



รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบบำบัดไร้อากาศประสิทธิภาพสูงเพื่อผลิตพลังงานจากของเสีย

โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง

Development of Super High Rate Energy Recovery Treatment for

Tapioca Industrial Wastes

โดย

ดร. ชัชวาล อัยยาริทธิ

รายงานวิจัย หมวดยอดเงินอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น

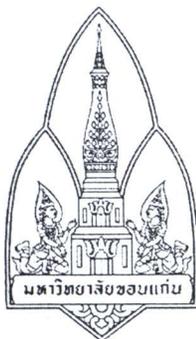
ปีงบประมาณ 2549

600853346

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248918



รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบบำบัดไร้อากาศประสิทธิภาพสูงเพื่อผลิตพลังงานจากของเสีย

โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง

Development of Super High Rate Energy Recovery Treatment for

Tapioca Industrial Wastes

โดย

ดร. ชัชวาล อัยยาศิติ



รายงานวิจัย หมวดยุทธศาสตร์วิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปีงบประมาณ 2549

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยหนึ่งที่อยู่ในช่วงโครงการการผลิตพลังงานจากกากของเสียโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งการดำเนินการสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไปจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2549

ขอขอบคุณ รศ.วันเพ็ญ วิโรจน์ภูฏ หัวหน้าชุดโครงการที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนในทำการวิจัยร่วมในช่วงโครงการนี้ ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ สนับสนุน อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ชัชวาล อัยยาริธิ

กรกฎาคม 2554

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งใช้ชื่อว่าระบบ Multi-Stage Anaerobic Hybrid Reactor (MAHR) เปรียบเทียบกับระบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง โดยขนาดถังปฏิกรณ์ MAHR และ UASB มีปริมาตร 12 ลิตร ซึ่งทำการทดลองที่อัตราการระบรทุก 5, 7, 10 และ 15 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นและอัตราการไหลของน้ำเสียที่จ่ายเข้าระบบ

ผลการศึกษาพบว่าศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลังของ MAHR มีแนวโน้มที่ดีกว่า UASB โดยที่อัตราการระบรทุกต่ำคือที่ 5 และ 7 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทั้งสองระบบถือว่าสมรรถนะไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเพิ่มอัตราการระบรทุกสูงขึ้นเป็น 10 และ 15 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะเห็นแนวโน้มการทำงานของ MAHR ดีกว่า UASB ชัดเจนมากขึ้น จากการทดลองที่อัตราการระบรทุกดังกล่าวข้างต้น สมรรถนะโดยรวมของ MAHR และ UASB มีค่าดังนี้ ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมีค่า 92.6 - 96.5 และ 90.5 - 95.9 % ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยมีค่า 72.9 - 84.8 และ 70.4 - 82.7 % ตามลำดับ อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพมีค่า 11.5 - 40.0 และ 10.2 - 32.1 ลิตร/วัน ตามลำดับ อัตราการผลิตก๊าซมีเทนมีค่า 0.27 - 0.52 และ 0.23 - 0.39 ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ส่วนค่าปริมาณกรดไขมันระเหยของ MAHR น้อยกว่า UASB ซึ่งมีค่า 699.2 - 1,364.8 และ 774.4 - 1,534.4 มก./ลิตร (กรดอะเซติก) ตามลำดับ ขณะที่ค่าสภาพต่างทั้งหมดของ MAHR มากกว่า UASB 1,713.3 - 2,666.6 และ 1,616.7 - 2,530.0 มก./ลิตร (แคลเซียมคาร์บอเนต) ตามลำดับ และอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดของ MAHR มีค่าน้อยกว่า UASB โดยมีค่า 0.41 - 0.51 และ 0.48 - 0.61 ตามลำดับ

ABSTRACT

248918

This study aimed to test the performance of a novel anaerobic reactor using for tapioca wastewater treatment. The new system is named as "Multi-Stage Anaerobic Hybrid Reactor (MAHR)". It was run in parallel with Anaerobic Sludge Blanket (UASB) at the same conditions for the comparison. The volume of each reactor is 12 liters. The influent loading rate of wastewater was varied from 5, 7, 10 and 15 kgCOD/m³-day by adjustment of the concentration and flow rate of the influent.

The results of this study show that MAHR has a tendency of higher working capability than UASB. The performance of both reactors are not different at low loading rate (5 and 7 kgCOD/m³-day). MAHR indicates higher performance of treatment than UASB at high loading rate (10 and 15 kgCOD/m³-day). The examination in the range of loading rates as above shows the performance of MAHR and UASB as follow, COD removal efficiency are in range of 95.9 - 96.5% and 90.5 – 95.9%, suspended solids removal efficiency are 72.9 – 84.8 and 70.4 – 82.7%, bio gas production rate are 11.5 – 40.0 and 10.2 -32.1 l/d and CH₄ production rate are 0.27 – 0.52 and 0.23 – 0.39 l/g. COD removal respectively. MAHR produce VFA less than UASB which are 699.2 – 1,364.8 and 774.4 – 1,534.4 mg/l as CH₃COOH respectively, while effluent alkalinity of MAHR is higher than UASB which are 1,713.3 – 2,666.6 and 1,616.7 – 2,530.0 mg/l as CaCO₃ respectively. Therefore, the effluent VFA to alkalinity ratio of MAHR is less than UASB which are 0.41 – 0.51 and 0.48 – 0.61 respectively.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
2. สมมติฐาน	2
3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
4. ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1. การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน (Anaerobic treatment)	3
2. กระบวนการเปลี่ยนรูปในระบบไร้ออกซิเจน	4
3. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของกระบวนการไร้ออกซิเจน	9
4. ระบบยูเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket : UASB)	12
5. แอนแอโรบิกไฮบริดยูเอสบี	18
6. การแยกการเกิดปฏิกิริยาออกเป็นสองส่วน (Two-Stage Process)	21
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	27
2. แผนการทดลอง	27
3. การเตรียมน้ำเสีย	28
4. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์	30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	31
1. ลักษณะสมบัติน้ำเสียเบื้องต้น	32
2. การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพีเอชในช่วง Start up ระบบ	33
3. การเปรียบเทียบความสมรรถนะของระบบ UASB และ MAHR	34
4. การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันระเหยและสภาพค่างทั้งหมดของ UASB และ MAHR ในแต่ละระดับความสูง	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	49
1. สรุปผลการวิจัย	49
2. ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	52

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 3-1 การดำเนินการทดลองของ UASB และ MAHR	29
ตาราง 3-2 แผนการเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ในช่วง Start up และ Operation	30
ตาราง 4-1 ระยะเวลาการเดินระบบในแต่ละอัตราภาระบรรทุก	32
ตาราง 4-2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง	32
ตาราง 4-3 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่างๆ ของผลการทดลองที่อัตราภาระบรรทุกที่ 5, 7, 10 และ 15 กก. ซีโอดี/ลบ.ม. วัน ของ UASB และ MAHR	37
ตาราง 4-4 ความสูงของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของ UASB และ MAHR	46

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2-1 ปฏิกริยารีดออกซิจินน้ำเสีย	4
ภาพที่ 2-2 ลักษณะของระบบไร้ออกซิเจนต่างๆ	5
ภาพที่ 2-3 ลำดับการเกิดปฏิกริยาสำหรับระบบไร้ออกซิเจนของสารประกอบอินทรีย์ซับซ้อน	6
ภาพที่ 2-4 ส่วนประกอบของระบบยูเอเอสบี	13
ภาพที่ 2-5 รายละเอียดของอุปกรณ์แยกก๊าซ น้ำเสียและตะกอนจุลินทรีย์ (Gas-Solid Separator ; GSS) ที่ใช้ในระบบยูเอเอสบีที่บำบัดน้ำเสียชุมชนในประเทศต่างๆ	14
ภาพที่ 2-6 โครงสร้างของเมื่อดจุลินทรีย์ในระบบยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียกลูโคส	16
ภาพที่ 2-7 โครงสร้างและความหนาแน่นของแบคทีเรียในน้ำเสียประเภทคาร์โบไฮเดรต	17
ภาพที่ 2-8 การเพิ่มขึ้นของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์และออร์แกนิกโพลีดิ้งระหว่างขั้นตอนการเกิดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในถังยูเอเอสบี	18
ภาพที่ 2-9 ดังปฏิกรณ์แอนแอโรบิกไฮบริดยูเอเอสบี	20
ภาพที่ 2-10 ลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนชนิดสองขั้นตอน	24
ภาพที่ 3-1 ดังปฏิกรณ์ทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบ USAB ทั่วไป และระบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ MAHR	27
ภาพที่ 3-2 รูปอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	28
ภาพที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าพีเอช (a) ความสามารถในการกำจัดซีโอดีทั้งหมด (b) อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพค้างทั้งหมด (c) และก๊าซที่เกิดขึ้น (d) ของ USAB และ MAHR เมื่อลดพีเอชน้ำเสียจ่ายเข้าระบบ	35
ภาพที่ 4-2 การเปรียบเทียบพีเอช (a) กรดไขมันระเหย (b) สภาพค้างทั้งหมด (c) อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพค้างทั้งหมด (d) ของ USAB และ MAHR	39
ภาพที่ 4-3 การเปรียบเทียบโออาร์พีของ USAB และ MAHR	40
ภาพที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าซีโอดีทั้งหมด (a) ซีโอดีละลาย (b) ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีทั้งหมด (c) และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีละลาย (d) ของ USAB และ MAHR	42
ภาพที่ 4-5 การเปรียบเทียบค่าตะกอนแขวนลอย (a) ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอย (b) ก๊าซที่เกิดขึ้น (c) และสัดส่วนก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ (d) ของ USAB และ MAHR	44
ภาพที่ 4-6 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันระเหยและสภาพค้างทั้งหมดของ USAB และ MAHR ในแต่ละระดับความสูงที่อัตราการระบรทุก 5, 7, 10 และ 15 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	48