การศึกษาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพรวม
EVALUTION OF THE OPTIMIZED CONDITION FOR BIOLOGICAL TREATMENT

ตาริกา ทองเทพ, พิชามาศ ตันเต๊ก, อรรถพล ประดับศรี และ วรณี ตันกิติยานนท์ [1)]
1) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา Email : voranee@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพรวมของบริษัท ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาระบบสองส่วนของโรงงานคือระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน และระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วน ในส่วนแรกสำหรับระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะศึกษาถึงผลของค่า BOD Loading ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัด BOD และศึกษาสภาวะความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD, COD และ G&O พบว่า BOD Loading สูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ลดลงซึ่งจากระบบที่ศึกษาพบว่าที่ BOD Loading 800 mg/l จะให้ประสิทธิภาพการลดค่า BOD สูงถึง 90%แต่อย่างไรก็ตามที่สภาวะ BOD Loading 1,000-1,500 mg/l จะได้ประสิทธิภาพการลดค่า BOD ค่อนข้างคงที่คืออยู่ที่ประมาณ 68% และพบว่าที่สภาวะความเป็นกรดสูงจะทำให้ประสิทธิภาพการลดค่า BOD ต่ำลง ซึ่งพบว่าสภาวะเป็นกลางคือ pH ประมาณ 7-7.5 ระบบจะมีประสิทธิภาพการลดค่า BOD COD และ G&O อยู่ที่ประมาณ 78% 75% และ 78% ตามลำดับ และสำหรับระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งศึกษาผลของค่าอาหารต่อจำนวนจุลินทรีย์ (F/M Ratio) ที่มีผลต่อการลดค่า BOD และ COD ของระบบ พบว่าในช่วงของ F/M Ration ที่ศึกษาคือ 0.02-0.10 ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD และ COD ซึ่งมีประสิทธิภาพค่อนข้างคงที่อยู่ที่ 99% และ 75% ตามลำดับ

คำสำคัญ : บำบัดน้ำเสีย, ระบบไม่ใช้ออกซิเจน, ระบบแบบใช้ออกซิเจน

1. บทนำ

บริษัท ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดใหญ่ที่ทำการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปและขนมปังกรอบชั้นนำของประเทศ วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้งสาลีซึ่งใช้ผลิตเส้นบะหมี่ น้ำมันปาล์มใช้สำหรับทอดเส้นบะหมี่ และเครื่องปรุงรสต่างๆแหล่งกำเนิดน้ำเสียของโรงงานเกิดจากขั้นตอนในการล้างวัตถุดิบ ล้างเครื่องจักร และล้างพื้นโรงงาน กระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานจึงประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1)การกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยระบบตะกอนลอยด้วยอากาศละลาย (Dissolved Air Floatation, DAF) 2)ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Filter, AF) เพื่อลดค่า BOD และส่วนที่ 3)ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (Activated Sludge, AS) เพื่อลดค่า BOD อีกครั้ง และเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ(บริษัทไทยเพรสซิเดนท์ฟูดส์จำกัด, 2537)

ซึ่งปัญหาที่พบนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่ 1 นั้นคือน้ำที่ออกจากระบบการกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยระบบตะกอนลอยด้วยอากาศละลาย ก่อนจะเข้าสู่ระระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงที่เป็นกรด ทำให้การทำงานของระบบเกิดประสิทธิภาพที่ไม่ดีเท่าที่ควร และระบบกำลังจะล้มเหลว และส่วนที่ 2 เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่มีความเสถียรในการทำงาน จึงต้องการหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาเฉพาะค่า

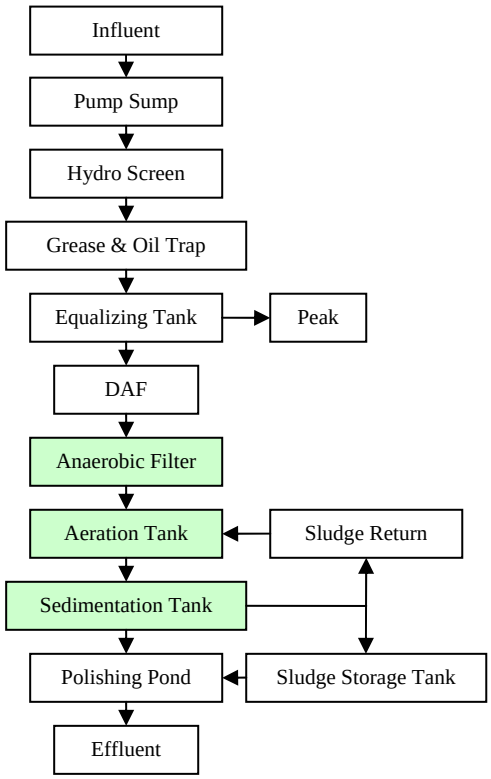
อัตราส่วนปริมาณอาหารต่อจุลินทรีย์(F/M Ratio) ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

2. อุปกรณ์

2.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

วัดค่า COD ด้วย เครื่อง spectrophotometer วัดค่า BOD ด้วย DO meter และวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วย pH meter

2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียของบริษัทไทยเพรซิ-เดนท์ฟูดส์



รูปที่ 1 แสดง Block Diagram แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียของบริษัทไทยเพรสซิเดนท์ฟูดส์

3. วิธีการทดลอง

3.1 ศึกษาผลของ BOD Loading ต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD

โดยเก็บข้อมูล BOD ที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน และที่ทางออกของระบบดังกล่าวเมื่อเวลาผ่านไป 2 วัน และวิเคราะห์ผลดังกล่าวที่ BOD Laoding ต่างๆ ตั้งแต่ 700 mg/l ถึง 2,000 mg/l

3.2 ศึกษาผลของความเป็นกรดด่างต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD COD และ G&O สำหรับระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

โดยทำการปรับค่า pH อยู่ที่ 4.5, 5.5, 6.5, 7.5 ของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 2 วัน จากนั้นจึงทำการวัดค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand) และ G&O ของน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

3.3 ศึกษาผลของค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio)ที่มีต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD และ COD ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน

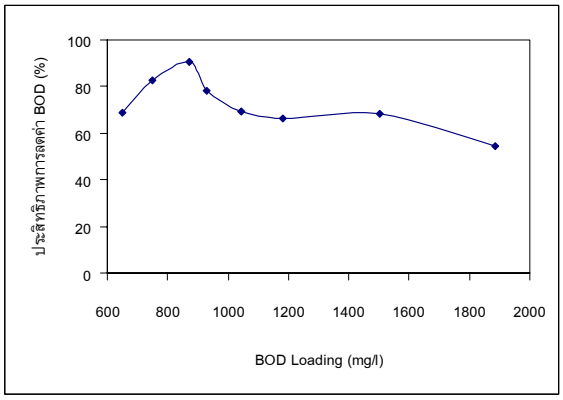
โดยศึกษาที่ค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) อยู่ในช่วง 0.02-0.10 โดยการปรับค่า MLSS (Mixed Liquid Suspended Solids)ที่เข้ามาในระบบของน้ำเสียก่อนเข่าสู่ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 2 วัน จากนั้นจึงทำการวัดค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand)และ COD (Chemical Oxygen Demand) ของน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน

4. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ศึกษาผลของ BOD Loading ต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD ในระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

จากการศึกษาการทำงานของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน พบว่าค่า BOD Loading มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัด BOD ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 2 คือ ที่ 700 – 1,000 mg/L จะมีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD 70% - 90% และที่ BOD Loading 1,000 – 1,500 mg/L จะมีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ค่อนข้างคงที่คือประมาณ 68% แต่ที่ BOD Loading มากกว่า 1,500 mg/L ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD จะลดลงเนื่องจากที่ BOD Loading ต่ำ ๆ ซึ่งอาจเปรียบเป็น

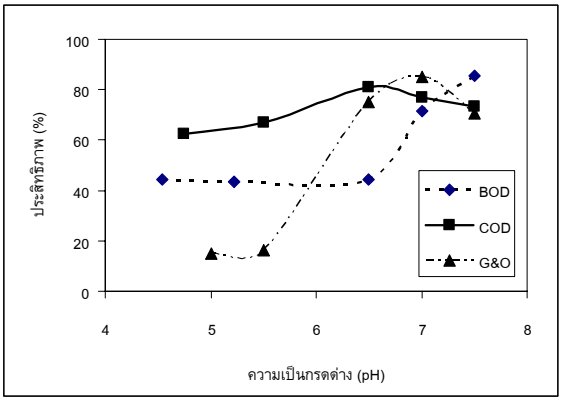
อาหารของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อปริมาณอาหารมีน้อย จุลินทรีย์ที่มีอยู่จำนวนหนึ่งก็จะสามารถย่อยสลายได้จนเกือบหมด แต่เมื่อ BOD Loading เพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการกำจัด BOD มีแนวโน้มที่จะลดลง เนื่องจากในการย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่า BOD เพิ่มขึ้น แต่จำนวนจุลินทรีย์มีปริมาณเท่าเดิมทำให้มีอาหารเหลือ ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD จึงลดลง (คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538) นอกจากนี้อาจเป็นเพราะระบบมีอายุการใช้งานมานานจึงอาจทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ลดลงด้วย (ในการออกแบบระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนของโรงงานได้มีการออกแบบระบบไว้สำหรับ BOD Loading ไม่เกิน 2,700 mg/L และมีสมมุติฐานว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด 90%)



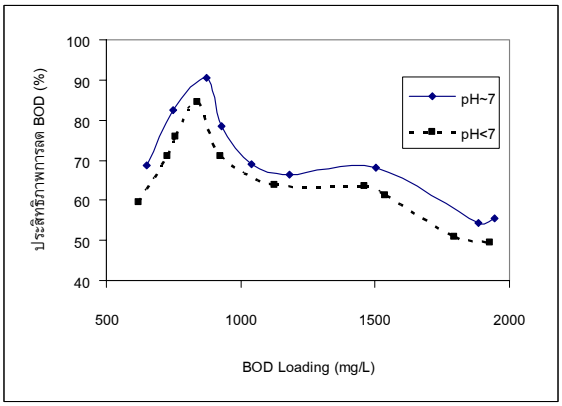
รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง BOD Loading กับประสิทธิภาพการกำจัด BOD

4.2ศึกษาผลของความเป็นกรดด่างต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD COD และ G&O สำหรับระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัด BOD, COD และ G&O ที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง(pH) ต่างๆ โดยพิจารณาที่ BOD Loading 1,000 – 1,500 mg/L เนื่องจากที่ BOD Loading ดังกล่าวมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัด BOD เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากรูปที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัด BOD, COD และ G&O ที่ค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 7 คือ 71.52%, 77.1% และ 85% ตามลำดับ และที่ค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 7.5 คือ 85.47%, 73.19% และ 70.8% ตามลำดับ ซึ่งช่วงค่าความเป็นกรด – ด่างที่เป็นกลางเป็นช่วงที่ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงที่สุด (อริสรา, 2543) และจากรูปที่ 4 จะพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ที่ค่าความเป็นกรด – ด่างที่สภาวะเป็นกลาง(pH~7) จะมีค่าสูงกว่าในสภาวะที่เป็นกรด (pH<7) ประมาณ 10%



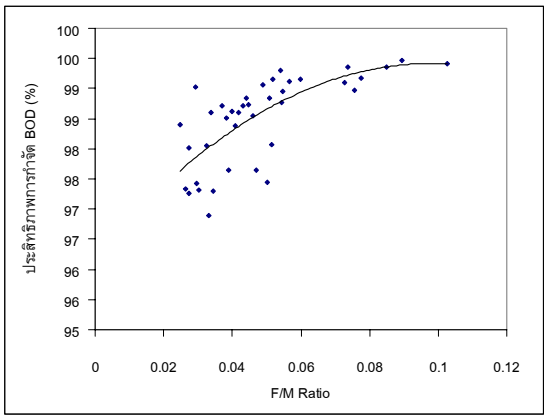
รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับประสิทธิภาพการกำจัด BOD, COD และ G&O ที่ BOD Loading 1,000 – 1,500 mg/L



