บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 บทสรุป

ระบบบ่อเติมอากาศ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการใช้กันมากโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และขนาดกลาง เนื่องจากเป็นระบบที่มีค่าลงทุนเริ่มต้น และค่าเดินระบบไม่สูงมาก และเป็นระบบที่ดูแลได้ง่าย มีประสิทธิภาพกาลดค่า BOD สูง แต่เนื่องจากประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนของระบบนี้ค่อนข้างต่ำ สังเกตุได้จากการที่มีปริมาณสาหร่ายค่อนข้างสูงที่บ่อพักน้ำสุดท้ายของระบบนี้ ที่มีสาเหตุจากการกำจัดไนโตรเจนที่ไม่ยังไม่ครบทั้งกระบวนการ เนื่องจากไนตรเจนภายในระบบเพียงแต่ถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรตที่เป็นสารอาหารของพืชน้ำ ไม่ได้ถูกกำจัดออกไปจากระบบ เพราะขั้นตอนการเติมอากาศเป็นขั้นตอนหลักของกระบวนการไนทริฟิเคชัน (เติมอากาศ)ส่วนกระบวนการต่อไปที่จะทำให้ระบบการกำจัดไนโตรเจนครบถ้วนโดยที่ไนโตรเจนหายไปจากระบบในรูปก๊าซไนโตรเจน เรียกว่ากระบวนการดีไนทริฟิเคชัน (หยุดเติมอากาศ) ไม่ได้เกิดหรือเกิดขึ้นน้อยมาก ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศในงานวิจัยนี้จึงเป็นการปรับระบบบ่อเติมอากาศให้มีขั้นตอนกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ซึ่งเป็นขั้นตอนไม่เติมอากาศ แต่เป็นขั้นตอนการไม่เติมอากาศที่จัดให้มีกลไกของการเปลี่ยนไนเตรตให้อยู่ในรูปของก๊าซไนโตรเจน เช่นต้องให้มีสัดส่วนของสารอินทรีย์ที่เหมาะสม จากการทดลองขั้นต้นที่ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขหลักของระบบบ่อเติมอากาศ เช่น ความเข้มข้นจุลินทรีย์ประมาณ 600 mg/L ในการทดลอง จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีต่อประสิทธิภาพการเกิดไนเทรต-ไนโตรเจนในกระบวนการไนทริฟิเคชันและประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน สรุปได้ดังนี้

1. ไนทริฟิเคชันเกิดขึ้นได้จากการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงต้องมีจุลินทรีย์ในระบบ
2. นอกเหนือจากความเข้มข้นจุลินทรีย์ในระบบบ่อเติมอากาศที่มีค่าประมาณ 600 มก/ล แล้ว ตัวแปรอื่นๆที่มีผลต่อการกำหนดสภาวะที่ดีที่สุดในกระบวนการไนทริฟิเคชันที่สามารถทำให้เกิดไนเทรต-ไนโตรเจนได้สูงสุด ได้แก่ ความเข้มข้น BOD_5 เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L ความเข้มข้น TKN เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L และ pH เริ่มต้น 8.0 ± 0.2 โดยใช้ระยะเวลาในการเติมอากาศ 7 วัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเกิดไนเทรต-ไนโตรเจน เท่ากับ 89.24 %
2. กระบวนการไนทริฟิเคชัน สามารถกำจัดบีโอดีได้ 94% สามารถส่งผลให้ pH ลดลง และไม่ส่งผลให้ความเข้มข้น TKN ลดลง เพราะไนโตรเจนเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรต ไม่ได้หายไปจากระบบ

3. เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน3 แบบคือ กรณีไม่มีการเติมคาร์บอน มีการเติมคาร์บอนจากเมทานอล และมีการเติมคาร์บอนจากน้ำเสียตั้งต้น โดยใช้ระยะเวลาในการเติมอากาศ (กระบวนไนทริฟิเคชัน) เท่ากันเท่ากับ 7 วัน พบว่า จะใช้เวลาในการกำจัดไนโตรเจนเท่ากับ 17 7 และ 14 วัน ตามลำดับ เพื่อที่จะให้ได้น้ำทิ้งสุดท้ายมีค่า TKN และ BOD_5 ตามที่ระบุในมาตรฐานน้ำทิ้ง คือต่ำกว่า 100 และ 20 มก/ล ตามลำดับ
4. เมื่อใช้ระยะเวลาในการเติมอากาศ (กระบวนการไนทริฟิเคชัน) 7 วัน หยุดเติมอากาศ (กระบวนการดีไนทริฟิเคชัน) 7 วัน และ เติมคาร์บอนที่อัตราส่วน COD/NO_3^--N เท่ากับ 3.8 พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน เมื่อกระบวนการดีไนทริฟิเคชันไม่มีการเติมคาร์บอน มีการเติมคาร์บอนจากเมทานอล และมีการเติมคาร์บอนจากน้ำเสียตั้งต้น เท่ากับ 3.08 93.73 และ 20.93% ตามลำดับ แสดงว่ากระบวนการดีไนทริฟิเคชัน จำเป็นต้องมีสารอินทรีย์ และสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายจะมีส่วนในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนไนเตรตเป็นก๊าซไนโตรเจน
5. ในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ค่า COD/NO_3^--N ที่สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีที่สุด คือ 6.0
6. กระบวนการดีไนทริฟิเคชันนอกเหนือจากการกำจัดไนโตรเจน ยังสามารถกำจัดบีโอดีได้ 98% และส่งผลให้ pH ของระบบเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเติมสารอินทรีย์ในขั้นตอนนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนจึงไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำทิ้งในส่วนของสารอินทรีย์
7. สภาวะที่ดีที่สุดในการกำจัดไนโตรเจนของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มียูลินทรีย์ 600 mg/L และในกระบวนการดีไนทริฟิเคชันมีการเติมคาร์บอนจากน้ำเสียตั้งต้น ได้แก่ ความเข้มข้น BOD_5 เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L ความเข้มข้น TKN เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L และ pH เริ่มต้น 8.0 ± 0.2 และ COD/NO_3^--N เท่ากับ 6.0 โดยในกระบวนการไนทริฟิเคชันใช้ระยะเวลา 7 วัน และ กระบวนการดีไนทริฟิเคชันใช้ระยะเวลา 13 วัน ซึ่งสามารถกำจัดไนโตรเจนได้ 72.9%
8. ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ มีค่าใกล้เคียงกับผลการกำจัดไนโตรเจนในระบบอื่น ๆ โดยระบบบ่อเติมอากาศที่สภาวะเหมาะสมที่สุดจากการทดลองนี้จะลด ไนโตรเจนได้ 72.9% ขณะที่ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reator) ของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีขั้นตอน anaerobic/anoxic/oxic/anoxic/oxic ที่มี HRT 2/1/4.5/1.5/1.5 ชม. ที่ SRT 10 วัน กำจัดไนโตรเจนได้ 84% (Kargi และคณะ (2002)) ส่วน SBR ของน้ำเสียฟาร์มหมูที่มีขั้นตอน anaerobic aerobic ลดไนโตรเจนได้ 85-91% (Bernet และ คณะ (2000)) และ SBR ของน้ำเสียที่มี BOD ประมาณ 200 mg/l ลดไนโตรเจน ได้ 70% (Rim และคณะ (1997)) ในระบบตะกอนเร่งของน้ำเสียชุมชน ลดไนโตรเจน ได้ 60-70% (Bernt และคณะ (1994)) และในระบบ Anoxic/aerobic upflow fixed bed reactor ลด

ไนโตรเจน ได้ 86% จากน้ำเข้าระบบที่มี TKN 250 mg/l โดยรับภาระบรรทุกซีโอดีได้สูงถึง 5 kg.COD/m^3/d.

9. ในแง่ค่าใช้จ่ายในการกำจัดไนโตรเจน ในระบบบ่อเติมอากาศ ก็เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการลดความสกปรกในรูป BOD ให้ลดลงเหลือค่าที่ต่ำตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งอยู่แล้ว ส่วนการกำจัด ไนโตรเจนเป็นการปรับกระบวนการให้มีกลไกการลดไนโตรเจนด้วยเท่านั้น โดยมีการสลับขั้นตอนที่จะให้มีกระบวนการกำจัดไนโตรเจนออกจากระบบ เช่นในขั้นตอน denitrificatlon ที่ต้องให้ระบบเป็นขั้นตอน anoxic

สำหรับการกำหนดสภาวะขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการกำจัดไนโตรเจน พบว่า สามารถคำนวณค่าคงที่ต่างๆสำหรับกระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ของระบบบ่อเติมอากาศ (ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีจุลินทรีย์น้อย) ได้ และหากว่าน้ำเสียเริ่มต้นมีค่าความเข้มข้น BOD_5 มาก จะต้องมีการกำจัด BOD_5 ก่อนเข้าสู่กระบวนการไนทริฟิเคชัน(เติมอากาศ) อาจใช้ระบบ เอเอส ระบบบ่อเติมอากาศ หรือระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic) เป็นต้น ก่อนจึงจะเป็นกระบวนการไนทริฟิเคชัน และตามด้วยกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน

เมื่อมีการนำน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะล (บริษัท ซีฮอร์ส จำกัด) ที่มีลักษณะน้ำเสียเริ่มต้นได้แก่ ความเข้มข้น BOD_5 เท่ากับ 306 mg/L ความเข้มข้น TKN เท่ากับ 193 mg/L และ pH เท่ากับ 7.73 มาทำการทดลองเพื่อกำจัดไนโตรเจนโดยใช้กระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน พบว่า ในกระบวนการไนทริฟิเคชัน จะใช้ระยะเวลาในการเติมอากาศ 7 วัน ซึ่งทำให้มีปริมาณไนเทรต-ไนโตรเจนเกิดขึ้น เท่ากับ 133.66 mg/L คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไนเทรต-ไนโตรเจนได้เท่ากับ 68.74 % และในกระบวนการดีไนทริฟิเคชันมีการเติมคาร์บอนจากน้ำเสียดั้งต้นโดยมีค่า COD/NO_3^--N เท่ากับ 6.1 จะใช้ระยะเวลาในการหยุดเติมอากาศ 7 วัน ทำให้ค่าความเข้มข้น BOD_5 เท่ากับ 16 mg/L และค่าความเข้มข้น TKN เท่ากับ 67 mg/L ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดในมาตรฐานน้ำทิ้ง คือ 20 และ 100 mg/L ตามลำดับ และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ การกำจัดไนโตรเจน (TKN) ได้เท่ากับ 65.64 %

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนของการหยุดเติมอากาศ (กระบวนการดีไนทริฟิเคชัน) น่าจะมีการเพิ่มการกวนผสม เช่นอาจติดตั้งแผ่น baffle ซึ่งอาจจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนดียิ่งขึ้น
2. ควรวิเคราะห์หาค่า แอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพื่อจะได้ตรวจเช็คไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ
3. นำสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทำการทดลองแบบทีละเทไปทำการทดลองแบบต่อเนื่อง