

บทที่ 4

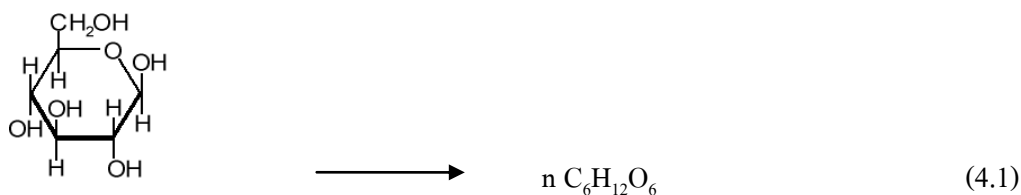
บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาวิธีการบำบัดน้ำทิ้งประเภทแป้ง เช่น น้ำทิ้งขนมจีน การศึกษาการบำบัดได้ทำ 2 แบบ ได้แก่ การบำบัดด้วยวิธีการหมัก และการบำบัดด้วยวิธีการดูดซับโดยอาศัยตัวกรองดูดซับด้วยวัสดุเถ้าแกลบ

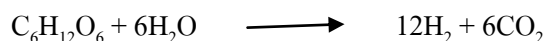
4.1 สรุปการบำบัดด้วยวิธีการหมัก

4.1.1 สรุปการหาเชื้อจุลินทรีย์สำหรับการหมัก

การศึกษากการบำบัดด้วยวิธีการหมักมี 3 ส่วน ส่วนแรก ศึกษาหาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายแป้งแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำโดยเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ 1 จากดินบริเวณน้ำทิ้งขนมจีน และชนิดที่ 2 จากน้ำทิ้งขนมจีนที่ขังอยู่ในท้องร่องน้ำทิ้ง นำมาศึกษาในถังหมักแบบกึ่งต่อเนื่องโดยมีการเติมน้ำทิ้งขนมจีนทุกวัน ผลการทดลองพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ 1 และ 2 ทำให้น้ำหลังบำบัดด้วยวิธีการหมักมีคุณภาพดีขึ้น พบว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีค่าลดลง มีค่าผลการทดลองใกล้เคียงกัน ผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) และค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมี (COD) มีค่าอยู่ในช่วง 21,570-27,000 mg/L และ 60,270-75,950 mg/L ตามลำดับ หรือลดลงร้อยละ 13.90-27.74 และ 32.47-46.41 ตามลำดับ การลดลงเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาประมาณ 20 วัน และในช่วง 7 วันแรกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลดลงอย่างรวดเร็วมาก แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ประเภทแป้งได้น้ำตาลกลูโคสโดยเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิส [10] ดังสมการ (4.1)



ส่วนอุณหภูมิในถังหมักอยู่ในช่วง 21-27 องศาเซลเซียส และพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 2.37-3.05 ดังกล่าวถือว่า ไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งสภาวะนี้เชื้อจุลินทรีย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แบบไร้อากาศ [15] สอดคล้องกับจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นจากเดิม 100 เท่า จากเดิมมีค่า 1.0×10^5 เป็น 2.0×10^5 cfu/ml แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตมีการแบ่งเซลล์ได้ดี เมื่ออยู่ในสารอาหารน้ำทิ้งแป้ง [15] นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถย่อยน้ำตาลต่อได้กรดบิวทิริกและอะซิติกด้วยกระบวนการแอซิดิฟิเคชันและอะซิโตเจเนซิส ดังสมการที่ (4.2) และ (4.3) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ ค่ากรดอินทรีย์ระเหยมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้นและมีค่าอยู่ในช่วง 295.00-2435.00 mg/L หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 56.35-83.78



จากผลการทดลองในส่วนนี้ทำให้คาดการณ์ว่าอาจจะมีก๊าซชีวภาพมีเทน เกิดขึ้นจากขบวนการเมทาไนเซชันได้อย่างต่อเนื่อง [15]

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ กับเวลา ได้แก่ ค่าของแข็งทั้งหมด ค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมี และค่ากรดอินทรีย์ระยะเหยมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา (วัน) ของการหมัก มีความสัมพันธ์ตามสมการเส้นตรง มีค่า $y = 1746.93x + 110113$, $y = -308.14x + 29718$ และ $y = 42.30x + 453.85$ ตามลำดับ เมื่อ y แทนค่า TS, COD และ VFA ในแต่ละสมการ และ x แทนรวม (วัน) ทำให้สามารถนำสมการเหล่านี้ไปใช้เพื่อคำนวณหาเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งเพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลดลงในเวลาที่กำหนดและใช้เป็นโมเดลก่อนทำการทดลองต่อไป

4.1.2 สรุปตัวกลางให้เชื้อจุลินทรีย์ตัวกลางยัดเกาะ

ส่วนที่สองเพื่อศึกษาหาตัวกลางที่จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ยัดเกาะในถังหมักถึงต่อเนื่อง พบว่า อิฐมอญเนื้อพรุนที่เตรียมจากเปลือกข้าวผสมดินเหนียว สามารถให้เชื้อจุลินทรีย์ยัดเกาะได้มากกว่าตะกร้อพลาสติก โดยพบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจากเดิม 200 เท่า เหตุผลอาจเป็นเพราะอิฐมอญเนื้อพรุนมีพื้นที่ผิวรูพรุนมากกว่า มีค่า $51.39 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ [1] ทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีพื้นที่ที่ยึดเกาะได้มาก และสามารถเจริญเติบโตแบบแบ่งตัวได้ดีเยี่ยม และพบว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมี และค่าปริมาณออกซิเจนทางชีวภาพมีค่าลดลงร้อยละ 55, 62 และ 75 ตามลำดับ และได้ข้อสรุปว่าค่าดังกล่าวลดลงมากกว่าวิธีการไม่มีตัวกลางยัดเกาะและตัวกลางตะกร้อพลาสติก

4.1.3 สรุปวิธีการหมัก

ส่วนที่สามศึกษาหาวิธีการหมักแบบกึ่งต่อเนื่องกับต่อเนื่อง ทำโดยหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์และมีอิฐมอญเนื้อพรุนเป็นตัวกลางยัดเกาะ พบว่าการหมักแบบต่อเนื่องมีประสิทธิภาพการบำบัดได้ดีกว่าแบบกึ่งต่อเนื่องเล็กน้อย สอดคล้องกับทฤษฎี [15] และผลการทดลองให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมี และปริมาณออกซิเจนทางชีวภาพมีค่า 6530.83, 2280.00 และ 66.74 mg/L ตามลำดับ หรือลดลงร้อยละ 77, 91 และ 85 ตามลำดับ และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์มีค่า 3.50×10^5 cfu/mL หรือเพิ่มขึ้น 250 เท่า เหตุผลเพราะการหมักแบบต่อเนื่องมีการให้น้ำทิ้งเข้าระบบตลอดเวลาอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราเร็ว น้ำเข้าและน้ำออกใกล้เคียงกัน เป็นการป้อนสารอาหารเพื่อช่วยให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี และสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากขึ้น [1]

บทสรุปผลการทดลองการบำบัดด้วยวิธีการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำทิ้งขนมจีนตามร่องน้ำ และจากดินบริเวณน้ำทิ้ง ขนมจีน และมีตัวกลางยัดเกาะอิฐมอญเนื้อพรุนแบบต่อเนื่องหรือแบบกึ่งต่อเนื่อง

หรือแบบกึ่งต่อเนื่องสามารถเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้มากขึ้น และลดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้มาก แต่น้ำหลังบำบัดยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งอาจเนื่องจากคุณภาพน้ำทิ้งมีการเน่าเสียมากและมีค่าสารอินทรีย์ในน้ำที่สูงมาก ดังนั้นอาจจะต้องใช้วิธีการบำบัดแบบอื่นร่วมกัน

4.2 สรุปการบำบัดด้วยวิธีการดูดซับ

งานวิจัยได้เลือกวัสดุดูดซับหรือตัวกรองได้แก่ ถ้ำกลบ มาศึกษาเพราะมีงานวิจัยเดิมพบว่าวัสดุถ้ำกลบมีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของการดูดซับมีค่า $149.16 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ และมีองค์ประกอบหลักได้แก่ คาร์บอน (C) และซิลิกา (SiO_2) มีค่าร้อยละ 40, 56 ตามลำดับ เมื่อละลายน้ำจะมีหมู่ไฮดรอกซิล Si-OH ทำให้มีความสามารถในการดูดซับโมเลกุลของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แป้งเป็นตัวอย่างดูดซับ ซึ่งการดูดซับเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของวัสดุดูดซับ และเกิดแรงดึงดูดกันด้วยแรงแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน ๆ ซึ่งเป็นการดูดซับแบบกายภาพ [1] การบำบัดด้วยวิธีการดูดซับศึกษา 2 แบบ ได้แก่ แบบถังแช่ และต่อเนื่องเปรียบเทียบกัน

4.2.1 สรุปบำบัดด้วยวิธีการดูดซับแบบถังแช่

การศึกษาเริ่มต้นด้วยการหาเวลาในการดูดซับแป้งในเทอมค่า COD ด้วยถ้ำกลบ ผลการทดลองพบว่าการดูดซับเพิ่มมากขึ้นตามเวลา (วัน) ที่เพิ่มขึ้นและให้ค่าเป็นไปตามสมการเส้นตรง $y = -1128.87x + 74143$ เมื่อ y แทนค่า COD หน่วย mg/L และ x แทนเวลาหน่วยวัน และผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมีลดลงได้อย่างต่อเนื่องตามเวลา (ตลอดช่วงเวลาประมาณ 20 วัน) และค่าลดลงอย่างช้า ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยเดิมที่พบว่าสารอินทรีย์ถูกดูดซับด้วยวัสดุธรรมชาติเป็นอย่างดี [2] และผลการหาค่าความจุการดูดซับแป้งในเทอมค่า COD ด้วยวัสดุถ้ำกลบโดยอาศัยสมการเฟรนคลิชคำนวณหาค่าความจุการดูดซับมีค่า $147.95 \pm 0.60 \text{ mg/g}$ และค่าความเข้มข้นการดูดซับมีค่า 0.0126 แสดงว่าถ้ำกลบสามารถดูดซับสารอินทรีย์ประเภทแป้งได้ดี สอดคล้องกับการดูดซับสีย้อมด้วยวัสดุถ้ำกลบมีค่า $17.97 \pm 0.75 \text{ mg/g}$ [2]

4.2.2 สรุปบำบัดด้วยวิธีการดูดซับแบบต่อเนื่อง

ผลการศึกษาหาค่าความจุการดูดซับแป้งในเทอม COD ด้วยวัสดุถ้ำกลบแบบต่อเนื่องมีการคำนวณโดยอาศัย COD ด้วยวัสดุถ้ำกลบแบบต่อเนื่องมีการคำนวณโดยอาศัย Breakthrough curve มีค่า $906.35 \pm 0.90 \text{ mg/g}$ พบว่าการบำบัดแบบต่อเนื่องมีค่าสูงกว่าแบบถังแช่ประมาณ 6 เท่า สอดคล้องกับงานวิจัยเดิม [2]

4.2.3 สรุปผลการบำบัดน้ำทิ้งขมจืดด้วยวิธีการดูดซับ

ทำการศึกษาบำบัดน้ำทิ้งขมจืดด้วยวิธีการบำบัดแบบถังแช่พบว่าถังนำน้ำทิ้งขมจืดในวัสดุถั่วแกลบที่มีอิฐมอญเนื้อพรุนอยู่ด้วยและมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงไปจะทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดได้ดีกว่าการบำบัดแบบแช่น้ำทิ้งด้วยวัสดุถั่วแกลบ และผลการทดลองพบว่า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าจาก 27885.71 ลดลงเป็น 5505.29 mg/L ค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมีมีค่าจาก 25600.00 ลดลงเป็น 820.00 mg/L และค่าปริมาณออกซิเจนทางชีวภาพมีค่าจาก 444.94 ลดลงเป็น 41.33 mg/L และจำนวนเชื้อมีค่าจาก 1.00×10^5 เพิ่มขึ้นเป็น 1.75×10^5 cfu/mL และเมื่อทำการบำบัดแบบต่อเนื่องโดยถังพักผสมเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำลงในระบบพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งขมจืดมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าแบบถังแช่ดังกล่าวมาแล้ว และพบว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดค่าปริมาณออกซิเจนทางเคมีและปริมาณออกซิเจนทางชีวภาพ มีค่า 355.21 mg/L 145.00 และ 26.99 คิดเป็นร้อยละการลดลง 98.73, 99.94 และ 93.93 ตามลำดับ ผลของน้ำหลังบำบัดทางกายภาพจะใสขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน

4.3 บทสรุป

การบำบัดน้ำทิ้งประเภทแป้งด้วยวิธีการหมักแบบต่อเนื่องหรือกึ่งต่อเนื่อง เติมเชื้อจุลินทรีย์และมีตัวกลางยึดเกาะอิฐมอญเนื้อพรุนในน้ำทิ้งขมจืด ทำให้คุณภาพน้ำหลังบำบัดดีขึ้นและมีจำนวนเชื้อเจริญเติบโตได้ดีเพื่อใช้บำบัดน้ำได้ต่อไปอีก และการบำบัดด้วยวิธีการดูดซับแบบต่อเนื่องโดยให้น้ำทิ้งผสมเชื้อจุลินทรีย์เข้าไป จะสามารถช่วยบำบัดน้ำทิ้งให้มีคุณภาพดีขึ้น สังเกตเห็นน้ำใสขึ้น ดังนั้นถ้านำการบำบัดทั้งสองวิธีมาต่อเนื่องกันเป็นระบบเดียวจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสมบูรณ์ได้ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่น่าจะศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. รัตนา มหาชัย และคณะ **ศึกษาหาพื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุดูดซับบางชนิด** [รายงานวิจัย] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2541
2. รัตนา มหาชัย และคณะ **การจัดตั้งย้อมในน้ำทิ้งด้วยวัสดุเถ้ากลบ** [รายงานวิจัย] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2545
3. รัตนา มหาชัย และคณะ **ถังบำบัดน้ำเสีย** มหาวิทยาลัยขอนแก่น จดอนุสิทธิบัตร เลขที่ 2873 ลงวันที่ 29 กันยายน 2549
4. รัตนา มหาชัย และคณะ **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบอยู่กับที่โดยใช้พลังงาน** สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและมหาวิทยาลัยขอนแก่น จดอนุสิทธิบัตร เลขที่ 4160 ลงวันที่ 4 เมษายน 2551
5. C-H Xing, Y. Qian et. al. **Physical and biological characteristics of a tangential-flow MRB for municipal wastewater treatment** ; Journal of membrane science 191 (2001) 31-42
6. I. Yazquez, J. Rodriguez et. al. **Study of the aerobic biodegradation of coke wastewater in two and three step activated sludge process** ; Journal of hazardous materials B 137 (2006) 1681-1688
7. O.S. Amuda, I. A. Amoo, **Coagulation / flocculation process and sludge conditioning in beverage industrial wastewater treatment.** Journal of hazardous materials 141 (2007) 778-783
8. X. Colin, J.L. Farinet et. al. **Anaerobic treatment of cassava starch extraction wastewater as support.** Journal bi-resource technology 98 (2007) 1602-1607
9. Young W. Kang, Karen M. Mancl et. al. **Treatment of turkey processing wastewater with and filtration.** Journal bioresource technology 98 (2007) 1460-1466
10. G. Sekaran, K. Ramani et. al. **Oxidative destabilization of dissolved organics and E. coli in domestic wastewater through immobilized cell reactor system.** Journal of environmental management 84 (2007) 123-133
11. Amit Kumar, Asheesh Kumar Yadav et. al. **Treatment of low strength industrial cluster wastewater by anaerobic hydrid reactor.** Journal bioresource technology 99 (2008, 3123-3129)
12. Gabriela Roa-Morals, Eduardo campos Medina, et. al. **Aluminum electrocoagulation with peroxide applied to wastewater from pasta and cookie processing.** Journal separation and purification technology 54 (2007) 124-129
13. Cristiana Goncalves, Marlene Lopes, et. al. **Biological treatment of olive mill wastewater by non conventional yeasts.** Journal bioresource technology 100 (2009) 3759-3763.
14. Tianher Chen, Xiaoming Huang, et. al. **treatment of coking wastewater by using manganese and magnesium** , Journal hazardous material 168 (2009) 843-847

15. สุรสิทธิ์ เรืองเวชภักดี (2538) การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนด้วย **Effective microorganism** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
16. จุฑารัตน์ ปังอุณา และธีรพล เพ่งพิศ (2539) การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงาน **ขนมจีน** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
17. นัทรชัย ลิขิตรัตน์เจริญ (2539) การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนโดย **ระบบถังหมักแบบต่อเนื่องจำลอง** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น