บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการประยุกต์ ถัง AMBF ชนิดสารกรองเคลื่อนที่และถัง FBR ในการกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสีย รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของระบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหรือปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

ตัวแปรอิสระในการทดลอง คือ ค่าความเข้มข้นของค่าซีโอดีและทีเคเอ็น ซึ่งจะทำการแปรค่าความเข้มข้นทั้งหมด 4 ค่า คือ การทดลองชุดที่ 1 ค่าซีโอดี 166 มก./ล. และทีเคเอ็น 15 มก./ล.(ค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ 1.05 กก./ม^3.-วัน , ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น 0.10 กก./ม^3.-วัน) , การทดลองชุดที่ 2 ค่าซีโอดี 277 มก./ล. และทีเคเอ็น 25 มก./ล.(ค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ 1.75 กก./ม^3.-วัน , ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น 0.16 กก./ม^3.-วัน) , ค่าชุดที่ 3 ค่าซีโอดี 388 มก./ล. และทีเคเอ็น 35 มก./ล.(ค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ 2.46 กก./ม^3.-วัน , ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น 0.22 กก./ม^3.-วัน) และชุดที่ 4 ค่าซีโอดี 500 มก./ล.และทีเคเอ็น 45 มก./ล.(ค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ 3.17 กก./ม^3.-วัน ,ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น 0.29 กก./ม^3.-วัน) โดยตัวแปรอื่น ๆ ควบคุมให้คงที่เท่ากันทุกชุดการทดลอง ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำเสีย อัตราการไหลเวียนกลับถัง FBR อัตราการไหลเวียนในถัง AMBF อัตราล้างตัวกลางทั้งในถัง FBR และถัง AMBF รวมถึงเวลาเก็บกักในระบบทั้งหมด โดยตัวกลางที่ใช้ทั้งในถัง AMBF และถัง FBR คือแอนทราไซท์ ขนาด 0.85 มม. , ค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.6 , อัตราส่วนช่องว่างในตัวกลางเท่ากับ 0.5

การกำจัดไนโตรเจนโดยใช้ถัง AMBF ชนิดสารกรองเคลื่อนที่และถัง FBR ชนิดฟลูอิดไดซ์เบด สามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานสามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง ยกเว้นกรณีการล้างทำความสะอาดตัวกลางในถัง FBR แต่ระบบรวมมีข้อจำกัดเนื่องจากการอุดตันของจุลชีพในตัวกลางของถัง AMBF ทำให้ต้องควบคุมอัตราการล้างตัวกลางสารกรองเท่ากับ 100% ต่อวัน และจากการเติบโตของจุลชีพที่รวดเร็วในถัง FBR ทำให้ต้องควบคุมอัตราการล้างตัวกลางถัง FBR เท่ากับ 100% ต่อสัปดาห์

ผลการทดลองในการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1. ระบบรวมสามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้ 3.12 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ที่ค่าซีโอดี น้ำเสียเข้า 492 มก./ล. และค่าซีโอดีน้ำเสียออก 22 มก./ล.) โดยยังคงมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน

2. การกำจัดซีโอดี ส่วนใหญ่เกิดในถัง FBR ที่เป็นระบบแอนออกซิก-แอนแอโรบิค โดยประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีรวมของระบบของการทดลองทั้ง 4 ชุดเท่ากับ 95.1, 95.8, 96.0 และ 95.5% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเมื่อแยกระบบออกเป็นถัง AMBF ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของการทดลองทั้ง 4 ชุดเท่ากับ 87.6 , 87.2 , 86.0 และ 88.3% ตามลำดับ และถัง FBR ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของการทดลองทั้ง 4 ชุดเท่ากับ 60.7 , 67.1 , 71.4 และ 61.3% ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพยังคงใกล้เคียงกันทั้ง 4 ชุดการทดลอง

3. แนวโน้มของค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งทั้งจากถัง AMBF และถัง FBR มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งจากถัง AMBF มีค่าต่ำกว่า 5 มก./ ล. ในทุกชุดการทดลองทำให้ไม่ต้องมีถังตกตะกอน ส่วนน้ำจากถัง FBR มีค่าต่ำกว่า 15 มก./ล. ในทุกชุดการทดลอง

4. ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียของระบบรวมทั้งหมด ของการทดลองทั้ง 4 ชุด เท่ากับ 100.0, 100.0, 96.2 และ 72.1 % ตามลำดับ โดยมีค่าลดลงเมื่อค่าภาระบรรทุกของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ค่าประสิทธิภาพของระบบรวมนี้ จะรวมผลของการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันในระบบ และการใช้แอมโมเนียเป็นอาหารเสริมในการสร้างเซลล์เข้าไว้ด้วยกัน

5. ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมด (ค่าทีเคเอ็นรวมกับค่าไนเตรท และไนไตรท์) ของการทดลองทั้ง 4 ชุด เท่ากับ 82.1, 83.3, 80.3 และ 64.9 % ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าภาระบรรทุกของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

6. ประสิทธิภาพในการเกิดไนตริฟิเคชันในถัง AMBF สูงสุดในชุดการทดลองที่ 3 โดยเมื่อคิดเป็นค่าอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันได้เท่ากับ 0.15 กก. (NH_4^+ - N)/ม.^{3} (ตัวกลาง)-วัน ซึ่งนับว่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีค่าภาระบรรทุกทางอินทรีย์มาก และการเกิดจุลินทรีย์ชนิดเส้นใยภายในถังและมี

ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น กับ อัตราการเกิดไนตริฟิเคชัน (เฉพาะการวิจัยนี้เท่านั้น) คือ

$$NI = -0.5948TL^2 + 0.6359TL + 0.0104$$

เมื่อ NI คือ อัตราการเกิดไนตริฟิเคชัน และ TL คือ ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น อยู่ในช่วง 0.11 ถึง 0.94 กก.(TKN)/ลบ.ม.-วัน

7. การนำเอาแอมโมเนียไปใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ พบว่าเกิดขึ้นในถัง AMBF มากกว่าในถัง FBR เนื่องจากปฏิกิริยาในถัง AMBF เป็นแบบแอโรบิค ส่วนในถัง FBR เป็น แบบแอนออกซิก-แอนแอโรบิค

8. ประสิทธิภาพในการเกิดดีไนตริฟิเคชันในถัง FBR สูงสุดในชุดการทดลองที่ 3 โดยเมื่อคิดเป็นค่าอัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชันได้เท่ากับ 4.13 กก. (NO_x^- - N)/ม.^{3} (ตัวกลาง)-วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับการศึกษาอื่นจะใกล้เคียงกัน และมีความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น กับ อัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชัน (เฉพาะการวิจัยนี้เท่านั้น) คือ

$$DN = 0.0009TL^3 - 0.0632TL^2 + 1.0932TL - 1.3209$$

เมื่อ DN คือ อัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชัน และ TL คือ ค่าภาระบรรทุกทีเคเอ็น อยู่ในช่วง 3.76 ถึง 20.61 กก.(TKN)/ลบ.ม.-วัน

ส่วนอัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชันสูงสุด เมื่อทำการลดปริมาณตัวกลางในถัง FBR จนระบบล้มเหลว ในการทดลองชุดที่ 5 (จากการทำการทดลอง ชุดที่ 2 ต่อ) พบว่ามีอัตราดีไนตริฟิเคชันเท่ากับ 13.99 กก. (NO_x^- - N)/ม.^{3} (ตัวกลาง)-วัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น

6.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการวิจัย

1. ศึกษาถึงการปรับปรุงความสามารถของถัง AMBF ให้รองรับค่าภาระบรรทุกทั้งสารอินทรีย์และไนโตรเจนได้มากขึ้น (เนื่องจากในการวิจัยนี้ มีข้อจำกัดจากถัง AMBF) โดยเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ อาทิ เช่น ค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของสารอาหารต่อปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสม , ค่าอัตราส่วนการเวียนน้ำทิ้งกลับทั้งในถัง AMBF และถัง FBR เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดพลังงาน , ตัวกลางทั้งในถัง AMBF และถัง FBR ชนิดอื่นที่เหมาะสมกว่า โดยพิจารณาจากขนาด รูปร่าง ความถ่วงจำเพาะ ค่าอัตราส่วนช่องว่างในตัวกลาง พื้นที่ผิวจำเพาะ และลักษณะสมบัติอื่น ๆ

2. ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสด้วยระบบนี้

3. ศึกษาถึงประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ของการทำงานของระบบ ในกรณีที่ใช้น้ำเสียชุมชน แทนการใช้น้ำเสียสังเคราะห์ หรือ การใช้ถัง FBR ในการกำจัดไนเตรทและไนไตรท์ของน้ำเสียอุตสาหกรรม

4. ศึกษาถึงการปรับปรุงรูปแบบของทั้งถัง AMBF และถัง FBR ให้อยู่รวมกันภายในถังเดียวกันเพื่อประหยัดพื้นที่

5. ศึกษาถึงการปรับปรุงวิธีการล้างตัวกลางสารกรองให้สะดวก และประหยัดพลังงานทั้งในถัง AMBF และถัง FBR

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย