วิมลมาศ บุญยั่งยืน : การประยุกต์ใช้ระบบไร้อากาศร่วมกับระบบปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรองแบบมีตัวกลาง สำหรับบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมแบบสารอินทรีย์ย่อยสลายยาก (APPLICATIION OF ANAEROBIC PROCESS AND HYBRID MEMBRANE BIOREACTOR FOR REFRACTORY TEXTILE WASTEWATER TREATMENT) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร, 260 หน้า

น้ำเสียฟอกย้อมเป็นน้ำเสียที่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ย่อยสลายยาก และมีความเป็นพิษ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศสามารถกำจัดสีย้อมอะโซได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก่อให้เกิดสารประกอบอะโรมาติก ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย และเป็นสารก่อมะเร็ง แต่สารประกอบอะโรมาติกเหล่านี้สามารถกำจัดได้ด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้ระบบปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรองแบบมีตัวกลาง เพื่อช่วยในการกักเก็บจุลินทรีย์ไว้ในระบบเพิ่มมากขึ้น และช่วยลดปัญหาการอุดตันของเยื่อกรอง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัด และปัจจัยที่มีผลต่อระบบปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรองแบบมีตัวกลาง (Hybrid Membrane Bioreactor, HMBR) เทียบกับระบบปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรอง (Membrane Bioreactor, MBR) สำหรับการบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมแบบสารอินทรีย์ย่อยสลายยากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยระบบไร้อากาศ รวมทั้งศึกษาเส้นทางการย่อยสลายสีย้อมอะโซและศึกษาลักษณะของตะกอนที่มีผลต่อการอุดตันเยื่อกรอง

ในการบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมขั้นต้นด้วยระบบไร้อากาศ พบว่าที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นจะมีค่าสัดส่วน BOD/COD เพิ่มขึ้นจาก 0.15 เป็น 0.43 หรือเพิ่มขึ้น 2.87 เท่าเมื่อเทียบกับน้ำเสียฟอกย้อม เนื่องจากจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศปล่อยเอนไซม์ย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กทำให้สามารถย่อยสลายได้ง่ายขึ้น แต่จะเกิดสารประกอบ Aniline, Methyl vinyl ketone, Anilinium ion, Phenylenediamine, Naphthylamine, 1-Amino-2-naphthol-4-sulfonic acid, Sulfanilic acid และ Cyanuric acid ซึ่งมีความเป็นพิษสูงและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดจำเพาะของจุลินทรีย์ลดลง

สำหรับการบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยระบบ HMBR เทียบกับระบบ MBR พบว่าที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง ระบบ HMBR มีประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ในรูป COD และ BOD สูงกว่าระบบ MBR และที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง ระบบ HMBR มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบ Sulfanilic acid และ Anilinium ion สูงกว่าระบบ MBR 16.7% และ 33.0% ตามลำดับ ระบบ HMBR นี้สามารถกำจัดสารอินทรีย์ย่อยสลายยากได้สูง เนื่องจากมีตัวกลางถ่านกัมมันต์ให้จุลินทรีย์ยึดเกาะเป็นแผ่นฟิล์มชีวมวล ส่งผลให้มีปริมาณ

จุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นและมีเอนไซม์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ อีกทั้งยังเกิดสภาวะแอน็อกซิกในรูพรุนของตัวกลางถ่านกัมมันต์ทำให้เกิดปฏิกิริยาดีไนทริฟิเคชั่นด้วย

เมื่อพิจารณาศักยภาพการเดินระบบที่ระยะเวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง พบว่าระบบ HMBR สามารถเดินระบบได้นานกว่าระบบ MBR 1.98 เท่า และมีค่าอัตรา Irreversible fouling ต่ำกว่าระบบ MBR 2.0 เท่า เนื่องจากตัวกลางถ่านกัมมันต์ช่วยเพิ่มแรงเฉือนระหว่างชั้นเค้กและผิวเยื่อกรอง ส่งผลให้เกิดการสะสมของชั้นเค้กลดลง ทำให้สามารถยืดระยะเวลาการเดินระบบได้นานขึ้น นอกจากนี้ พบว่าระบบ HMBR มีค่าความต้านทานการอุดตันภายในต่ำกว่าระบบ MBR 9.87% และมีอัตรา Irrecoverable fouling ต่ำกว่าระบบ MBR 6.8 เท่า ดังนั้นระบบ HMBR เกิดการอุดตันภายในช้ากว่าระบบ MBR เนื่องจากเกิดการรวมตัวของสารอุดตันเป็นแผ่นฟิล์มชีวมวลบนตัวกลางถ่านกัมมันต์ ทำให้สารอุดตันในระบบลดลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

WIMONMAS BOONYUNGYUEN : APPLICATION OF ANAEROBIC PROCESS AND HYBRID MEMBRANE BIOREACTOR FOR REFRACTORY TEXTILE WASTEWATER TREATMENT. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. BOONCHAI WICHITSATHIAN, Ph.D., 260 PP.

REFRACTORY TEXTILE WASTEWATER/HYBRID MEMBRANE BIOREACTOR/ACTIVATED CARBON/FOULING

Textile wastewater contains refractory organic compounds and is highly toxic. The anaerobic treatment processes can efficiently eliminate the dyes' azo linkages. These decolorization processes however result in hazardous aromatic compounds, which in turn affect the microorganism growth in wastewater treatment process and are carcinogenic. Nevertheless, these aromatic compounds are degradable under aerobic treatment processes. Consequently, hybrid membrane bioreactor can be applied to store biomass in the system and prevented the fouling system.

The aim of this research is to investigate removing efficiency and involving factors that affect the Hybrid Membrane Bioreactor (HMBR) system, compared to that of Membrane Bioreactor (MBR), for treating refractory textile wastewater under anaerobic conditions. Additionally, it also studies the azo dye degradation pathway and the sludge characteristics that cause membrane fouling.

It was revealed that, the refractory textile wastewater treated under anaerobic conditions at 24-hr HRT, retains the optimum BOD/COD ratio of 0.43, which is 2.87 times increased from the initially untreated value of 0.15. This is because the anaerobic microorganisms release enzymes, which can more easily degrade large organic matters into smaller ones. Most of small by-products from these anaerobic

processes however, generate highly toxic substances, including Aniline, Methyl vinyl ketone, Anilinium ion, Phenylenediamine, Naphthylamine, 1-Amino-2-naphthol-4-sulfonic acid, Sulfanilic acid and Cyanuric acid. An effect of these substances is that it decreases maximum specific growth rate of microorganisms.

The comparative evaluation of the primary textile wastewater treatment using and HMBR and MBR at 24, 12, and 6-hr was presented. Regarding COD and BOD removal, HMBR performed better than MBR at every HRT. At the 24-hr HRT, the HMBR removed Sulfanilic acid and Anilinium ion, respectively 16.7% and 33.0% more efficiently than the MBR. The findings indicate that HMBR is capable of greatly removing the refractory organic compound. It was due to the fact that there is an activated carbon (AC) surface, on which the microorganisms can attach, forming biofilm. This consequently increased the amount of microorganisms and resulted in organic degrading enzyme. In addition, the anoxic condition happened internally at the porous structure of the AC biofilm, causing the denitrification reaction.

Upon determining the operating potential at the 24-hr HRT, it was revealed that the HMBR operation time was 1.98 times longer than that of the MBR. In addition, the irreversible fouling rate of the former was also 2.0 times lower than the later. This was because the AC increased the sheer force between cake layer and membrane surface, decreasing the accumulation of the cake layer and thus extending the operating time. Moreover, the fouling resistance for HMBR was found to be 9.87% less than that of the MBR. The irrecoverable fouling for HMBR was also 6.8 times less than that for the MBR. This was because the foulant was formed on the AC as biofilm, reducing more foulant in the HMBR system than was the MBR.

School of Environmental Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2012 Advisor's Signature_____