

การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเค็มและไนโตรเจนสูง
จากกิจกรรมสะพานปลาแบบกระบวนการยูเอสบีที่มีการเติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์

**Development of High-saline and nitrogenous Wastewater Treatment
System using UASB Process seeding with the selected bacteria)**

ชวลิต รัตนธรรมสกุล และ ภูคำ พิมจักร

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Email: fencrt@kankrow.eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบยูเอสบีที่มีการเติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ในการบำบัดน้ำเสียสะพานปลาที่มีความเค็ม ปริมาณไขมันและน้ำมันและไนโตรเจนสูง รวมทั้งศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบยูเอสบีที่มีการเติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์นี้ ด้วย ลักษณะน้ำเสียที่ไหลตลอดการทดลองเป็นน้ำเสียจริงที่เกิดจากกิจกรรมสะพานปลา สมุทรสาคร ผลการทดลองที่สภาวะคงตัว พบว่า ระบบยูเอสบีที่มีการเติมแบคทีเรียที่คัดสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่เปอร์เซ็นต์ไพล์ 50 เท่ากับ 77.6% และ 88.0 % ที่ความเร็วไหลขึ้นที่ 1 และ 3 ม./ชม. ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพสูงกว่าระบบยูเอสบีที่ไม่มีการเติมแบคทีเรียที่คัดสายพันธุ์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเฉลี่ยที่เปอร์เซ็นต์ไพล์ 50 เท่ากับ 66.8 % จากการวิเคราะห์ผล โครงสร้างของเม็ดตะกอน พบว่า โครงสร้างของเม็ดตะกอนที่มีการเติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ ลักษณะเม็ดตะกอนยังเป็นทรงกลมและโครงสร้างภายในมีการจัดเรียงของเซลล์ที่หนาแน่น ส่วนระบบที่ไม่มีการเติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ ลักษณะเม็ดตะกอนเปลี่ยนทรงไม่กลมและโครงสร้างภายในไม่เกาะกันมีช่องว่างเกิดขึ้น ดังนั้นระบบยูเอสบีที่มีการเติมแบคทีเรียที่คัดสายพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเค็มสูงจากสะพานปลาได้เป็นอย่างดี

Abstract

This research aims to develop a UASB treatment system with selected microorganism for fish pier wastewater containing high oil&grease and nitrogen, together with high gas production potential. Raw wastewater used in this study was from fish pier, Samutsakorn. At steady state condition, the UASB with selected microorganism could remove COD up to 77.6 and 88.0 % at upflow velocities of 1 and 3 m/hrs, respectively. This performance was prior to the UASB system without selected microorganisms, which

could reduce COD only 66.8% at upflow velocity at 1 m/hr. Moreover, the structure of granular sludge inside the UASB reactor with selected microorganisms were round shape and more dense in microbial community than in the case of UASB reactor without selected microorganisms. Therefore, the developed system could be promising for high saline fish-pier wastewater treatment.

1. คำนำ

ทำเทียบเรือประมงและสะพานปลาเป็นหน่วยงานซึ่งทำหน้าที่บริการด้านการขนถ่ายสัตว์น้ำและการซื้อขายสัตว์น้ำ การทำธุรกิจเกี่ยวกับสัตว์น้ำทะเลเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจากการสำรวจข้อมูลของกรมเจ้าท่าใน ปี พ.ศ. 2544 พบว่า มีจำนวนทั้งหมด 618 แห่ง ดังกระจายอยู่ ตามแนวชายฝั่งทะเล ทั่วประเทศ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมบริเวณนี้ถูกระบายลงแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียหรือบางแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอเป็นเพียงบ่อเปิดแบบธรรมชาติบำบัดหรือการใช้น้ำหมักทางชีวภาพ ทำให้น้ำเสียที่ปล่อยลงแหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและคุณภาพของแหล่งน้ำ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเค็มสูงในการผลิตก๊าซชีวภาพให้เป็นแนวทางเลือกใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ โดยศึกษาระบบยูเอสบีเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์เป็นหลัก ระบบยูเอสบีที่ใช้เป็นแบบ 2 ขั้นตอน คือ แยกถังสร้างกรดและถังปฏิกรณ์ยูเอสบี

