

การติดตามประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket
ขนาดใหญ่ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ช่วงการเริ่มต้นเดินระบบ

พรศิริ อินเทียร

E-8 S.A. 2546

172295

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2546

ISBN 974-382-004-3

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิมรัตน์)

..... กรรมการ

(ดร.ศิริโฉม พุ่งเกล้า)

..... กรรมการ

(ดร.สุदारัตน์ สวนจิตร)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิมรัตน์)

..... กรรมการ

(ดร.ศิริโฉม พุ่งเกล้า)

..... กรรมการ

(ดร.สุदारัตน์ สวนจิตร)

..... กรรมการ

(ดร.ธงชัย ศรีวิริยรัตน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 30 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2546

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาในการให้คำปรึกษา และชี้แนวทางในการค้นคว้าหาความรู้ ช่วยแนะนำข้อบกพร่องต่าง ๆ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และสมบูรณ์อย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.สุบัณฑิต นิมรัตน์ ซึ่งเป็นประธานคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ดร.ศิริ โฉม ทุงแก้ว และดร.สุดารัตน์ สวนจิตร กรรมการควบคุม วิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ รวมทั้งคณาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้ต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย

ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

คุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนการศึกษา ตลอดจนให้สิ่งดีงามแก่ผู้วิจัยตลอดมา

พรศิริ อินเทียร

41910850 : สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ : ระบบยูเอเอสบี/ตะกอนจุลินทรีย์/ชีโอดี/แก๊สชีวภาพ

พรศิริ อินเทียร : การติดตามประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Upflow

Anaerobic Sludge Blanket ขนาดใหญ่ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งช่วง การเริ่มต้นเดินระบบ
(EFFICIENCY MORNITORING OF FULL SCALE UASB (UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE
BLANKET) FOR WASTE WATER TREATMENT FROM SEA FOOD INDUSTRIES
DURING START UP) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : สุบัณฑิต นิมรัตน์, Ph.D., ศิริโสม พุ่งแก้ว,
Ph.D., สุดารัตน์ สวนจิตร, Ph.D. 118 หน้า. ISBN. 974-382-004-3

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบีขนาดใหญ่
ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งช่วงการเริ่มต้นเดินระบบ ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.5, 1.0, 1.5,
2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ด้วยการหาประสิทธิภาพการ
กำจัดสารอินทรีย์ การผลิตแก๊สชีวภาพ การหาปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยา
ความเร็วในการตกตะกอนของจุลินทรีย์ และปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา

ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์มีค่าสูงสุดที่อัตราการป้อนสาร
อินทรีย์ 4.5 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ย 73.33 % ประสิทธิภาพการผลิต
แก๊สชีวภาพมีค่าสูงสุดที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.5 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน
โดยมีค่าเฉลี่ย 971.33 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยามีค่า
สูงสุดที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ย 532.33
มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความเร็วในการตกตะกอนมากกว่าหรือเท่ากับ 40 เมตร
ต่อชั่วโมง มีปริมาณสูงสุดที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.5 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน
โดยมีค่าเฉลี่ย 75.67 % ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความเร็วในการตกตะกอนน้อยกว่า 40 เมตร
ต่อชั่วโมง มีปริมาณสูงสุดที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.5 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน
โดยมีค่าเฉลี่ย 83.33 % และทุกระดับความสูงพบว่าที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.5 กิโลกรัมชีโอดี
ต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ของจะมีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์สูงสุด และทุกอัตราการป้อนสารอินทรีย์
พบว่าที่ระดับความสูง 0.3 เมตร จากส่วนล่างของถังปฏิกริยาจะมีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์สูงสุด

41910850 : MAJOR : ENVIRONMENTAL SCIENCE ;

M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEY WORD : UASB/ SLUDGE/ COD/BIOGAS

PORNSIRI INTIAN : EFFICIENCY MONITORING OF FULL SCALE UASB
(UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET) FOR WASTE WATER TREATMENT FROM
SEA FOOD INDUSTRIES DURING START UP. THESIS ADVISOR : SUBUNTITH
NIMRAT, Ph.D., SIRICHOM THUNGKAO, Ph.D. AND SUDARAT SAUNJIT, Ph.D. 118 P.
ISBN. 974-382-004-3

This research was aimed at the efficiency monitoring of full scale UASB for waste water treatment from sea food industries during ; start up at the organic loading rate 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5,3.0,3.5, and 4.0 kg COD/m³/d for organic removal, biogas yield, sludge wash out, Setting velocity and quantity of sludge in the reactor research objectives and methodology.

As the result of the study it was found that the system had the maximum value of efficiency of organic removal at the organic loading rate 4.0 kg COD/m³/d, approximate 73.33 %. At the organic loading rate 4.0 kg COD/m³/d it had the maximum value of efficiency of biogas yield , approximate 971.33 m³ /d.

Quantity of sludge wash out from reactor tank had the maximum value at organic loading 2.0 kg COD/m³/d, approximate 532.33 mg/l. Setting velocity of sludge at 40 m/hr or more had the maximum value at 4.5 kg COD/m³/d, approximate 75.67 %.

Setting Velocity of sludge less than 40 m/hr had the maximum value at 0.5 kg COD/m³/d, approximate 83.33%. Quantity of sludge at every height in the reactor had the maximum value at organic loading 4.5 kg COD/m³/d and quantity of sludge at every organic loading had the maximum value at 0.3 meter from the bed of the reactor tank.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฅ

บทที่

1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ขอบเขตของการศึกษา.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ประวัติความเป็นมาของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ.....	4
ทฤษฎีการย่อยสลายแบบไร้อากาศ.....	4
ระบบยูเอเอสบี.....	12
ประวัติความเป็นมาของระบบยูเอเอสบี.....	12
หลักการทำงานของระบบยูเอเอสบี.....	13
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบยูเอเอสบี.....	16
ประสิทธิภาพของระบบยูเอเอสบี.....	19
ลักษณะสมบัติของตะกอนแบคทีเรียในระบบยูเอเอสบี.....	20
กระบวนการเกิดตะกอนเม็ด.....	22

3	อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย.....	24
	ระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี.....	24
	การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบีขนาดใหญ่ที่อัตราการ ป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ	25
	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์...	32
	แบบแผนการทดลอง.....	34
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
4	ผลการทดลอง.....	36
	ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์.....	36
	ประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพ.....	38
	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยา.....	40
	ความเร็วในการตกตะกอนของจุลินทรีย์.....	42
	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา.....	46
5	อภิปรายผล และสรุป.....	80
	ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์.....	80
	ประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพ.....	81
	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยา.....	82
	ความเร็วในการตกตะกอนของจุลินทรีย์.....	82
	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกริยา.....	83
	สรุป.....	84
	บรรณานุกรม.....	87
	ภาคผนวก.....	91
	ภาคผนวก ก	92
	ภาคผนวก ข	97
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การเปรียบเทียบชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ.....	6
2 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ.....	11
3 ธาตุอาหารเสริมที่เหมาะสมสำหรับการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน.....	12
4 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบยูเอเอสบี.....	16
5 การเปรียบเทียบระหว่างระบบยูเอเอสบีกับระบบหมักแบบประสิทธิภาพสูงอื่น ๆ.....	19
6 ลักษณะสมบัติของแบคทีเรียชนิดเม็คในระบบหมักยูเอเอสบี.....	20
7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	37
8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ จำแนกตามอัตราการ ป้อนสารอินทรีย์.....	39
9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยา จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	41
10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนด้วยความเร็ว มากกว่าหรือเท่ากับ 40 เมตรต่อชั่วโมง จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	43
11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนด้วยความเร็ว น้อยกว่า 40 เมตรต่อชั่วโมง จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	45
12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 0.3 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	48
13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 1.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	50
14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 1.5 เมตรจำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	52
15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 2.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	54
16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 3.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	56

[illegible]

27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการลดค่าซีไอดี จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	93
28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพ จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	93
29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยา จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	93
30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งตกตะกอน ด้วยความเร็วกว่าหรือเท่ากับ 40 เมตรต่อชั่วโมง จำแนกตามอัตราการ ป้อนสารอินทรีย์.....	94
31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งตกตะกอน ด้วยความเร็วน้อยกว่า 40 เมตรต่อชั่วโมง จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	94
32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูงต่าง ๆ จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	95
33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ จำแนกตามระดับความสูง.....	96

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งในสภาพไร้ออกซิเจน.....	8
2 ระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี ที่โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสมุทรสาคร.....	25
3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	38
4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	40
5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกริยา จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	42
6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนด้วยความเร็ว มากกว่าหรือเท่ากับ 40 เมตรต่อชั่วโมง.....	44
7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนด้วยความเร็ว น้อยกว่า 40 เมตรต่อชั่วโมง.....	46
8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 0.3 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	49
9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 1.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	51
10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 1.5 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	53
11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 2.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	55
12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 3.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	57
13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา ที่ระดับความสูง 4.0 เมตร จำแนกตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์.....	59

[illegible]