บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเสีย จากการผลิตเยื่อกระดาษสาในระดับครัวเรือน ซึ่งปัจจุบันได้ระบายทิ้งโดยไม่ผ่านการบำบัดและก่อปัญหาต่อชุมชน สถานประกอบการเหล่านี้จัดเป็นโรงงานจำพวกที่ 1 จึงไม่ถูกบังคับให้บำบัดน้ำเสีย เนื่องจากผู้ประกอบการต้องการระบบที่มีค่าก่อสร้างและบำรุงรักษาต่ำ เดินระบบง่าย จึงเลือกระบบบึงประดิษฐ์แบบผสมผสานที่มีการไหลใต้ผิว แบบน้ำไหลในแนวดิ่งต่อด้วยแบบน้ำไหลในแนวนอน โดยสร้างระบบในสถานประกอบการและทดลองรวม 3 การทดลอง เป็นเวลา 13 เดือน ระบบแบบน้ำไหลในแนวดิ่ง มี 3 ชุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ม. สูง 0.8 ม. ภายในบรรจุหินสูง 0.7 เมตร เดินระบบที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 1.3, 2.5, 5.0, 5.5, 13.4, 25.2 และ 76.0 ซม./วัน ระบบแบบน้ำไหลในแนวนอนมี 1 ชุด ขนาดกว้าง 1.0 ม. ยาว 3.0 ม. สูง 1.0 ม. ภายในบรรจุหินสูง 0.8 ม. บำบัดน้ำที่ผ่านระบบแบบน้ำไหลในแนวดิ่ง (1 ชุด) มาก่อน ระบบแบบผสมผสาน ทดลองที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์แบบน้ำไหลในแนวดิ่ง/ในแนวนอน 5.0/1.3, 13.4/3.4 และ 76.0/59.7 ซม./วัน พืชที่ปลูกคือกกรังกา (*Cyperus spp.*) ผลการทดลอง พบว่าน้ำเสียมีระดับสารมลพิษค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ย (จาก 3 การทดลอง) ของบีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 855 - 1,096, 2,442 – 3,939 และ 923 - 1,299 มก./ล.ตามลำดับ มีสีน้ำตาลเข้มจากการต้มปอสา และสีจากการย้อมเยื่อ ค่าเฉลี่ยสีอยู่ในช่วง 395 – 455 SU ระบบแบบน้ำไหลในแนวดิ่ง มีประสิทธิภาพในการกำจัด บีโอดี ซีโอดี สี และของแข็งแขวนลอย 26.7 - 76.3, 21.9 - 50.3, 14.1 - 50.2 และ 24.6 – 48.7 % ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดสารมลพิษลดลงเมื่ออัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์สูงขึ้น สำหรับระบบแบบน้ำไหลในแนวนอน เกิดการบำบัดสารมลพิษมากที่ระยะ 1 ม.แรกของบึงประดิษฐ์ และกำจัดสีได้ดีกว่าระบบแบบน้ำไหลในแนวดิ่ง ระบบแบบผสมผสานที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์แบบน้ำไหลในแนวดิ่ง/ในแนวนอน 5.0/1.3 และ 13.4/3.4 ซม./วัน มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียใกล้เคียงกัน แต่น้ำทิ้งยังมีค่าซีโอดีและของแข็งแขวนลอย ที่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมเกณฑ์โรงงานเยื่อกระดาษ ระบบแบบผสมผสานกำจัด บีโอดี ซีโอดี และสีได้ 94.4 - 96.4, 70.2 - 72.9 และ 74.3 – 84.2 % ตามลำดับ สำหรับที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 76.0/59.7 ซม./วัน พบว่ามีประสิทธิภาพที่ต่ำมากในทุกพารามิเตอร์ จากการประชุมกับผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย เห็นว่าระบบแบบผสมผสาน ที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์แบบน้ำไหลในแนวดิ่ง/ในแนวนอน 45/40 ซม./วัน เป็นช่วงค่าที่เหมาะสม สำหรับผู้ประกอบการระดับครัวเรือน อัตราภาระบรรทุกฯ ที่ค่อนข้างสูงทำให้ขนาดของระบบเล็กและมีค่าก่อสร้างถูกลง โดยมีการกำจัดบีโอดี และสี ไม่น้อยกว่า 76 และ 55 % ตามลำดับ น้ำทิ้งมีค่าบีโอดีและสี ไม่เกิน 240 มก./ล. และ 203 SU ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ในชุมชน นักวิจัยได้จัดทำแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ สำหรับการผลิตเยื่อใช้ปอสา 50 กก./วัน ออกเผยแพร่ และสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) ได้สนับสนุนงบประมาณ ในปี พ.ศ. 2551 เพื่ออุดหนุนค่าก่อสร้าง (50%) แก่ผู้ประกอบการรวม 5 ราย ที่สนใจสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย โดยนักวิจัยได้ปรับแบบแปลนก่อสร้าง ให้เหมาะกับขนาดการผลิตคือใช้ปอสา 30 และ 150 กก./วัน คาดว่าภายในปลายปี พ.ศ. 2551 จะมีระบบที่เปิดใช้งานจริงจำนวนหนึ่งเป็นตัวอย่าง ให้กับผู้ผลิตเยื่อกระดาษสา และผู้เกี่ยวข้องทั้งหลายในการขยายผลต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