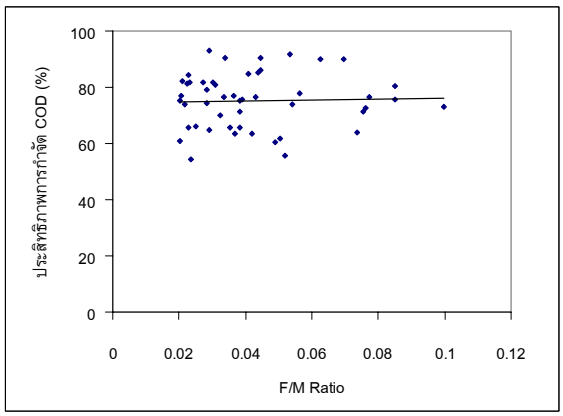
รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง BOD Loading กับประสิทธิภาพการกำจัด BOD

4.3 ศึกษาผลของค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio)ที่มีต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD และ COD ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน

จากการศึกษาการทำงานของระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน โดยพิจารณารูปที่ 5 และรูปที่ 6 พบว่าเมื่อค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัด BOD และ COD น้อยมาก คือเมื่อสร้างเส้นแนวโน้มจะพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัด BOD และ COD มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5%



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) กับประสิทธิภาพการกำจัด BOD



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) กับประสิทธิภาพการกำจัด COD

4.4 วิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

จากผลการทดลองในส่วนที่ 4.2 นั้นเมื่อทำการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับโรงงานในการปรับปรุงระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้น้ำเสียมีคุณสมบัติที่เป็นกลาง (pH 7) ก่อนเข้าถังบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน แทนการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีค่าความเป็นด่างสูงก่อนเข้าระบบตะกอนลอยเพื่อให้ค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเป็นกลางที่บริเวณทางเข้าระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน สรุปผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ได้ดังตารางที่ 1 นั่นคือเมื่อลงทุน 35,000 บาท ทำให้โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 9,889 บาทต่อปี

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เมื่อเพิ่มระบบการปรับ pH ที่น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ระบบก่อนปรับปรุง	ระบบหลังปรับปรุง
เงินลงทุน – บาท (ไม่มีค่าใช้จ่าย)	เงินลงทุน 33,500 บาท -ปั๊ม 25,000 บาท - ถัง 3,500 บาท - ระบบท่อ 5,000 บาท (โรงงานออกค่าใช้จ่าย 25,000บาท โครงการออกค่าใช้จ่าย 8,500 บาท)
ค่าใช้จ่าย -การเติม NaOH ต่อปี 56,826 บาทต่อปี	ค่าใช้จ่าย - การเติม NaOH ต่อปี 46,494 บาทต่อปี - ค่าไฟฟ้า 443 บาทต่อปี
รวม 56,826 บาทต่อปี	รวม 46,937 บาทต่อปี

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบว่า

- ควรปรับค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำเสียก่อนส่งเข้าบำบัดในระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้เป็นกลาง(pH 7 - 7.5) เพื่อให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมีค่าสูง
- เมื่อปรับปรุงระบบของโรงงานใหม่โดยการปรับค่าความเป็นกรดด่างโดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์

ที่น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน แทนการเติมให้น้ำเสียมีความเป็นด่างสูงๆ ก่อนเข้าระบบตะกอนลอย จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 9,889 บาท

- ในการควบคุมระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนนั้นค่าอัตราส่วนปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) ให้อยู่ในช่วง 0.04 — 0.10 ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดค่า BOD COD ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานทางวิศวกรรมนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ได้รับความอนุเคราะห์ทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรม สำนักปริญญาตรีประจำปี 2546

ขอขอบพระคุณ บริษัท ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ จำกัด (มหาชน) เป็นอย่างยิ่งที่ให้โอกาสในการทำโครงงาน อีกทั้งสนับสนุนอุปกรณ์และสารเคมี คุณสุมลรัตน์ กมลโชติ ผู้จัดการฝ่ายวิจัยพัฒนาและประกันคุณภาพ คุณทรงภพ บูรณศิลป์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำโครงงาน เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี และเจ้าหน้าที่ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และให้ความรู้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำโครงงาน

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย* พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

บริษัท ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ จำกัด(มหาชน). *คู่มือสนามสำหรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย*, 2537.

สมลักษณ์ บุญญรักษ์. *การศึกษาการจัดการน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีการศึกษา 2544.

อลิสรา วงศ์กิตติวิมล. *การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นโดยถังปฏิกรณ์ไฮบริดแบบไม่ใช้ออกซิเจน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีการศึกษา 2543.