

| | |
|-------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การกำจัดสารอินทรีย์และบำบัดสีในน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม |
| หน่วยกิต | 42 |
| ผู้เขียน | นายวาสนศักดิ์ ลิมควสุวรรณ์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รศ. ดร. ภาวิณี ชัยประเสริฐ ดร. ชินพงศ์ วังใน |
| หลักสูตร | ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม |
| สายวิชา | เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม |
| คณะ | พลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ |
| พ.ศ. | 2553 |

บทคัดย่อ

ถึงปฏิกรณ์แผ่นกั้นไม่ใช้อากาศลูกผสม (Anaerobic baffled and fixed film reactor, ABFFR) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์และสารแขวนลอยในน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยถึงปฏิกรณ์ ABFFR ได้ถูกพัฒนามาจากระบบแผ่นกั้นร่วมกับระบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์ ซึ่งถึงปฏิกรณ์ ABFFR มีทั้งหมด 4 ห้อง โดยห้องสุดท้ายใส่ตาข่ายพลาสติกเป็นวัสดุตัวกลาง ข้อได้เปรียบของถึงปฏิกรณ์นี้จะมีระยะเวลาเก็บสารแขวนลอยนานกว่าระยะเวลาเก็บน้ำเสีย การศึกษานี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกทำการศึกษากำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยถึงปฏิกรณ์ ABFFR โดยทำการศึกษากำจัดสารอินทรีย์ในถึงปฏิกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์และสารแขวนลอยและศึกษาพฤติกรรมการทำงานในแต่ละห้องของถึงปฏิกรณ์ ABFFR ส่วนที่สองทำการศึกษากำจัดสีและสารประกอบฟีนอลที่เหลือในน้ำเสียขาออกจากกระบวนการบำบัดไม่ใช้อากาศด้วยวิธีทางชีววิทยา

การศึกษาส่วนแรกนี้ได้ป้อนน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเข้าถึงปฏิกรณ์โดยมีอัตราการป้อนอยู่ที่ 1.2 ลิตรต่อวัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีระยะเวลาเก็บน้ำเสีย 20 วัน ในการศึกษาการหมุนเวียนน้ำเสียในห้องที่ 1 ของถึงปฏิกรณ์ ABFFR ได้ทำการศึกษา 3 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการหมุนเวียน การหมุนเวียนกึ่งต่อเนื่อง (อัตราการหมุนเวียน 3.15 ลิตรต่อนาทีจำนวน 4 ครั้งๆ ละ 15 นาทีต่อวัน) การหมุนเวียนต่อเนื่อง (อัตราการหมุนเวียน 3.15 ลิตรต่อนาที ตลอด 24 ชั่วโมง) พบว่าการหมุนเวียนแบบกึ่งต่อเนื่อง ทำให้ประสิทธิภาพรวมของการผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้นจาก 13.33 เป็น 22.25 ลบ.ม/ลบ.ม น้ำเสียโรงงานปาล์ม และร้อยละของมีเทนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 48.5 เป็นร้อยละ 62.6 เมื่อเทียบกับไม่มีการหมุนเวียนน้ำเสียในระบบ จากการเดินถึงปฏิกรณ์แผ่นกั้นไม่ใช้อากาศลูกผสม 118 วันหรือ 6 รอบ

ระยะเวลาเก็บน้ำเสีย (HRT) พบว่า ประสิทธิภาพรวมของการบำบัดชีโอดีและสารแขวนลอยมากกว่าร้อยละ 90 และ 80 ตามลำดับ และสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ 6.9 ลิตรต่อวัน เมื่อพิจารณาห้องหมักแผ่นกั้นสามห้องแรกของถังปฏิกรณ์เกิดการไฮโดรไลซิสสารแขวนลอยและเกิดการผลิตกรดขึ้น โดยพบว่าในแต่ละห้องของถังปฏิกรณ์นั้นสามารถย่อยเซลลูโลสได้ร้อยละ 68, 22 และ 9.8 ของเซลลูโลสทั้งหมด ตามลำดับ โดยห้องแรกสามารถไฮโดรไลซิสเซลลูโลสได้ดีที่สุด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในสามห้องแรกนั้นอยู่ในช่วง 4.5-5.0 โดยพบกรดไขมันระเหยง่ายปริมาณมากในสามห้องแรกที่มีความเข้มข้น 8-9 กรัมต่อลิตร ชนิดของกรดที่พบคือ อะซิเตท บิวทาเรท และ โพรพิกไอเนท ห้องสุดท้ายของถังปฏิกรณ์เกิดการผลิตก๊าซมีเทนและปริมาณการสะสมกรดไขมันระเหยได้ต่ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.7 นอกจากนี้ยังพบว่า ผลผลิตของก๊าซชีวภาพและมีเทนมีปริมาณสูงคือ 0.37-0.52 และ 0.26-0.37 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมชีโอดีละลายน้ำที่ถูกกำจัด ตามลำดับ

แต่อย่างไรก็ตามน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ผ่านการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้วยังมีสีและสารประกอบฟีนอลเหลืออยู่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ดังนั้นในการศึกษาต่อมาจึงได้ทำการวิจัยการกำจัดสีที่เหลืออยู่ในน้ำเสียด้วยเชื้อ *L. plantarum* SF5.6 ซึ่งเป็นเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำจากสาหร่ายที่สกัดจากเชื้อทั้งหมด 2,114 ตัว ที่ได้ทำการคัดแยกมาจากตัวอย่างผักและผลไม้หมักคอง ผักและผลไม้ที่เน่าเสีย ดิน และตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เชื้อแลคติกแอซิด SF5.6 ได้ทำการระบุชนิดด้วยเทคนิค 16S rDNA และการย่อยสลายแป้งและน้ำตาล (API 50 CH) จากการทดสอบการบำบัดสีในน้ำเสียจริงพบว่า เชื้อมีความสามารถในการกำจัดสีและสารประกอบฟีนอลได้ร้อยละ 16 และ 34 ตามลำดับ ต่อมาได้ศึกษาทำการทดสอบเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดสีและสารประกอบฟีนอลของเชื้อด้วยสารอาหารกลูโคสและยีสต์สกัดในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 0.5-2.0 และร้อยละ 0.1-0.4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ โดยทำการทดสอบในขวด Duran ขนาด 1 ลิตร ซึ่งภายในบรรจุน้ำเสีย นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเชื้อ *L. plantarum* SF 5.6 ที่ความเข้มข้นของกลูโคสร้อยละ 1 ยีสต์สกัดร้อยละ 0.3 มีความสามารถในการกำจัดสี สารประกอบฟีนอล และสารอินทรีย์ได้สูงสุดที่ร้อยละ 54, 42 และ 47 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเติมสารอาหารกับไม่เติมพบว่า การเติมสารอาหารทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีและสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นร้อยละ 43 และ 25 ตามลำดับ และทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 5 เท่า จากผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีและสารประกอบฟีนอลในน้ำเสียเป็นผลโดยตรงจากการเจริญเติบโตเชื้อ *L. plantarum* SF5.6

| | |
|-----------------------|--|
| Dissertation Title | Organic Removal and Decolorization of Palm Oil Mill Effluent |
| Dissertation Credits | 42 |
| Candidate | Mr. Vassanasak Limkhuansuwan |
| Dissertation Advisors | Assoc. Prof. Dr. Pawinee Chaiprasert Dr. Chinnapong Wangnai |
| Program | Doctor of Philosophy |
| Field of Study | Environmental Technology |
| Department | Environmental Technology |
| Faculty | School of Energy, Environment and Materials |
| B.E. | 2553 |

Abstract

The anaerobic baffled-fixed film reactor (ABFFR) in this study was designed for enhancing the biodegradation of high organic matter and suspended solid (SS) in palm oil mill effluent (POME). An ABFFR was developed by a baffled process combined with plastic nets fitted inside the last fourth compartment of reactor. The most significant advantages of the ABFFR is solid retention time longer than hydraulic retention time. This study was divided in to two parts. First part, organic removal in palm oil mill effluent by ABFFR reactor was studied. The effect of recirculation mode in 1st compartment of ABFFR reactor to enhance degradation of suspended solid was studied and performance characteristic in each compartment were evaluated. Second part, decolorization and phenolic compound reduction in effluent anaerobic digestion processes of palm oil mill industry by bio-treatment was determined.

The first study, POME containing high concentration of COD and SS was semi-continuously upflow fed at 1.2 l/d. The reactor was operated within ambient temperature at 20 days hydraulic retention time. Three modes of hydraulic recirculation were carried under no recirculation, semi- continuous recirculation (3.15 l/min for 15 minutes, fourth time a day) and continuous recirculation (3.15 l/min for 24 hours). The recirculation was done in the first compartment itself. The change of recirculation mode from no recirculation to semi-continuous recirculation was found the considerable improvements in overall performance of biogas from 13.33 to 22.25 m³/m³-POME and methane content were 48.5 to 62.6%, respectively. The reactor was run for 6 cycles of HRT (118 days). During 118 operating days, the overall performance of ABFFR in term of COD and SS

removal were 90% and 80%, respectively with methane production of 6.9 l/d. The performance characters of the first to third baffle compartment act as hydrolysis and fermentation chamber by hydrolyzing cellulose at 68, 22 and 9.8%, respectively. pH was in acidic range of 4.5-5.0. Volatile fatty acid was found approximately 8-9 g/l which acetate was major found and followed by butyrate and propionate in three compartments. The fourth compartment acts as methanogenic chamber with pH of 7.7 and less volatile fatty acids accumulation. High biogas and methane production was found. Biogas and methane yield were 0.37-0.52 and 0.26-0.37 m³/kg soluble COD removed, respectively.

However, the treated of POME (TPOME) from anaerobic process still remained color and phenolic compounds that affected in micro and macro-aquatic life. *Lactobacillus plantarum* SF5.6 was tried to use for treatment of color and phenolic compounds in TPOME. This strain had highest ability of molasses melanoidin (MM) decolorization among the 2114 strains of lactic acid bacteria. The strains were isolated from pickle fruits and vegetables, spoilage fruits and vegetables, soil and sludge from the wastewater treatment system by using technical step of enrichment, primary screening and secondary screening. This strain SF5.6 was identified by 16S rDNA analysis and carbohydrate fermentation (API 50 CH). This strain also had the ability to remove color and phenolic compounds in TPOME 16 % and 34 %, respectively. To enhance *L. plantarum* in decolorization and reduction of phenolic compounds in treated POME, nutrient supplement using glucose and yeast extract as carbon and nitrogen sources were studied. The effects of glucose and yeast extract were studied in the range of 0.5-2.0% and 0.1-0.4% (w/v), respectively. The experiments were carried out in 1 l-Duran glass laboratory bottle containing sterilized TPOME and incubated at 30 °C under anoxic condition for 7 days. It was found that *L. plantarum* showed the maximum decolorization yield (54 %), phenolic compounds reduction (42 %) and COD removal (47 %) by supplement 1 % glucose and 0.3 % yeast extract. The results of decolorization yield and phenolic compounds reduction were higher than TPOME without nutrient supplement in 43% and 25%, respectively, as well as the cell growth was more than 5 times. It was noticed that decolorization and phenolic compounds reduction in TPOME were directly depended on the cell growth.