The objective of this research is to solve water pollution problems from household, Saa pulping production. According to industrial regulation, household producers are not required to register and treat their wastewaters while direct discharges are commonly practiced. Since the producer needs cheap system which is easy to operate, the hybrid subsurface flow constructed wetland is therefore selected. It consists of vertical subsurface flow (VSF) and horizontal subsurface flow (HSF) systems in series. The pilot-scale units were constructed in the compound of a pulp producer and treated actual wastewater in 3 experimental runs, during 13 – month period. Three VSFs, with diameter 1.0 m, height 0.8 m and filled with 0.7 m rock, were used. They were operated at the hydraulic loading rates (HLR) of 1.3, 2.5, 5.0, 5.5, 13.4, 25.2 and 76.0 cm/d. One HSF, with the dimension of 1.0 m width, 3.0 m length, 1.0 m height and filled with 0.8 m rock, was employed to treat the effluent of the selected VFS. The hybrid system were run at HLRs of VSF/HSF at 5.0/1.3, 13.4/3.4 and 76.0/59.7 cm/d. All units were planted with umbrella-sedges (*Cyperus spp.*). It was found that wastewater had average (from 3 runs) concentrations of BOD, COD and SS of 855 - 1,096, 2,442 – 3,939 and 923 - 1,299 mg/l, respectively. The color was dark brown from Saa bark boiling as well as other color from pulp dyeing. The average color of wastewater were 395 – 455 SU. The treatment efficiencies of VSF in terms of BOD, COD, color and SS removal were 26.7 - 76.3, 21.9 - 50.3, 14.1 - 50.2 and 24.6 – 48.7 %, respectively. The treatment efficiencies decreased with increasing loading rates. For HSF, the pollutants removal mostly occurred at the first 1-m of reactor's length. The color removal in HSF was much higher than VSF. The efficiencies of hybrid system at HLRs of VSF/HSF at 5.0/1.3 and 13.4/3.4 cm/d were in the same ranges, with BOD, COD and color removal of 94.4 - 96.4, 70.2 - 72.9 and 74.3 – 84.2 %, respectively. However, the effluent had COD and SS concentrations exceeding industrial effluent standard. For the hybrid system at 76.0/59.7 cm/d, the performances were very poor in most parameters. From stakeholders' meetings, the hybrid system at HLRs of VSF/HSF at 45/40 cm/d is suggested for household pulp producer. The relatively high HLRs resulted in small system at affordable cost. The BOD and color removal is expected a 76 and 55 %, respectively. The effluent BOD and color concentrations will be within 240 mg/l and 203 SU, respectively, which is acceptable by community. The researcher had prepared the construction drawing for pulp producer, with Saa bark usage of 50 kg/d. The Office of Small and Medium Enterprises Promotion has joined the mission in 2008 by subsidizing 50% of construction cost to 5 entrepreneurs who volunteer to built the treatment systems. The researcher had modified the drawings to suit actual bark utilization, i.e. 30 and 150 kg/d. By the end of 2008, the hybrid subsurface flow constructed

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

wetlands will be in operation and become platform for further dissemination to other Saa pulp producers.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เครือข่ายภาคเหนือ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ขอขอบคุณคุณสุพัตร์ ขัติคุณ ผู้ประกอบการผลิตเยื่อกระดาษสา แบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน ต.ต้นเปา อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวก ให้สถานที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงบประมาณและสถานที่ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved