พัชรินทร์ ราโช : การศึกษาระบบ DOWNFLOW HANGING SPONGE (DHS) โดยใช้เชื้อแบคทีเรียและราเพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากระบบ UASB ในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง (INVESTIGATION OF DOWNFLOW HANGING SPONGE (DHS) SYSTEM USING BACTERIAL AND FUNGAL CULTURES AS A POST TREATMENT FOR THE UASB EFFLUENT OF A TAPIOCA STARCH WASTEWATER) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร, 309 หน้า.

การศึกษาระบบ Downflow hanging sponge (DHS) เพื่อเป็นระบบบำบัดขั้นหลังให้กับระบบ UASB ในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์และไนโตรเจนสูง แต่โดยทั่วไประบบกรองชีวภาพจำเป็นต้องควบคุมค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้ต่ำและคงที่ เนื่องจากในภาวะบรรทุกสารอินทรีย์สูงจะสนับสนุนการเจริญเติบโตของจุลชีพกลุ่มเฮทเทอโรทรอฟทำให้มวลชีวภาพในระบบสูง จึงเกิดการอุดตันชั้นกรองได้ อีกทั้งการล้างย้อนไม่สามารถทำได้ในระบบ DHS ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบ DHS โดยใช้เชื้อรา (FDHS) และแบคทีเรีย (BDHS) เป็นจุลชีพในการเป็นบำบัดน้ำทิ้งจากระบบ UASB ในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง การศึกษาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบ FDHS และ BDHS ด้วยการประเมินการกำจัดสารอินทรีย์และไนโตรเจน ค่าคงที่ทางจลศาสตร์ และลักษณะของตะกอน อีกทั้งทำการประเมินผลกระทบขององค์ประกอบของฟิล์มตรึงต่อการทำงานของจุลชีพ และความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในระบบ DHS โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ช่วงเวลาซึ่งมีระยะเวลาในการกักเก็บใน RUN I เท่ากับ 4 ชั่วโมง และใน RUN II และ RUN III เท่ากับ 1 ชั่วโมง จากผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ของระบบ FDHS สูงกว่าระบบ BDHS ในทุกช่วงของการศึกษา โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดค่าบีโอดีทั้งหมด (TBOD) ในช่วง 83-95 % ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนของระบบ BDHS พบสูงสุดใน RUN I โดยสามารถกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดได้ประมาณ 68% แต่ระบบ FDHS ไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชั่นและดีไนตรฟิเคชั่นได้ อีกทั้งจากการศึกษาค่าคงที่ทางจลศาสตร์พบอัตราการเจริญเติบโตของจุลชีพ (μ_{max}) สูงสุดในระบบ FDHS ส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถกำจัดค่า TBOD ได้สูงสุดเช่นกัน ส่วนการศึกษาองค์ประกอบของตะกอนพบว่าค่าของแข็งระเหยง่าย (VSS) ในตะกอนที่อยู่ในตัวกลางฟองน้ำของระบบ FDHS มีค่าค่อนข้างคงที่แสดงถึงความสามารถในการย่อยสลายตะกอนเกิดได้ค่อนข้างดีจึงทำให้เกิดสมดุลของตะกอนขึ้นในระบบ และการเกิดเส้นใยของเชื้อราทำให้โครงสร้างของระบบฟิล์มตรึงหลวมและการถ่ายเทมวลของอาหารและออกซิเจนเข้าสู่ภายในฟิล์มตรึงเกิดได้ดี อีกทั้งการศึกษายังพบว่าระบบ DHS ทั้งสองระบบมีเสถียรภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่า HLR ทำให้ระบบ DHS เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการเป็นระบบบำบัดน้ำเสียขั้นหลังระบบ UASB

การศึกษาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำการศึกษาโดยการประยุกต์ใช้ Unified multi-components cellular automaton (UMCCA) model เพื่อประเมินค่าความหนาแน่นของฟิล์มตรึงจากองค์ประกอบที่เป็นของแข็ง จากผลการศึกษาพบว่าฟิล์มตรึงในระบบ BDHS มีความหนาแน่นสูงกว่าระบบ FDHS ทั้งหมดในทุกส่วนของถังปฏิกรณ์ โดยเกิดเนื่องจากอัตราการตายของจุลชีพในระบบ FDHS ต่ำกว่าระบบ BDHS จึงเกิดการสะสมของเซลล์ที่ตายแล้วในฟิล์มตรึงได้มากกว่า และเมื่อนำค่าความหนาแน่นไปประเมินค่าความสัมพันธ์ของการถ่ายเทมวลในฟิล์มตรึง (f_D) พบว่ามีแนวโน้มที่ตรงกันกันข้ามกับความหนาแน่น โดยด้านบนของฟิล์มตรึงซึ่งมีอายุน้อยกว่าและมีโครงสร้างไม่แน่นอนมีค่า f_D สูงกว่าด้านล่างแต่มีค่าความหนาแน่นต่ำและยังพบว่าค่า f_D ทั้งหมดของระบบ FDHS สูงกว่าระบบ BDHS และค่าความพรุนของฟิล์มตรึงมีค่าลดลงตามระดับความลึกของฟิล์มตรึงอีกด้วย อีกทั้งผลการศึกษายังให้ความชัดเจนในการอธิบายโครงสร้างของฟิล์มตรึงที่มีผลกระทบต่อการถ่ายเทมวลและการย่อยสลายภายในฟิล์มตรึง ซึ่งนำไปสู่การควบคุมเงื่อนไขในการเดินระบบให้มีความเหมาะสม

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

PATCHARIN RACHO : INVESTIGATION OF DOWNFLOW HANGING SPONGE (DHS) SYSTEM USING BACTERIAL AND FUNGAL CULTURES AS A POST TREATMENT FOR THE UASB EFFLUENT OF A TAPIOCA STARCH WASTEWATER. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. BOONCHAI WICHITSATHIAN, Ph.D., 309 PP.

DOWNFLOW HANGING SPONGE / FUNGAL BIOFILM / BACTERIAL BIOFILM / TAPIOCA STARCH WASTEWATER / BIOFILM DENSITY

Investigations were carried out to evaluate the performance of downflow hanging sponge (DHS) system as a post treatment for industrial wastewater effluents containing high organic and nitrogen concentration. In general, it is important to keep the organic waste load for biofilter constant and as low as possible because a high heterotroph bacteria combined with biofilm detachment may clog a biofilter, backwashing is not possible in DHS system. Thus, the objective of this research was to develop two DHS systems using mixed fungal culture (FDHS) and mixed bacterial culture (BDHS) systems, and to examine their potential for improving the quality of UASB effluents form a of tapioca starch wastewater treatment process. This study attempted to compare the performance of the FDHS and BDHS systems by systematically evaluating organic and nitrogen removal, the biokinetic coefficients and sludge characteristics. Effect of biofilm compositions on the microbial activity and effluent organic matter concentrations were also investigated. The whole experimental period was divided into three runs (RUN I, RUN II and RUN III) with the hydraulic retention time (HRT) at 4 h, 1 h and 1 h, respectively and the organic loading rates (OLR) fluctuating in the range of 1.0-3.6 kgTBOD/m^3-d. The organic removal efficiency of FDHS system was higher than BDHS system during three runs, ranging 83%-95%. The highest total nitrogen removal efficiency was found during RUN I about

68% for BDHS system. But nitrogen was not significantly removed in FDHS system by and nitrification and denitrification. Values of biokinetic coefficients of aerobic heterotrophs indicated that substrate utilization rate (r_x) and maximum specific growth rate (μ_{max}) were higher in the first segment of fungal culture in FDHS system. Moreover, the VSS concentration in retained sludge of FDHS system remained almost constant suggesting that the degradation of old biomass nearly balanced the accumulation of the fresh one. Filamentous fungi formed the loose biofilm that presented sufficient high substrate and oxygen mass transport. Furthermore, two DHS systems exhibited substantial stability with respect to fluctuations in hydraulic loading that the proposed two DHS systems can be promising post treatment for UASB effluents.

The unified multi-component cellular automaton (UMCCA) model was applied for the quantitative simulation of the biofilm's composite density. The biofilm mass transport evaluation provided an empirical relationship between relative diffusivity (f_D) and biofilm density (ρ). All simulated results indicated that BDHS biofilms were denser than FDHS biofilms. This can be explained by the biomass decay rates (k_d) of FDHS system were lower than BDHS system. The relative diffusivity (f_D) values decreased with an enhanced biofilm density. The top, where the biofilm was young and irregular, had high f_D values that cause of small composite density. Also f_D values of all segments of FDHS system were higher than BDHS system. And, results show porosity decreased along the biofilm depth or the density was increased. Furthermore, the results of this study are helpful in obtaining a clearly physical description of biofilm structure affects mass transport and biodegradation in biofilms. That leads to suitable operating condition control.

School of Environmental Engineering

Academic Year 2009

Student's Signature P. Racho.

Advisor's Signature B. Widiastuti

Co-advisor's Signature