền.....
MSSV:02127024.....
KHOÁ HỌC:2002 – 2006.....

1. Tên đề tài:

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BÙN HẠT HIỆU KHÍ TRONG XỬ
LÝ NƯỚC THẢI GIẾT MỒ GIA SÚC**

2. Nội dung KLTN:.....

.....1) Khảo sát sự hình thành bùn hạt hiệu khí.....

.....2) Khảo sát các đặc tính của bùn hạt hiệu khí.....

3. Thời gian thực hiện: Bắt đầu :25/3/2006..... Kết thúc:.....
30/6/2006.....

4. Họ tên Giáo viên hướng dẫn 1:ThS. Bùi Xuân Thành.....

5. Họ tên Giáo viên hướng dẫn 2:ThS. Nguyễn Duy Hậu.....

Nội dung và yêu cầu KLTN đã được thông qua Khoa và Bộ môn

Ngày Tháng năm 2006

Ban chủ nhiệm Khoa

Ngày Tháng năm 2006

Giáo Viên Hướng Dẫn

Ngày tháng năm 2006

PHIẾU CHẤM BẢO VỆ LVTN

(Dành cho người hướng dẫn/phản biện)

1. Họ và tên SV:Đỗ Văn ĐiềnNiên Khoá: 2002 – 2006lớp : DHO2MT
MSSV:.....02127024Ngành (chuyên ngành):Kỹ Thuật Môi Trường

2. Đề tài:

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BÙN HẠT HIỆU KHÍ TRONG XỬ
LÝ NƯỚC THẢI GIẾT MỒ GIA SÚC**

3. Họ tên người hướng dẫn 1:.....ThS. Bùi Xuân Thành.....

4. Tổng quát về bản thuyết minh:

.....

.....

Số trang :Số chương:

.....

Số bảng số liệu: Số hình vẽ:

.....

Số tài liệu tham khảo: Phần mềm tính toán:

.....

Hiện vật (sản phẩm):

.....

.....

5. Tổng quát về các bản vẽ:

Số bản vẽ: Bản A1:..... Bản A2:

.....

Khổ khác:

Số bản vẽ tay:

.....

.....

6. Những ưu điểm chính của LVTN:

.....

.....

7. Những thiếu sót chính của LVTN:

.....

.....

.....

8. Đề nghị: Được bảo vệ Bổ sung thêm để bảo vệ Không được bảo vệ

9. 3 Câu hỏi SV phải trả lời trước hội đồng (nếu có)

a/

b/

c/

10. Đánh giá chung : Giỏi Khá Trung bình

Điểm /10

Người hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

ThS. Bùi Xuân Thành

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP HCM
KHOA CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Ngày tháng năm 2006

PHIẾU CHẤM BẢO VỆ LVTN

(Dành cho người hướng dẫn)

1. Họ và tên SV: Đỗ Văn Điền Niên khoá: 2002 – 2006 lớp : DHO2MT
MSSV: 02127024 Ngành (chuyên ngành): Kỹ Thuật Môi Trường

2. Đề tài:

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BÙN HẠT HIỆU KHÍ TRONG XỬ
LÝ NƯỚC THẢI GIẾT MỒ GIA SÚC**

3. Họ tên người hướng dẫn 2: ThS. Nguyễn Duy Hậu.....

4. Tổng quát về bản thuyết minh:

.....

.....

.....

Số trang : Số chương:

.....

Số bảng số liệu: Số hình vẽ:

.....

Số tài liệu tham khảo: Phần mềm tính toán:

.....

Hiện vật (sản phẩm):

.....

5. Tổng quát về các bản vẽ:

Số bản vẽ: Bản A1: Bản A2:

.....

Số bản vẽ tay: Khổ khác:

.....

6. Những ưu điểm chính của LVTN:

.....

.....

7. Những thiếu sót chính của LVTN:

.....

.....

.....

8. Đề nghị: Được bảo vệ Bổ sung thêm để bảo vệ Không được bảo vệ

9. 3 Câu hỏi SV phải trả lời trước hội đồng (nếu có)

a/

b/

c/

10. Đánh giá chung : Giỏi Khá Trung bình Điểm /10

.....

.....

.....

Người hướng dẫn
(Ký và ghi rõ họ tên)

ThS. Nguyễn Duy Hậu

Ngày tháng năm 2006

PHIẾU CHẤM BẢO VỆ LVTN

(Dành cho người phản biện)

1. Họ và tên SV:Đỗ Văn ĐiềnNiên Khoá: 2002 – 2006lớp : DHO2MT
MSSV:.....02127024Ngành (chuyên ngành):Kỹ Thuật Môi Trường

2. Đề tài:

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BÙN HẠT HIỆU KHÍ TRONG XỬ
LÝ NƯỚC THẢI GIẾT MỒ GIA SÚC**

3. Họ tên người phản biện 1:.....

4. Tổng quát về bản thuyết minh:

.....

.....

Số trang :Số chương:

.....

Số bảng số liệu: Số hình vẽ:

.....

Số tài liệu tham khảo: Phần mềm tính toán:

.....

Hiện vật (sản phẩm):

.....

.....

5. Tổng quát về các bản vẽ:

Số bản vẽ: Bản A1:..... Bản A2:

.....

Khổ khác:

Số bản vẽ tay:

.....

.....

6. Những ưu điểm chính của LVTN:

.....

.....

7. Những thiếu sót chính của LVTN:

.....

.....

.....

8. Đề nghị: Được bảo vệ Bổ sung thêm để bảo vệ Không được bảo vệ

9. 3 Câu hỏi SV phải trả lời trước hội đồng (nếu có)

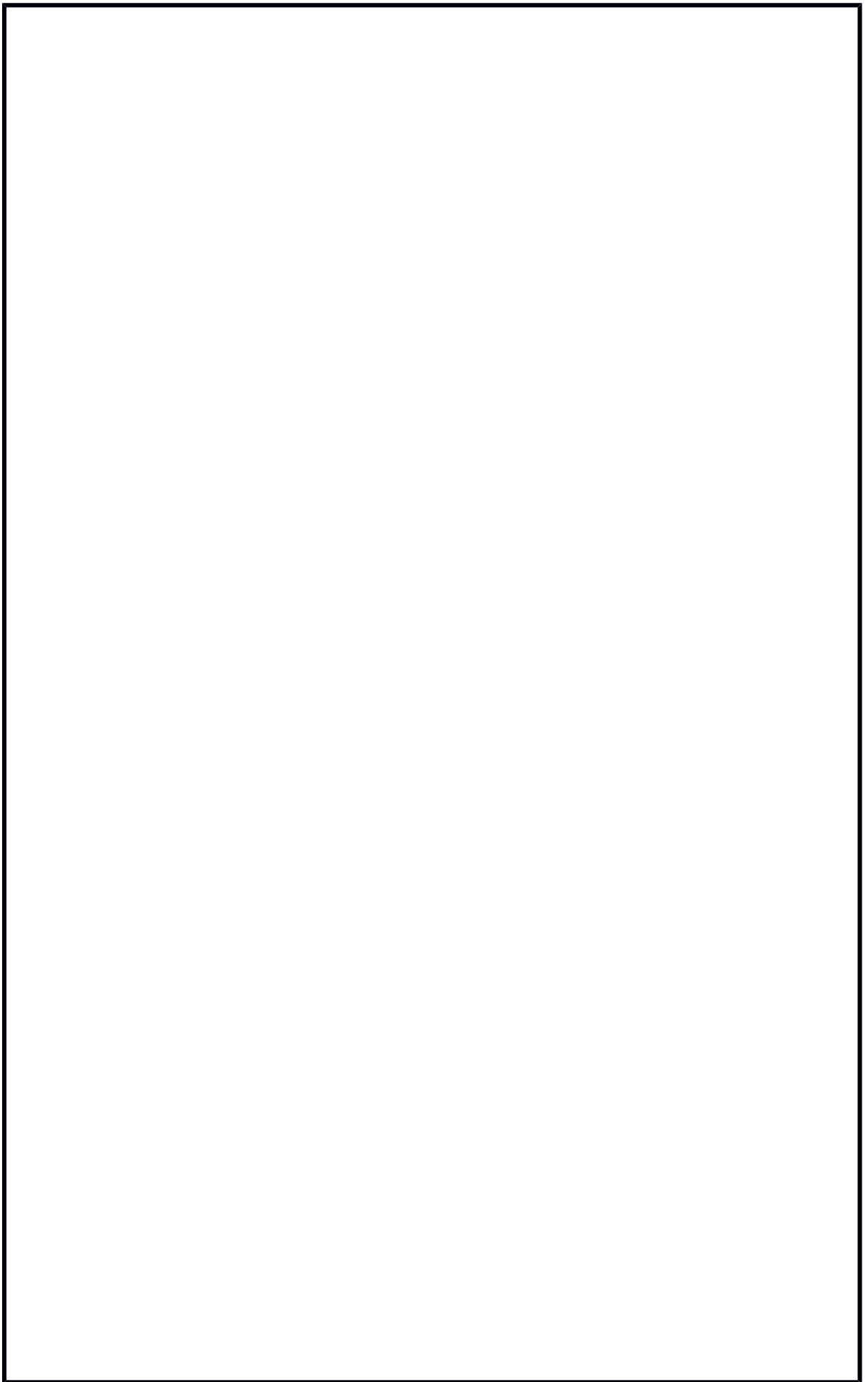
a/

b/

c/

10. Đánh giá chung : Giỏi Khá Trung bình Điểm /10

Người phản biện
(Ký và ghi rõ họ tên)



Ngày tháng năm 2006

PHIẾU CHẤM BẢO VỆ LVTN

(Dành cho người hướng dẫn/phản biện)

1. Họ và tên SV: Đỗ Văn Điền Niên khoá: 2002 – 2006 lớp : DHO2MT
MSSV: 02127024 Ngành (chuyên ngành): Kỹ Thuật Môi Trường

2. Đề tài:

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BÙN HẠT HIỆU KHÍ TRONG XỬ
LÝ NƯỚC THẢI GIẾT MỒ GIA SÚC**

3. Họ tên người phản biện 2:

4. Tổng quát về bản thuyết minh:

Số trang : Số chương:

Số bảng số liệu: Số hình vẽ:

Số tài liệu tham khảo: Phần mềm tính toán:

Hiện vật (sản phẩm):

5. Tổng quát về các bản vẽ:

Số bản vẽ: Bản A1: Bản A2:

Khổ khác:

Số bản vẽ tay:

6. Những ưu điểm chính của LVTN:

7. Những thiếu sót chính của LVTN:

8. Đề nghị: Được bảo vệ Bổ sung thêm để bảo vệ Không được bảo vệ

9. 3 Câu hỏi SV phải trả lời trước hội đồng (nếu có)

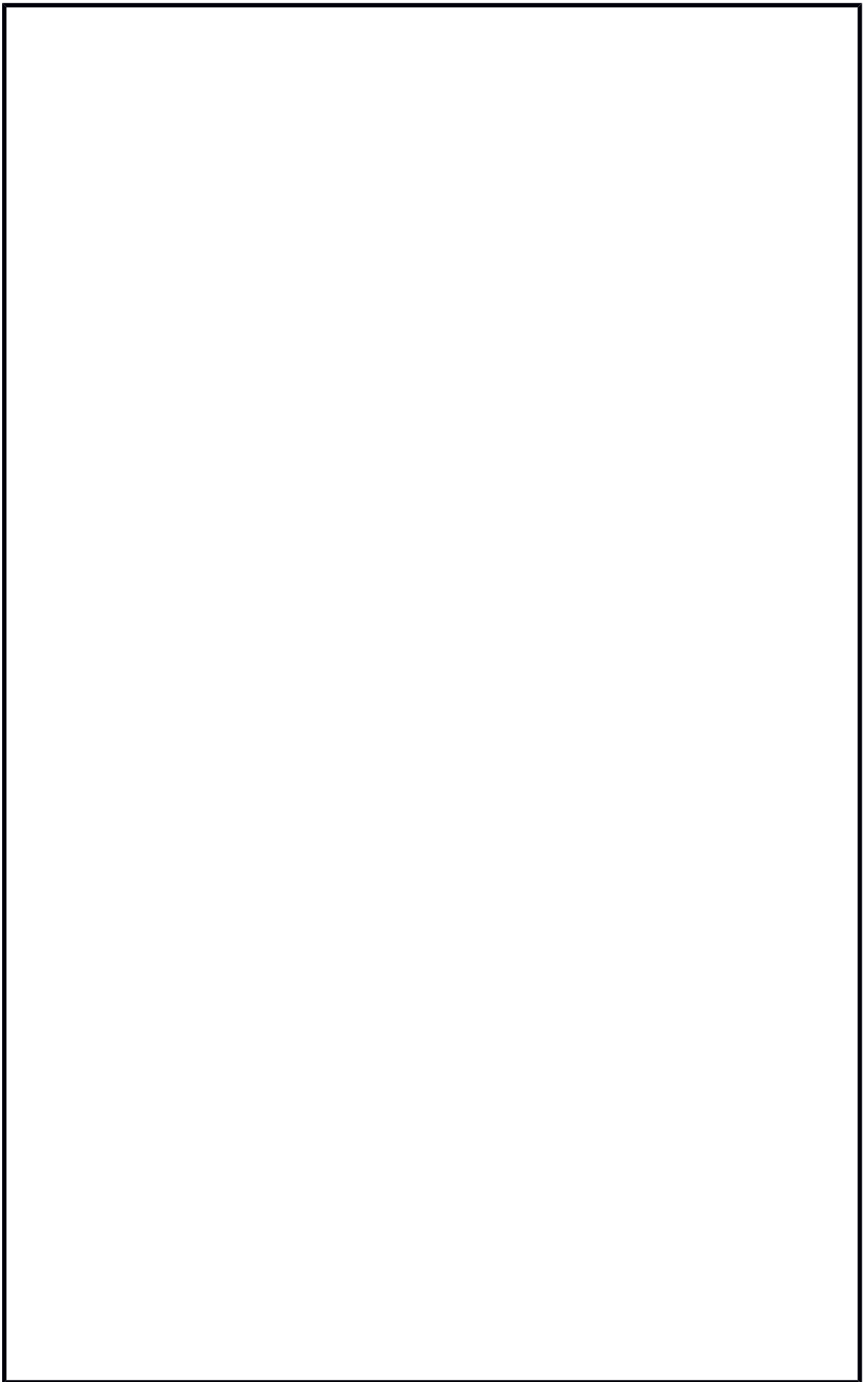
a/

b/

c/

10. Đánh giá chung : Giỏi Khá Trung bình Điểm /10

Người phản biện
(Ký và ghi rõ họ tên)



LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành khóa luận tốt nghiệp này, tôi đã nhận được nhiều sự giúp đỡ, những lời động viên chia sẻ chân thành của nhiều Thầy Cô và bạn bè.

Đầu tiên, tôi xin được gửi lời cảm ơn đến thầy TS. Bùi Xuân An (Trưởng khoa môi trường, trường ĐH Nông Lâm TPHCM) đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình nghiên cứu. Đồng thời Thầy cũng là người đã trực tiếp liên hệ, giới thiệu thực tập trong quá trình thực hiện đề tài.

Hơn bao giờ hết, tôi xin được gửi lời cảm ơn đến Thầy ThS. Bùi Xuân Thành, người đã trực tiếp hướng dẫn và theo sát tôi trong suốt quá trình nghiên cứu.

Tôi cũng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Thầy Th.S Nguyễn Duy Hậu đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ để tôi hoàn thành khóa luận này.

Tôi xin chân thành cảm ơn Thầy Hiền, Cô Thủy, Anh Huy, Thầy Linh Vũ, Thầy Huy Vũ, Thầy Quang, và các quý Thầy Cô trong Khoa Công Nghệ Môi Trường, Trường Đại Học Nông Lâm TP.Hồ Chí Minh đã trao đổi, chỉ bảo tận tình và tạo mọi điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình nghiên cứu.

Xin được gửi lời cảm ơn đến cô Hà và các anh chị trong Trung Tâm Môi Trường, trường Đại Học Nông Lâm TPHCM đã tận tình chỉ bảo và giúp đỡ, tạo điều kiện tốt cho tôi trong quá trình phân tích và xử lý các số liệu.

Xin được gửi lời cảm ơn đến văn phòng khoa môi trường, trường đại học Nông Lâm tp.HCM đã tạo mọi điều kiện và hoàn tất nhanh chóng mọi thủ tục cho tôi trong quá trình làm đề tài.

Tôi xin cảm ơn Ban giám đốc, anh Hưng, cùng các anh chị em công nhân, bảo vệ xí nghiệp chế biến thực phẩm Nam Phong đã tận tình giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong thời gian thực tập tại công ty.

Xin chân thành cảm ơn các Anh Chị lớp DH01MT, các bạn sinh viên lớp ĐH02MT, Khoa Công Nghệ Môi Trường, Trường Đại Học Nông Lâm TP.Hồ Chí Minh đã trao đổi, chia sẻ kinh nghiệm, và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập và trong quá trình làm đề tài.

Cuối cùng, tôi xin được gửi lời cảm ơn đến Cha Mẹ, các Anh Chị Em trong gia đình đã động viên, hỗ trợ và là chỗ dựa của tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Xin chân thành cảm ơn

Thủ Đức, ngày 30/6/2006

Sinh viên

Đỗ Văn Điền

TÓM TẮT LUẬN VĂN

Bể phản ứng theo mẻ SBR (Sequencing Batch Reactor) được thí nghiệm với nước thải giết mổ gia súc, mà ô nhiễm chủ yếu là các thành phần của protein, lipid,... là các thành phần có trong máu gia súc. Chất ô nhiễm bao gồm cả hữu cơ và nitơ. Trong nghiên cứu này, bùn hoạt tính thông thường được dùng để tạo bùn hạt hiếu khí. Bể phản ứng được vận hành tải trọng 1,5 – 2,5 kgCOD/m³.ngày. Sau khi bùn thích nghi, thì bắt đầu giai đoạn tạo hạt cho đến khi hạt trưởng thành, sau khi hạt trưởng thành tiến hành duy trì tải trọng để khảo sát các đặc tính của bùn hạt. Trong suốt quá trình thí nghiệm theo dõi sự biến đổi nồng độ sinh khối trong bể phản ứng, nồng độ sinh khối dòng ra, nồng độ sinh khối đã lắng, chỉ số thể tích bùn SVI, vận tốc lắng, khả năng xử lý, kích thước và hình dạng hạt, pH, oxy hoà tan, thời gian lưu bùn để khảo sát quá trình hình thành và đặc tính của bùn hạt hiếu khí trong xử lý nước thải giết mổ gia súc.

Qua quá trình nghiên cứu đã khẳng định, bùn hạt hiếu khí hoàn toàn có thể hình thành trong nước thải giết mổ gia súc

Quá trình nghiên cứu cũng cho thấy các đặc tính của bùn hạt hiếu khí như khả năng lắng tốt (chỉ số thể tích bùn đạt 30 mg/l), vận tốc lắng cao (16 – 18 m/h so với bùn hoạt tính thông thường luôn nhỏ hơn 10 m/h), khả năng nén tốt (nồng độ sinh khối đã lắng đạt 15 g/l so với bùn hoạt tính là 4,9 g/l), khả năng xử lý tốt (COD dòng ra luôn nhỏ hơn 50 mg/l, tốc độ hấp thụ hay phân huỷ chất hữu cơ cao chỉ sau 5 – 10 phút đã đạt được COD dòng ra, Oxy hoà tan đạt bão hoà sau 5 – 10 phút). Như vậy, thể hiện ưu điểm của bùn hạt hiếu khí so với bùn hiếu khí thông thường và tính khả thi ứng dụng công nghệ bùn hạt hiếu khí trong xử lý nước thải giết mổ gia súc.

MỤC LỤC

Nhiệm vụ khoá luận tốt nghiệp	A
Nhận xét của giáo viên hướng dẫn 1	B
Nhận xét của giáo viên hướng dẫn 2	C
Nhận xét của giáo viên phản biện 1	D
Nhận xét của giáo viên phản biện 2	E
Lời cảm ơn.	i
Tóm tắt luận văn.	ii
Mục lục.	iii.....
Danh mục các bảng.	v
Danh mục các hình vẽ, biểu đồ.	vi
Danh mục các ký hiệu và chữ viết tắt.	viii
Danh mục phụ lục	ix
CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU.	1
1.1 ĐẶT VẤN ĐỀ.	1
1.2 MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU.	2
1.3 GIỚI HẠN VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU.....	2
1.4 Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI.	3
CHƯƠNG II: TỔNG QUAN TÀI LIỆU.	4
2.1 GIỚI THIỆU.	4
2.2 SỰ HÌNH THÀNH VÀ ĐẶC TÍNH CỦA Bùn HẠT HIẾU KHÍ.....	5
2.2.1 Nguồn cacbon sử dụng tạo hạt.	5
2.2.2 Hình dạng bề phản ứng.	5
2.2.3 Bùn giống.	5
2.2.4 Đặc tính của bùn hạt hiếu khí	5
2.2.5 Chất mang cho bùn hạt hiếu khí.	5
2.3 CÁC NHÂN TỐ KÍCH THÍCH SỰ HÌNH THÀNH HẠT HIẾU KHÍ.....	10
2.3.1 Tính kỵ nước của tế bào.	10
2.3.2 Tải trọng hữu cơ	11
2.3.3 Cation kim loại.	11
2.3.4 Chất rắn lơ lửng và chất mang.	12
2.4 SỰ HÌNH THÀNH Bùn HẠT HIẾU KHÍ.....	12
2.4.1 Sự hình thành hạt hiếu khí từ quá trình bùn hạt kỵ khí.....	12
2.4.2 Sự hình thành hạt hiếu khí từ quá trình bùn hoạt tính hiếu khí thông thường.....	14
2.5 CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH Bùn HẠT HIẾU KHÍ	18
Amonia tự do.	18
CHƯƠNG III: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	20
3.1 VẬT LIỆU VÀ VI SINH VẬT.	20
3.1.1 Nước thải.	20
3.1.2 Bùn giống.	21
3.2 QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM.	21
3.3 NUÔI CẮT Bùn HẠT.	21
3.3.1 Mô hình nghiên cứu và điều kiện vận hành hệ thống.....	21
3.3.2 Điều kiện vận hành.	21
3.3.3 Sự tạo thành bùn hạt hiếu khí.	22
3.4 PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH.	24
3.4.1 Vận tốc lắng.	24
3.4.2 Nồng độ sinh khối được lắng.	24
3.4.3 Các thông số khác.	25
3.5 PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SỐ LIỆU	25
CHƯƠNG IV: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.	26
4.1 SỰ HÌNH THÀNH Bùn HẠT HIẾU KHÍ.....	26
4.1.1 Quá trình thích nghi ban đầu.	26
4.1.2 Sự hình thành hạt hiếu khí.	27
4.1.3 Chúng loại vi sinh và hình thái học của hạt.....	28
4.1.4 Sự phát triển kích thước hạt.	29
4.1.5 Cơ chế hình thành hạt.	31
4.2 ĐẶC TÍNH CỦA Bùn HẠT HIẾU KHÍ.....	32
4.2.1 pH.	32
4.2.2 Oxy hoà tan.	34

4.2.3	<i>Nồng độ sinh khối.</i>	35
4.2.4	<i>Nồng độ sinh khối đã lắng (hoặc tỷ trọng sinh khối).....</i>	36
4.2.5	<i>Khả năng lắng.</i>	36
4.2.6	<i>Khả năng xử lý của hạt hiệu khí.</i>	39
4.2.7	<i>Tải lượng shock trong bể phản ứng.</i>	40
CHƯƠNG V:	KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.	41
5.1	KẾT LUẬN.	41
5.2	KIẾN NGHỊ.	42
TÀI LIỆU THAM KHẢO		43
PHỤ LỤC		45

DANH MỤC CÁC BẢNG

BẢNG 3.1: THÀNH PHẦN NƯỚC THẢI GIẾT MỔ XÍ NGHIỆP CHẾ BIẾN THỰC PHẨM NAM PHONG.	21
BẢNG 3.2: ĐIỀU KIỆN HOẠT ĐỘNG CỦA BỂ SBR.	24
BẢNG 3.3: CÁC THÔNG SỐ ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐẶC TÍNH CỦA BUN HẠT.	25
BẢNG 4.1: THAY ĐỔI TỶ LỆ F/M THEO THỜI GIAN	40

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, BIỂU ĐỒ

HÌNH 2.1: ĐẶC TÍNH CỦA BÙN HẠT VÀ BÙN HOẠT TÍNH TRUYỀN THỐNG.	6
HÌNH 2.2: SƠ ĐỒ VỀ NỒNG ĐỘ CHẤT NỀN TRONG HẠT HIẾU KHÍ.	7
HÌNH 2.3: HÌNH ẢNH VI HÌNH CỦA BÙN GIỐNG (TRÁI), THUỐC ĐO (BAR) = 8 μ M, BÙN DẠNG SỢI; BÙN HẠT HIẾU KHÍ (PHẢI) LÚC ỔN ĐỊNH, THUỐC ĐO (BAR) = 8 MM (WANG VÀ CỘNG SỰ., 2004).	7
HÌNH 2.4 QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH BÙN HẠT HIẾU KHÍ TỪ BÙN HẠT KỶ KHÍ.	13
HÌNH 2.5: THAY ĐỔI HÌNH THÁI HỌC CỦA HẠT (BỔ SUNG TỪ LINTHIN VÀ CỘNG SỰ., 2005).	13
HÌNH 2.6: SỰ THAY ĐỔI HÌNH THÁI HỌC CỦA BÙN HẠT TRONG SUỐT QUÁ TRÌNH THÍ NGHIỆM (40X). (A) BÙN HẠT KỶ KHÍ LÀM GIỐNG; (B) SAU 1 TUẦN; (C) SAU 2 TUẦN; (D) SAU 3 TUẦN; (E) SAU 5 TUẦN; (E) SAU 5 TUẦN (LINTHIN VÀ CỘNG SỰ., 2005).	14
HÌNH 2.7: BỀ MẶT CỦA HẠT TRƯỞNG THÀNH SAU 120 NGÀY. (A) TOÀN BỘ BÙN HẠT. BAR = 2 MM, (B) SEM CỦA BỀ MẶT HẠT, BAR = 1 μ M.	15
HÌNH 2.8: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH HẠT HIẾU KHÍ (TRÍCH TỪ WANG VÀ CỘNG SỰ., 2004).	16
HÌNH 2.9: SỰ PHÁT TRIỂN CỦA HẠT DỰA THEO THỜI GIAN, TỪ BÙN GIỐNG ĐẾN HÌNH THÀNH HẠT.; (A) 0 NGÀY, BÙN GIỐNG; (B) 3 NGÀY; (C) 10 NGÀY; (D) 31 NGÀY, GIỐNG NHƯ BÔNG; (E) 40 NGÀY VÀ (F) 50 NGÀY, BÙN HẠT (JANG VÀ CỘNG SỰ., 2003).	17
HÌNH 2.10: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH HẠT HIẾU KHÍ (THEO JANG VÀ CỘNG SỰ., 2003).	17
HÌNH 2.11: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH HẠT HIẾU KHÍ (ETTERER VÀ WILDER, 2001).	18
HÌNH 2.12: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH BÙN HẠT HIẾU KHÍ (BEUN VÀ CỘNG SỰ., 1999).	18
HÌNH 2.13: ẢNH HƯỞNG CỦA AMMONIA TỰ DO LÊN TÍNH KỶ NƯỚC CỦA TẾ BÀO VÀ TỶ LỆ PS/PN SAU 4 TUẦN HOẠT ĐỘNG (YANG VÀ CỘNG SỰ., 2004).	20
HÌNH 3.1: QUI TRÌNH THÍ NGHIỆM.	22
HÌNH 3.2: SƠ ĐỒ HOẠT ĐỘNG CỦA BỂ SBR.	23
HÌNH 4.1: HIỆU SUẤT KHỬ COD Ở GIAI ĐOẠN THÍCH NGHI.	26
HÌNH 4.2 : GIUN, VI SINH LỚN VÀ VI SINH DÍNH BÁM TRONG MÔ HÌNH.	27
HÌNH 4.3: THAY ĐỔI MÀU SẮC CỦA BÙN.	28
HÌNH 4.4: HẠT TRONG MÔ HÌNH.	28
HÌNH 4.5: SỰ THAY ĐỔI HÌNH DẠNG VÀ KÍCH THƯỚC CỦA HẠT THEO THỜI GIAN.	39
HÌNH 4.6: SỰ THAY ĐỔI KÍCH THƯỚC HẠT THEO THỜI GIAN (TUẦN).	30
HÌNH 4.7: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH BÙN HẠT HIẾU KHÍ TRONG BỂ PHẢN ỨNG THEO MẸ SBR.	32
HÌNH 4.8: SỰ THAY ĐỔI PH TRONG BỂ PHẢN ỨNG.	33
HÌNH 4.9: QUAN HỆ GIỮA COD HOÀ TAN VÀ DO.	34
HÌNH 4.10: NỒNG ĐỘ SINH KHỐI TRONG BỂ PHẢN ỨNG VÀ NỒNG ĐỘ SINH KHỐI DÒNG RA.	35
HÌNH 4.11: QUAN HỆ GIỮA SINH KHỐI TRONG BỂ VÀ TỶ LỆ F/M THEO THỜI GIAN	36
HÌNH 4.12: NỒNG ĐỘ SINH KHỐI ĐÃ LẮNG VÀ CHỈ SỐ THỂ TÍCH BÙN SVI TRONG BỂ PHẢN ỨNG.	37
HÌNH 4.13: QUAN HỆ GIỮA VẬN TỐC LẮNG VÀ CHỈ SỐ THỂ TÍCH BÙN.	38
HÌNH 4.14: THỂ TÍCH VÙNG LẮNG THEO THỜI GIAN.	38
HÌNH 4.15: HIỆU SUẤT KHỬ COD THEO THỜI GIAN.	39

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

BOD	Nhu cầu oxy sinh hoá (Biological Oxygen Demand)
BAS	Bể phản ứng lơ lửng Bio-film Airlift (Bio-film Airlift Suspension Reactor)
COD	Nhu cầu oxy hoá học (Chemical Oxygen Demand)
DO	Oxy hoà tan (Dissolved oxygen)
EPS	Chất polyme ngoại bào (Extra-cellular Polymeric Substances)
FISH	Fluorescent In Situ Hybridisation
HRT	Thời gian lưu thuỷ lực (Hydraulic Retention Time)
MLSS	Nồng độ sinh khối lơ lửng (Mixed Liquor Suspended Solids)
MLVSS	Nồng độ sinh khối lơ lửng bay hơi (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids)
OLR	Tải trọng hữu cơ (Organic Loading Rate)
PS/PN	Tỉ số Polysaccharides và Protein (Polysaccharides to Protein Ratio)
SBBC	Bể phản ứng bọt khí mịn dạng mẻ (Sequencing Batch Bubble Column)
SBAR	Bể phản ứng theo mẻ dạng Airlift (Sequencing Batch Airlift Reactor)
SBR	Bể phản ứng theo mẻ (Sequencing Batch Reactor)
SOUR	Tốc độ sử dụng oxy riêng (Specific Oxygen Utilization Rate)
SRT	Thời gian lưu chất rắn (Solid Retention Time)
SVI	Chỉ số thể tích bùn (Sludge Volume Index)
USBR	Bể phản ứng theo mẻ dòng chảy ngược (Upflow Sequencing Batch Reactor)
VLR	Tải trọng thể tích (Volumetric Loading Rate (kgCOD/m ³ .ngày))
WW	Nước thải (Wastewater)

DANH MỤC PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: VÍ DỤ TÍNH TOÁN	I
1. Tỷ lệ F/M	I
2. Tải trọng hữu cơ ORL ($\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{ngày}$)	I
PHỤ LỤC 2: CÁC SỐ LIỆU THU ĐƯỢC TRONG NGHIÊN CỨU	II
Bảng 1: Thể tích bùn lắng theo thời gian trong ống đong 100 ml.	II
Bảng 2: Biến đổi các thông số trong bể phản ứng ngày 31-5-2006.	III
Bảng 3: Biến đổi các thông số trong bể phản ứng ngày 2-6-2006.	IV
Bảng 4: Hiệu quả khử COD theo ngày.	V
PHỤ LỤC 3: THÀNH PHẦN NƯỚC THẢI GIẾT MỔ GIA SÚC Ở QUE'BEC VÀ ONTARIO NĂM 1995-1996 (MASSE' và MASSE., 2000)	VI
Bảng 5: thành phần nước thải giết mổ gia súc ở Que'bec và Ontario năm 1995-1996 (MASSE' and MASSE., 2000)	VII
PHỤ LỤC 4: MỘT SỐ HÌNH ẢNH TRONG NGHIÊN CỨU	VII
Hình 4.1: Bố trí thí nghiệm nghiên cứu.	VII
Hình 4.2: Bùn giống được nuôi từ khi mô hình bắt đầu khởi động từ ngày 22/3/2006.	VII
Hình 4.4: Sự phát triển của bùn hạt theo thời gian.	VIII

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU

1.1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình sinh học (biological process) đã và đang là quá trình chính trong hầu hết nhà máy xử lý nước thải đặc biệt là quá trình bùn hoạt tính truyền thống CASP.

Ngày nay, do xu hướng bảo vệ tài nguyên nước thông qua việc tuần hoàn, tái chế, tái sử dụng nước và tiêu chuẩn phát thải ngày càng nghiêm khắc hơn cho nên công nghệ bùn hoạt tính thông thường như CASP (conventional activated sludge process) sẽ dần dần không còn đáp ứng được nhu cầu.

Hầu hết các hệ thống xử lý nước thải sử dụng quá trình sinh học bùn hoạt tính thông thường CASP có một số bất lợi như sản sinh ra lượng sinh khối dư cao, nồng độ chất rắn lơ lửng đầu ra cao, diện tích xây dựng công trình lớn, tải trọng xử lý thấp ($0,5 - 2 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{ngày}$) (Corbitt, 1999; Metcalf và Eddy, 2003),... Hơn nữa, khả năng lắng của bùn hoạt tính truyền thống CASP thì khá thấp, điều này làm cho chi phí xây dựng và chi phí xử lý bùn gia tăng. Thêm vào đó, CASP cần diện tích bề mặt lớn cho việc xây dựng công trình hoàn thiện gồm bể lắng đủ lớn mà không thể có được ở một số nơi mà đất thì không có sẵn hoặc giá cao.

Từ những giới hạn trên của bùn hoạt tính truyền thống, Tijhuis và cộng sự, 1994 đã phát hiện ra bùn hạt hiếu khí. Bùn hạt hiếu khí (aerobic granule) có nhiều ưu điểm hơn hẳn bùn hoạt tính thông thường về nồng độ sinh khối đã lắng (settled biomass concentration), kích thước (size), hình dạng (shape), tính đồng đều (regularity) và khả năng lắng (settling ability). Đặc biệt, bùn hạt có khả năng lắng tốt thể hiện qua vận tốc lắng (settling velocity) lớn hơn 10 m/h , chỉ số thể tích bùn SVI (sludge volume index) đạt đến 30 ml/g (Linthin và cộng sự, 2005), tải trọng hữu cơ và nitrogen (organic and nitrogenous loading rate) cao vì thế kích thước nhà máy xử lý sẽ rất nhỏ. Với loại bùn hạt này tải trọng hữu cơ có thể đạt đến hơn $9 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ (Tay và cộng sự, 2003) và $15 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ (Moy và cộng sự, 2002). Qua đó ta có thể thấy khả năng xử lý của bùn hạt hơn bùn hoạt tính thông thường CASP ít nhất 7 lần. Trong tương lai bùn hạt hiếu khí là một giải pháp thay thế khả thi cho các quá trình hoạt tính thông thường hiện nay.

Những nghiên cứu gần đây đã chỉ ra những thuận lợi của hệ thống theo mẻ đối với sự hình thành, đặc tính và khả năng ổn định của hạt trong những hệ thống này (Beun và cộng sự, 2000). Hơn nữa, có thể dễ dàng kết hợp loại bỏ nitơ và photpho trong hệ thống theo mẻ. Thêm vào đó, khi tạo hạt hiếu khí trong bể phản ứng theo mẻ SBR (Sequencing batch reactor), loại bể phản ứng này hoạt động hai trong một, nó xảy ra như bể hiếu khí và bể lắng trong cùng một công trình đơn vị mà tất cả các quá trình đều diễn ra ở đó. Điều này làm cho hệ thống đơn giản và gọn hơn.

Sự xuất hiện của bùn hạt hiếu khí có thể tạo ra xu hướng mới trong xử lý nước thải. Dựa vào những đặc tính riêng của bùn hạt có thể thấy được một số thuận lợi của bùn hạt như sau: (1) tải trọng hữu cơ cao (lớn hơn $30 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ (Thành, 2005)); (2) khả năng lắng nhanh của bùn hạt; (3) khả năng loại bỏ nitơ (Kreuk và cộng sự, 2004)... dựa vào những thuận lợi của bùn hạt hiếu khí, bùn hạt có thể là một công nghệ xử lý hấp dẫn trong tương lai.

Dù đã được chứng minh về những ưu điểm của bùn hạt hiếu khí so với bùn hạt truyền thống. Nhưng công nghệ bùn hạt hiếu khí vẫn còn trên nghiên cứu cơ bản, mà chủ yếu vẫn là trên nguồn nước thải tổng hợp với nguồn cacbon là glucose (Jang và cộng sự, 2003), acetate (Beun và cộng sự, 2001; Kreuk và cộng sự, 2005), mật rỉ đường (Loosdrecht và cộng sự, 1997), sucrose và peptone (Zheng và cộng sự, 2005),... hoặc trên nước thải sinh hoạt (Kreuk và cộng sự, 2004). Chính vì vậy, cần có những nghiên cứu trên nguồn nước thải thực tế.

Do đặc điểm công nghệ, ngành giết mổ đã sử dụng và thải ra một lượng nước khá lớn trong quá trình sản xuất và chế biến. Nước thải ra từ ngành giết mổ gia súc có nồng độ ô nhiễm cao (COD hoà tan khoảng 800 đến 5000 mg/l) (Masse và Masse', 2000) mà chủ yếu là ô nhiễm chất hữu cơ bao gồm protein, lipid, glucit là thành phần của tế bào động vật. Do đó, nước thải giết mổ gia súc rất thích hợp cho xử lý sinh học nếu có biện pháp tiền xử lý thích hợp.

Lưu lượng lớn, nồng độ ô nhiễm hữu cơ cao và thích hợp cho xử lý sinh học, chính vì vậy nước thải giết mổ gia súc được chọn làm đối tượng nghiên cứu cho đề tài nghiên cứu bùn hạt hiếu khí.

1.2 MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Mục tiêu của nghiên cứu là tập trung vào khảo sát các đặc tính của bùn hạt hiếu khí đối với nước thải giết mổ gia súc bao gồm:

- 1 Nghiên cứu sự tạo thành hạt hiếu khí trong xử lý nước thải giết mổ gia súc.
- 2 Xác định các đặc tính của bùn hạt hiếu khí.

Trên các cơ sở kết quả nghiên cứu được sẽ rút ra các kết luận về các vấn đề đặt được và các kiến nghị cần thiết như sau:

Các kết luận

- Sự tạo thành bùn hạt hiếu khí.
- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự tạo thành và phát triển của bùn hạt hiếu khí.
- Biến đổi kích thước bùn hạt hiếu khí.
- Nồng độ bùn hạt trong thiết bị phản ứng và nồng độ bùn trong dòng ra.
- Khả năng lắng của bùn hạt.
- Hiệu quả xử lý của bùn hạt.
- Các ưu điểm của bùn hạt so với bùn hiếu khí thông thường.

Các kiến nghị

- Ứng dụng của bùn hạt.
- Các nghiên cứu thêm về bùn hạt.

1.3 GIỚI HẠN VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng bể phản ứng theo mẻ SBR (sequencing batch reactor) để nuôi cấy bùn hạt hiếu khí (aerobic granule) và theo dõi sự phát triển của hạt trong bể phản ứng. Nguồn cacbon và dinh dưỡng sử dụng lấy từ nước thải giết mổ gia súc của xí nghiệp chế biến thực phẩm Nam Phong, TP HCM, Việt Nam. Với COD của nước thải cho nuôi cấy từ 300 – 500 mg/l (tải trọng 1,5 – 2,5 kg COD/m³.ngày). Đặc tính của hạt được khảo sát bằng việc xác định các thông số như COD, nồng độ sinh khối (biomass concentration), nồng độ sinh khối đã lắng (settled biomass concentration), chỉ số thể tích bùn SVI (sludge volume index), vận tốc lắng (settling velocity),... sau khi hạt trưởng thành hình thành thì gia tăng tải trọng để theo dõi biến đổi đặc tính của hạt và hoạt tính sinh học của bùn hạt.

- 1 Hình thành (formation) hạt hiếu khí bằng bể phản ứng theo mẻ tại tải trọng 1,5 – 2,5 kg COD/m³.ngày với nước thải giết mổ gia súc.

- 2 Khảo sát tính chất sinh hoá lý học của bùn hạt hình thành trong nước thải giết mổ gia súc.
- 3 Khảo sát khả năng ứng dụng của bùn hạt hiếu khí vào thực tế.

1.4 Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI

Từ những thuận lợi trên của bùn hạt hiếu khí, thì nghiên cứu này có thể tìm ra một kỹ thuật mới cho ứng dụng bùn hạt hiếu khí trong xử lý nước thải.

Vấn đề đặt ra là công nghệ bùn hạt hiếu khí khi ứng dụng ở Việt Nam chúng ta có gặp vấn đề gì không. Hơn nữa công nghệ bùn hạt hiếu khí còn khá mới ở Việt Nam. Trước tình hình đó cần có những nghiên cứu để công nghệ bùn hạt hiếu khí có thể ứng dụng ở Việt Nam, đồng thời cũng là góp phần tìm ra công nghệ thay thế khả thi cho tương lai.

CHƯƠNG II: TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1 GIỚI THIỆU

Hầu hết các hệ thống xử lý nước thải (waste water treatment system) có một số bất lợi như sản sinh lượng sinh khối thừa (surplus biomass) lớn, tính linh động thấp với sự dao động của tải trọng, yêu cầu diện tích lớn cho bể phản ứng và đặc biệt là bể lắng, tải trọng hữu cơ thấp đối với quá bùn hoạt tính truyền thống (CASP) và quá trình màng sinh học (biofilm process) (0,5 – 2 kg COD/m³.ngày) (Kreuk và cộng sự, 2004; Thành, 2005; Corbitt, 1999; Mecraft & Eddy, 2003).

Quá trình kỵ khí (anaerobic process) với bể phản ứng hiệu quả cao hơn nhiều đã được phát triển (đạt đến 40 kg COD/m³.ngày) chẳng hạn bể UASB (upflow anaerobic sludge blanket) (Eckenfelder và cộng sự, 1989). Hơn nữa, công trình lắng thì không cần thiết bởi vì bùn được tách kết hợp trong bể UASB. Mặc dù quá trình UASB đã được sử dụng phổ biến nhưng kỹ thuật hình thành hạt vẫn là chủ đề thảo luận. Đối với hạt kỵ khí (methanogenic granule), người ta cho rằng các vi sinh (microorganisms) phát triển tạo thành hạt bởi vì sự tương tác giữa các tế bào vi khuẩn. Thực tế, sự phát triển hình thành hạt chỉ là một trường hợp của sự hình thành màng sinh học (biofilm). Gần đây, một số tác giả phát hiện sự hình thành hạt trong điều kiện hiếu khí như Tijhuis và cộng sự, 1994; Beun và cộng sự, 1999 & 2002; Tay và cộng sự, 2001 & 2002; Arrojo và cộng sự, 2004; Wang và cộng sự, 2004; Jang và cộng sự, 2003; Qin và cộng sự, 2004; Linlin và cộng sự, 2005; Liu và cộng sự, 2003 Yang và cộng sự, 2004; Zheng và cộng sự, 2004; Toh và cộng sự, 2003; Thành, 2005. Các Loại vi sinh hình thành hạt được tìm thấy gồm vi khuẩn acid hoá (acidifying bacteria), vi khuẩn nitrat hoá (nitrifying bacteria), vi khuẩn khử nitơ (denitrifying bacteria) (Beun và cộng sự, 1999; Beun và cộng sự, 2002; Tsuneda và cộng sự, 2004; McSwain và cộng sự, 2004) và vi khuẩn dị dưỡng hiếu khí (aerobic heterotrophs) (Tijhuis và cộng sự, 1994; Van Benthum và cộng sự, 1996; Yang và cộng sự, 2004).

Trong nhiều trường hợp, người ta nhận thấy rằng hệ thống theo mẻ (discontinuos system) thì thuận lợi hơn hệ thống liên tục trong việc nuôi cấy (cultivating) hạt hiếu khí. Điều này thể hiện rằng bùn hạt hiếu khí có thể được nuôi trong bể phản ứng theo mẻ SBR (sequencing batch reactor) (Morgenroth và cộng sự, 1997; Heijnen anh Van Loosdrecht, 1998; McSwain và cộng sự, 2004; Tay và cộng sự, 2004; Schwarzenbeck và cộng sự, 2004) hoặc trong bể SBAR (sequencing batch airlift reactor) (Beun và cộng sự, 1999; Beun và cộng sự, 2002).

Bởi vì sự suy thoái (depletion) liên tục của nguồn nước sạch, các thay đổi tập trung hướng đến phục hồi (recovery), tái sử dụng (reuse) và tuần hoàn nước (recycling) thông qua việc lựa chọn những hệ thống xử lý. Hiện nay đây là vấn đề chính của những nhà kỹ thuật và quản lý môi trường. Ngày nay nước thải có nồng độ hữu cơ và nitơ cao, nên cần có một công nghệ hiếu khí mới mà có tải trọng cao hơn, khả năng lắng của bùn cao, và khả năng chịu đựng cao với chất độc. Để giải quyết điều này, quá trình sinh học sử dụng công nghệ bùn hạt hiếu khí có thể là một lựa chọn hấp dẫn bởi vì những thuận lợi trên của nó.

2.2 SỰ HÌNH THÀNH VÀ ĐẶC TÍNH CỦA BÙN HẠT HIẾU KHÍ

2.2.1 Nguồn cacbon sử dụng tạo hạt

Nguồn cacbon được sử dụng để nuôi cấy bùn hạt thường là acetate, glucose, cả acetate và glucose hoặc nước thải thật.

2.2.2 Hình dạng bề phản ứng

Từ những nghiên cứu ở trên, hạt có thể hình thành trong những hệ thống theo mẻ như SBAR (Sequencing Batch airlift reactor), SBR (Sequencing Batch Reactor) và hệ thống liên tục như BAS (Biofilm Airlift Suspension reactor) bằng các phương pháp nuôi cấy và mất một khoảng thời gian nào đó. Thông thường, nó được hình thành sau 40 ngày. Nhưng nó dường như có hiệu quả (efficient) khi nuôi cấy hạt hiếu khí trong hệ thống theo mẻ (batch system) (Beun và cộng sự, 1999) đặc biệt với SBAR.

Bề phản ứng SBAR có khả năng tạo hạt tốt hơn bởi vì thiết bị này có thể tạo hạt với tỷ trọng (dense) cao, kích thước hạt nhỏ hơn, vì thế thiết bị này thì thích hợp cho nghiên cứu. Hơn nữa, quá trình bùn hoạt tính truyền thống cũ có thể được cải tạo (upgraded) thành SBAR hoặc SBR để cải thiện quá trình xử lý. Ở đây do điều kiện nghiên cứu, tôi chọn mô hình nghiên cứu theo mẻ SBR. SBR được sử dụng sẽ được mô tả chi tiết trong phần phương pháp luận.

2.2.3 Bùn giống

Bùn giống để tạo hạt có thể lấy từ bùn hoạt tính thông thường (Tay và cộng sự, 2001; Beun và cộng sự, 1999; Jang và cộng sự, 2003; Arrojo và cộng sự, 2004; Wang và cộng sự, 2004; Qin và cộng sự, 2004; Schwarzenbeck và cộng sự, 2004; Kreuk và cộng sự, 2004) hoặc bùn kỵ khí (Linlin và cộng sự, 2005). Do đó, hạt hiếu khí có thể được nuôi cấy bằng cả bùn hoạt tính truyền thống hoặc bùn hạt kỵ khí.

2.2.4 Đặc tính của bùn hạt hiếu khí

Bùn hạt có nhiều ưu điểm hơn bùn hoạt tính truyền thống (conventional activated sludge). Những đặc tính của bùn hạt (granular sludge) và bùn dạng bông (floc-like sludge) được thể hiện trong Hình 2.1.

Hình 2.1: Đặc tính của bùn hạt và bùn hoạt tính truyền thống.

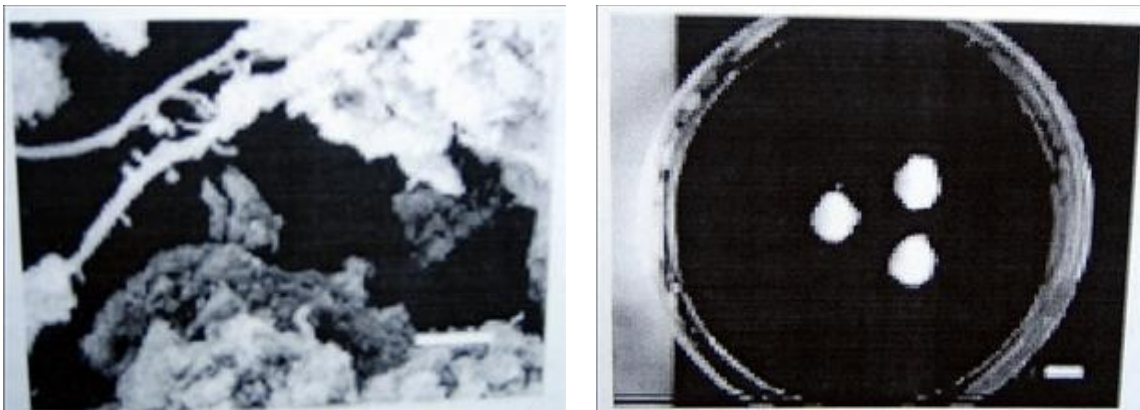
Một số tác giả (Tijhuis và cộng sự, 1994; Jang và cộng sự, 2003) đã xem bùn hạt là những màng vi sinh hình cầu lơ lửng chứa tế bào vi sinh, các hạt trơ (inert particles), các hạt có khả năng phân huỷ (degradable particles) và các chất polymer ngoại bào EPS (extracellular polymeric substances). Chất polymer ngoại bào EPS trong nước tạo thành một mạng lưới liên kết các hạt khác nhau lại với nhau và cho phép các loại vi sinh vật khác nhau hình thành các khối kết tụ ổn định (Jang và cộng sự, 2003).

Tùy thuộc vào cấu trúc hình cầu (spherical dense structure), hạt hiếu khí có đặc tính riêng của bùn hiếu khí ở lớp ngoài và bùn kỵ khí ở lớp trong vì vậy nitrogen có thể dễ dàng bị loại bỏ nếu sự khuếch tán oxygen bị giới hạn hoặc đường kính của hạt thì đủ lớn. Do đó, trong bùn hạt tồn tại hai điều kiện khác nhau. Điều kiện kỵ khí (anaerobic condition) ở tâm (central

core) và điều kiện hiếu khí (aerobic condition) ở phần bên ngoài (outer part). Xu hướng thay đổi nồng độ chất nền (substrate concentrations) diễn ra bên trong hạt hiếu khí thì được mô tả trong Hình 2.2.

Hình 2.2: Sơ đồ về nồng độ chất nền trong hạt hiếu khí

Bên trong hạt vi khuẩn hình que (rod bacteria) chiếm ưu thế (predominant), và có nhiều lỗ hổng (cavities). Những lỗ hổng này có thể tăng cường (enhance) sự vận chuyển chất nền từ khối chất lỏng vào trong hạt và đồng thời những sản phẩm trung gian (intermediate product), hoặc sản phẩm phụ (by-product) cùng với các sản phẩm khác có thể dễ dàng được vận chuyển từ bên trong hạt ra bên ngoài khối chất lỏng (Tay và cộng sự, 2002).



Hình 2.3: Bùn giống (trái), thước đo = 8 μ m, bùn dạng sợi; bùn hạt hiếu khí (phải) lúc ổn định, thước đo = 8 mm (Wang và cộng sự, 2004)

Kích thước hạt

Kích thước hạt thì rất quan trọng để chất nền, chất dinh dưỡng (nutrient), oxygen có khả năng xâm nhập (accessibility) và giải phóng (releasing) các sản phẩm, đồng thời cũng ảnh hưởng lớn đến khả năng sống của vi sinh vật, điều kiện sống và cấu trúc vi mô (microenvironment and microstructure) của cộng đồng vi sinh. Kích thước hạt cũng quyết định khả năng nitrat hoá (nitrification) và khử nitrate (denitrification) cùng với sự phân huỷ kỵ khí tương ứng với giới hạn (limitation) của sự khuếch tán oxygen. Thông thường chiều sâu thâm nhập của oxygen từ 100 – 500 μ m (Tijhuis và cộng sự, 1994). Vì vậy nếu bán kính hạt lớn hơn, thì quá trình khử nitrat và phân huỷ kỵ khí sẽ diễn ra. Do đó, kích thước hạt là nhân tố quyết định hình dạng (molding) vật lý và đặc tính của bùn hạt hiếu khí (Linlin và cộng sự, 2005)

Độ ẩm

Thành phần nước trong bùn hạt hiếu khí là 94,3%. Thành phần nước trong hạt kỵ khí là 97,2% (Linlin và cộng sự, 2005).

Vận tốc lắng

Vận tốc lắng của bùn hạt được nuôi cấy trong khoảng 22 – 60 m/h. vận tốc trung bình là 34,8 m/h, so với 72 m/h của hạt kỵ khí. Vận tốc lắng của hạt hiếu khí thấp hơn bởi vì sự gia tăng của thành phần nước trong hạt hiếu khí. (Linlin và cộng sự, 2005). Đối với hạt hiếu khí có sự

dụng vật mang như vỏ sò thì vận tốc lắng có thể đạt 103 m/h tại tải trọng 30 kgCOD/m³. ngày (Thành, 2005)

Tỷ lệ VSS/SS

Tỷ lệ VSS/SS trong hạt hiếu khí là 0,71 trong khi bùn hạt kỵ khí là 0,57. Tuy nhiên, tỷ lệ này thì thấp hơn bùn hoạt tính thông thường (0,85) (Linlin và cộng sự, 2005)

Tỷ trọng của hạt

Tỷ trọng của hạt hiếu khí bằng tỷ trọng của những tế bào vi khuẩn riêng biệt nhưng hạt thể hiện đặc tính lắng tốt hơn bởi vì kích thước lớn hơn của chúng. Tỷ trọng của hạt có thể đạt đến 60 mg/l_{hạt} (Beun và cộng sự, 2002)

Tính kỵ nước bề mặt tế bào

Tính kỵ nước bề mặt tế bào đối với bùn hạt rất khác so với bùn dạng bông thông thường. Tính kỵ nước của tế bào có sự khác nhau đáng kể trước khi và sau khi hình thành hạt hiếu khí. Tính kỵ nước bề mặt tế bào gia tăng từ 50,6% ở giai đoạn trước khi hình thành hạt đến 75,1% sau khi hạt hình thành. Điều đó nói lên rằng sự hình thành hạt hiếu khí sẽ kết hợp với sự gia tăng tính kỵ nước của tế bào. Tính kỵ nước bề mặt tế bào luôn được xem là đóng vai trò quan trọng trong việc cố định tế bào và bám dính của tế bào lên bề mặt cũng như sự dính bám giữa các tế bào với nhau (Tay và cộng sự, 2002).

Sự sản sinh Exopolysaccharides

Exopolysaccharides có thể làm cầu nối trung gian (mediate) cho sự kết dính (cohesion) và sự dính bám (adhesion) của tế bào, đồng thời đóng vai trò quyết định trong việc duy trì cấu trúc nguyên vẹn của mạng lưới (matrix) biofilm. Thành phần của biofilm-polysaccharides (PS) ít nhất cao hơn 4 – 5 lần thành phần biofilm-protein (PN) (dữ liệu lấy từ “three – phase fluidized bed reactor” của Lertpocasombut (Lui và Tay, 2002)) nhưng nghiên cứu này vẫn là trường hợp nghiên cứu bùn hạt hiếu khí. Khi vận tốc khí bề mặt (superficial air velocity) tăng thì tỉ lệ PS/PN cũng gia tăng tương ứng với lực cắt.

Khối lượng riêng

Khối lượng riêng của hạt cũng gia tăng sau khi hình thành hạt. Khối lượng riêng tại lúc bắt đầu tạo hạt là 1,0008 kg/l và gia tăng đến giá trị trung bình là 1,0069 kg/l trong suốt giai đoạn hình thành hạt. Khối lượng riêng của bùn hạt phản ánh độ nén của cộng đồng vi sinh. Sự cải thiện đáng kể khối lượng riêng của bùn hạt thể hiện cấu trúc nén (compact) cao (Tay và cộng sự, 2002)

2.2.5 Chất mang cho bùn hạt hiếu khí

Một cách khác gia tăng sự hình thành bùn hạt là sử dụng vật mang (support media). Những loại vật mang khác nhau đã được đề nghị như basalt (Tijhuis và cộng sự, 1994), bọt biển (spone), cát (sand), hạt plastic (plastic bead), vỏ sò (shell),..... Những vật mang này đóng vai trò như là hạt giống (seed) cho sự hình thành hạt và trợ giúp cho khả năng lắng.

Nghiên cứu được thực hiện bởi Tijhuis, và cộng sự (1994), đã đề nghị ứng dụng đá basalt làm vật mang. Đá basalt thường được tìm thấy từ dung nham hoá cứng, là một loại đá do nhiệt độ (igneous) tạo thành chủ yếu chứa canxi giàu khoáng chất Fenspat và Piroxen. Vật mang có bề mặt (surface) gồ ghề là điều kiện tốt đối với sự phát triển của biofilm. Cacium cũng được xem là có vai trò quan trọng trong nuôi cấy bùn hạt hiếu khí (Wang và cộng sự, 2004), nên việc sử dụng vỏ sò canci và đá basalt có thuận lợi cho sự tạo hạt. Tỷ trọng (density) của đá basalt được sử dụng trong nghiên cứu là 3 kg/l với đường kính hạt có nghĩa (mean diameter) là 260 µm, nồng độ của vật mang là 5% theo thể tích, tức vào khoảng 160 g/l. Đá basalt được phân

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ bọt khí trong xử lý nước thải giết mổ gia súc.

bố lơ lửng đồng đều (suspended homogenously) trong bể phản ứng Airlift. Diện tích bề mặt của biofilm do đó có thể gia tăng với đường kính vật mang lớn hơn.

2.3 CÁC YẾU TỐ KÍCH THÍCH SỰ HÌNH THÀNH HẠT HIẾU KHÍ

Việc nuôi cấy (cultivation) bñ hạt hiếu khí phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau tỷ lệ chất polyme ngoại bào EPS của bñ, tính kỵ nước tế bào của bñ, loại thiết bị phản ứng, đặc tính của bñ giống, tải trọng hữu cơ, thành phần nước thải nuôi cấy, điều kiện hoạt động, các chất ức chế, ... Tất cả các nhân tố này góp phần vào sự hình thành hạt và đặc tính của hạt hiếu khí. Mặc dù những nhân tố này đã không được ghi nhận nhiều nhưng một số nhân tố chính đã được nghiên cứu như sau:

2.3.1 Tính kỵ nước của tế bào

Tính kỵ nước của tế bào có thể được gây ra bởi điều kiện nuôi cấy và là sự thay đổi ban đầu của sự kết tụ tế bào, đó là bước quyết định dẫn tới sự hình thành hạt. Thêm vào đó những nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng tính kỵ nước tế bào liên quan đến điều kiện nuôi cấy có thể xem như là một tác nhân khởi động của sự hình thành hạt hiếu khí (Liu và cộng sự, 2003). Nhìn chung, đặc tính hoá lý của bề mặt tế bào có ảnh hưởng sâu sắc đến sự hình thành biofilm (Liu và Tay, 2002; Liu và cộng sự, 2003).

Theo quan điểm nhiệt động lực học, sự kết tụ vi sinh được diễn ra bởi sự giảm năng lượng tự do, do đó việc giảm tính kỵ nước của bề mặt tế bào sẽ gây ra sự giảm tương ứng năng lượng thừa Gibbs của bề mặt, mà thúc đẩy sự tương tác giữa các tế bào và hơn nữa nó là tác nhân gây ra sự kết tụ tế bào ngoài pha ưa nước (hydrophilic phase).

Tính kỵ nước của tế bào có thể xác định bằng cách xác định góc tiếp xúc (contact angle), sự bám dính của vi sinh đối với các dạng hydrocacbon trong chất lỏng hoặc rắn (Liu và cộng sự, 2004). Tính kỵ nước của tế bào được phân thành ba loại sau:

- + CA > 90° : bề mặt kỵ nước
- + 50° < CA < 60° : bề mặt kỵ nước trung bình
- + CA < 40° : bề mặt ưa nước

Tính kỵ nước của tế bào phụ thuộc vào nguồn cacbon. Tính kỵ nước tế bào được xác định theo phương pháp cố định tế bào đối với hydrocacbon là 68% đối với bñ hạt hiếu khí nuôi bằng glucose, và 73% đối với hạt hiếu khí phát triển dùng acetate là nguồn cacbon duy nhất, trong khi tính kỵ nước của bñ giống lơ lửng chỉ khoảng 39%, điều này chỉ ra rằng tính kỵ nước tế bào của bñ hạt hiếu khí cao gấp hai lần bñ giống lơ lửng (Tay và cộng sự, 2003). Ngoài ra, vi khuẩn nitrate hoá xuất hiện thể hiện nồng độ amonia tự do cao, nên vi khuẩn nitrate hoá không thể hình thành hạt, và người ta đã nhận thấy tính kỵ nước bề mặt thấp của sinh khối nitrate hoá.

Một số nghiên cứu thể hiện rằng điều kiện thiếu ăn (starvation conditions) có thể gây ra tính kỵ nước bề mặt tế bào, điều đó thay đổi khả năng dính bám và sự kết tụ tế bào vi sinh (Tay và cộng sự, 2001; Liu và cộng sự, 2004). Điều này thể hiện hầu như vi sinh vật có thể thay đổi đặc tính bề mặt (surface properties) khi đối mặt với sự thiếu ăn, và sự thay đổi có thể góp phần vào khả năng kết tụ của tế bào.

2.3.2 Tải trọng hữu cơ

Tải trọng hữu cơ (organic loading rate) cao thì thích hợp với bùn hạt hiếu khí. Điều này thể hiện xu hướng phát triển của bùn hạt dựa trên những hệ thống xử lý nước thải có nồng độ cao (high-strength wastewater) (Moy và cộng sự, 2003)

Tải trọng chất nền cũng ảnh hưởng đến sự hình thành hạt hiếu khí. Tay và cộng sự. (2003) đã tiến hành nghiên cứu với tải trọng hữu cơ 8; 4; 1 kgCOD/(m³.ngày)

Tải trọng tối ưu để tạo hạt hiếu khí là 4 kgCOD/(m³.ngày). Tải trọng này có hạt ổn định với kích thước 5,4 mm, độ tròn 1,29, tốc độ sử dụng oxy riêng (SOUR) 118 mg O₂/(mgVSS.h), SVI là 50 ml/g, hiệu quả loại bỏ COD là 99%. Hoạt động ở tải trọng quá cao hoặc quá thấp thì không thích hợp cho sự hình thành lớp bùn nén tốt, và hơn nữa, cho việc duy trì tính ổn định hiệu suất của bể phản ứng. Kích thước hạt giảm với tải trọng áp dụng, độ tròn (roundness) của hạt thì nhỏ nhất tại tải trọng 4 kg COD/(m³.ngày). Dưới tải trọng 1 kg COD/(m³.ngày) chỉ có những bông không đều được tạo thành. Nếu tải trọng lớn hơn 8 kg COD/(m³.ngày), thì cả hạt và bông mịn cùng tồn tại. Điều này thể hiện nồng độ EPS nhỏ hơn và cường độ của nó yếu hơn (Tay và cộng sự, 2003).

Moy và cộng sự (2003) đã khảo sát ảnh hưởng của tải trọng với đặc tính vật lý của bùn hạt hiếu khí. Chất nền acetate có thể tạo hạt dạng hình cầu rắn chắc (compact spherical morphology) tại tải trọng hữu cơ 6 và 9 kg COD/(m³.ngày) còn tại tải trọng hữu cơ thấp hạt thể hiện hình thái học dạng mịn, lỏng lẻo và vi khuẩn dạng sợi chiếm ưu thế.

2.3.3 Cation kim loại

Cation kim loại có xu hướng hình thành liên kết với EPS, ảnh hưởng đến sự kết bông sinh học (bioflocculation), quá trình lắng và khử nước của bùn (Liu và Fang, 2003). Có hai quá trình kết bông sinh học: sự nén của lớp điện tích kép (double layer compression) và cầu nối cation (cation bridging).

Đối với loại cầu nối cation (Liu và Fang, 2003; Tezuka, 1969; Foster và Lewin, 1972; Bruus và cộng sự, 1992; Higgins và Novak, 1997), cation đóng vai trò như là cầu nối giữa các EPS mang điện tích trái dấu (negatively charge) của các tế bào kế cận. Cầu nối ổn định cấu trúc bông và do đó cải thiện quá trình kết bông sinh học, quá trình lắng và khả năng khử nước của bùn. Và calcium có thể tạo ra một giá thể cho sự hình thành bùn hạt (Liu và Fang, 2003; Van der Hoek, 1987).

Ion calcium được cho rằng vừa kích thích sự hình thành hạt bằng cách trung hoà điện tích trái dấu trên bề mặt vi khuẩn và kết quả là tương ứng với lực hút Van der Waals, vừa hoạt động như cầu nối cation giữa các vi khuẩn khi hầu hết các vi sinh vật mang điện tích trái dấu tại pH thông thường. Do đó, calcium gây ra sự hợp nhất tế bào hình thành những đám tế bào ban đầu, mà đóng vai trò là những nhân của sự hình thành hạt sau này (Liu và cộng sự, 2003).

Wang và cộng sự, 2004 nhận thấy rằng hầu hết các nguyên tố kim loại trong bùn thay đổi đáng kể trong suốt giai đoạn hoạt động bởi vì thành phần hoá học khác nhau của dòng vào, lượng calcium và kali thì gia tăng khi hạt trưởng thành (matured aerobic granules). Do đó, calcium có lẽ đóng một vai trò quan trọng trong quá trình nuôi cấy bùn hạt, điều này giống như hạt kỵ khí. Sự thay đổi màu sắc của hạt từ màu nâu sang màu trắng có lẽ phù hợp với thành phần của sinh khối, đặc biệt là sự giảm của thành phần ion sắt, magnesium, đồng và cobalt trong bùn.

2.3.4 Chất rắn lơ lửng và chất mang

Những hạt lơ lửng (suspended particles) trong nước thải là một nhân tố kích thích quá trình hình thành hạt hiếu khí bởi vì có sẵn diện tích bề mặt tạo thuận lợi bám dính của tế bào. Đầu tiên, với sự hiện diện của chất rắn lơ lửng, exopolysaccharides có xu hướng sản sinh ra trên bề mặt của bất kỳ vật mang nào và exopolysaccharides là cầu nối giữa các tế bào (Wingender và cộng sự, 1999; Liu và Tay, 2002). Arrojo và cộng sự (2004) và Schwarzenbeck và cộng sự, 2004 đã tạo được bùn hạt hiếu khí với nồng độ của những hạt lơ lửng là 1,2 g/l và 0,95 g/l. Vì vậy, vật mang là chất rắn lơ lửng hữu cơ hoặc vô cơ cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc nâng cao sự hình thành hạt hiếu khí.

2.4 SỰ HÌNH THÀNH BÙN HẠT HIẾU KHÍ

2.4.1 Sự hình thành hạt hiếu khí từ quá trình bùn hạt kỵ khí

Bùn hạt hiếu khí có thể được hình thành bởi bùn hoạt tính hiếu khí truyền thống (Beun và cộng sự, 2000; Jang và cộng sự, 2003; Tay và cộng sự, 2002; Etterer và Wildere, 2001; Morgeroth và cộng sự, 1997; Wang và cộng sự, 2004; Arrojo và cộng sự, 2004; Schwarzenbeck và cộng sự, 2004; ...) hoặc bùn kỵ khí (Linthin và cộng sự, 2005). Điều này nói lên rằng bùn giống không ảnh hưởng đến việc nuôi cấy bùn hạt hiếu khí. Tuy nhiên, quá trình nuôi cấy bùn hạt hiếu khí từ bùn kỵ khí và bùn hiếu khí thì khác nhau.

Quá trình hình thành bùn hạt hiếu khí từ bùn kỵ khí (Linthin và cộng sự, 2005)

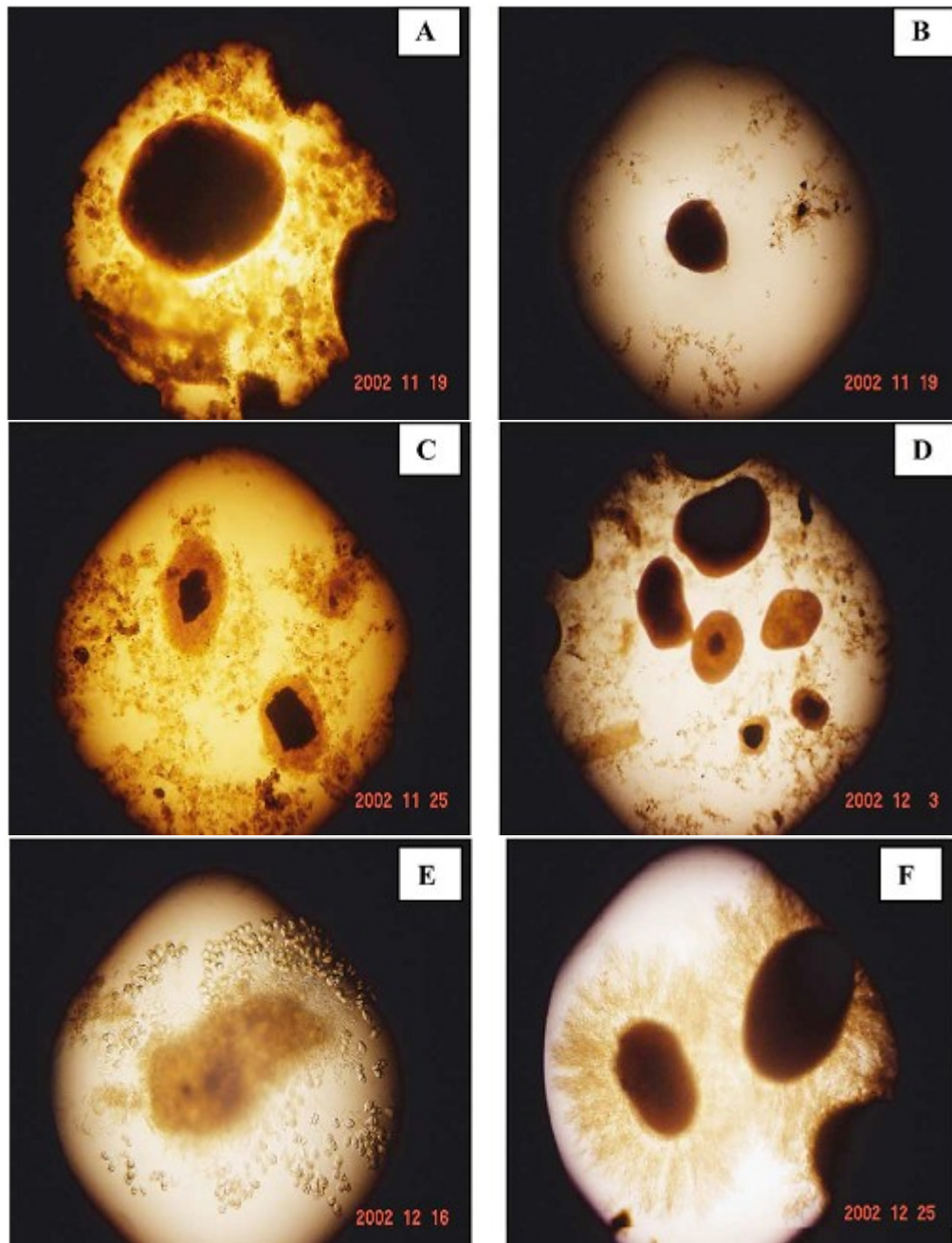
Ban đầu bùn hạt kỵ khí (anaerobic granular sludge) bị phân huỷ (disintegrated) dưới điều kiện hiếu khí, hình thành những hạt dạng bông và dạng sợi nhỏ không đều. Những hạt này không ổn định và tất cả bị phá vỡ thành những mảnh (pieces) nhỏ sau vài ngày. Sau đó chỉ còn duy trì những mảnh vụn (debris) đã kết hợp lại (recombined) dưới điều kiện hiếu khí; và cuối cùng hạt lớn lên, kết quả là hình thành bùn hạt hiếu khí. Hạt được hình thành trong giai đoạn này hầu như không chứa vi sinh dạng sợi và chỉ chứa những vi khuẩn chiếm ưu thế. Bùn kỵ khí bị phân huỷ có lẽ đóng vai trò như một nhân (nucleus) cho sự hình thành bùn hạt hiếu khí (Linthin và cộng sự, 2005). Quá trình hình thành có thể được mô tả theo Hình 2.4.

Hình 2.4: Quá trình hình thành bùn hạt hiếu khí từ bùn hạt kỵ khí.

Sự thay đổi hình thái học (morphology) của hạt được thể hiện trong Hình 2.5

Hình 2.5: Thay đổi hình thái học của hạt (bổ sung từ Linthin và cộng sự, 2005)

Hình 2.6 Quá trình thay đổi hình thái học của hạt trong bể phản ứng.



Hình 2.6: Sự thay đổi hình thái học của bùn hạt trong suốt quá trình thí nghiệm (40x). (A) bùn hạt kỵ khí làm giống; (B) sau 1 tuần; (C) sau 2 tuần; (D) sau 3 tuần; (E) sau 5 tuần; (F) sau 5 tuần (Linthin và cộng sự, 2005)

2.4.2 Sự hình thành hạt hiếu khí từ quá trình bùn hoạt tính hiếu khí thông thường

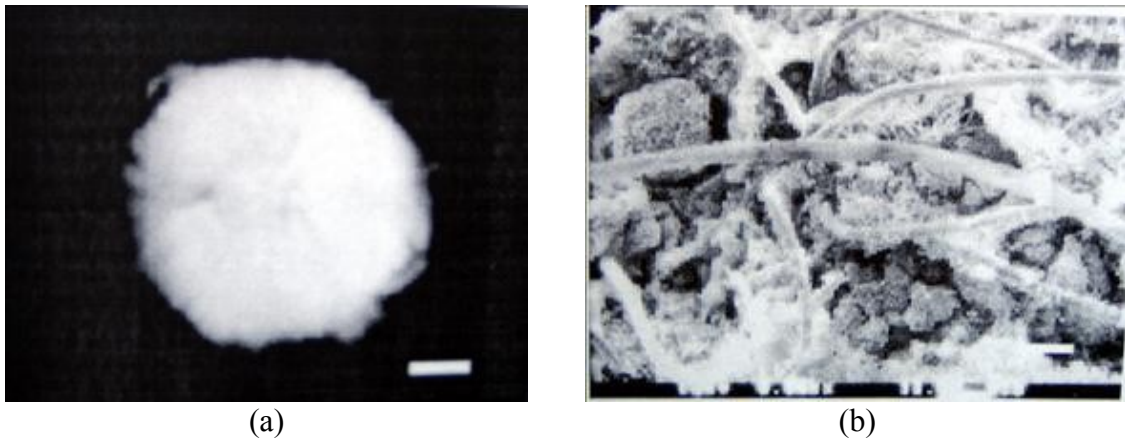
Wang và cộng sự (2004) đã phát hiện ra rằng quá trình hình thành hạt của bùn cũng có thể chia thành ba giai đoạn: thích nghi (acclimation), hình thành hạt (granulation) và trưởng thành (maturation). Ban đầu hạt được hình thành là những viên dạng sợi (mycelial pellets) trong bể phản ứng và bắt đầu phát triển nhanh hơn, những hạt này được gọi là những hạt ban đầu (granules initiated). Giai đoạn tương ứng từ lúc bắt đầu cho đến khi hình thành hạt ban đầu gọi là giai đoạn thích nghi. Tương tự, những hạt ban đầu có thể phát triển hoàn toàn và nồng độ sinh khối thì không thay đổi, điểm trưởng thành (matured point). Giai đoạn hình thành hạt

tương ứng từ những hạt ban đầu đến điểm trưởng thành. Dựa vào sự phân loại ở trên, quá trình hình thành hạt được bắt đầu và sau đó trưởng thành ở trong bể phản ứng.

Bùn nuôi cấy trong bể phản ứng theo mẻ SBR (sequencing batch reactor) là bùn dạng sợi với màu nâu, lỏng lẻo, và khó lắng. Trong suốt thời gian này, hầu hết bùn trong bể phản ứng biến đổi thành dạng bông. Sau 8 tuần, bùn dạng bông dần dần biến đổi thành bùn hạt. Sau 67 ngày hoạt động, bùn hạt bắt đầu xuất hiện trong khi những bông bùn vẫn chiếm ưu thế trong bể phản ứng. Bùn hạt ban đầu hình thành trong bể phản ứng SBR có kích thước nhỏ, và có hình dạng không rõ ràng (fluffy edges).

Những hạt nhỏ phát triển nhanh chóng trong những tuần tiếp theo, kết quả dẫn đến sự lớn lên của hạt. Tuần thứ 11 sau khi nuôi cấy, bùn trong bể phản ứng gần như hoàn toàn là hạt, và quan sát thấy không có sinh khối lơ lửng hiện diện. Bùn hạt có dạng hình cầu với bề mặt nhẵn. Đường kính hạt bùn gia tăng 6 – 9 mm. Hầu hết sinh khối trong bể phản ứng cũ khả năng lắng tốt.

Sau thời điểm hạt trưởng thành, bùn hạt ổn định và cân bằng động lực học diễn ra trong giai đoạn trưởng thành. Trong giai đoạn này, kích thước hạt trong bể phản ứng dao động giữa 6 – 9 mm, nhưng chậm và ít, phụ thuộc vào việc thay đổi điều kiện hoạt động. Hạt trưởng thành có màu trắng và có phần trong suốt (Hình 2.7a).

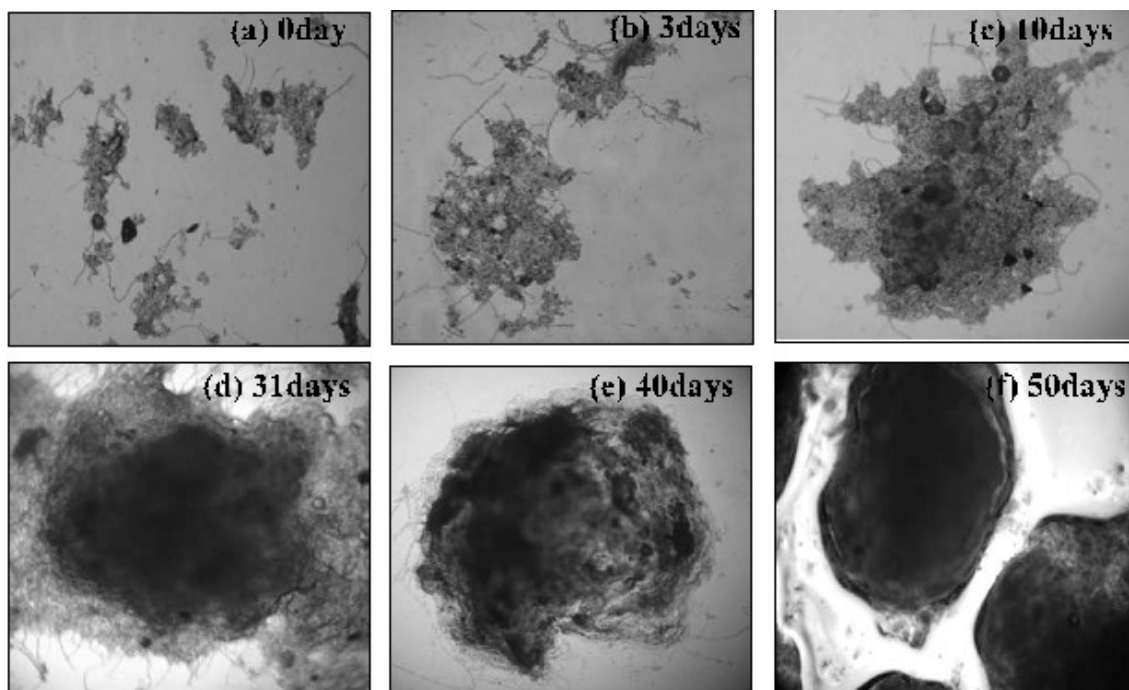


Hình 2.7: Bề mặt của hạt trưởng thành sau 120 ngày. (a) Toàn bộ hạt bùn (bar = 2 mm), (b) SEM của bề mặt hạt (bar = 1 μ m)

Từ kết quả nghiên cứu ở trên, quá trình hình thành hạt (granule formation process) có thể được mô tả như Hình 2.8.

Hình 2.8: Quá trình hình thành bùn hạt hiếu khí (trích từ Wang và cộng sự, 2004)

Jang và cộng sự, (2003) đã nhận ra rằng bùn hạt hiếu khí có thể được nuôi cấy trong bể SBR. Bùn giống ban đầu có kích thước 0,08 – 0,18 mm và SVI 210 – 230 ml/g. sau 50 ngày, hạt được hình thành với kích thước 0,95 – 1,35 mm và SVI 70 – 90 ml/g. Bùn dạng bông thay đổi dần dần thành hạt trong suốt quá trình thử nghiệm. Sự hình thành hạt của bùn được diễn ra qua sự tích lũy bởi cầu nối giữa các hạt. Sau 40 ngày hoạt động, bùn giống trong mô hình đường như hoàn toàn hình thành hạt. Đầu tiên, bùn giống là những bông nhỏ, và vi sinh dạng sợi không ổn định và không đều chiếm ưu thế. Cuối cùng những hạt bắt đầu kết hợp với nhau để tạo sự kết tụ sinh khối và bùn dạng bông được hình thành trong khoảng 10 ngày. Sau khoảng 30 ngày các hạt mềm và không đều bắt đầu xuất hiện. Sau 40 ngày, bùn hiếu khí dạng bông được hình thành. Vào thời điểm này hầu hết các hạt có bề mặt rõ ràng và cấu trúc mềm. Cuối cùng, các hạt hỗn độn trở nên ổn định và nhẵn hơn, hình dạng tròn với bề mặt rắn sau 50 ngày. Quá trình này được thể hiện trong Hình 2.9.



Hình 2.9: Sự phát triển của hạt dựa theo thời gian, từ bùn giống đến hình thành hạt.: (a) 0 ngày, bùn giống; (b) 3 ngày; (c) 10 ngày; (d) 31 ngày, giống như bông; (e) 40 ngày và (f) 50 ngày, bùn hạt (Jang và cộng sự, 2003)

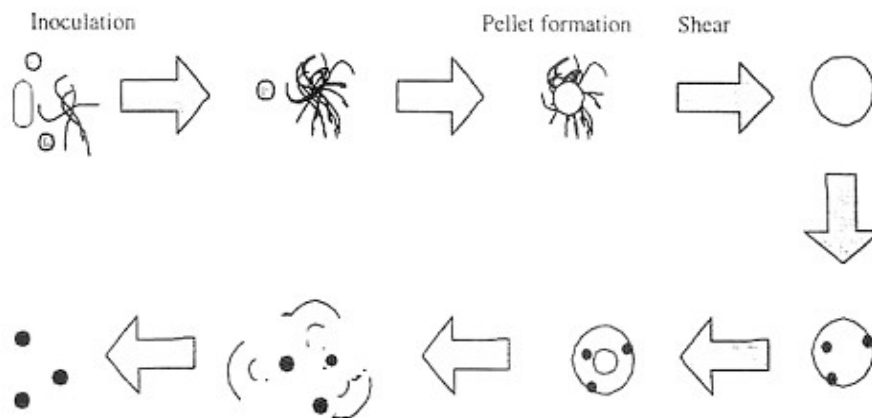
Từ nghiên cứu của Jang, quá trình tạo hạt có thể mô tả như sơ đồ Hình 2.10 sau đây:

Hình 2.10: Quá trình hình thành hạt hiếu khí (theo Jang và cộng sự, 2003)

Etterer và Widerer (2001) đã nhận thấy rằng khi giữ thời gian lắng ngắn, sinh khối trong SBR bị đẩy ra ngoài trong suốt thời gian đầu. Đầu tiên, hạt dạng sợi xuất hiện sau 10 đến 15 ngày trong khi đó bông bùn vẫn duy trì ưu thế. Trong những tuần tiếp theo, hạt tích lũy lớn lên. Ba hoặc bốn tuần sau khi nuôi cấy, sinh khối trong bể phản ứng chủ yếu là hạt hiếu khí. Hình thành hạt hình cầu với bề mặt nhẵn. Ngoài ra, người ta nhận thấy rằng thường có sự hiện diện của nấm và vi sinh dạng sợi trong toàn bộ cấu trúc của quá trình kết tụ khi quan sát hạt bằng kính hiển vi, nhưng khi sử dụng phương pháp FISH (fluorescent in situ hybridisation), chỉ có vi sinh dạng sợi được tìm thấy. Quá trình hình thành hạt theo các tác giả này được trình bày trong Hình 2.11.

Hình 2.11: Quá trình hình thành hạt hiếu khí (Etterer và Wilder, 2001)

Beun và cộng sự (1998) đề nghị kỹ thuật hình thành hạt hiếu khí theo sơ đồ sau.



Hình 2.12: Quá trình hình thành bùn hạt hiếu khí (Beun và cộng sự, 1999)

Sau khi nuôi cấy với bùn vi khuẩn, nấm (fungi) trở nên chiếm ưu thế. Nấm dễ dàng hình thành những hạt hệ sợi (mycelial pellets). Vi khuẩn không có đặc tính này. Do đó, trong suốt giai đoạn khởi động, sinh khối trong bể phản ứng sẽ chủ yếu là những hạt nấm dạng sợi. Các sợi trên bề mặt hạt bị tách ra và hạt trở nên nén và gọn hơn. Hạt phát triển đến đường kính 5 – 6 mm và sau đó chúng bị phân huỷ có lẽ tương ứng với sự giới hạn oxygen vào phần trong của hạt. Những hạt nấm đóng vai trò như mạng lưới cố định mà vi khuẩn có thể phát triển thành các tập đoàn (colonies). Khi hạt nấm bị chia nhỏ thành nhiều phần tương ứng với sự thủy phân (lysis) phần bên trong của hạt. Lúc này, tập đoàn vi khuẩn đã có thể duy trì bản thân chúng bởi vì bây giờ chúng đã đủ lớn để lắng. Những tập đoàn vi khuẩn này phát triển thành hạt.

2.5 YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH BÙN HẠT HIẾU KHÍ

Amonia tự do (free amonia)

Giống như các quá trình sinh học khác, sự hình thành hạt hiếu khí bị ảnh hưởng bởi tải lượng hữu cơ, chất độc,... Khi xem xét khả năng phát triển của bùn hạt hiếu khí để đồng thời loại bỏ chất hữu cơ và nitrat hoá, thì vai trò của ammonia tự do phải được đề cập.

Ammonia tự do là nhân tố ức chế (inhibitor) đối với hầu hết các cộng đồng vi sinh (microbial community) ở nồng độ cao. Nồng độ ammonia tự do tạo thành phụ thuộc vào pH và nhiệt độ của nước thải.

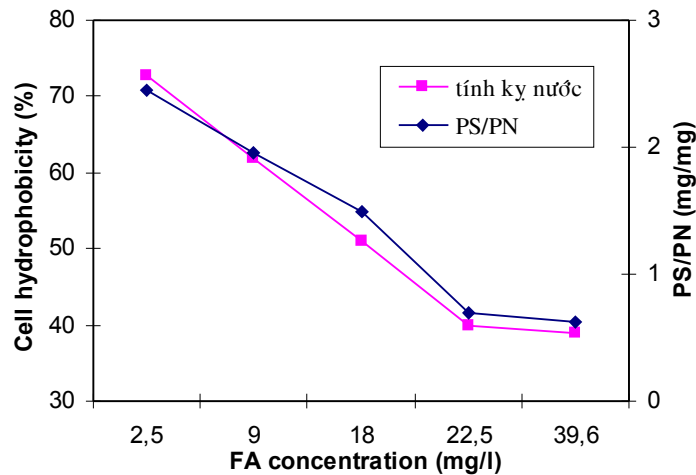
Nồng độ ammonia tự do cao gây ảnh hưởng đến sự nitrate hoá, tính kỵ nước của tế bào, sự sản sinh của polysaccharide ngoại bào, hoạt động nitrate hoá. Đặc biệt ammonia làm giảm tính kỵ nước của tế bào và sự sản sinh polysaccharides vì thế quá trình hình thành hạt bị ức chế.

Anh hưởng đến tính kỵ nước của tế bào

Tính kỵ nước tế bào đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành biofilm và hạt (Tay và cộng sự, 2001). Tính kỵ nước của tế bào giảm từ 70% đến 40,6% với sự gia tăng của nồng độ ammonia tự do từ 2,5 mg/l đến 39,6 mg/l (Yang và cộng sự, 2004). Do đó, tính kỵ nước tế bào thấp xuất phát từ sự ức chế của ammonia tự do sẽ dẫn đến quá trình hình thành hạt hiếu khí không thể thực hiện được.

Anh hưởng sự sản sinh polysaccharides

Polysaccharides cũng đóng vai trò quan trọng trong sự cố định tế bào (Wingender và cộng sự, 1999; Liu và Tay, 2002). Polysaccharides ngoại bào có thể đóng góp vào sự hình thành và xây dựng biofilm, hạt hiếu khí và kỵ khí, và khả năng ổn định của chúng (Tay và cộng sự, 2001). Sự gia tăng nồng độ ammonia tự do dẫn đến giảm sự tổng hợp polysaccharides của tế bào. Tỷ lệ giữa polysaccharide và protein (PS/PN) trong R4 và R5 là 0,62 và 0,58, mà so với bùn giống (PS/PN = 0,55), không có hạt được tìm thấy trong bể phản ứng. Tỷ lệ này giảm từ 2,8 – 0,55 khi nồng độ ammonia gia tăng từ 2,5 – 39,6 mg/l (Yang và cộng sự, 2004) (Hình 2.17).



Hình 2.13: ảnh hưởng của ammonia tự do lên tính kỵ nước của tế bào và tỷ lệ PS/PN sau 4 tuần hoạt động (Yang và cộng sự, 2004)

Anh hưởng đến quá trình nitrate hoá

Ammonia tự do có ngưỡng ức chế (inhibition threshold) từ 10 – 150 mg/l đối với Nitrosomonas và 0,1 – 4 mg/l đối với nitrobacter (Liu và Tay, 2002).

Anh hưởng đến hoạt động của vi khuẩn dị dưỡng và nitrate hoá:

Nồng độ ammonia tự do cao ức chế hoạt động của vi khuẩn nitrate hoá và cũng ức chế quá trình trao đổi năng lượng của vi sinh vật dị dưỡng. Hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn dị dưỡng được xác định bởi tốc độ sử dụng oxy riêng SOUR (specific oxygen utilization rate). Khi ammonia tự do tăng, SOUR giảm (Yang và cộng sự, 2004).

Sự phá vỡ bông xuất hiện khi hoạt động của vi sinh vật hiếu khí bị ức chế (Wilén và Nielsen, 2000) trong khi hoạt động sinh năng lượng bị ức chế sẽ ngăn cản sự phát triển khả năng kết tụ tế bào (O'Toole, 2000). Do đó, hoạt động của vi sinh bị giảm do sự ức chế của ammonia tự do, là nguyên nhân không hình thành hạt hiếu khí (Yang và cộng sự, 2004).

CHƯƠNG III: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 VẬT LIỆU VÀ VI SINH VẬT

3.1.1 Nước thải

Trong những nghiên cứu trước đây (Beun và cộng sự, 2000; Jang và cộng sự, 2003; Wang và cộng sự, 2004; Thành, 2005) đã sử dụng glucose và acetate như nguồn cacbon cho quá trình nuôi cấy bùn hạt hiếu khí.

