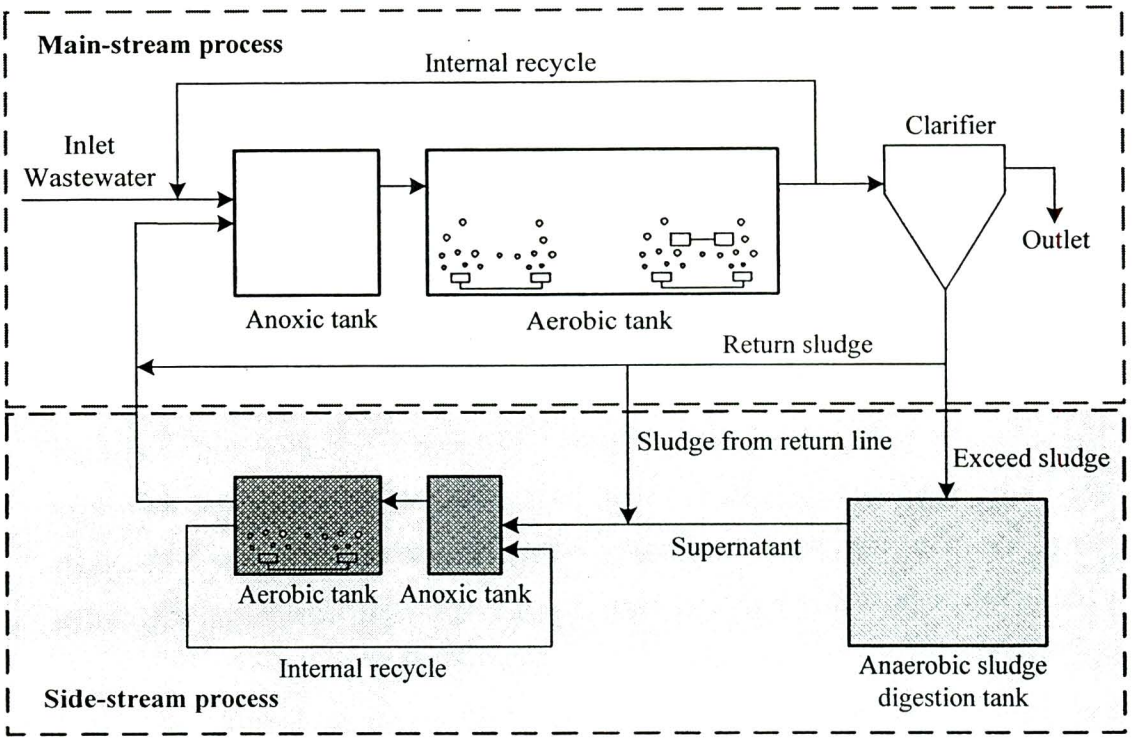
บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้บรรลุวัตถุประสงค์สำคัญที่ตั้งไว้ 2 ประการ ได้แก่ สามารถพัฒนากระบวนการกำจัดไนโตรเจนรูปแบบใหม่ที่สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีแม้ว่าจะเดินระบบที่ค่าอายุสลัดจ์ต่ำและเกิดการแปรปรวนของภาระบรรทุกอินทรีย์ในน้ำเสียเข้าในรอบวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเทคนิควิธีการวัดอัตราการหายใจ การแปลผลข้อมูล ตลอดจนการประมาณค่าพารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ที่สำคัญในระบบโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า "การวัดอัตราการหายใจ(Respirometric measurement)" ด้วยเครื่องวัดอัตราการหายใจแบบอัลติเมทไฮบริด (Ultimate hybrid respirometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์โดยเฉพาะ ค่าสัมประสิทธิ์ของพารามิเตอร์ที่ได้มีค่าอยู่ระหว่างช่วงค่าอ้างอิงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ 1 (ASM1) และมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองที่รายงานโดยนักวิจัยคนอื่น ๆ ที่ใช้เทคนิคการวัดแบบเดียวกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเทคนิควิธีการทดลอง การแปลผลการทดลอง ตลอดจนเครื่องมือวัดที่นำมาใช้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้

5.1 กระบวนการกำจัดธาตุอาหาร (ไนโตรเจน) รูปแบบใหม่

ระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบใหม่นี้พัฒนาจากกระบวนการกำจัดไนโตรเจนพื้นฐานที่เรียกว่า กระบวนการ MLE (Modified Ludzake-Ettinger) ทั้งกระบวนการบำบัดสายหลักและกระบวนการบำบัดสายรอง แต่มีทิศทางการไหลของน้ำเสียตรงกันข้าม (รูปที่ 5.1) โดยหลักการของกระบวนการ MLE จะใช้อินทรีย์คาร์บอนหรือซีโอดีจากน้ำเสียซึ่งเป็นคาร์บอนจากแหล่งภายนอกเป็นสารให้อิเล็กตรอนเพื่อเปลี่ยนไนเตรทให้กลายเป็นแก๊สไนโตรเจนในขั้นตอนการดีไนตริฟิเคชัน แต่กระบวนการบำบัดในสายรองจะใช้อินทรีย์คาร์บอนจากน้ำทิ้งจากการบำบัดสลัดจ์และอินทรีย์คาร์บอนจากการหายใจแบบเอ็นโดจีนัสของสลัดจ์ในระบบหมุนเวียนซึ่งเป็นอินทรีย์คาร์บอนจากแหล่งภายในเป็นสารให้อิเล็กตรอนเพื่อเปลี่ยนไนเตรทให้กลายเป็นแก๊สไนโตรเจน กล่าวคือกระบวนการกำจัดไนโตรเจนรูปแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นจะใช้ประโยชน์จากทั้งแหล่งคาร์บอนภายนอกและภายในเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนให้สูงขึ้น



รูปที่ 5.1 กระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์สำหรับกำจัดธาตุอาหารรูปแบบใหม่

บทบาทของกระบวนการบำบัดสายหลักคือ การกำจัดอินทรีย์คาร์บอน (ซีโอดี) และไนโตรเจนในน้ำเสียที่ถูกป้อนเข้าระบบและกำจัดไนโตรเจนโดยใช้คาร์บอนจากน้ำเสียเป็นหลัก แต่ในส่วนของกระบวนการบำบัดสายรอง นอกจากจะทำหน้าที่กำจัดอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนเหมือนกับกระบวนการสายหลักแล้ว ยังมีบทบาทที่สำคัญคือ การเพิ่มจำนวนออโตทรอฟิกแบคทีเรีย ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการกำจัดไนโตรเจนและใช้น้ำทิ้งจากการบำบัดสลัดจ์เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตแล้วไหลเวียนกับเข้าสู่กระบวนการสายหลักอีกครั้ง

เหตุผลการเลือกนำสลัดจ์จากระบบหมุนเวียนป้อนเข้าสู่กระบวนการเพิ่มพูนจุลินทรีย์ เนื่องจากมีความเข้มข้นสูงกว่าสลัดจ์ในถังเติมอากาศประมาณ 3 เท่า (ค่า MLSS ประมาณ 12,000 มิลลิกรัม/ลิตร) สลัดจ์อยู่ในสภาวะที่ขาดอาหารและอยู่ในช่วงการหายใจแบบเอ็นโดจีนัส สลัดจ์จากระบบหมุนเวียนมีความเข้มข้นสูงดังนั้นสัดส่วนของออโตทรอฟิกแบคทีเรียจึงสูงตามไปด้วย สัดส่วนจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงย่อมส่งผลให้การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์เป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

กระบวนการกำจัดไนโตรเจนรูปแบบใหม่นี้สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ขณะเดินระบบที่ค่าอายุสลัดจ์ต่ำเพียง 5 วัน เท่านั้น ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 28°C (ค่าแนะนำ 7 – 20 วัน) และพบว่าระบบมีความสามารถลดความแปรปรวนของค่าไนโตรเจนในน้ำทิ้งออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าไนโตรเจนในน้ำทิ้งออกจากระบบมีลักษณะราบเรียบและคงที่ แม้ว่าค่าไนโตรเจนในน้ำเสียเข้าจะผันแปรขึ้นลง

ดังกล่าวได้ เช่น สภาวะการผันแปรของภาระบรรทุกสารอินทรีย์หรือไนโตรเจนในรอบวัน ซึ่งในสภาวะดังกล่าวแนวโน้มค่าไนโตรเจนในน้ำทิ้งออกจะมีลักษณะเหมือนกับแนวโน้มของค่าไนโตรเจนในน้ำเสียเข้าและผลกระทบจะยิ่งรุนแรงขึ้นเมื่อค่าอายุสลัดจ์ของระบบต่ำลง

จากผลการวิจัยนี้ทำให้มองเห็นแนวทางที่ชัดเจนขึ้นในการนำเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นภายในประเทศมาช่วยแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมกับระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนต่ำ หรือกระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ประสบปัญหาความไม่สม่ำเสมอของปริมาณการไหลและภาระบรรทุกสารอินทรีย์หรือไนโตรเจนในรอบวัน เนื่องจากกระบวนการนี้ได้พิจารณาถึงความเป็นไปได้และความมีเสถียรภาพของระบบ ไม่ใช่การก้าวกระโดดของเทคโนโลยีจนขาดการเชื่อมโยงกับความรู้ของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว

ในกรณีที่ต้องการสร้างใหม่ขึ้นทั้งระบบก็ถือว่าเป็นการเริ่มต้นที่สมเหตุผลทั้งทางเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ แต่ถ้าต้องการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเดิมก็ไม่จำเป็นต้องก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียใหม่ทั้งระบบ เพราะส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามามี 2 ส่วน ได้แก่ ถังย่อยสลัดจ์ส่วนเกินแบบแอนแอโรบิกและถังปฏิกิริยาสำหรับเพิ่มพูนจุลินทรีย์ โดยส่วนใหญ่โรงงานระบบบำบัดน้ำเสียแอกทิเวเต็ดสลัดจ์จะมีระบบย่อยสลัดจ์ส่วนเกินแบบแอนแอโรบิกอยู่แล้วยิ่งจะเป็นการประหยัดค่าก่อสร้างลงได้อีก เพราะจะเหลือเพียงส่วนของการก่อสร้างปรับรูปแบบกระบวนการสายหลักเดิมให้เป็นกระบวน MLE และก่อสร้างถังปฏิกิริยาสำหรับเพิ่มพูนจุลินทรีย์เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรกับกระบวนการสายหลัก ถังปฏิกิริยาสำหรับเพิ่มพูน จุลินทรีย์มีปริมาตรเพียงร้อยละ 4.5 เท่านั้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากและไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญมาดูแลระบบเป็นพิเศษ

5.2 เทคนิควิธีการวัด แปลผลและการประมาณค่าพารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์โดยใช้เทคนิคการวัดอัตราการหายใจ

ในปัจจุบันการประมาณค่าพารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ด้วยวิธีวัดการหายใจถือได้ว่าเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและแพร่หลายเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีความแม่นยำสูง ใช้เวลาสั้น พารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในกระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ถือได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญและมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของระบบ ค่าพารามิเตอร์จลนศาสตร์เป็นข้อมูลในเชิงลึกสำหรับนำมาใช้ในการออกแบบ ควบคุมการทำงาน และตรวจสอบติดตามการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Models, ASMs) ที่ได้นำเสนอไว้โดยสมาคมน้ำนานาชาติ (International Water Association, IWA) ค่าสัมประสิทธิ์พารามิเตอร์ส่วนใหญ่แปลผลจากข้อมูลวัดอัตราการหายใจ

จากผลการทดลอง ค่าสัมประสิทธิ์พารามิเตอร์จลนศาสตร์ของตัวอย่างสลัดจ์ที่แปลผลได้อยู่ในช่วงค่าอ้างอิงและใกล้เคียงกับนักวิจัยอื่น ๆ ที่ใช้เทคนิการวัดและแปลผลด้วยวิธีวัดอัตราการหายใจเหมือนกัน แต่อาจแตกต่างกันที่ชนิดของเครื่องวัดอัตราการหายใจที่นำมาใช้งาน แสดงให้เห็นว่าเทคนิควิธีการทดลอง การแปลผลข้อมูลและเครื่องวัดอัตราการหายใจที่พัฒนาขึ้นสามารถให้ข้อมูลที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้ ซึ่งการทดลองของนักวิจัยแต่ละคนมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นทั้งนั้นและผลการทดลองที่ได้ย่อมมีความแตกต่างกันไปตามสภาวะสิ่งแวดล้อมของแหล่งที่มาของตัวอย่างสลัดจ์ สารอาหารที่ใช้และระยะเวลาการทดลอง ตลอดจนเครื่องมือที่นำมาใช้สำหรับการแปลผลการทดลอง

เครื่องวัดอัตราการหายแบบอัลติเมทไฮบริดนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่จะทำให้นักวิจัยในประเทศมองเห็นโอกาสในการเพิ่มคุณภาพงานวิจัยของตนเองได้อย่างเท่าเทียมกับนักวิจัยในต่างประเทศ เนื่องจากไม่ได้ถูกจำกัดด้วยเครื่องมืออีกต่อไป และเครื่องวัดอัตราการหายใจชนิดนี้เป็นเครื่องมือที่ถือว่ามีคุณสมบัติที่ดีกว่าเครื่องวัดการหายใจชนิดอื่น ๆ เพราะนอกจากจะมีความคล่องตัวสูงแล้วยังสามารถทำการทดลองได้อย่างต่อเนื่องและสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองได้ถี่มากขึ้น ปัจจุบันสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองและสามารถคำนวณอัตราการใช้ออกซิเจนได้ละเอียดทุก 3 วินาที

5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

5.3.1 เนื่องจากการวิจัยนี้จำกัดขอบเขตการทดลองเฉพาะการผันแปรของภาระบรรทุกสารอินทรีย์และถือว่าภาระทางชลศาสตร์ของระบบคงที่ เนื่องจากการทดลองได้แบ่งการป้อนน้ำเสียเข้าเป็น 2 ส่วน คือ การป้อนน้ำเจือจางอัตราไหลคงที่ 0.71 ลิตร/นาที และน้ำเสียสังเคราะห์ความเข้มข้นสูงโดยมีอัตราการไหลช่วงระหว่าง 5 – 75 มิลลิลิตร/นาที การเดินระบบในสภาวะการทดลองนี้จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลจากค่าเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 4.7 ดังนั้นการตอบสนองของระบบจึงไม่ได้รวมปัจจัยสภาวะทางชลศาสตร์ของระบบเข้าไปด้วย

5.3.2 การศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียนำร่องและสังเคราะห์น้ำเสียขึ้นมาแทนน้ำเสียชุมชนจริง น้ำเสียสังเคราะห์มีสัดส่วนขององค์ประกอบคงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองซึ่งต่างจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริงในชุมชน และการตอบสนองของระบบที่ใช้น้ำเสียสังเคราะห์จะเกิดขึ้นเร็วกว่าน้ำเสียจริง ตลอดจนการเลือกเดินระบบที่อายุสลัดจ์ต่ำกว่าค่าที่แนะนำในการเดินระบบสำหรับกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพโดยทั่วไป ดังนั้นการตอบสนองของระบบกรณีเดินระบบที่อายุสลัดจ์สูงอาจต่ำกว่าผลการทดลองที่ได้ในการทดลองนี้

5.3.3 การศึกษาและประมาณพารามิเตอร์ยังคงเป็นการศึกษาตัวอย่างจากจุลินทรีย์ที่บำบัดน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ ไม่ได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างสลัดจ์จากระบบบำน้ำเสียจริงหรือใช้ทดลองโดย

ใช้น้ำเสียชุมชนจริง ดังนั้นข้อมูลการทดลองจึงไม่ใช่ตัวแทนของจุลินทรีย์จากระบบบำบัดชนิดแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่บำบัดน้ำเสียชุมชนจริง

5.4 สภาพปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

5.4.1 ระบบบำบัดน้ำเสียนำร่องที่ใช้สำหรับการทดลองมีขนาดใหญ่ และประสบปัญหาเรื่องการควบคุมอุณหภูมิของระบบ โดยเฉพาะการทดลองที่ใช้เวลานานอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการควบคุมอุณหภูมิของระบบเป็นอย่างมาก และพบอุปสรรคมากในการทดลองช่วงฤดูหนาวที่อุณหภูมิของอากาศต่ำประมาณ 15°C แต่การทดลองกำหนดอุณหภูมิเฉลี่ย 28°C ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างถังปฏิกิริยามากขึ้นตามไปด้วย เช่น อุณหภูมิของถังตกตะกอนจะมีค่าต่ำกว่าถังอื่น

5.4.2 เนื่องจากพารามิเตอร์ในการเดินระบบ เช่น อุณหภูมิ pH และออกซิเจนละลายถูกควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องทำงาน 24 ชม. ซึ่งมีความเสี่ยงต่อสภาวะที่เครื่องคอมพิวเตอร์หยุดทำงานหรือกระแสไฟฟ้าตก สภาพปัญหานี้อาจต้องเริ่มเดินระบบใหม่ เพราะถ้าระบบขาดออกซิเจนเกินกว่า 4 ชม. ย่อมทำให้สูญเสียเวลาโดยไม่มีความจำเป็น การแก้ปัญหานี้สามารถทำได้โดยมีระบบสำรองไฟฟ้าที่เพียงพอ และแยกการเดินท่ออากาศส่วนหนึ่งไปยังถังเติมอากาศโดยตรงโดยไม่ผ่านระบบควบคุม วิธีดังกล่าวจะช่วยแก้ปัญหาระบบขาดอากาศได้ในระดับหนึ่งแม้ว่าระบบควบคุมอัตโนมัติจะไม่ทำงานก็ตาม

5.4.3 การทำงานกับระบบควบคุมอัตโนมัติจะพบปัญหาที่สำคัญอีกประการก็คือ การทำงานล้มเหลวของขั้ววัดและการรบกวนจากระบบไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสียนำร่อง ในบางกรณีพบว่าค่าที่อ่านได้ไม่ตรงกับค่าจริง เช่น ขั้ววัดออกซิเจนอ่านค่าได้สูงกว่าค่าที่กำหนด 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นผลให้ระบบควบคุมไม่เติมอากาศให้กับระบบ ซึ่งจะทำให้ระบบขาดออกซิเจนได้ ดังนั้นการทำงานกับระบบควบคุมอัตโนมัติต้องเพิ่มความระมัดระวังและตรวจสอบการทำงาน และทำความสะอาดขั้ววัดอย่างสม่ำเสมอตลอดจนทำการสอบเทียบขั้ววัดให้ถี่ขึ้น

5.4.4 ถังตกตะกอนเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยทำให้สลัดจ์ในระบบหมุนเวียนมีความเข้มข้นสูงและมีค่าคงที่ ตลอดจนมีการหมุนเวียนถ่ายเทอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ระดับความลาดเอียงของก้นถังตกตะกอนประมาณ 60° ไม่เพียงพอที่จะทำให้การหมุนเวียนตะกอนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากสลัดจ์ที่เกิดจากการใช้น้ำเสียสังเคราะห์จะเกิดคราบเมือกเหนียวติดกับผนังก้นถังตกตะกอนได้ดีกว่าสลัดจ์ที่เกิดจากน้ำเสียจริง สภาวะดังกล่าวทำให้สลัดจ์ติดค้างที่ผนังก้นถังและไม่เคลื่อนตัวลงไปตามแรงโน้มถ่วง การแก้ปัญหานี้ต้องออกแบบก้นถังตกตะกอนให้มีความลาดเอียงไม่ต่ำกว่า 70° ซึ่งพบว่าปัญหาการติดค้างของสลัดจ์หมดไป

5.5 การประยุกต์ผลการวิจัย

5.5.1 กระบวนกำจัดไนโตรเจนรูปแบบใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้สำหรับแก้ปัญหาประสิทธิภาพในการทำงานต่ำของกระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ ทั้งในลักษณะการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียใหม่และปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเดิมที่มีประสิทธิภาพต่ำ หรือการนำหลักการเพิ่มพูนจุลินทรีย์ไปใช้เฉพาะส่วนก็สามารถทำได้ โดยเฉพาะระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบธรรมดาที่ออกแบบไว้สำหรับการกำจัดเฉพาะบีโอดีหรือซีโอดีเท่านั้น การเพิ่มประสิทธิภาพระบบให้สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ต้องมีค่าการลงทุนสูงมากเพราะต้องออกแบบให้ระบบมีขนาดใหญ่ขึ้นและสามารถเดินระบบที่ค่าอายุสลัดจ์สูงได้ การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยกระบวนการเพิ่มพูนจุลินทรีย์จะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าวิธีการข้างต้น

5.5.2 ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ประสบปัญหาเรื่องการผันแปรของปริมาณการไหลและการผันแปรของภาระบรรทุกสารอินทรีย์หรือไนโตรเจนอย่างรวดเร็ว หรือกับโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีถังปรับสภาพการไหลไม่เพียงพอต่อการเก็บพักน้ำเสีย สามารถนำหลักการหรือรูปแบบของกระบวนการนี้ไปประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากได้ผ่านการทดสอบแล้วว่าระบบสามารถรองรับกับสภาวะการผันแปรที่เกิดขึ้นในรอบวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.5.3 ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เดิมที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้งจากการบำบัดสลัดจ์ส่วนเกินกลับมาบำบัดรวมในกระบวนการสายหลักโดยตรง ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นแล้วว่าวิธีบำบัดแบบดั้งเดิมที่เคยปฏิบัติกันมามีประสิทธิภาพต่ำกว่าการแยกบำบัด และถ้ามีระบบย่อยสลัดจ์อยู่แล้วจะเป็นการประหยัดค่าก่อสร้างได้มากขึ้นและประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนของระบบก็สูงกว่าวิธีการบำบัดแบบดั้งเดิม

5.5.4 เครื่องวัดอัตราการหายใจแบบอัลติเมทไฮบริดเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเป็นหลัก แต่เครื่องมือนี้เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับวิศวกรที่ออกแบบก่อสร้างและควบคุมดูแลการเดินระบบ เพราะสามารถนำเครื่องมือชนิดนี้ไปทดลองและวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่จำเป็น มาใช้ในการออกแบบก่อสร้างต่อไป ตลอดจนผู้ควบคุมระบบสามารถใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ที่เป็นจริงสำหรับการตัดสินการเลือกพารามิเตอร์การเดินระบบที่เหมาะสม

5.5.5 เครื่องวัดอัตราการหายใจสามารถใช้วิเคราะห์พารามิเตอร์ได้มากกว่าที่ได้นำเสนอในบทที่ 4 ดังนั้นเพื่อให้มีฐานข้อมูลพารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เพื่อใช้ในประเทศและเป็นมาตรฐานสำหรับการออกแบบ เครื่องวัดอัตราการหายใจสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับนักวิจัยหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย

5.6 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

5.6.1 จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่า กระบวนการเพิ่มพูนจุลินทรีย์สามารถช่วยทำให้กระบวนการสายหลักมีศักยภาพสูงขึ้นสามารถรองรับต่อสภาวะผันแปรของภาระบรรทุกที่เกิดขึ้นในรอบวันได้ และการศึกษาในครั้งนี้ใช้เพียงน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์เท่านั้น ดังนั้นการศึกษาในขั้นต่อไปควรเป็นการประยุกต์กับโรงงานบำบัดน้ำเสียจริง ทั้งในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมและน้ำเสียชุมชน โดยเฉพาะกระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ยังคงประสบปัญหากับปริมาณการไหลไม่คงที่และมีสภาวะผันแปรของภาระบรรทุกต่ำหรือเกินกว่าค่าที่ออกแบบไว้

5.6.2 รูปแบบกระบวนการ SHARON เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงอีกรูปแบบหนึ่งที่อาจจะนำมาใช้แทนกระบวนการเพิ่มพูนจุลินทรีย์ได้เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการกำจัดไนโตรเจนยังคงเป็นกลุ่มเดียวกันกับกระบวนการสายหลัก

5.6.3 ผลการเดินระบบที่อายุสลัดจ์ต่ำทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสลดลง รูปแบบกระบวนการที่ศึกษาในครั้งนี้มีประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสต่ำ ดังนั้นการศึกษาในครั้งต่อไปควรศึกษาหรือปรับปรุงรูปแบบกระบวนการในสายรองให้มีความสามารถในการกำจัดฟอสฟอรัสให้สูงขึ้นมากกว่าปัจจุบัน

5.6.4 ทำการศึกษาและทดลองเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในกระบวนการแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่บำบัดน้ำเสียจริงและทำเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิจัยและการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่มีอยู่ในประเทศต่อไป