งานวิจัยนี้ยังศึกษาความเร็วไหลขึ้นต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์โดยการหมุนเวียนน้ำทิ้ง เพื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นของระบบทำให้มีกระจายตัวของแบคทีเรียดีขึ้น และป้องกันการลอยตัวที่เกิดจากน้ำเสียที่มีไนโตรเจนสูง และ มีการนำเทคนิคการคัดสายพันธุ์ของแบคทีเรีย มาใช้ร่วมกับการทำงานของเม็ดตะกอนทั่วไป

เพื่อช่วยสร้างสมดุลในระบบบำบัด ลดข้อจำกัดในการบำบัดน้ำเสียที่มีสารย่อยยาก จำพวกโปรตีนและไขมัน

2. วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองระดับห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยใช้น้ำเสียจริงตลอดการทดลอง จากกิจกรรมสะพานปลา จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีลักษณะดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำเสียตลอดการทดลอง

พารามิเตอร์	หน่วย	ช่วงค่าพารามิเตอร์		
		ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
พีเอช	-	7.05	8.04	7.84
อุณหภูมิ	เซลเซียส	29	32	31
ความเค็ม	เปอร์เซ็นต์	1.7	5.2	3.5
ซีโอดีละลาย	มก./ล.	1540	3960	2615
บีโอดีละลาย	มก./ล.	1085	2800	1840
ของแข็งทั้งหมด	มก./ล.	200	700	395
ทีเคเอ็น	มก./ล.	350	700	550
ไขมันและน้ำมัน	มก./ล.	200	300	250

ชุดอุปกรณ์การทดลองแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย

- ถังแยกไขมันและน้ำมัน 1 ชุด
- ถังสร้างกรด 1 ชุด
- ถังปฏิกรณ์ยูเอสบีที่มีความสูง 1.5 ม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. และอุปกรณ์วัดก๊าซ จำนวน 3 ชุด
- เครื่องสูบน้ำเข้าและเครื่องสูบน้ำหมุนเวียน 3 ชุด

การทดลองออกแบบให้มีลักษณะจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2 และทำการศึกษาผลของความเร็วไหลขึ้นที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานที่ความเร็วไหลขึ้น 1 และ 3 ม./ชม. ซึ่งมีรายละเอียดแผนการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ลักษณะของจุลินทรีย์ที่ใช้

ชุดการทดลองที่	ลักษณะจุลินทรีย์
1. ระบบยูเอสบี ที่ไม่เติมเชื้อคัด สายพันธุ์	เม็ดตะกอนขนาด 1-3 มม.
2. ระบบยูเอสบี ที่เติมเชื้อคัดสายพันธุ์	เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ 1) เม็ดตะกอนขนาด 1-3 มม. 2) แบคทีเรียคัดสายพันธุ์ (มีการเติมเฟอริกคลอไรด์ 0.1 %)



รูปที่ 1 ชุดอุปกรณ์ถังปฏิกรณ์ยูเอสบี

ตารางที่ 3 แผนการทดลอง

ช่วงที่	ชุดการทดลองที่	เวลากักเก็บ (ชม.)	ความเร็วไหลขึ้น (ม./ชม.)
1	1	12	1
	2	12	1
2	1	12	3
	2	12	3

การทดลองวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และมีการเก็บตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4 และวิธีการวิเคราะห์แสดงดังในตารางที่ 5 ตามลำดับ

วิธีดำเนินการทดลอง

การเติมน้ำเสียเข้าระบบทุกๆวันที่เวลา 12.00 น. โดยเติมถังถังดักไขมันผ่านเข้าถังพักน้ำเสีย เนื่องจากการสะสมตัวของไขมันประเภทที่ละลายน้ำเมื่อทิ้งไว้ และมีอากาศจะเกิดการแยกตัวขึ้น จึงต้องมีการดักไขมันบริเวณผิวหน้าออกทุกวัน แต่ไม่มีการล้างทำความสะอาด ถังพักน้ำเสียเพื่อต้องการให้มีการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นซึ่งในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า "ถังสร้างกรด"

ตารางที่ 4 การเก็บตัวอย่างและความถี่ของการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	การเก็บตัวอย่าง	
	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง
ทีเอช	A	A
อุณหภูมิ	A	A
ไออาร์พี	A	A
ปริมาณก๊าซ	-	A
ความเค็ม	A	A
ซีไอดีละลาย	A	A
ซีไอดีทั้งหมด	S	S
บีไอดี	S	S
ทีเคเอ็น	C	C
แอมโมเนีย	S	S
สภาพต่าง	A	A
ของแข็งทั้งหมด	A	A
ของแข็งคงตัว	S	S
น้ำมันและไขมัน	S	S
กรดไขมันระเหย	A	A
เปอร์เซ็นต์ก๊าซ	S	S
จุลินทรีย์	-	B

หมายเหตุ : A หมายถึง ทุกวันจันทร์ พุธ และศุกร์
 B หมายถึง ทุกวันเสาร์
 C หมายถึง ทุกวันศุกร์
 S หมายถึง ช่วง Steady state

เลี้ยงจุลินทรีย์ที่นำมาเติมในถังปฏิกรณ์ให้คุ้นเคยกับสภาพน้ำเสีย โดยช่วง 2 อาทิตย์แรกป้อนน้ำเสียเข้าระบบ แบบแบคทีเรียที่ปริมาณน้ำเสีย 40% , 60%, 80% และ 100% ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าระบบอย่างต่อเนื่องในอัตรากระบวนการทุกเซลล์ของน้ำเสีย 2.0 ลบ.ม.ต่อตร.ม.ต่อวัน และมีการการหมุนเวียนน้ำทิ้งเพื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นของน้ำที่ไหลในระบบเป็น 1 เมตรต่อชั่วโมงซึ่งจะเป็นการช่วยแก้ปัญหาการเกิดชั้น ตะกอน ลอยออกจากระบบ

หลังจากนั้น 57 วัน เปลี่ยนเป็น ระยะการทดลองที่ 2 คือเพิ่มความเร็วไหลขึ้นเป็น 3 เมตรต่อชั่วโมง เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

ตารางที่ 5 วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
pH DO ORP &Temp	เครื่องวัดแบบ portable
ปริมาณก๊าซทั้งหมด	วัดปริมาณก๊าซแบบแทนที่น้ำ
ความเค็ม	เครื่องวัด Salinity
ซีไอดี	วิธี Closed Reflux
บีไอดี	วิธีการวิเคราะห์แบบเจือจาง
ทีเคเอ็น	วิธี Kjeldahl
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	วิธีการกลั่นและไตเตรท
สภาพต่างทั้งหมด	วิธี Direct Titration
SS , VSS	GF/C filter
น้ำมันและไขมัน	วิธีสกัดด้วยซอกซ์เลต
กรดไขมันระเหย	วิธี Direct Titration
เปอร์เซ็นต์ก๊าซ	GC

3. ผลการศึกษา

ผลของความเค็มและความเร็วไหลขึ้นที่มีต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากสะพานปลา
 (ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 7)

ความเค็มโดยเฉลี่ยไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญของทุกชุดการทดลองเพราะเมื่อตะกอนเริ่มต้นเป็นเชื้อที่ขึ้นความเค็มระดับ 0.5-1.5 % และค่าความเค็มโดยเฉลี่ยตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 2.5-3.2% ซึ่งค่อนข้างเพิ่มไม่มีสภาวะช็อกเกิดขึ้น จึงทำให้เชื้อทุกชุดการทดลองค่อยๆปรับตัวขึ้นความเค็มที่เพิ่มขึ้นได้ เป็นการช่วยการขยายตัวของชั้นเมือตะกอนซึ่งเป็นการ เพิ่มโอกาสสัมผัสมากขึ้น แต่ก็มีแนวโน้มที่ตะกอนจะหลุดออกจากระบบ เพราะระยะกระทบและตกไม่เพียงพอ

ค่าซีไอดีละลายและค่าบีไอดีละลาย

ค่าซีไอดีและบีไอดีในน้ำทิ้งเป็นค่าที่บ่งถึงประสิทธิภาพของระบบว่าสามารถบำบัดสารอินทรีย์ได้มากน้อย เพียงใด ระบบที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์และเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีละลายที่สภาวะคงตัวที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50 อยู่ในช่วง 81.3-86.1% สำหรับระบบที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์และเพิ่มความเร็วไหลขึ้นที่ 1 ม./ชม. และ เมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นเป็น 3 ม./ชม.ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีละลายที่สภาวะคงตัวที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50 อยู่ในช่วง 86.1-93.0%

ตารางที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำทิ้งจากระบบยูเอสบีที่เดิมและไม่เดิมเชือกคัสายพันธุ์

พารามิเตอร์	หน่วย	ระบบยูเอสบี ที่ ไม่เดิมเชือกคัสายพันธุ์		ระบบยูเอสบี ที่ เดิมเชือกคัสายพันธุ์	
		ช่วงค่าพิสัย	P50	ช่วงค่าพิสัย	P50
พีเอช	-	7.3-8.0	7.5	7.6-8.2	8.0
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	29.0-32.0	30.5	29.0-32.0	30.5
ไออาร์พี	มิลลิโวลท์	-280-170	-240	-300-133	-250
ความเค็ม	เปอร์เซ็นต์	2.8-3.78	3.1	2.9-3.8	3.1
ซีไอดี	มก./ล.	640-1,200	805	450-860	557
ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี	เปอร์เซ็นต์	74.1-81.7	77.2	81.3-86.1	84.2
บีโอดี	มก./ล.	477-638	535	342-588	386
สภาพด่างทั้งหมด	มก./ล.asCaCO ₃	1,623-1,875	1,789	1,791-2,200	1,950
กรดไขมันระเหยง่าย	มก./ล.asCaCO ₃	224-325	275	222-262	237
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	140-400	295	70-246	180
ปริมาณก๊าซทั้งหมด	ลิตร/วัน	2.8-6.3	3.9	3.9-8.2	5.8
อัตราการผลิตก๊าซทั้งหมด	ลบ.ม./กก.ซีไอดี ที่ถูกกำจัด	0.29-0.46	0.38	0.37-0.55	0.50
ทีเคเอ็นไนโตรเจน	มก./ล. as N	522-723	644	496-689	622
แอมโมเนียไนโตรเจน	มก./ล. as N	417-580	562	441-620	599
ไขมันและน้ำมัน	มก./ล.	157-173	165	59-74	65

ตารางที่ 7 ผลของความเร็วไหลขึ้นที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำออกจากระบบยูเอสบี ที่มีการเดิมเชือกคัสายพันธุ์

พารามิเตอร์	หน่วย	ระบบยูเอสบีที่มีการเดิมเชือกคัสายพันธุ์ และมีความเร็วไหลขึ้น = 1 m/hr		ระบบยูเอสบีที่มีการเดิมเชือกคัสายพันธุ์ และมีความเร็วไหลขึ้น = 3 m/hr	
		ช่วงค่าพิสัย	P50	ช่วงค่าพิสัย	P50
พีเอช	-	7.6-8.2	8.0	7.5-8.2	7.9
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	29.0-32.0	30.5	31.0-33.0	32.0
ไออาร์พี	มิลลิโวลท์	-300-133	-250	-275-150	-220
ความเค็ม	เปอร์เซ็นต์	2.9-3.8	3.1	2-3.6	2.5
ซีไอดี	มก./ล.	450-860	557	160-680	328
ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี	เปอร์เซ็นต์	78.0-85.0	84.2	86.1-93.0	91.0
บีโอดี	มก./ล.	342-588	386	210-306	263
สภาพด่างทั้งหมด	มก./ล.asCaCO ₃	1,791-2,200	1,950	1,436-1,726	1,610
กรดไขมันระเหยง่าย	มก./ล.asCaCO ₃	222-262	237	220-352	250
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	70-246	180	86-246	142
ปริมาณก๊าซทั้งหมด	ลิตร/วัน	3.9-8.2	5.8	4.8-10.2	7.5
อัตราการผลิตก๊าซทั้งหมด	ลบ.ม./กก.ซีไอดี ที่ถูกกำจัด	0.37-0.55	0.50	0.50-0.59	0.55
ทีเคเอ็นไนโตรเจน	มก./ล. as N	496-689	622	455-689	543
ไขมันและน้ำมัน	มก./ล.	59-74	65	75-102	89

ค่าบีโอดี 5 วัน มีแนวโน้มลักษณะเดียวกับค่าซีโอดี ซึ่งจะมีปริมาณลดลงมากสำหรับระบบที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์และเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้ประสิทธิภาพของระบบสูงขึ้นด้วย

ปริมาณไขมันและน้ำมัน

ระบบที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันในน้ำเสียสูงขึ้นด้วย เนื่องจากปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำทิ้งเหลือเพียง 59-74 มก./ล. เมื่อเทียบกับระบบที่ไม่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ ซึ่งมีค่าปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำทิ้งเหลือมากถึง 157-173 มก./ล. ดังนั้นแบคทีเรียคัดสายพันธุ์อาจมีเอนไซม์ช่วยย่อยไขมันและน้ำมันอีกด้วย

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและของแข็งคงตัว

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้นในน้ำทิ้งที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. เพราะตะกอนในระบบมีแนวโน้มหลุดออกจากระบบมากกว่าความเร็วไหลขึ้น 1 ม./ชม. ประสิทธิภาพการกำจัดลดลงเพราะเม็ดตะกอนเริ่มหลุดออกจากระบบเนื่องจากความเร็วไหลขึ้นที่เพิ่ม นอกจากนี้ระบบที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ช่วยให้เม็ดตะกอนเป็นกลุ่มก้อน มีความหนาแน่นมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งช่วยลดการหลุดออกของเม็ดตะกอนจากระบบได้ด้วย

ปริมาณทีเคเอ็นและปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

พบว่าน้ำทิ้งจากชุดการทดลองทุกชุดมีค่าแตกต่างจากน้ำเสียน้อยมาก ลดลงประมาณ 5-10 % ซึ่งหมายความว่าระบบสามารถกำจัดไนโตรเจนได้น้อย

กรดไขมันระเหย และ สภาวะต่างทั้งหมด

กรดไขมันระเหยและสภาวะต่างทั้งหมดโดยเฉลี่ย สำหรับทุกชุดการทดลอง ยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ คือ สภาวะต่างทั้งหมดอยู่ในช่วง 1,600 – 2,200 มก./ล. หินปูน และกรดไขมันระเหยอยู่ในช่วง 220 – 352 มก./ล.

ฟิโอส อุณหภูมิ และโออาร์พี

ฟิโอสและอุณหภูมิของน้ำเสียและชุดการทดลอง ก่อนข้างจะลงที่ตลอดการทดลอง คือ ฟิโอสอยู่ในช่วง 7.5 – 8.5 และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 29 – 33 องศาเซลเซียส

อัตราการผลิตก๊าซทั้งหมด

ระบบที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์และเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซทั้งหมด สูงขึ้นด้วย เนื่องจากแบคทีเรียคัดสายพันธุ์มีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมัน สูงกว่าแบคทีเรียเริ่มต้นในระบบ ดังนั้นสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากกว่าโดยสามารถผลิตได้ 3.9-8.2 ลิตร/วัน นอกจากนี้ความเร็วไหลขึ้นที่สูงขึ้นยังช่วยให้การสัมผัสระหว่างน้ำเสียและแบคทีเรียดีขึ้นอีกด้วย เป็นการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพได้มากขึ้นอีกด้วย โดยทั่วไปอัตราการผลิตก๊าซทั้งหมดต่อปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัดในช่วง 0.35 – 0.6 ลบ.ม./กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด

ลักษณะของเม็ดตะกอนภายหลังจากเดินระบบ

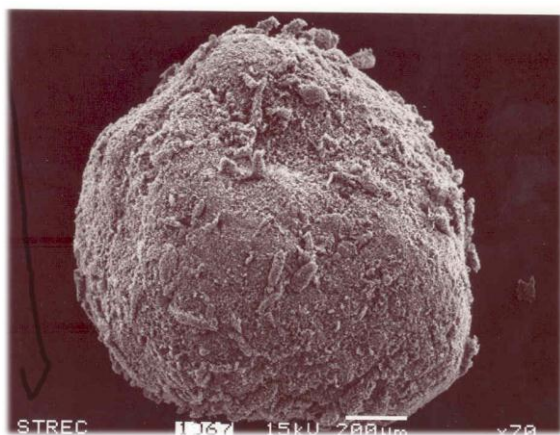
เม็ดตะกอนที่ใช้ในการทดลองเริ่มต้นมีขนาด 0.5-3 มม. ลักษณะทรงกลมค่อนข้างสมบูรณ์และมีสีดำ จากการตรวจสอบลักษณะของเม็ดตะกอนที่สภาวะคงตัวของระยะที่ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ดังแสดงในรูปที่ 2a – 2f พบว่า

- บริเวณผิวชั้นนอก

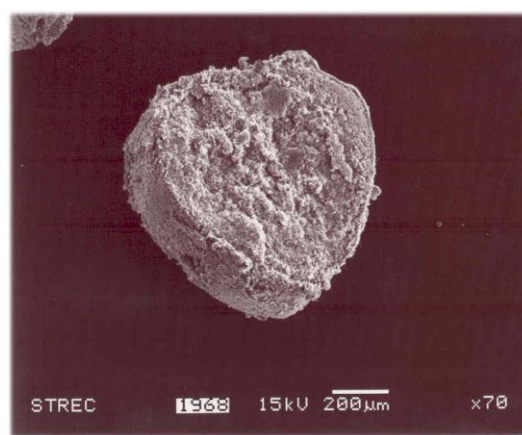
ลักษณะผิวภายนอกโดยทั่วไปในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ประกอบด้วยแบคทีเรียหลากหลายชนิดโดยสังเกตจากรูปร่างของเซลล์ มีแบบกลม แบบแท่ง แบบเส้นใย เป็นต้น

- บริเวณภายในเม็ด

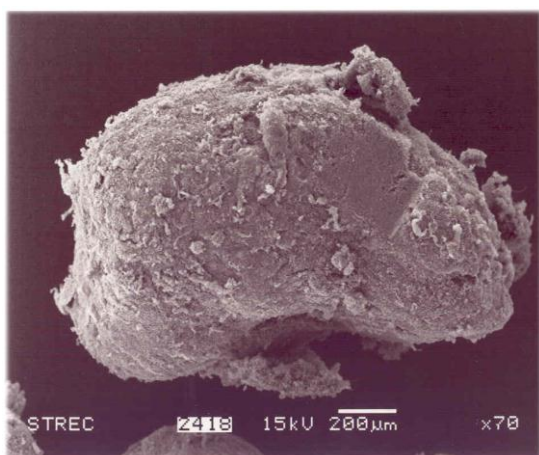
กลุ่มแบคทีเรียบริเวณภายในเม็ดพบว่ามีความเหมือนกันทุกชุดการทดลอง และมีความหลากหลายของแบคทีเรียตัว ซึ่งพบว่ามี 2 กลุ่มหลักตามรูปร่าง คือ แบบแท่งและแบบเส้นใย ลักษณะการจัดเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรียแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ เม็ดตะกอนของเชื้อคัตพันธุ์ มีความหนาแน่นสูง ส่วนเม็ดตะกอนของเชื้อปกติในระบบมีความหนาแน่นน้อยกว่าและเกิดโพรงช่องว่างมากส่งผลให้เม็ดตะกอนมีรูปร่างเปลี่ยนไป เกิดบิดเบี้ยวในตำแหน่งที่เป็นโพรงซึ่งแตกต่างกับชุดที่เติมแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ที่ยังมีทรงกลมอยู่ทั้งนี้เพราะแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจับใช้สารอาหารทำให้เกิดการขนส่งและใช้สารอาหารอย่างง่ายดังนั้นไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างแบคทีเรียชั้นในของเม็ดตะกอน



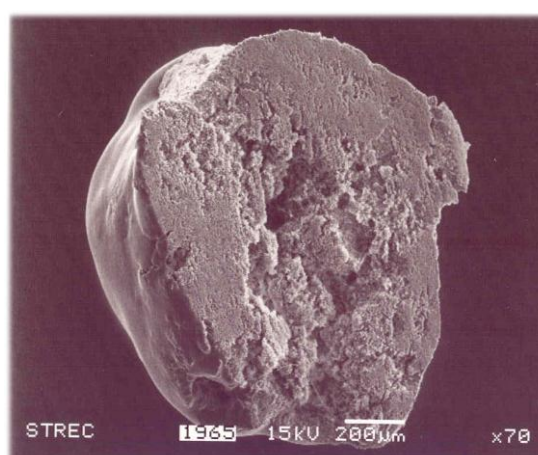
รูปที่ 2a) ภาพขยายภายนอกของเชือกคัลพันธุ์



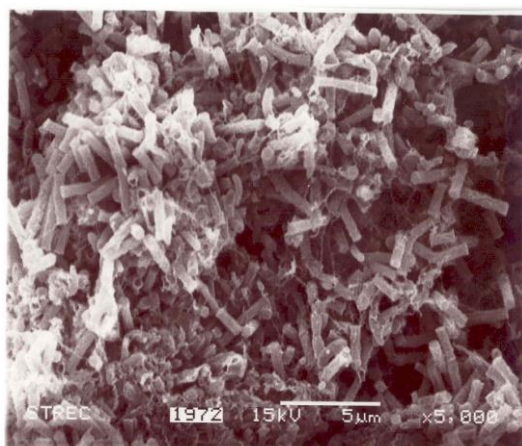
รูปที่ 2b) ภาพขยายภายในเม็ดของเชือกคัลพันธุ์



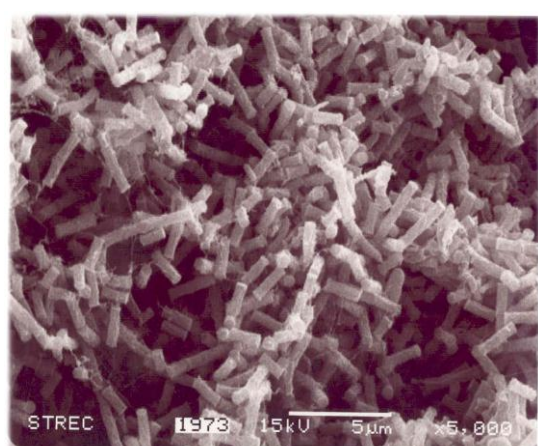
รูปที่ 2c) ภาพขยายภายนอกของเชือกคัลพันธุ์ในระบบ



รูปที่ 2d) ภาพขยายภายในเม็ดของเชือกคัลพันธุ์ในระบบ



รูปที่ 2e) ภาพขยายภายในเม็ดของเชือกคัลพันธุ์



รูปที่ 2f) ภาพขยายภายในเม็ดของเชือกคัลพันธุ์ในระบบ

4. สรุป

การศึกษาความเร็วไหลขึ้นที่เหมาะสมและการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ โดยเดิมแบบที่เรียกสายพันธุ์ ได้ข้อสรุปดังนี้

1. การเดิมแบบที่เรียกสายพันธุ์มีส่วนช่วยสร้างสมดุลให้กับระบบ สาเหตุน่าจะมาจากการที่แบบที่เรียกสายพันธุ์มีเอนไซม์เฉพาะช่วยย่อยโปรตีนและไขมัน ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดของระบบบำบัดแบบไร้อากาศในขั้นตอนไฮโดรไลซิส

2. การหมุนเวียนน้ำทิ้งกลับเข้ามาในระบบเหมาะสำหรับน้ำเสียประเภทโปรตีน ช่วยแก้ปัญหาการขุ่นลอยตัวและหลุดออกจากระบบของเม็ดตะกอน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดให้สูงขึ้น แต่ควรพิจารณาถึงระยะการกระทบและตกของเม็ดตะกอนที่ขยายตัว เพื่อป้องกันการหลุดออกจากระบบ

3. ความเร็วไหลขึ้นที่เหมาะสมของระบบยูเอสบีสำหรับน้ำเสียจากกิจกรรมสะพานปลาที่ใช้เม็ดตะกอน

ร่วมกับแบบที่เรียกสายพันธุ์ คือ ความเร็วที่ 1 ม./ชม. ซึ่งเพียงพอต่อการขยายตัวของชั้นตะกอน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กองทุนจีน-ไต้หวัน และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- เกศสุคนธ์ มณีวรรณ. การคัดเชื้อจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียที่มีไขมัน รายงานการวิจัยภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2539.
- Lettinga, G. and Hulshoff Pol, L.W. Advance Reactor Design, Operation and Economy. Wat.Sci.Tech. 18, 12 (1986) : 99-108.
- Ludzack, F.K. and Noran, D.K. Tolerance of High Salinities by Conventional Wastewater Treatment Process. IWPCF. (1965)