Trong nghiên cứu này, nguồn cacbon và nitơ, cùng các chất dinh dưỡng cho quá trình nuôi cấy bùn hạt xuất phát từ nước thải giết mổ gia súc. Tính chất của nước thải giết mổ gia súc được trình bày trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1: Thành phần nước thải giết mổ xí nghiệp chế biến thực phẩm Nam Phong

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
Tổng COD	mg/l	1770
COD hoà tan	mg/l	1500
BOD ₅	mg/l	1100
SS	mg/l	700
N _{tổng}	mg/l	200
NH ₄	mg/l	120
P	mg/l	35
Độ mặn	‰	1,1
TDS	mg/l	1120
Độ dẫn điện	mS	2,9
pH	-	5,5 - 9
Dầu mỡ	mg/l	90
Coliform	MPN/100ml	5*10 ⁹

Qua Bảng 3.1, nước thải giết mổ gia súc có nồng độ ô nhiễm cao cần phải có biện pháp xử lý để không gây ảnh hưởng xấu cho môi trường. Tỷ lệ BOD/COD_{hoà tan} = 0,63, BOD₅/N_{tổng}=5,5, BOD₅/P=3,1. Điều này thể hiện nước thải giết mổ gia súc rất thích hợp cho xử lý sinh học (Metcalf & Eddy, 2003; Huệ và Hạ, 2002). Cũng qua kết quả trên ta nhận thấy nước thải giết mổ gia súc có thành phần dinh dưỡng nitơ, photpho cao, mà rất có thể phù hợp với công nghệ bùn hạt do bùn hạt có khả năng loại bỏ đồng thời chất hữu cơ và nitơ, photpho (Kreuk và cộng sự, 2004). Nhưng do giới hạn của đề tài nên không nghiên cứu.

Tỷ lệ các chất dinh dưỡng COD:N:P (hoặc BOD:N:P) đảm bảo nên không cần bổ sung thêm dinh dưỡng. nhưng hàm lượng SS trong nước thải giết mổ gia súc lại khá lớn cần có biện pháp loại bỏ để thích hợp cho xử lý hiếu khí. Mặc dù theo một số nghiên cứu thì chất rắn lơ lửng trong nước thải cũng đóng góp vào quá trình tạo hạt (Tay và cộng sự, 2001; Wingender và cộng sự, 1999; Liu và Tay, 2002; Arrojo và cộng sự, 2004 và Schwarzenbeck và cộng sự, 2004), nhưng do giới hạn của đề tài nên không khảo sát.

Nước thải được lấy tại xí nghiệp chế biến thực phẩm Nam Phong, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Do nước thải được lấy tại bể tập trung nước thải của xí nghiệp nên hàm lượng chất rắn lơ lửng và các cặn rắn lớn như: các vụn thịt, mỡ, lông và rác còn nhiều do vậy cần cho nước thải qua lưới lọc để loại bỏ cặn lớn, để lắng 3 giờ để loại bỏ chất rắn lơ lửng và vớt bỏ mỡ, cặn nổi. Sau cùng nước thải được pha loãng để đảm bảo nồng độ COD cần thiết.

Trong nghiên cứu này, COD ở dòng vào được duy trì từ 300 – 500 mg/l đạt tải trọng 1,5 – 2,5 kgCOD/m³.ngày (theo Tay và cộng sự, 2003 thì tải trọng thích hợp cho quá trình tạo hạt từ 1 – 8 kgCOD/m³.ngày)

3.1.2 Bùn giồng

Bùn giồng được lấy từ quá trình bùn hoạt tính của hệ thống xử lý nước thải xí nghiệp chế biến thủy sản Mỹ Phát ở khu công nghiệp Tân Tạo, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Bùn giồng ban đầu cho vào trong mô hình SBR với nồng độ khoảng 6000 mg/l. Bùn giồng ban đầu có chỉ số thể tích bùn SVI là 120 mg/l.

3.2 QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM

Nghiên cứu này được chia thành hai phần: (1) nuôi cấy, khảo sát sự hình thành hạt hiếu khí và (2) khảo sát đặc tính của bùn hạt hiếu khí trong bể SBR. Trong phần đầu, mục đích chính là khảo sát sự hình thành hạt hiếu khí. Trong phần hai khảo sát các đặc tính lý hoá của hạt. Quy trình nghiên cứu có thể mô tả như Hình 3.1:

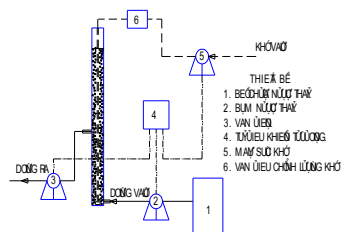
Hình 3.1: Quy trình thí nghiệm

3.3 NUÔI CẤY BÙN HẠT

3.3.1 Mô hình nghiên cứu và điều kiện vận hành hệ thống

Trong nhiều trường hợp, người ta nhận thấy rằng hệ thống dạng mẻ (discontinuous system) thì thuận lợi hơn hệ thống liên tục trong việc nuôi cấy bùn hạt hiếu khí. Điều này thể hiện rằng bùn hạt hiếu khí có thể được nuôi trong bể phản ứng theo mẻ SBR (sequencing batch reactor) (Morgenroth và cộng sự, 1997; Heijnen và Van Loosdrecht, 1998; McSwain và cộng sự, 2004; Tay và cộng sự, 2004; Schwarzenbeck và cộng sự, 2004) hoặc trong bể SBAR (sequencing batch airlift reactor) (Beun và cộng sự, 1999; Beun và cộng sự, 2002).

Trong nghiên cứu này sử dụng bể phản ứng theo mẻ SBR (Hình 3.3) để tiến hành thí nghiệm. Bể phản ứng SBR có thể tích làm việc là 7.85 L. Đường kính ống là 10 cm, có chiều cao ống là 100 cm, chiều cao chứa nước là 70 cm.



Hình 3.2: Sơ đồ hoạt động của bể SBR

Thời gian lưu nước là 3,6 giờ và tải trọng ban đầu là 1,5 – 2,5 kgCOD/(m³.ngày). Lưu lượng khí được kiểm soát bằng các van. Nước thải vào được duy trì ở pH = 7,5 – 8. Bể phản ứng được khuấy trộn và xáo trộn mạnh bởi dòng chuyển động của khí trong mô hình.

Thiết bị phản ứng được hoạt động theo mẻ liên tục 2 giờ cho mỗi mẻ. Ban đầu, một chu kỳ gồm 2 phút bơm nước vào, 110 phút sục khí, 2 phút lắng và 2 phút bơm nước ra. Dòng ra được bơm ra ở vị trí cách đáy bể phản ứng 40 cm. Dòng ra được chứa trong bể chứa.

3.3.2 Điều kiện vận hành

Nghiên cứu được thực hiện ở phòng thí nghiệm mô hình của khoa công nghệ môi trường, trường đại học Nông Lâm TP HCM từ ngày 25/3/2006 đến 30/6/2006. Nhiệt độ hoạt động là nhiệt độ môi trường xung quanh 28 – 32 °C. Vào ngày thứ nhất bể phản ứng được bổ sung bùn hoạt tính với nồng độ bùn trong mô hình 6000 mg/l, bùn hoạt tính này lấy từ bể aerotank – lắng của hệ thống xử lý nước thải của xí nghiệp chế biến thủy sản xuất khẩu Mỹ Phát. Thời gian hoạt động của mô hình được thể hiện trong Bảng 3.3. Trong suốt ba tuần đầu là giai đoạn thích nghi cho đến khi những hạt trưởng thành được hình thành trong bể phản ứng. Khi hạt trưởng thành thì tiến hành khảo sát sự biến đổi các đặc tính của bùn hạt hiếu khí và khả năng xử lý của nó. Khi thành bể phản ứng được bao phủ hoàn toàn bởi sinh khối dính bám, thì tiến hành loại bỏ nó để tránh sự cạnh tranh giữa vi sinh dính bám và vi sinh hình thành hạt. Thành của bể phản ứng được làm sạch vào mỗi tháng để duy trì hoạt động của bể phản ứng (bổ sung từ Beun và cộng sự, 2002)

Bảng 3.2: điều kiện hoạt động của bể SBR

Giai đoạn/tuần	Hoạt động	Quan sát
Giai đoạn khởi động (3 tuần)	Nuôi cấy với bùn hoạt tính thông thường với nước thải giết mổ. Sinh khối được lắng và tuần hoàn lại bể phản ứng	Hiệu quả loại bỏ COD hơn 90% (hệ thống được kiểm soát bằng tay)
Giai đoạn hình thành hạt ban đầu (2 tuần)	Sinh khối được tuần hoàn lại bể phản ứng đến khi hạt ban đầu xuất hiện	Giai đoạn hình thành hạt (hệ thống được kiểm soát bằng tự động hoá) Sinh khối dính bám trên thành bể.

Giai đoạn hạt trưởng thành (3 tuần)	Bùn hạt xuất hiện tiếp tục duy trì hoạt động của bể phản ứng để hạt lớn và trưởng thành	Sự thay đổi màu sắc của hạt (màu nâu) so với bùn ban đầu (màu nâu đỏ) và so với hạt lúc vừa mới hình thành (màu vàng nhạt). Kích thước của hạt có sự biến đổi mạnh (từ vài micromet đối với bùn hoạt tính thông thường và 0.1-0.2mm đối với hạt ban đầu, 0.5 – 1.2 mm đối với hạt trưởng thành).
Giai đoạn ổn định	Giữ tải trọng không đổi	Sự thay đổi đặc tính của bùn hạt: kích thước hạt, nồng độ sinh khối dòng ra, nồng độ sinh khối trong bể, khả năng lắng,...

3.3.3 Sự tạo thành bùn hạt hiếu khí

Bể SBR được thích nghi với bùn hoạt tính truyền thống trong ba tuần đầu, sau khi thích nghi, bắt đầu giai đoạn tạo hạt. Bể phản ứng được hoạt động với các điều kiện đã đề cập ở trên trong Bảng 3.3 để khảo sát đặc tính của bùn hạt hiếu khí.

3.4 PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

Đặc tính của bùn được đánh giá thông qua các chỉ tiêu lý hóa sinh như: COD, MLSS, MLVSS, pH, SVI, DO, vận tốc lắng, kích thước, hình dạng hạt.

3.4.1 Vận tốc lắng

Một ống nhựa plastic (đường kính 6 cm, cao 90 cm) chứa đầy nước thải ở dòng ra của bể phản ứng để kiểm tra vận tốc lắng, hạt đơn lẻ được đặt vào ống và có thể đạt được vận tốc lắng sau cùng trên 30 cm cột nước. Sau đó thời gian lắng đối với khoảng cách 50 cm sẽ được kiểm soát bằng tay với độ chính xác $\pm 0,5$ s. Tất cả các thí nghiệm kiểm tra vận tốc lắng được thực hiện hai lần và giá trị trung bình được ghi nhận (Etterer và Wilder, 2001).

3.4.2 Nồng độ sinh khối đã lắng hay tỷ trọng của sinh khối

Nồng độ sinh khối đã lắng của hạt được xác định như sau:

Lấy mẫu bùn hạt (50 ml), và để lắng 30 phút trong trong ống ly tâm. Tổng thể tích của hạt (hoặc bùn) bây giờ có thể xác định bằng việc đọc thể tích của bùn. Mẫu được lọc qua giấy lọc sợi thủy tinh. Sau đó, Khối lượng khô của mẫu hạt này được xác định bằng cách làm khô mẫu tại nhiệt độ 120 °C ít nhất 24 giờ (bổ sung từ Tijhuis và cộng sự, 1994; Beun và cộng sự, 1999; Thành, 2005)

3.4.3 Các thông số khác

Để khảo sát đặc tính và sự phát triển của bùn hạt cần xác định các thông số theo Bảng 3.3:

Bảng 3.3: các thông số để đánh giá đặc tính của bùn hạt

Thông số	Phương pháp	Thiết bị	Anh hưởng	Phạm vi
pH	Máy đo pH	Máy đo pH		0 – 14
DO	Chuẩn độ với $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$		NO_2^- , SO_3^{2-} , Fe^{2+}	-
COD	Hoàn lưu kín với dichromate kali		NO_2^- , Cl^- , Br^- , F^-	40 – 400 mg/l
Độ đục			SS	-
MLSS	Sấy ở nhiệt độ 103°C			-
MLVSS	Nung ở nhiệt độ 550°C			-
SVI			Nồng độ bùn cao	-

***Ghi chú:** Các chỉ tiêu được đo theo ANPPHA và cộng sự, 1989

3.5 PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SỐ LIỆU

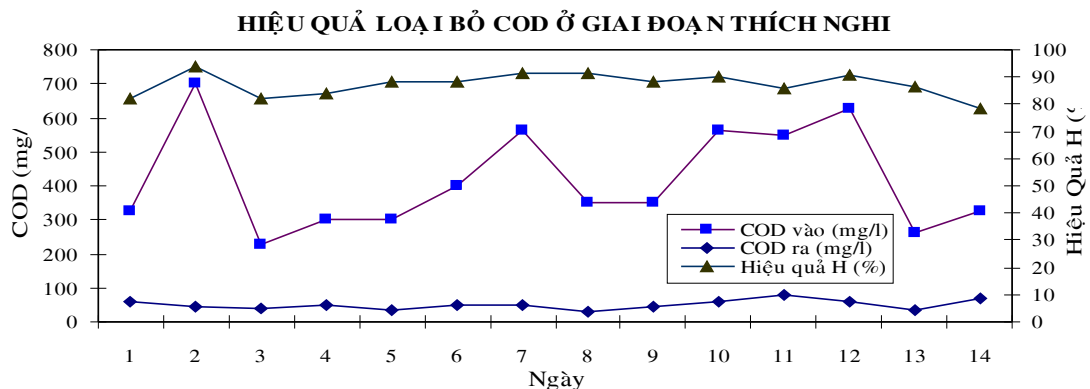
Các số liệu được thống kê và lập thành bảng tính, vẽ đồ thị thể hiện quan hệ giữa các thông số thông qua phần mềm Ms Excell. **CHƯƠNG IV: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

Trong chương này, có hai phần gồm khảo sát sự hình thành bùn hạt và sự thay đổi các đặc tính của bùn hạt từ khi nuôi cấy bằng bùn hoạt tính thông thường. Trong cả hai quá trình này, đặc tính sinh lý hoá của hạt được khảo sát gồm nồng độ sinh khối trong bể phản ứng, nồng độ sinh khối ra khỏi bể phản ứng, nồng độ sinh khối đã lắng, SVI, vận tốc lắng, hình thái học của hạt, sự phát triển kích thước hạt và khả năng xử lý của bùn hạt...

4.1 SỰ HÌNH THÀNH BÙN HẠT HIẾU KHÍ

4.1.1 Quá trình thích nghi ban đầu

Bể phản ứng theo mẻ SBR (Sequencing Batch Reactor) được thí nghiệm với nước thải giết mổ gia súc, mà ô nhiễm chủ yếu là các thành phần hữu cơ của protein, lipid,.. là các thành phần có trong máu gia súc. Chất ô nhiễm bao gồm cả hữu cơ và nitơ. Ở đây, sử dụng bùn hoạt tính truyền thống để nuôi cấy bùn hạt hiếu khí. Bể phản ứng dùng nuôi cấy bùn hạt hiếu khí tại tải trọng 1,5 – 2,5 kgCOD/m³.ngày. Sau khi bùn thích nghi, thì bắt đầu giai đoạn tạo hạt cho đến khi hạt trưởng thành, sau khi hạt trưởng thành tiến hành duy trì tải trọng để khảo sát các đặc tính của bùn hạt. Bùn giống được cho vào mô hình với nồng độ MLVSS khoảng 6000 mg/l. Khi hiệu quả khử COD đạt hơn 80%, COD dòng ra luôn nhỏ hơn 50 mg/l. bùn trong mô hình có màu sắc thay đổi, bùn giống có màu nâu đen, bùn thích nghi và chuyển sang màu nâu đỏ và dần dần chuyển sang màu vàng cam. Bùn thích nghi lắng tốt, bông bùn lớn, khả năng lắng của bùn gia tăng nhẹ thể hiện qua sự thay đổi chỉ số thể bùn SVI từ 120 ml/g đối với bùn giống xuống còn 90 ml/g đối với bùn đã thích nghi. Sau ba tuần vi sinh trong bùn giống dường như thích nghi với nước thải mới, hiệu quả loại bỏ chất hữu cơ cao hơn 90% xem Hình 4.1. Lúc này trong mô hình đã xuất hiện một số hạt nhỏ màu trắng nhưng bùn ở dạng bông vẫn chiếm ưu thế. Điều này chứng tỏ các tế bào vi khuẩn đã hình thành và có xu hướng kết hợp lại với nhau và bắt đầu hình thành hạt.

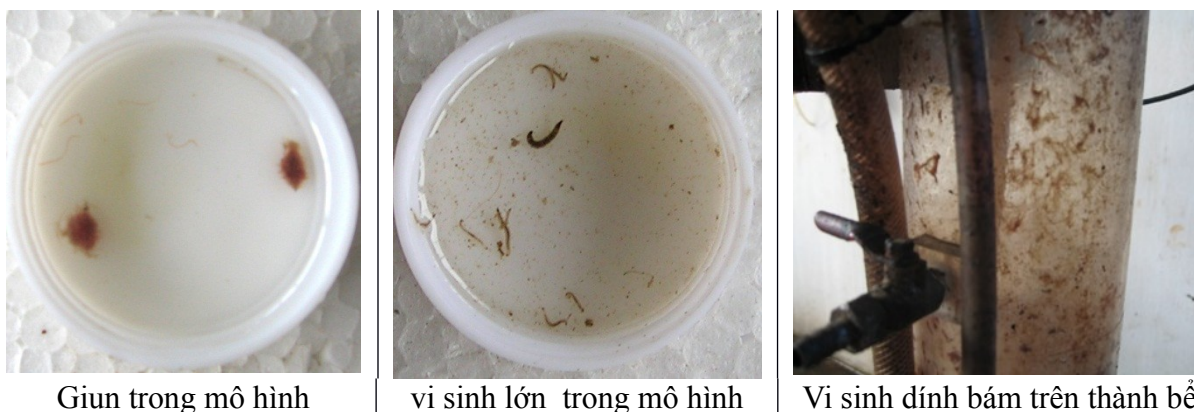


Hình 4.1: Hiệu suất khử COD ở giai đoạn thích nghi

4.1.2 Sự hình thành hạt hiếu khí

Sau giai đoạn thích nghi tiếp theo là giai đoạn tạo hạt. Ở giai đoạn này, mô hình được kiểm soát bằng tự động hoá theo mẻ liên tục. Lúc đầu của giai đoạn tạo hạt, nồng độ sinh khối khoảng 4000 mg/l.

Sau giai đoạn thích nghi, nhiều vi sinh mới xuất hiện trong bể phản ứng như vi khuẩn dạng vành rotifers, dạng có lông protozoa ciliates, dạng hình roi (flagellate), giun tròn (nematodes), các tập đoàn nguyên sinh động vật, ... những loại vi sinh này có khả năng lắng tốt (Hình 4.2). Vi sinh xuất hiện trong đám bùn và bám lên thành bể phản ứng. Bên cạnh đó còn có sự phát triển của vi sinh dính bám trên thành bể phản ứng, lớp màng vi sinh này được loại bỏ để tránh sự cạnh tranh sinh trưởng giữa quá trình tạo màng vi sinh và quá trình tạo hạt.

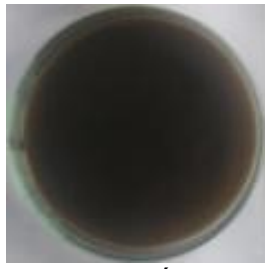


Hình 4.2 : Giun, vi sinh lớn và vi sinh dính bám trong mô hình

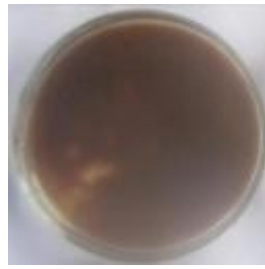
Bắt đầu của tuần thứ hai (8 ngày sau khi wash out với thời gian lắng 5 phút), sinh khối trong bể phản ứng dường như đã có sự biến đổi đáng kể, trong đám bùn xuất hiện những hạt nhỏ màu trắng, đồng thời bùn lắng khá nhanh trong khoảng thời gian 5 phút hầu như toàn bộ sinh khối trong bùn đã được lắng, khi quan sát khối bùn lắng so với bùn ban đầu ở giai đoạn thích nghi ta nhận thấy bùn lắng có dạng các hạt nhỏ rời rạc nằm chồng lên nhau, còn ở bùn giống là những bông bùn khá rõ rệt. Chính vì thế liên tục tuần hoàn lại bùn để duy trì nồng độ bùn 2500 – 3000 mg/l trong bể phản ứng.

Vào đầu tuần thứ 3, sinh khối trong hạt có sự thay đổi màu sắc đáng kể từ màu nâu đỏ đậm sang màu nâu đỏ nhạt có lẫn màu vàng nhạt việc tuần hoàn lại bùn là vẫn cần thiết. Trong thời gian này nếu lấy bùn wash out và bùn trong mô hình pha loãng ra thì ta sẽ thấy có những hạt nhỏ trong bùn và ngày càng có mật độ cao trong bùn. Như vậy việc tuần hoàn bùn lại trong thời gian này góp phần gia tăng mật độ tiếp xúc của bùn đồng thời giúp các hạt bùn nhỏ có thời gian phát triển và lớn lên trong bể phản ứng.

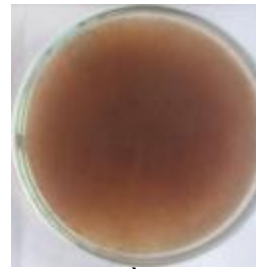
Vào đầu tuần thứ 4 lúc này toàn bộ sinh khối bùn có màu sắc thay đổi rõ rệt chuyển từ màu nâu đỏ đậm sang màu nâu đỏ nhạt có lẫn màu vàng (xem Hình 4.3), nếu quan sát kỹ sẽ thấy có những hạt nhỏ trong khối bùn và chiếm đa số trong khối bùn, còn lại chỉ có một lượng bông bùn nhỏ trong sinh khối. Như vậy là đã có sự tích lũy một lượng lớn sinh khối trong bể phản ứng. Khi quan sát kỹ bùn trong bể phản ứng ta thấy các hạt chiếm đa số, những hạt có kích thước dao động từ 0,1 – 0,2 mm, có những hạt có kích thước 0,5 – 0,6 mm. Đối với những hạt nhỏ hơn 0,1 mm thì có màu trắng đường như trong suốt, còn đối với những hạt có kích thước 0,1 – 0,2 mm thì hạt được chia làm 2 phần: phần bên ngoài có màu trắng như những hạt có kích thước nhỏ hơn 0,1 mm, phần bên trong hình thành như nhân của hạt có màu nâu đậm, còn những hạt có kích thước 0,5 mm – 1 mm thì hạt chỉ quan sát thấy một màu nâu (Hình 4.3;4.4 và 4.5).



Bùn giống



Bùn thích nghi

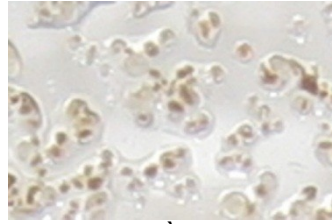


Tuần 3



Tuần 6

Hình 4.3: Thay đổi màu sắc của bùn

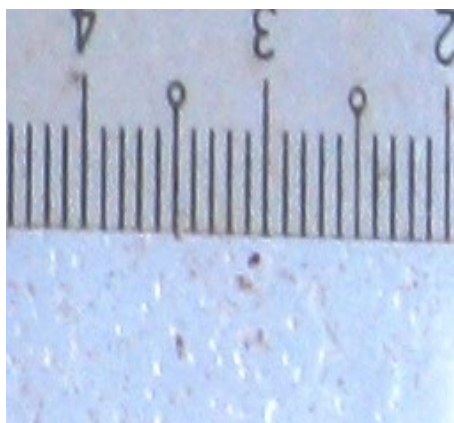


Tuần 4

Hình 4.4: Hạt trong mô hình

4.1.3 Chủng loại vi sinh và hình thái học của hạt

Lúc đầu, bùn giống có màu vàng đen, khi thích nghi với nước thải giết mổ gia súc thì có màu nâu đỏ, và màu sắc của bùn thay đổi dần dần có màu nhạt dần thành màu vàng cam sau một tuần hoạt động và có sự thay đổi rõ rệt vào tuần thứ 3. Sau khi thích nghi, thì trong bể phản ứng xuất hiện chủ yếu là những vi sinh lớn bao gồm: nguyên sinh động vật, rotifer, protozoa, ciliates, flagellate, nematodes, spirillum,... vào cuối tuần thứ hai các vi sinh vật lớn dường như dần biến mất trong bể phản ứng. Vào tuần thứ tư trong bể phản ứng chỉ còn một lượng nhỏ giun đỏ nematodes và một vài giun màu đen. Từ tuần này trở đi hạt đã được hình thành rõ trong bể phản ứng (Hình 4.5) và lớn dần đạt trưởng thành vào tuần thứ 6.



Tuần 2



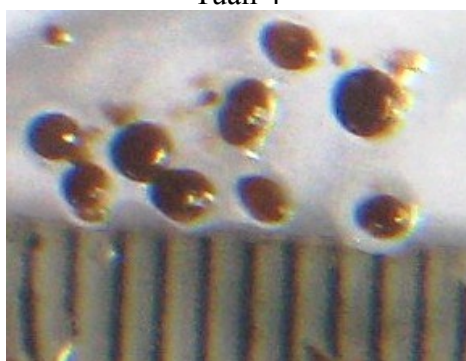
Tuần 3



Tuần 4



Tuần 6



Tuần 7

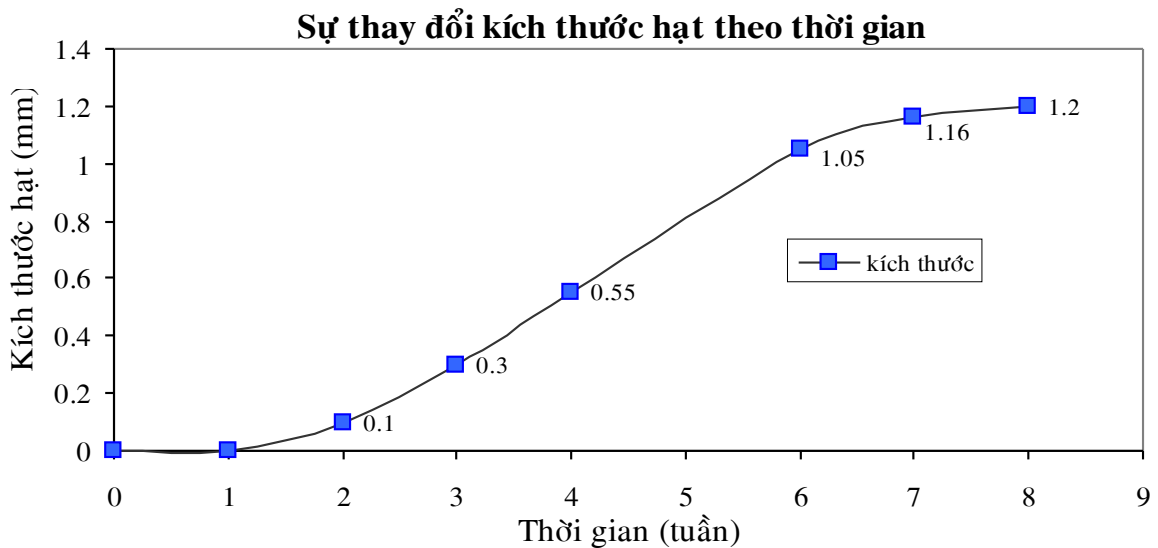
Hình 4.5: Sự thay đổi hình dạng và kích thước của hạt theo thời gian

Căn cứ vào Hình 4.5, sự thay đổi của hình thái học của bùn, từ bùn hoạt tính thông thường các hạt ban đầu hình thành, vào tuần thứ hai hạt màu trắng dường như trong suốt, ngày càng rõ

ràng và lớn dần đạt đến trưởng thành theo thời gian vào tuần thứ 7. Hạt ngày càng đồng đều, nén, và gọn hơn, thể hiện qua sự thay đổi hạt ngày càng tròn và bề mặt ngày càng nhẵn.

4.1.4 Sự phát triển kích thước hạt

Bùn giống có kích thước nhỏ hơn 100 μm (Thành, 2002; Nhân và Nga, 1999), quan sát không thấy rõ hạt, kích thước hạt phát triển chậm trong bể phản ứng. Những hạt ban đầu hình thành có đường kính nhỏ hơn 0,1 mm xuất hiện trong bể phản ứng từ cuối tuần thứ 2. Đến tuần thứ 3 xuất hiện các hạt nhỏ mà có thể quan sát rõ ràng bằng mắt thường trong bể phản ứng nhưng lúc này bùn dạng bông vẫn chiếm đa số trong bể phản ứng. Đến cuối tuần thứ 4 sinh khối bùn trong bể phản ứng chủ yếu là hạt với kích thước 0,1 – 0,5 mm. Hạt lớn dần và đạt kích thước 0,5 – 1,2 mm vào tuần thứ sáu. (Hình 4.5). Lúc này hạt đã trưởng thành và có kích thước không thay đổi đáng kể từ tuần thứ sáu trở đi.



Hình 4.6: Sự thay đổi kích thước hạt theo thời gian (tuần)

Kích thước hạt thay đổi mạnh từ tuần 2 đến tuần 6, và tăng chậm từ tuần thứ 6 đến tuần 8 (Hình 4.6). Điều này có thể do sự giới hạn xâm nhập của oxy và cơ chất vào trong hạt (Hình 2.2), giải thích này phù hợp với Beun và cộng sự, 2002; Tijhuis và cộng sự, 1994; Kruek và cộng sự, 2005. Theo Beun và cộng sự (2002) thì chiều sâu xâm nhập của acetate là 115-520 μm tương ứng với quá trình biến đổi hiếu và thiếu khí. Theo Tijhuis và cộng sự (1994) thông thường chiều sâu thâm nhập của oxygen từ 100 – 500 μm . Như vậy trong hạt trưởng thành luôn tồn tại hai điều kiện hiếu khí và kỵ khí, điều này chứng tỏ bùn hạt có khả năng khử nitơ và photpho. Nhưng khả năng khử nitơ và photpho không được khảo sát ở đề tài này

4.1.5 Cơ chế hình thành hạt

Dựa vào việc quan sát sự hình thành hạt, trong bể phản ứng hạt được hình thành. Sinh khối trong bể phản ứng gồm: vi khuẩn, protozoa, ciliates, flagellate, nematodes, ...tính kỵ nước tế bào trở nên cao, vì thế tế bào có thể dễ dàng kết hợp với nhau bằng cách tách ra khỏi pha nước. Hơn nữa vào lúc này các polysaccharides và các cation hoá trị hai đóng vai trò thiết yếu của tác nhân cầu nối hình thành các lưới tế bào (Thành, 2005). Từ lúc này, hạt ban đầu được hình thành và ngày càng lớn hơn. Hạt trưởng thành, độ nén và bề mặt nhẵn hơn. Chi tiết sự hình thành hạt được thể hiện trong Hình 4.8.

Quá trình hình thành hạt đối với nước thải giết mổ gia súc hầu như giống với những đề nghị của Wang và cộng sự, 2004; Tay và cộng sự, 2001; Tay, 2002; Tay và cộng sự, 2004; Jang và cộng sự, 2003; Etterer và Wilder, 2001 là quá trình hình thành hạt hiếu khí bằng quá trình bùn hoạt tính hiếu khí mà đã được trình bày trong Phần 2.4.2 của phần tổng quan tài liệu.

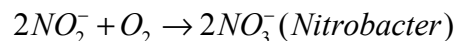
Hình 4.8: Quá trình hình thành bùn hạt hiếu khí trong bể phản ứng theo mẻ SBR

4.2 ĐẶC TÍNH CỦA BÙN HẠT

4.2.1 pH

Theo Corbbitt (1999) vi khuẩn nitrat hoá phát triển thích hợp tại pH từ 8 – 8,5, và oxy hoà tan hơn 2 mg/l. Như vậy điều kiện thí nghiệm có oxy hoà tan phù hợp, chỉ có pH của nước thải khi chưa hiệu chỉnh pH (pH =6,9-7,2) là không phù hợp. Do vậy, cần phải hiệu chỉnh pH lên 8 – 8,5, mục đích của việc tăng pH của nước thải đầu vào để trung hoà lượng kiềm đã mất do quá trình nitrat hoá, quá trình nitrat hoá cần 0,75 mg/l kiềm cho 1 mg/l nitơ amonia bị oxy hoá. Điều này có thể được giải thích như sau:

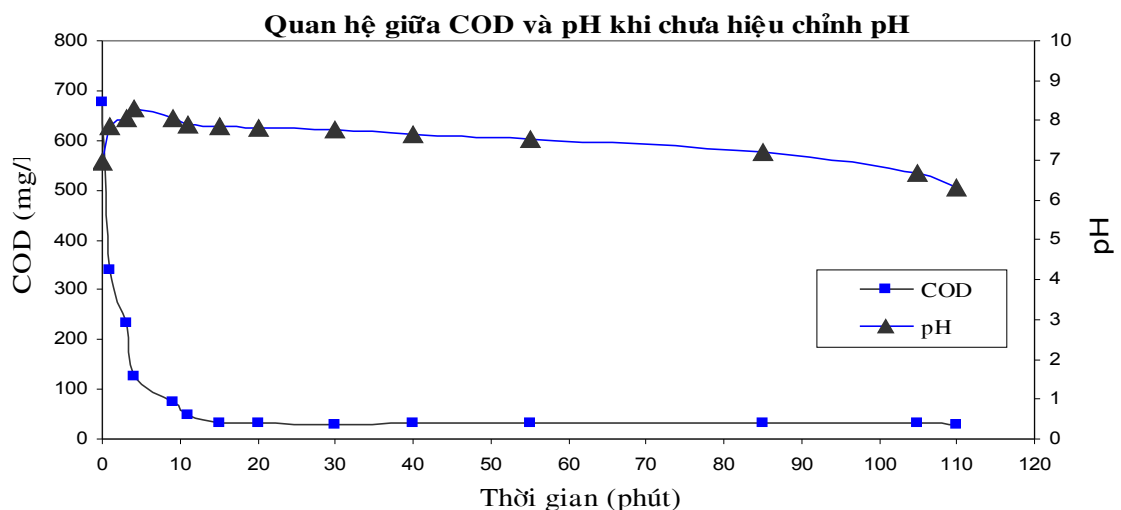
+ Quá trình nitrat hoá là quá trình oxy hoá sinh học Amoni (NH_4^+) thành nitrat với sự hình thành nitrit là sản phẩm trung gian:



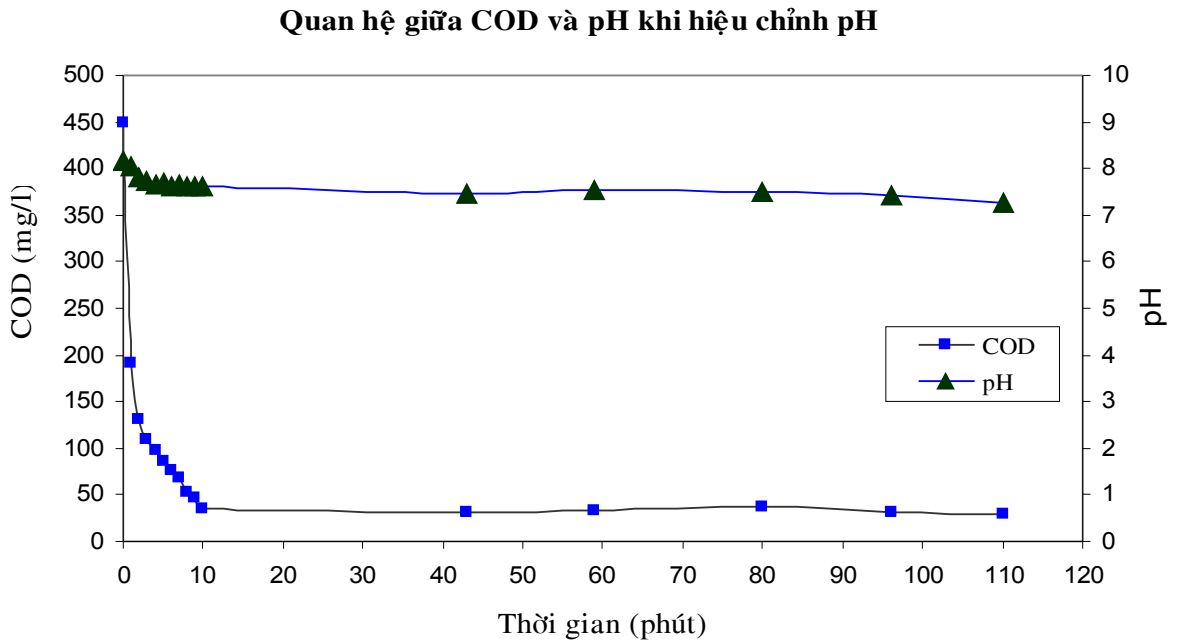
+ Tổng hợp quá trình nitrat hoá chuyển hoá NH_4^+ thành NO_3^- như sau:



Như vậy, có một lượng kiềm bị mất đi trong quá trình nitrat hoá.



(a) khi không có sự điều chỉnh pH



(b) khi pH được điều chỉnh lên 8,16

Hình 4.9: Sự thay đổi pH trong bể phản ứng

Qua quá trình kiểm tra, nhận thấy nước thải đầu vào mô hình có pH ổn định 7,2 – 7,3, và khi kết thúc một mẻ thì pH còn 5,7 – 6,3. Sự giảm pH này có thể giải thích do quá trình nitrat hoá làm giảm độ kiềm của nước, nguyên nhân là do thành phần nitơ rất cao trong nước thải giết mổ gia súc. Để đảm bảo pH dòng ra ổn định 6,5 – 7,5, cần phải hiệu chỉnh pH đầu vào lên 7,5 – 8,5 điều này đảm bảo duy trì tốt điều kiện cho quá trình nitrat hoá do đảm bảo độ kiềm của nước (Hình 4.9).

Hình 4.9 a, thể hiện khi pH đầu vào là 6,96 thì trong khoảng 10 phút đầu pH tăng lên đến 8,06, tương ứng với quá trình loại bỏ COD mạnh mẽ, giải phóng CO₂ làm pH tăng. Nhưng sau khi hầu hết COD bị oxy hoá thì pH giảm đến 6,3, điều này chứng tỏ quá trình oxy hoá cacbon đã chậm đi do nguồn cacbon đã bị oxy hoá hết, lúc này là quá trình oxy hoá nitơ trong nước thải làm giảm độ kiềm của nước. Nhưng khi có sự điều chỉnh pH đầu vào lên 8,16 (Hình 4.9 b) thì pH trong toàn bộ quá trình oxy hoá dao động nhẹ và khi kết thúc mẻ thì pH đạt 7,28.

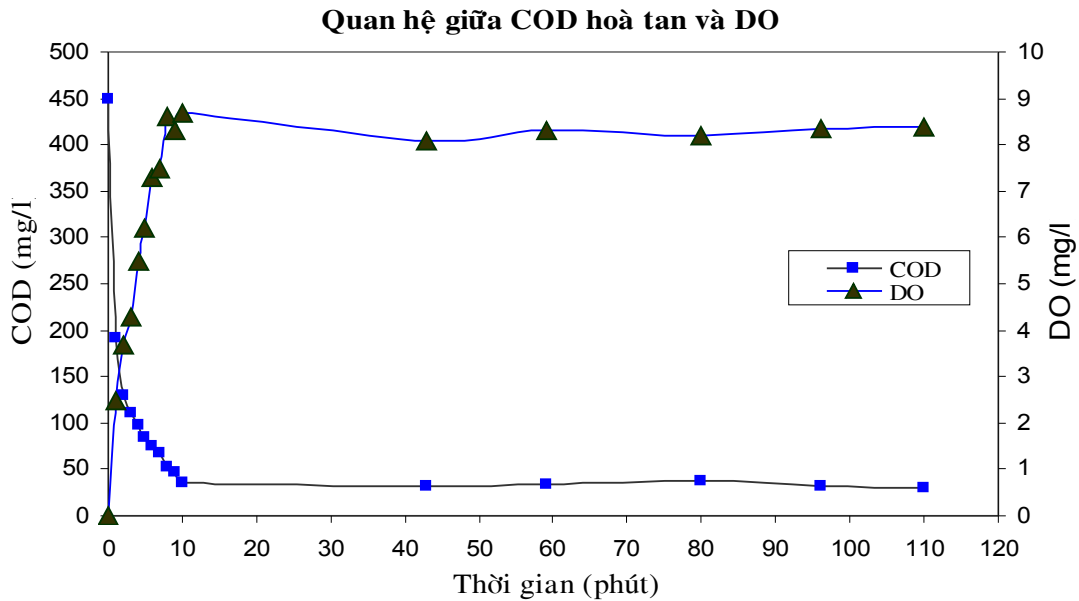
4.2.2 Biến đổi nồng độ Oxy hoà tan

Nồng độ oxygen trong bể phản ứng thường đạt giá trị bão hoà, trừ vài phút đầu bởi vì nhiều vật liệu hữu cơ có sẵn. Sau khi hầu hết chất hữu cơ bị loại bỏ (được hấp phụ hoặc phân huỷ sinh học), DO đạt giá trị đạt giá trị bão hoà 8,4 – 8,5 mg/l) (Hình 4.10)

Từ đường cong của DO và COD, nhận thấy rằng khi DO gia tăng, COD trong khối chất lỏng dường như đạt đến COD dòng ra vào lúc đó. Khi COD đạt đến giá trị dòng ra, DO trở nên bão hoà sau hai đến mười phút. Giai đoạn đầu COD cao và giai đoạn sau COD thấp được gọi là chu kỳ no và đói (Beun và cộng sự, 2002). Sau giai đoạn no, là giai đoạn đói, đó là điều kiện tốt cho sự hình thành hạt (Tay và cộng sự, 2001; 2002; 2003; 2004).

Như thể hiện trong Hình 4.10 rõ ràng rằng tốc độ tiêu thụ chất hữu cơ của hạt vô cùng nhanh. Chủ yếu là COD hoà tan được phân huỷ sinh học hoặc bị hấp thụ bởi bùn hạt trong 10 phút

đầu. Điều này nói lên rằng hạt có hoạt tính sinh học cao hơn bùn hoạt tính truyền thống về tốc độ sử dụng oxygen (Thành, 2005).

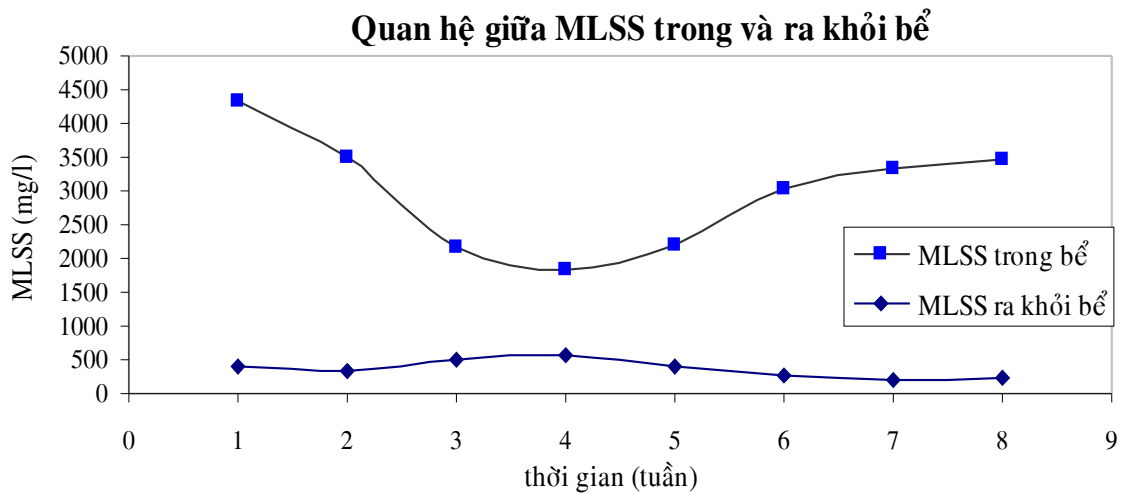


Hình 4.10: Quan hệ giữa COD và DO trong một mẻ

4.2.3 Nồng độ sinh khối

Sau giai đoạn thích nghi, nồng độ sinh khối trong bể phản ứng từ 4500 – 5000 mg/l. Cho đến cuối tuần thứ 4 sinh khối tích lũy bắt đầu gia tăng trong bể phản ứng cùng với sự trưởng thành của hạt. Trong khoảng thời gian từ tuần thứ 3 đến tuần thứ 4 sinh khối hiệu quả loại bỏ COD hầu như cao hơn 85% và đặc tính lý hoá của hạt như nồng độ sinh khối được lắng, SVI, vận tốc lắng, thì không thay đổi nhiều.

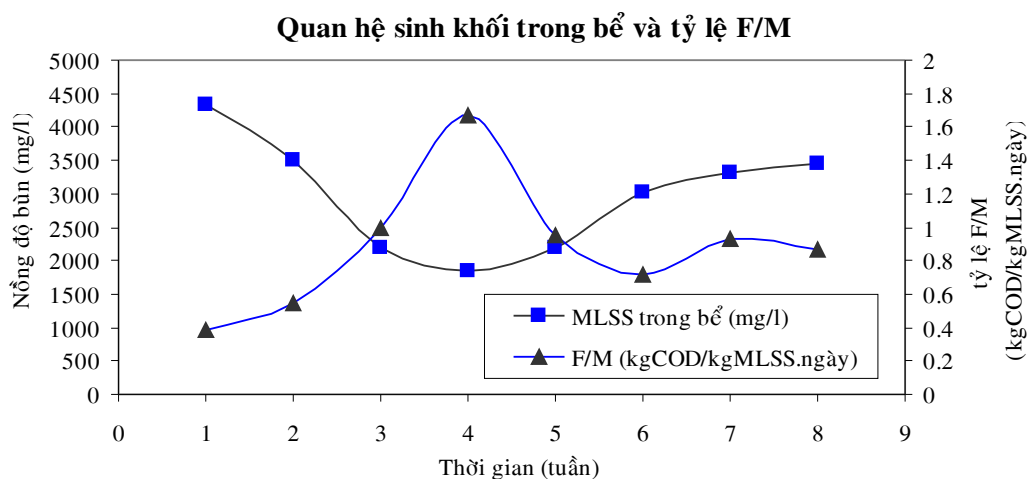
Nồng độ sinh khối trong mô hình gia tăng theo thời gian từ tuần thứ 4 do sự tích lũy của tế bào và sự trưởng thành của hạt (Hình 4.11) và đạt nồng độ 3500 mg/l vào tuần thứ 8



Hình 4.11: Nồng độ sinh khối trong bể phản ứng và nồng độ sinh khối dòng ra

Qua Hình 4.11, nhận thấy nồng độ sinh khối trong bể phản ứng tăng dần do sự tích lũy sinh khối và sự lớn lên của hạt trong bể phản ứng, điều này thể hiện qua sự thay đổi kích thước hạt (Hình 4.5 và 4.6). Từ tuần thứ 7 trở đi sinh khối tăng nhẹ do các hạt đã đạt đến kích thước giới hạn do sự giới hạn khuếch tán của dinh dưỡng và oxy vào trong hạt (xem phần 4.1.4)

Tại thời điểm này đánh dấu lúc các loài vi sinh vật đã hoàn toàn thích nghi với điều kiện sinh trưởng và tế bào bắt đầu kết dính lại do tính kỵ nước trên bề mặt tế bào tăng lên. Sau giai đoạn này vi sinh vật sẽ bắt đầu tích tụ trong bể phản ứng và nồng độ sinh khối dần tăng lên như hình vẽ. Thể tích sinh khối trong bể sẽ đạt đến chiều cao của ống thải dòng ra (effluent valve) tại trạng thái ổn định.



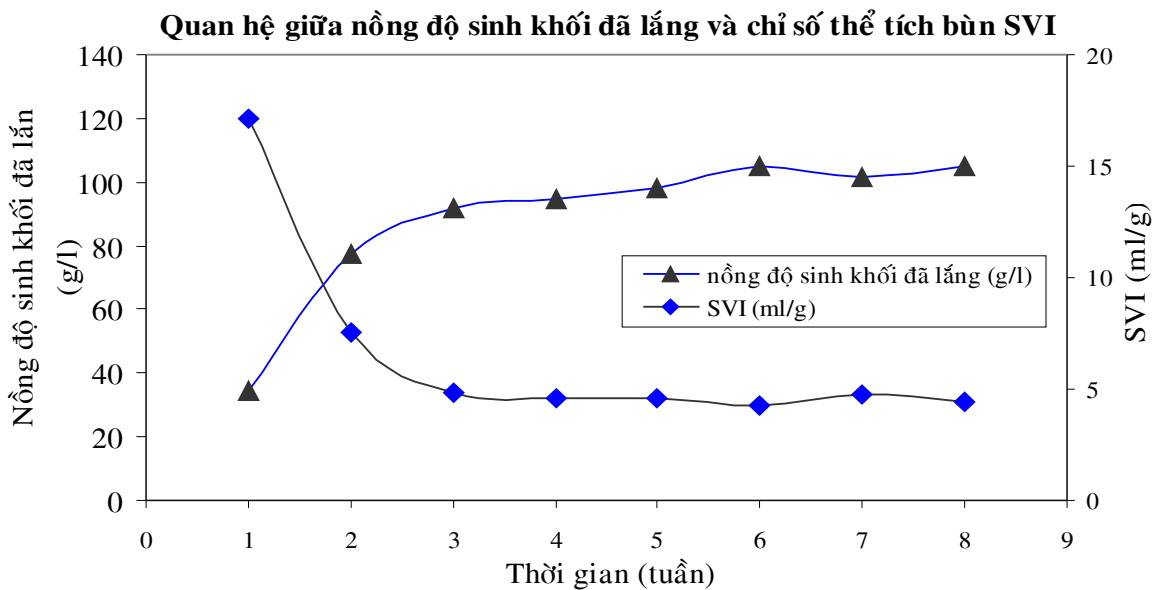
Hình 4.12: Quan hệ giữa sinh khối trong bể và tỷ lệ F/M theo thời gian

Hình 4.12 thể hiện vào từ tuần thứ 3 đến tuần thứ 5, trong khoảng thời gian này tỷ lệ F/M tăng. Từ tuần thứ 4 đến tuần thứ năm có sự gia tăng nhanh của sinh khối do sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh trong giai đoạn pha lag (sinh trưởng và phát triển theo số mũ logarit). Vào giai đoạn này, các tế bào mới hình thành nhanh chóng, cùng với sự sản sinh các polysaccharides mạnh làm cho các tế bào cố kết lại với nhau và hình thành hạt. Từ tuần 4 đến tuần 8, F/M giảm do sinh khối tích lũy trong bể (do hạt đã hình thành). Tỷ số F/M của hệ

thông thay đổi trong khoảng (0,38 – 1,67 kgCOD/kgMLSS.ngày) cao hơn (0,3 - 0,5 kgCOD/kgMLSS.ngày) đối với bùn hoạt tính thông thường (Metcalf and Eddy, 2003). Điều này chứng tỏ bùn hạt có khả năng xử lý cao hơn bùn hoạt tính thông thường ít nhất 2 lần.

4.2.4 Nồng độ sinh khối đã lắng (settled biomass concentration)

Nồng độ sinh khối đã lắng thể hiện khả năng nén của bùn, và được định nghĩa là khối lượng chất rắn trong một đơn vị thể tích bùn lắng sau 30 phút. Nồng độ sinh khối đã lắng trong bể phản ứng có sự gia tăng đáng kể sau 3 tuần hoạt động. Lúc đầu bùn giống có nồng độ sinh khối lắng là 4,9 g/l và khi trưởng thành thì đạt 15 g/l. Điều này thể hiện khả năng nén tốt của bùn hạt so với bùn thông thường. Kết quả này thấp hơn kết quả của Beun và cộng sự, 1999, 2000 (48 và 60 g/l) nhưng phù hợp với Arrojo và cộng sự, 2004 (10 – 15 g/l).



Hình 4.13: Nồng độ sinh khối đã lắng và chỉ số thể tích bùn SVI trong bể phản ứng

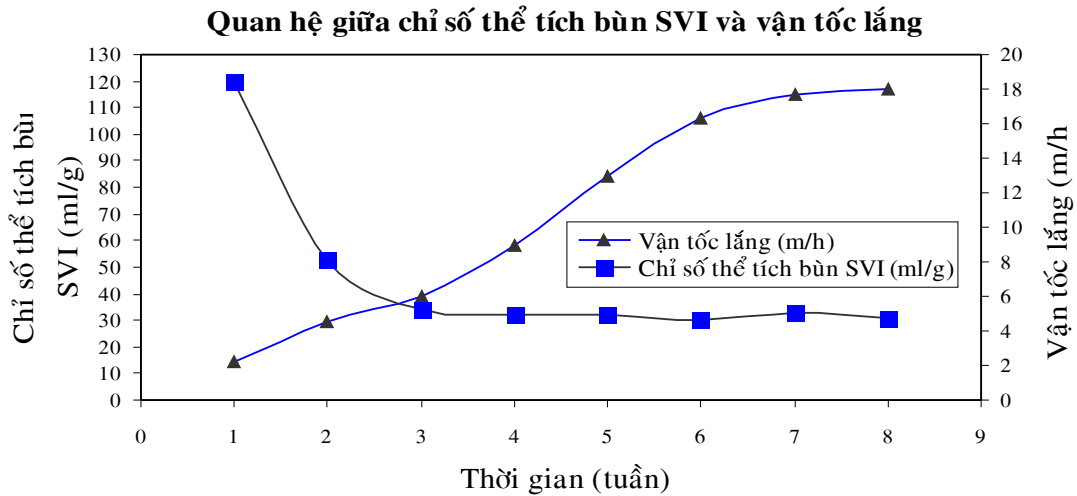
Hình 4.13, thể hiện sự tăng nhanh chóng của sinh khối đã lắng trong ba tuần đầu tiên. Các hạt bùn ban đầu đã hình thành trong bể phản ứng làm cho khả năng nén của bùn tăng nhanh chóng. Từ tuần thứ tư trở đi sinh khối đã lắng tăng nhẹ do các hạt đã hình thành và trong giai đoạn trưởng thành, đồng thời sinh khối trong hạt không có sự thay đổi đáng kể về chủng loại vi sinh.

4.2.5 Khả năng lắng

Khi có dấu hiệu hình thành hạt, SVI giảm đáng kể so với bùn giống ban đầu. Từ đó SVI luôn nhỏ hơn 50 ml/g. Khi hạt trưởng thành, SVI là 30. giá trị này thể hiện khả năng lắng tốt của hạt (Hình 4.12). Hình 4.12 thể hiện mối quan hệ giữa chỉ số thể tích bùn SVI và nồng độ sinh khối đã lắng. SVI giảm khi nồng độ sinh khối đã lắng tăng, điều này phù hợp với Thành (2005)

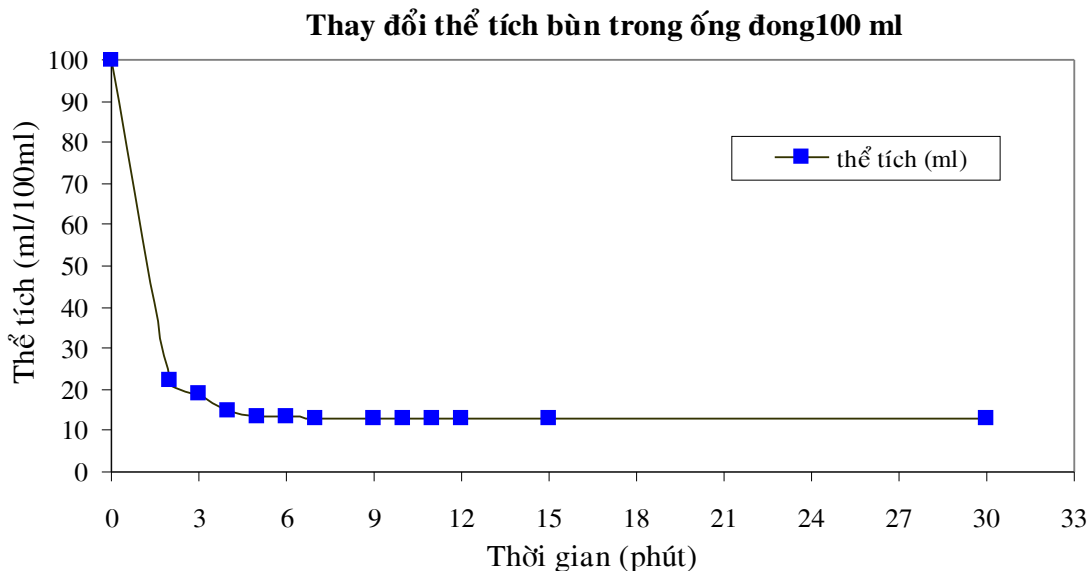
Chỉ số thể tích bùn SVI có quan hệ với vận tốc lắng. Chỉ số thể tích bùn SVI càng nhỏ thì vận tốc lắng của bùn càng cao. Quá trình thí nghiệm, thu được kết quả tương tự như Hình 4.14. Từ tuần thứ sáu trở đi, vận tốc lắng có xu hướng tăng chậm. Điều này có thể giải thích vào thời điểm này hạt đã trưởng thành, sinh khối đã ổn định, lúc này hạt chỉ thay đổi chủ yếu về đặc

tính vật lý bề mặt như độ tròn, độ nhẵn (Hình 4.5), còn các thông số như kích thước hạt, nồng độ sinh khối đã lắng thay đổi chậm (Hình 4.6 và 4.13)



Hình 4.14: Quan hệ giữa vận tốc lắng và chỉ số thể tích bùn

Hơn nữa, Hình 4.15 thể hiện vận tốc vùng lắng cũng rất cao vì thể trong suốt thời gian lắng để đạt thể tích nhỏ nhất chỉ mất khoảng 5 –10 phút đối với bùn hạt nhưng mất 30 phút đối với bùn hoạt tính thông thường. Thể tích bùn giảm từ 100 ml đến 18 ml trong 5 phút lắng và sau 30 phút vùng lắng cũng giảm chút ít nhưng không đáng kể. Điều đó có nghĩa là thời gian lắng của hạt chỉ chiếm 17% của bùn hoạt tính truyền thống để đạt đến thể tích nén tương tự. Điều này dẫn đến, khi xác định SVI của hạt, thể tích được ghi nhận sau 10 phút sẽ bằng với thể tích ghi nhận sau 30 phút.



Hình 4.15: Thể tích vùng lắng theo thời gian.

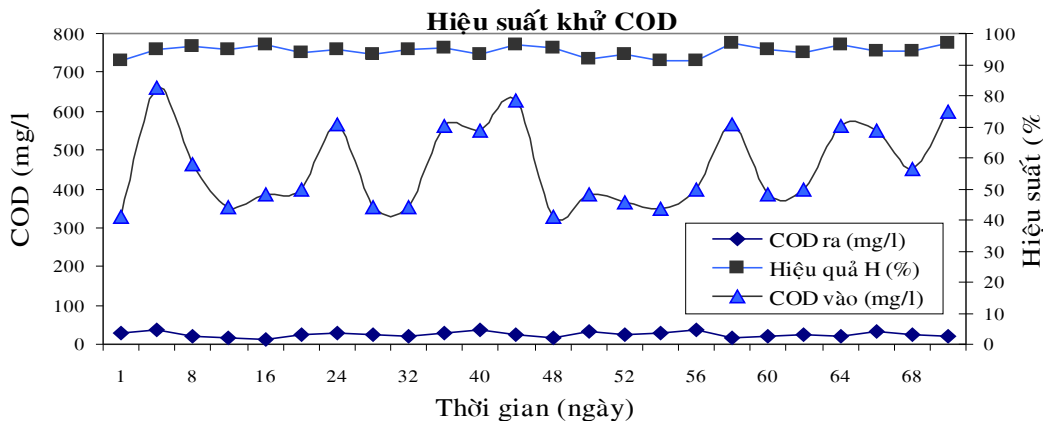
Vận tốc lắng của hạt trong bể phản ứng thì cao hơn nhiều so với bùn hoạt tính truyền thống mà vận tốc lắng nhỏ hơn 10 m/h theo Beun và cộng sự, 2002. Vận tốc lắng được xác định bằng kiểm tra khoảng 20 hạt điển hình đã trưởng thành. Kết quả cho thấy vận tốc lắng dao

động từ 16 – 18 m/h với kích thước hạt 0,5 – 1 mm. Kết quả này gần giống với Zheng và cộng sự (2004) là 18 – 31 m/h với đường kính hạt từ 0,5 – 1,2 mm. Từ đó ta nhận thấy giá trị đạt được nhỏ hơn có thể do tỷ trọng của nước thải khác nhau. Nhưng qua kết quả đạt được đã có thể chứng minh bùn hạt tạo thành trong nước thải giết mổ gia súc có vận tốc lắng cao.

Vận tốc lắng cao tương ứng với sinh khối có khả năng lắng và nén tốt.

Vận tốc lắng, và vận tốc vùng lắng của bùn hạt cao hơn hẳn bùn hoạt tính thông thường. Điều này do quá trình lắng của bùn hoạt tính thông thường gồm 4 loại lắng: lắng rời rạc, lắng kết bông (lắng keo tụ), lắng vùng (lắng chen) và lắng nén trong đó lắng kết bông, lắng vùng, lắng nén có sự tương tác giữa các hạt, hơn nữa còn làm xuất hiện dòng chất lỏng từ dưới lên, cùng với sự gia tăng độ nhớt của chất lỏng làm cản trở quá trình lắng (Corbitt, 1999; Metcalf&Eddy, 2003; Eckenfelder, 1989). Còn bùn hạt gồm các hạt bùn rời rạc nên không tồn tại sự tương tác giữa các hạt, quá trình lắng diễn ra là dạng lắng rời rạc. Các hạt lắng hoàn toàn riêng biệt, không có tác động qua lại với nhau.

4.2.6 Khả năng xử lý của hạt hiếu khí



Hình 4.17: Hiệu suất khử COD theo thời gian

Trong nghiên cứu này, bùn hạt hiếu khí được dùng để xử lý nước thải giết mổ gia súc ở tải trọng 1,5 – 2,7 kgCOD/m³.ngày với COD hoà tan dao động từ 300 – 500 mg/l, COD hoà tan dòng ra luôn nhỏ hơn 50 mg/l, hiệu quả luôn lớn hơn 85% (Hình 4,17). Hơn nữa, hầu hết các vật liệu hữu cơ được phân huỷ hoặc hấp thụ sinh học bởi hạt hiếu khí chỉ trong 5 đến 10 phút sục khí (Hình 4.10). Đồng thời trong quá trình thử nghiệm tỷ lệ F/M (food/microorganism) từ 0,38 – 1,67 kgCOD/kgMLSS (Bảng 4.1) cao hơn quá trình bùn hoạt tính thông thường (0,2 – 0,5kgBOD₅/kgMLSS.ngày = 0,32 – 0,79 kgCOD/kgMLSS.ngày) (Metcalf & Eddy, 2003; Corbitt, 1999). Điều này chứng tỏ bùn hạt hiếu khí có khả năng xử lý cao hơn so với bùn hoạt tính thông thường chỉ phù hợp với tải trọng thấp hơn nhỏ hơn 2 kgCOD/m³.ngày (Metcalf & Eddy, 2003; Corbitt, 1999). Tuy nhiên bùn hạt hiếu khí có thể được hoạt động với tải trọng cao đến 9 kg COD/m³.ngày (Tay và cộng sự, 2001), 15 kg COD/m³.ngày (Moy và cộng sự, 2002) và 30 kg COD/m³.ngày (Thành, 2005). Tất cả kết quả này được thực hiện trong điều kiện bình thường mà tải trọng được gia tăng liên tục theo bước. Trong đề tài này do không đủ thời gian và giới hạn của đề tài nên chưa thể tăng tải đều đặn nhằm xác định khả năng xử lý tối ưu của bùn hạt đối với nước thải giết mổ gia súc.

Bảng 4.1: Thay đổi tỷ lệ F/M theo thời gian

thời gian (tuần)	COD vào (mg/l)	MLSS trong bể (mg/l)	F/M (kgCOD/kgMLSS.ngày)
1	300	4340	0,38
2	350	3500	0,55
3	400	2180	1
4	565	1850	1,67
5	385	2200	0,95
6	400	3020	0,72
7	564	3320	0,93
8	550	3460	0,87

4.2.8 Khả năng chịu shock tải của bùn hạt

Qua Hình 4.17 ta thấy mặc dù COD dao động lớn từ 300 – 650 nhưng hiệu suất xử lý vẫn đạt trên 90% trong suốt quá trình thí nghiệm, ngoài ra các thông số như kích thước hạt (Hình 4.6), nồng độ sinh khối trong mô hình (Hình 4.11), nồng độ sinh khối đã lắng (Hình 4.13), vận tốc lắng (Hình 4.15) tăng theo thời gian; SVI giảm. Điều này thể hiện hạt có khả năng chịu sốc tải.

Bùn hạt hiếu khí được hoạt động với tải trọng cao đến 9 kg COD/m³.ngày (Tay và cộng sự, 2001), 15 kg COD/m³.ngày (Moy và cộng sự, 2002) và 30 kg COD/m³.ngày (Thành, 2005). Trong đề tài này do không đủ thời gian và giới hạn của đề tài nên chưa thể tăng tải để xác định khả năng chịu shock tải của bùn hạt đối với nước thải giết mổ gia súc.

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong nghiên cứu này, bùn hạt hiếu khí được nuôi cấy bằng bùn hoạt tính thông thường với cơ chất từ nước thải giết mổ gia súc. Đây là nguồn nước thải có nồng độ ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng (nitơ và phot pho) cao. Nghiên cứu này gồm hai phần: (1) khảo sát quá trình hình thành bùn hạt hiếu khí đối với nước thải giết mổ gia súc; (2) khảo sát các đặc tính của bùn hạt hiếu khí như khả năng lắng, khả năng nén, khả năng xử lý và shock tải...

Trên các cơ sở kết quả nghiên cứu đạt được rút ra các kết luận và đề xuất một số kiến nghị như sau:

5.1 Kết luận

- Bùn hạt hiếu khí có thể được nuôi cấy với nước thải giết mổ gia súc bằng bùn hoạt tính thông thường tại tải trọng 1,5 – 2,5kgCOD/m³.ngày trong bể phản ứng theo mẻ SBR.
- Sau giai đoạn thích nghi, bùn hạt bắt đầu hình thành và đạt trưởng thành vào tuần thứ sáu (khoảng 45 ngày) với đường kính hạt dao động từ 0,5 – 1,2 mm. Vào các tuần tiếp theo hạt ngày càng trở nên nén, tròn và nhẵn hơn.
- Quá trình hình thành hạt luôn có sự xuất hiện của vi sinh dính bám trên thành của bể phản ứng, do vậy việc loại bỏ vi sinh bám dính nhằm tránh sự cạnh tranh dinh dưỡng giữa vi sinh dính bám và vi sinh hình thành hạt là cần thiết.
- Vào những tuần đầu của giai đoạn tạo hạt có sự xuất hiện của các những vi sinh lớn bao gồm: nguyên sinh động vật, rotifer, protozoa, ciliates, flagellate, nematodes, spirillum,... điều này thể hiện trong bể phản ứng luôn di trì nồng độ oxy hoà tan cao.
- Nồng độ sinh khối đã lắng của bùn gia tăng theo thời gian. Nồng độ sinh khối đã lắng trong bể phản ứng có sự gia tăng đáng kể sau 3 tuần hoạt động. Lúc đầu bùn giống có nồng độ sinh khối lắng là 4,9 g/l và khi trưởng thành thì đạt 15 g/l. Điều này thể hiện khả năng nén tốt của bùn hạt so với bùn thông thường.
- Trong các tuần là sự gia tăng của sinh khối cùng với sự lớn lên của hạt. Điều này chứng tỏ bùn hạt có khả năng lưu bùn cao.
- Sau sáu tuần hoạt động thì hạt trưởng thành hình thành và đạt đường kính 0,5 – 1,2 mm. Trong các tuần tiếp theo thì kích thước hạt không thay đổi lớn, nhưng độ nén, độ nhẵn, độ tròn gia tăng.
- Bùn hạt có chỉ số thể tích bùn SVI là 30 ml/g, vận tốc lắng cao 16 – 18 m/h so với bùn hoạt tính thông thường có vận tốc lắng nhỏ hơn 10 m/h. Điều này thể hiện bùn hạt có khả năng lắng và nén tốt hơn so với bùn hiếu khí thông thường.
- Ở tải trọng 1,5 – 2,5kgCOD/m³.ngày, COD dao động 300 – 500 mg/l thì hiệu suất xử lý luôn cao hơn 85%, COD dòng ra luôn nhỏ hơn 50 mg/l. Hơn nữa, hầu hết các vật liệu hữu cơ được phân huỷ hoặc hấp thụ sinh học bởi hạt hiếu khí chỉ trong 5 đến 10 phút sục khí. Điều này thể hiện khả năng xử lý tốt của bùn hạt hiếu khí.

5.2 Kiến nghị

Nghiên cứu này có thể đóng góp một chút hiểu biết về sự hình thành và đặc tính của bùn hạt hiếu khí trong xử lý nước thải giết mổ gia súc. Qua quá trình nghiên cứu đã chứng minh một số ưu điểm của bùn hạt hiếu khí như khả năng lắng, khả năng nén, khả năng xử lý,... Tuy nhiên do thời gian và giới hạn của đề tài nên nghiên cứu vẫn còn nhiều điểm chưa thể làm rõ,

nên cần có những nghiên cứu sâu hơn về công nghệ bùn hạt hiếu khí có thể ứng dụng thực tế trong xử lý nước thải giết mổ gia súc nói riêng và trong xử lý nước thải nói chung. Do đó một số đề nghị cho các nghiên cứu sau này như sau:

- Trong nghiên cứu này, bùn hạt hiếu khí được dùng để xử lý nước thải giết mổ gia súc ở tải trọng 1,5 – 2,7 kgCOD/m³.ngày. Tuy nhiên bùn hạt hiếu khí có thể được hoạt động với tải trọng cao đến 9 kg COD/m³.ngày (Tay và cộng sự, 2001), 15 kg COD/m³.ngày (Moy và cộng sự, 2002) và 30 kg COD/m³.ngày (Thành, 2005). Do đó cần có những nghiên cứu về khả năng xử lý, khả năng shock tải của bùn hạt hiếu khí đối với nước thải giết mổ gia súc ở các tải trọng khác nhau, nhằm tìm ra tải trọng tối ưu cho xử lý nước thải giết mổ gia súc.
- Theo Kreuk (2004); Tijhuis (1994) bùn hạt có khả năng xử lý tốt đồng thời ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng (nitơ và photpho) do trong bùn hạt luôn tồn tại hai điều kiện khác nhau, điều kiện hiếu khí ở lớp ngoài và điều kiện kỵ khí ở tâm. Trong khi đó nước thải giết mổ gia súc có nồng độ ô nhiễm hữu cơ cao (COD hoà tan khoảng 2000 – 3000mg/l) và ô nhiễm nitơ và photpho cao (nồng độ photpho khoảng 35 – 50 mg/l; nồng độ nitơ khoảng 200 - 300 mg/l) do đó cần có nghiên cứu về khả năng xử lý đồng thời chất hữu cơ và nitơ, photpho trong nước thải giết mổ gia súc bằng bùn hạt hiếu khí.
- Vật mang có vai trò qua trọng trong sự hình thành hạt hiếu khí, cải thiện đặc tính của hạt hiếu khí (Thành, 2005) do vậy cần tìm ra loại vật mang phù hợp đối nước thải giết mổ gia súc.
- Bùn hạt có thể tồn trữ 7 tuần, trong điều kiện không cung cấp oxy và dinh dưỡng mà không bị phân huỷ (Zhu và cộng sự, 2002). Vậy cần nghiên cứu về khả năng tồn trữ của bùn hạt hiếu khí đối với nước thải giết mổ gia súc trong điều kiện ở nước ta mà vẫn đảm bảo duy trì tốt các đặc tính tốt của bùn hạt hiếu khí.
- Bùn hạt đã được chứng minh có nhiều ưu điểm hơn bùn hoạt tính thông thường như khả năng lắng, khả năng nén, khả năng xử lý (Thành, 2005; Kreuk, 2004) Nên cần có những nghiên cứu cụ thể chứng minh tính khả thi, lợi ích kinh tế của bùn hạt so với bùn hoạt tính thông thường.
- Công nghệ bùn hạt hiếu khí còn khá mới trên thế giới và đặc biệt là ở Việt Nam, do vậy việc nghiên cứu về bùn hạt hiếu khí ứng dụng cho các loại nước thải khác nhau là cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, AWWA, WPCF (1992). Standard methods for the Examination of Water and Waste water. 18th Edition Washington DC: APHA.
- A.i.2. Aqua MSBR (Modified sequencing batch reactor) (2004). *Aqua-Aerobic systems, Inc.*
- A.i.3. Beun, J.J., van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (2000). Aerobic Granulation. *Water Science and Technology*, 41, No 4-5,41-48.
- A.i.4. Beun, J.J., van Loosdrecht, M.C.M., Morgenroth, E.P.A., Heijnen, J.J (1998). Aerobic Granulation in a Sequencing Batch Reactor, *Water Research*, 30 (4-5), 702-712.
- A.i.5. Beun, J.J., van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (2002). Aerobic Granulation in a Sequencing Batch Airlift Reator, *Water Reaseach*, 36 (4 – 5), 702 – 712.
- A.i.6. Beun J.J., J.J. Heijnen, M.C.M. van Loosdrecht. (2001). N-Removal in a granular sludge sequencing batch airlift reactor. *Delt University of Technology*. P11.
- A.i.7. Bo Jin, Britt-Marie Wilen, Paul Lant. (2003). A Comprehensive Insight into Floc Characteristics anh their Impact on Compressibility anh Settleability of Activated Sludge, *Chemical Engineering journal*, 95, 221-234.
- A.i.8. Bùi XuânThành, Nguyễn Phước Dân, L.T. Hải (2005). Ứng dụng công nghệ bùn hạt aerobic trong xử lý nước thải. *Hội nghị công nghệ thích hợp xử lý chất thải Việt Nam*.
- A.i.9. Bùi Xuân Thành (2005). Aerobic granulation couple membrane bioreactor. *Asian Institute of Technology* [AIT's Master thesis]. Asian Institute of Techonoly, Bangkok, Thailand.
- A.i.10. Corbitt. R.A. (1999). Standard Handbooks of Environmental Engineering. Mc Graw-Hill.
- A.i.11. Corral, A.M., de Kreuk, M.K., Heijnen, J.J., Van Loosdrecht, M.C.M. (2005). Effects of oxygen concentration on N-removal in an aerobic granular sludge reactor . *Water Research*, 39, 2676–2686.
- A.i.12. De Bruin, L.M.N., De Kreuk, H.F.R., Van der Roest, H.F.R., Uijterlinde, C., Van Loosdrecht, M.C.M. (2004). Aerobic Granular Sludge: an Alternative to Activated Sludge?, , *Water Science and Technology*, 49, 1-17.
- A.i.13. De Kreuk, M.K. and De Bruin, L.M.M (2004). Aerobic Granule Reactor Technology, Stowa-Foundation for Applied Water reaseach. IWA: ISBN 1-84339-067-1.
- A.i.14. De Kreuk, M.K., van Loostdrect, M.C.M. (2004). Selection of Slow Growing Organism as a Means For Improving Aerobic Granular Sludge Stability, *Water Reseach and Technology*, 49, 1-17.
- A.i.15. De Kreuk, M.K., Heijnen, J.J., van Loosdrecht, M.C.M. (2005). Simultaneous COD, Nitrogen, and Phosphate removal by aerobic granular sludge. *Biotechnology and Bioengineering*, 90, P11.
- A.i.16. De Kreuk, M.K., de Bruin, L.M.M anh van Loosgrecht, M.C.M. (2005). Aerobic granular sludge; From Idea to pilot plant. *Department of Biotechnology, Delft University of Technology*.
- A.i.17. De Kreuk, M.K., and van Loosdrecht , M.C.M. (2004). Formation of Aerobic Granules with Domestic Sewage. *Department of Biotechnology, Delft University of technology, Julianalaan 67, 2628BC*.

- A.i.18. De Kreuk, M.K., Pronk, M., van Loosdrecht, M.C.M. (2005). Formation of aerobic granules and conversion processes in an aerobic granular sludge reactor at moderate and low temperatures. *Water Research* 39 4476-4484.
- A.i.19. De Kreuk, M.K., de Bruin, L.M.M., van der Roest, H.F., van Loosdrecht, M.C.M. (2005). Promising results pilot research aerobic granular sludge technology at WWTP Ede.
- A.i.20. Engin Guven, B.Sc., M.Sc. (2004). Granulation in thermophilic aerobic wastewater, *Marquette University*.
- A.i.21. Engin Guven, B.Sc., M.Sc. Granulation in thermophilic aerobic wastewater treatment (2004). *Milwaukee, Wisconsin*.
- A.i.22. Eckenfelder, W.W.J. (1989). *Industrial Water Pollutant Control*. 2nd Edition. McGraw-Hill, Inc.
- A.i.23. EPA. Sequencing batch reactor systems. Onsite wastewater treatment systems technology fact sheet 3.
- A.i.24. Etterer, T., Wilderer, P.A. (2001). Generation and Properties of Aerobic Granule Sludge. *Water Science and Technology*, 43 (3), 755-761.
- A.i.25. Jang, A., Yoo, Y.H., Kim, I.S., Kim, K.S, Bishop, P.L. (2003). Characterization and Evaluation of Aerobic Granules in Sequencing Batch Reactor, *Journal of Biotechnology*, 105, 71 – 82.
- A.i.26. Hoàng Văn Huệ và Trần Văn Hạ (2002). Thoát Nước – Xử Lý Nước Thải T2. Nhà Xuất Bản Khoa Học và Kỹ Thuật.
- A.i.27. Linlin, H., Jianlong, W., Xianghua, W., Yi, Q. (2005). The Formation and Characteristics of Aerobic Granules in Sequencing Batch Reactor (SBR) by Seeding Anaerobic Granule, *Process Biochemistry*, 40, 1 – 7.
- A.i.28. Lui, Y., Tay, J.H. (2002). The Essential Role of Hydrodynamic Shear Force in The Formation of Biofilm and Granular sludge, *Water Research*, 36, 1653 – 1665.
- A.i.29. Lui, Y., Yang, S.F., Tay, J.H. (2003). Elemental Compositions and Characteristics of Aerobic Granules Cultivated at Different Substrate N/C Ratios. *Applied Microbial and Cell Physiology*, 61, 656 – 561.
- A.i.30. Lui, Y., Yang, S.F., Tay, J.H. (2004). Improved Stability of Aerobic Granules by Selecting Slow-Growing Nitrifying Bacteria, *Journal of Biotechnology*, 108, 161-169.
- A.i.31. Lui, Y., Wang, Z., Yao, J., Sun, X., Cai, W. (2005). Investigation on the properties and kinetics of glucose –fed aerobic granular sludge, *Enzyme and microbial Technology*, 36, 307 – 313.
- A.i.32. Masse' và Masse (2000). Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems. *Canadian Agricultural Engineering*, Vol. 42, No. 3
- A.i.33. McSwain, B.S., Irvine, R.L., Wilderer, P.A. (2004). The Effect of Intermittent Feeding on Aerobic Granule Structure, *Water Science and Technology*, 49, 19-25.
- A.i.34. Metcalf and Eddy (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 3rd edition. Mc Graw-Hill.
- A.i.35. Method for the treatment of waste water with sludge granules. (2004) *International application published under the patent cooperation treaty (PCT)*.
- A.i.36. Morgenroth, E., Sherden, T., Van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J., Wilderer, P.A. (1997). Aerobic granule sludge in a sequencing batch reactor, *Water Research*, PII: S0043-1354 (97) 00216-9.

- A.i.37. Mosquera-Corral, A., de Kreuk, M.K., Heijnen, J.J., van Loosdrecht, M.C.M. (2005). Effects of oxygen concentration on N-removal in an aerobic granular sludge reactor. *Water research* 39 2676-2686.
- A.i.38. Moy, B.Y., Tay, J.H., Toh, S.K., Liu, Y., Tay, S.T. (2002). High organic loading influences the physical characteristics of aerobic sludge granules, *Letter of Applied Microbiology*, 34, 407 – 412.
- A.i.39. Sequencing batch reactor waste treatment system (1993). *Waste Management Factsheet-British Columbia*.
- A.i.40. Schwarzenbeck, N., Erley, R., Wilderer, P.A. (2004). Aerobic Granular Sludge in an SBR-System Treating Wastewater Rich in Particulate Matter, *Water Science and Technology*, 43, 241 – 248.
- A.i.41. Trịnh Xuân Lai (2000). Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải. Nhà xuất bản Xây Dựng.
- A.i.42. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Tố Nga (1999). Giáo Trình Công Nghệ Xử Lý Nước Thải. Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật.
- A.i.43. Tjihuis, L., Van Benthum, W.A.J., Van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (1994). Solid Retention Time in Spherical Biofilm Airlift Suspended Reactor, *Biotechnology and Bioengineering*, 44, 595 – 608.
- A.i.44. Tjihuis, L., Van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (1994). Formation and Growth of Heterotrophic Aerobic biofilms on Small Suspended Particles in Airlift Reactor, *Biotechnology and Bioengineering*, 44, 595-608.
- A.i.45. Tay, J.H., Liu, Q.S., Liu, Y. (2001). Microscopic observation of aerobic granulation in sequential aerobic sludge reactor, *Journal of Applied Microbiology*, 91, 168-175.
- A.i.46. Tay, J.H., Liu, Q.S., Liu, Y. (2002). Aerobic granulation in sequential sludge blanket reactor, *Water Science and Technology*, 46, No 4-5, 41-48.
- A.i.47. Tay, J.H., Pan, S., Tay, S.T.L., Ivanov, V., Liu, Y. (2003). The Effect of Organic Loading Rate on Aerobic Granulation: The Development of Shear Force Theory, *Water Science and Technology*, 47, 235 – 240.
- A.i.48. Tay, J.H., Liu, Q.S., Liu, Y. (2004). The Effect of Upflow Air Velocity on The Structure of Aerobic Granules Cultivated in a Sequencing Batch Reactor, *Water Science and Technology*, 49, 35 – 40.
- A.i.49. Toh, S.K., Tay, J.H., Moy, B.Y.P., Ivanov, V., Tay, S.T. (2003). Size-Effect on The Physical Characteristics of The Aerobic Granule in a SBR, *Applied Microbial and Cell Physiology*, 60, 867 – 879.
- A.i.50. Tsuneda, S., Ejiri, Y., Nagano, T., Hirata, A. (2004). Formation Mechanism of Nitrifying Granules Observed in an Aerobic Upflow Fluidized Bed (AUFB) Reactor, *Water Science and Technology*, 49, 27-34.
- A.i.51. Wang, Q., Du, G., Chen, J. (2003). Aerobic Granular Sludge Cultivated Under The Selective Pressure as a Driving Force, *Process Biochemistry*, 39, 557 – 563.
- A.i.52. Wingender, J., Neu, T.R., Flemming, H-C. (1999). Microbial Extracellular Polymeric Substances: Characterization, Structure, *Water Research*, 38, 2479-2488.
- A.i.53. Yu-Ming Zheng, Han-Qing Yu, Guo-Ping Sheng. (2005). Physical and chemical characteristics of granular activated sludge from a sequencing batch airlift reactor, *Process Biochemistry* 40 645-650.
- A.i.54. Yang, S.F., Tay, J.H., Liu, Y. (2003). Inhibition of Free Ammonia to the Formation of Aerobic Granules, *Biochemical Engineering Journal*, 17, 41-48.

A.i.55. Zheng, Y.M., Yu, H.Q., Sheng, G.P. (2004). Physical and Chemical Characteristics of Granular Activated Sludge from a Sequencing Batch Airlift Reactor, *Process Biochemistry*, In – press.

A.i.56. Zhu, J., Wilderer, P.A. (2002). Effect of extended idle conditions on structure and activity of granular activated sludge. *Water Research*, 37, 2013-2018.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1

VÍ DỤ TÍNH TOÁN

1. Tỷ lệ F/M

Nồng độ sinh khối trong bể phản ứng: $X = \text{MLSS} = 3500 \text{ mg/l}$

Lưu lượng nước thải: $Q = 30 \text{ l/ngày}$; $12 \text{ m}^3/\text{ngày}$; thể tích bể $V = 5.5 \text{ l}$

+ Nồng độ cơ chất đầu vào: $S_o = \text{COD}_{\text{vào}} = 500 \text{ mg/l}$

$$F/M = \frac{Q \times S_o}{V \times X} = \frac{30 \times 500}{5.5 \times 3500} = 0.78, (\text{kgCOD}/(\text{kgMLSS}.\text{ngày}))$$

+ Nồng độ cơ chất đầu vào: $S_o = \text{COD}_{\text{vào}} = 300 \text{ mg/l}$

$$F/M = \frac{Q \times S_o}{V \times X} = \frac{30 \times 300}{5.5 \times 3500} = 0.46, (\text{kgCOD}/(\text{kgMLSS}.\text{ngày}))$$

2. Tải trọng hữu cơ OLR ($\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$):

+ Nồng độ COD dòng vào (mg/l): $S = 500 \text{ mg/l}$

$$\text{OLR} = \frac{Q \times S}{V} = \frac{30 \text{ l/ngày} \times 500 \text{ mg/l} \times 10^{-3}}{5.5 \text{ l}} = 2.7 \text{ kgCOD} / \text{m}^3.\text{ngày}$$

+ Nồng độ COD dòng vào (mg/l): $S = 300 \text{ mg/l}$

$$\text{OLR} = \frac{Q \times S}{V} = \frac{30 \text{ l/ngày} \times 300 \text{ mg/l} \times 10^{-3}}{5.5 \text{ l}} = 1.6 \text{ kgCOD} / \text{m}^3.\text{ngày}$$

PHỤ LỤC 2

CÁC SỐ LIỆU THU ĐƯỢC TRONG NGHIÊN CỨU

Bảng 1: Thể tích bùn lắng theo thời gian trong ống đong 100 ml

Thời gian (phút)	Thể tích bùn (ml/100ml) trong mô hình		
	13/6/2006	14/6/2006	15/6/2006
0	100	100	100
2	21	22	22
3	18	19	20
4	17	15	17
5	13	13,5	13,5
6	13	13,5	13,5
7	13	13	13
9	12,5	13	13
10	12,5	13	13
11	12,5	13	13
12	12,5	13	13
15	12,5	13	13
30	12,5	13	13

Bảng 2: Biến đổi các thông số trong bể phản ứng ngày 31-5-2006

Thời gian	COD trong mô hình (*)	pH	Nhiệt độ (oC)	Độ mặn – Salt (‰)	Độ dẫn điện – EC (μ s)	Tổng rắn hoà tan – TDS (mg/l)	DO
0	400	7,38	3,08	0,3	681	325	0
1 phút	160	7,63	-	0,3	559	266	2,5
2 phút	112	7,62	-	0,3	531	251	3,7
3 phút	100	7,46	-	0,3	533	253	4,3
4 phút	96	7,39	30.8	0,3	548	261	5,5
5 phút	81	7,39	-	0,3	530	252	6,2
6 phút	72	7,37	30.6	0,3	527	251	7,3
7 phút	64	7,31	-	0,3	534	254	7,5
8 phút	48	7,3	31.9	0,2	522	247	8,6
9 phút	44,8	7,31	-	0,2	518	246	8,3
19 phút	37	7,33	-	0,2	505	240	8,7
56 phút	29	7,05	31,9	0,2	465	220	8,1
80 phút	30	6,26	-	0,2	462	219	8,3
85 phút	35	6,08	32	0,2	463	220	8,2
110 phút	32	6,15	-	0,2	468	222	8,36

Bảng 3: Biến đổi các thông số trong bể phản ứng ngày 2-6-2006.

Thời gian	COD trong mô hình (*)	pH	Nhiệt độ (°C)	Độ mặn – Salt (‰)	Độ dẫn điện – EC (µs)	Tổng rắn hoà tan – TDS (mg/l)	DO
0	450	8,16	3,08	0,3	724	346	0
1 phút	192	8,04	-	0,3	589	280	2,5
2 phút	130	7,82	30,9	0,3	586	279	3,7
3 phút	110	7,75	-	0,3	587	279	4,3
4 phút	97	7,66	30,8	0,3	587	278	5,5
5 phút	85	7,68	-	0,3	585	279	6,2
6 phút	76	7,63	30,9	0,3	586	278	7,3
7 phút	68	7,64	-	0,3	587	279	7,5
8 phút	53	7,63	31,9	0,3	584	277	8,6
9 phút	47	7,6	-	0,3	583	278	8,3
10 phút	36	7,61	-	0,3	582	277	8,7
43 phút	32	7,48	31,9	0,3	562	267	8,1
59 phút	33	7,52	-	0,3	544	259	8,3
80 phút	37	7,5	32	0,3	541	257	8,2
96 phút	32	7,43	-	0,3	543	258	8,36
110 phút	30	7,28	3,2	0,3	543	258	8,4

Bảng 4: Hiệu quả khử COD theo ngày.

ngày	1	4	8	12	16	20
COD vào (mg/l)	328	700	225	300	300	400
COD ra (mg/l)	28	45	16	18	14	25
Hiệu quả H (%)	91,46	93,57	92,89	94	95,33	93,75
ngày	20	24	28	32	36	40
COD vào (mg/l)	565	352	353	564	550	626
COD ra (mg/l)	30	23	19	41	36	24
Hiệu quả H (%)	94,69	93,47	94,62	92,73	93,45	96,17
ngày	44	48	50	52	54	56
COD vào (mg/l)	260	327	300	350	400	565
COD ra (mg/l)	16	32	32	30	35	16
Hiệu quả H (%)	93,85	90,21	89,33	91,43	91,25	97,17
ngày	58	60	62	64	66	68
COD vào (mg/l)	385	400	564	550	550	450
COD ra (mg/l)	19	25	20	31	31	25
Hiệu quả H (%)	95,06	93,75	96,45	94,36	94,36	94,44

PHỤ LỤC 3

THÀNH PHẦN NƯỚC THẢI GIẾT MỔ GIA SÚC Ở QUE'BEC VÀ ONTARIO NĂM 1995-1996 (Masse' và Masse, 2000)

Bảng 5: thành phần nước thải giết mổ gia súc ở Que'bec và Ontario

Thông số (mg/l trừ pH)	Xí nghiệp giết mổ gia súc					
	1	2	3	4	5	6
Tổng COD	2941	3589	4976	2333	8627 ± 1669	3417
COD hoà tan	1510	2605	2817	778	4753 ± 883	1250
Tổng rắn	2244	2727	3862	2747	5748 ± 823	2481
Rắn bay hơi	957	736	1348	877	2099± 622	1431
Acid béo bay hơi	197	166	221	164	311 ± 34	175
Tổng nitơ Kjeldahl	174	271	372	90	593 ± 95	158
Nitơ – ammonia	41	154	99	19	169 ± 66	20
Protein	831	731	1700	444	2648 ± 66	856
Phot pho	20	-	-	28	61	80
Kali	27	-	-	60	122	56
Canxi	56	-	-	54	15	54
Natri	54	-	-	369	238	209
Magie	25	-	-	17	12	14
Lưu huỳnh	54	-	-	49	36	21
Sắt	2	-	-	25	7	2
Mangan	0	-	-	2	0	0
pH	6.7	7.2	6.5	4.9	6.9 ± 0,2	6.5
Độ kiềm CaCO ₃	333	333	333	83	906 ± 157	250

PHỤ LỤC 4

MỘT SỐ HÌNH ẢNH TRONG NGHIÊN CỨU



Hình 4.1: Bố trí thí nghiệm nghiên cứu



Hình 4.2: Bùn giống được nuôi từ khi mô hình bắt đầu khởi động từ ngày 22/3/2006

