

## บทที่ 4

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### บทสรุป

1. ตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพดักปฏิกรณ์แบบกรองไร้อากาศในการศึกษานี้ ประกอบด้วย อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ระยะเวลากักเก็บ และพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1.1 ผลของอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic loading rate, OLR)

ที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะลดลง และลดโดยในทดลองการบำบัดน้ำเสียในระบบถังกรองไร้อากาศที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.3 0.6 0.9 และ 1.2 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ระยะเวลากักเก็บ 10 วัน พื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรอง 100 ม<sup>2</sup>/ม<sup>3</sup> พบว่าอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เหมาะสมที่สุดคือ 0.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ให้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี 94.3 เปอร์เซ็นต์

#### 1.2 ผลของระยะเวลากักเก็บ (Hydraulic retention time, HRT)

พบว่าระยะเวลากักเก็บสูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงขึ้น จากการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 10 7 5 และ 4 วัน โดยใช้อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรอง 100 ม<sup>2</sup>/ม<sup>3</sup> พบว่าระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมที่สุดคือ 10 วัน ให้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี 94.3 เปอร์เซ็นต์

#### 1.3 ผลของพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรอง (Specific surface area of media)

ผลของพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรองต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี พบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรองมากขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีลดลง จากการทดลองพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรอง 100 358 และ 423 ม<sup>2</sup>/ม<sup>3</sup> โดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 10 วัน อัตราภาระบรรทุก 0.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรองที่เหมาะสมที่สุดคือ 100 ม<sup>2</sup>/ม<sup>3</sup>

#### 2. สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี

จากการทดลองสามารถสร้างสมการเพื่อทำนายความเข้มข้นซีโอดีทางออกได้ดังนี้

$$S_e = 5.44 \times 10^{-17} S_i^{4.49} \text{HRT}^{-2.43} A_{sp}^{2.08} \text{ เมื่อ } S_i \text{ และ } S_e \text{ คือความเข้มข้นซีโอดีทางเข้าและออก (มก./ล.)}$$

HRT คือระยะเวลากักเก็บ (วัน) และ  $A_{sp}$  คือพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรอง (ม<sup>2</sup>/ม<sup>3</sup>)

### 3. แบบจำลองฟิล์มชีวะในถังปฏิกรณ์แบบกรองไร้อากาศ

ในถังปฏิกรณ์แบบตรึงเซลล์ (Fixed-biofilm reactor) การคำนวณความหนาฟิล์มชีวะที่สภาวะคงตัว (Steady-state biofilm thickness) ที่พัฒนาโดย Rittmann และ McCarty (1980a) ( $L_f = \sqrt{JY_f / b_s X_f}$ ) และมีการนำไปประยุกต์ใช้แล้วนั้น มีความซับซ้อน เนื่องจากการหาค่าตัวแปรต่างๆ ที่ให้แทนค่าในสมการดังกล่าวติดในรูปของดิฟเฟอเรนเชียล ซึ่งในบางขั้นตอนต้องใช้วิธีการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ทำให้เกิดความยุ่งยาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์วิธีการแบบง่ายๆ ในการหาค่าตัวแปรต่างๆ ดังกล่าว ด้วยการนำเอาสมการทางจลนพลศาสตร์ของโมนอด ดุลมวลสาร และอัตราการผุพังเนื่องจากแรงเฉือนมาใช้ ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ทำให้ลดความยุ่งยากในการคำนวณเช่น การหาค่าพังก์ชันของสารอาหารของจุลินทรีย์ (Substrate flux,  $J$ ) จากสมการดุลมวลสาร (Mass balance) การหาค่าสัมประสิทธิ์การผลิตได้ของชีวมวล (Yield of biomass,  $Y$ ) จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นซีโอดี และการหาค่าอัตราการผุพังของชีวมวล (Biomass decay and sloughing rate) จากผลรวมของอัตราการผุพังของชีวมวลเนื่องจากการตายของชีวมวล โดยใช้สมการทางจลนพลศาสตร์ของโมนอด (Monod kinetics) และอัตราการผุพังของชีวมวลเนื่องจากความเฉือน ซึ่งนำเสนอโดย Rittman and McCarty (1982) จากงานวิจัยนี้พบว่าวิธีการคำนวณหาความหนาฟิล์มชีวะโดยการประยุกต์ใช้จลนพลศาสตร์ของโมนอด ดุลมวลสาร และอัตราการผุพังของฟิล์มชีวะประยุกต์ร่วมกับสมการของ Rittman และ McCarty (1980a) มีความยุ่งยากน้อยกว่าวิธีเดิม เพราะสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองมาใช้ได้เลย และได้ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะดำเนินการของระบบกับค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณความหนาฟิล์มชีวะ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ในแง่ความถูกต้องของวิธีการพบว่าความหนาฟิล์มชีวะที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาฟิล์มชีวะที่วัดได้จากการทดลอง

ความหนาฟิล์มชีวะที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในถังปฏิกรณ์แบบกรองไร้อากาศ โดยความหนาฟิล์มชีวะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามพารามิเตอร์ในการดำเนินการของระบบดังนี้ คือ ที่อัตราการระบรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น ทำให้ความหนาฟิล์มชีวะลดลง และที่ระยะเวลาพักเก็บเพิ่มขึ้น ความหนาฟิล์มชีวะเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลางกรองที่เพิ่มขึ้น ความหนาฟิล์มชีวะลดลง

ตารางที่ 4.1 อิทธิพลของค่าพารามิเตอร์ต่อค่าตัวแปรต่างๆในสมการของ Rittman และ McCarty (1980a)

พารามิเตอร์	แนวโน้ม			
	ฟลักซ์สารอาหาร (J)	ค่าสัมประสิทธิ์การผลิตได้ของชีวมวล ( $Y_r$ )	อัตราการผูกพันของชีวมวล ( $b_r$ )	ความหนาแน่นของชีวมวล ( $X_r$ )
อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง	คงที่	เพิ่มขึ้น
ระยะเวลาพักเก็บสูงขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	คงที่	เพิ่มขึ้น
พื้นผิวจำเพาะตัวกลางกรองเพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยอุณหภูมิจาก Hydraulic shock loading สารพิษที่มีผลต่อถึงปฏิกรณ์แบบกรองไร้อากาศ
2. นำระบบบำบัดแบบนี้ไปทดลองใช้กับน้ำเสียจริงกับโรงงาน
3. ศึกษาชนิดของวัสดุที่จะใช้เป็นตัวกลางกรองโดยควรเป็นวัสดุที่สามารถทำความสะอาดง่าย มีน้ำหนักเบา รวมถึงความเหมาะสมด้านค่าใช้จ่ายและอายุการใช้งานของตัวกลางกรอง