เต อ่อง พเย : สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมีเทนจากกากมันสำปะหลังด้วยเหล็กประจุศูนย์ (OPTIMIZING METHANATION OF CASSAVA PULP DIGESTION BY ZERO VALENT IRON) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ฉัตรเพชร ยศพล, 235 หน้า.

งานวิจัยนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการเกิดมีเทนในการหมักกากมันสำปะหลังด้วยการเติมเหล็กประจุศูนย์อันเป็นสารรีดิวซ์ในการหมัก ในเบื้องต้นนั้นได้มีการทดลองบำบัดขั้นต้นสำหรับน้ำเสียจากอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังผสมกับกากมันสำปะหลังที่สัดส่วนของกากมันสำปะหลังต่างกัน 3 ค่า (3% 5% และ 10%) การบำบัดขั้นต้นได้แก่การเติม H2SO4 การเติม NaOH และการให้ความร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งพบว่าที่สภาพความเป็นกรดสูงและสภาพความเป็นด่างสูงนั้นมีการย่อยสลายเซลลูโลสได้มากที่สุด แต่สภาพความเป็นด่างนั้นจะเหมาะสมกว่า ส่วนการเปรียบเทียบชนิดของด่างที่ใช้ในการบำบัดขั้นต้นนั้น พบว่าการใช้ KOH NaOH และ Ca(OH)2 นั้นให้ก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น 100% 86% และ 103.7% ตามลำดับ และพบว่าการใช้ด่าง Ca(OH)2 ที่พีเอช 10 นั้นเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองในขั้นต่อไปในการเติมเหล็กประจุศูนย์ช่วยในการหมัก จากนั้นได้มีการศึกษาลักษณะของเหล็กประจุศูนย์ 3 แบบ คือ R12 M100 และผงตะไบ ใน 4 วิธีการ ซึ่งพบว่า R12 และ M100 มีออกซิเดชั่นสเตต 0 มากกว่าผงตะไบ โดยที่ R12 มีความเข้มข้นสูงสุดที่ 96.86% และได้มีการใช้ SEM เพื่อศึกษาลักษณะของผงเหล็ก รอยแตก รูปทรง รูปร่าง และโครงสร้างอีกด้วย

จากนั้นได้นำน้ำเสียที่ได้เตรียมไว้และเหล็กที่ประจุศูนย์ตามที่ได้ศึกษาลักษณะแล้วมาทดลองหมักที่ความเข้มข้นของกากมันสำปะหลังที่แตกต่างกันด้วยระบบ CSTR ที่ภาระสารอินทรีย์ 3.25 gVSS/L/day ซึ่งพบว่าได้มีเทนเพิ่มขึ้นถึง 75% และได้ก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้นถึง 35% เมื่อเทียบกับการหมักในสภาวะควบคุมด้วยการเติมผงตะไบเหล็ก 20 g/L และพบว่าการเติม M100 1 g/L และ R12 8 g/L นั้นให้มีเทนเพิ่มขึ้นถึง 93% และให้ก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้นถึง 67% เมื่อเทียบกับการหมักในสภาวะควบคุมที่ไม่ได้เติมเหล็กประจุศูนย์ การเติม M100 ขนาดไมโครเมตรในการหมักนั้นมีการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาในทันทีแต่ในท้ายที่สุดแล้วระบบจะล้มเหลวเป็นส่วนมาก ส่วนการเติม R12 ขนาดไมโครเมตรในการหมักแบบ CSTR นั้นเหมาะสมที่สุดในแง่ของการให้มีเทน การควบคุมการทำงาน (เนื่องจากมีการแตกตัวช้าและพร้อมสำหรับการนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ในการหมักแบบไร้อากาศได้ดี) และการแยกนำเหล็กประจุศูนย์กลับมาใช้ใหม่ การเติมเหล็กประจุศูนย์ยังช่วยยืดเวลาของความเป็นบัฟเฟอร์ และลดการเติมสารบัฟเฟอร์ในการควบคุมพีเอชอย่างเช่น NaHCO3 ส่วนในการทดลองหมักแบบ ABR (Anaerobic Baffled Reactor) นั้นพบว่าให้มีเทนสูงขึ้น 62% เมื่อเทียบกับการหมักแบบ CSTR ในสภาวะเดียวกัน ซึ่งถึงแม้ว่าปริมาณมีเทนที่ได้ในการหมักแบบ ABR นั้นไม่แตกต่างจากการหมักแบบ CSTR เท่าใดนัก แต่การหมักนั้นมีความ

สม่ำเสมอในแต่ละห้องย่อยของ ABR ซึ่งบ่งบอกถึงการทำให้ระบบมีเสถียรภาพที่ดี และพบว่าได้มีเทนเพิ่มขึ้น 5.17% 6.03% และ 8.62% ในการหมักด้วยการเติมผงตะไบ M100 และ R12 ตามลำดับ และยังพบว่าการกวนผสมที่ดีและการปรับปรุงระบบ ABR สำหรับการเติมเหล็กประจุศูนย์ในการหมักนั้นจะช่วยเพิ่มมีเทนมากขึ้นเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาจลนศาสตร์ระหว่างเหล็กประจุศูนย์และสารอาหารนั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา HTAY AUNG PYAE
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม S. Daroesha

HTAY AUNG PYAE : OPTIMIZING METHANATION OF CASSAVA PULP DIGESTION BY ZERO VALENT IRON. THESIS ADVISOR : CHATPET YOSSAPOL, Ph.D., 235 PP.

CASSAVA PULP/ ZERO VALENT IRON/ METHANE/ ANAEROBIC DIGESTION

This study aims to improve methnation of cassava pulp digestion by readily available reducing agent, Zero Valent Iron (ZVI) in cassava pulp digestion as common feedstock material. Initially, the mixture of cassava pulp and its wastewater were pre-treated in three different solid contents (i.e. 3%, 5%, and 10%) with concentrated sulfuric acid (H_2SO_4) – Sodium Hydroxide alkaline (NaOH) in 150 °C to examine best digestion setting. The extreme acid and alkali attack resulted in highest solid degradability, but alkaline pre-treatment offered more satisfactory conditions for anaerobic digestion. Among different alkaline pre-treatments (i.e. potassium hydroxide (KOH), sodium hydroxide (NaOH), and calcium hydroxide $Ca(OH)_2$ in different pH ranges, pre-treatment by $Ca(OH)_2$ at pH 10 was found ideal and compatible to subsequent ZVI addition in the digester. Biogas production increased up to 100%, 86%, and 103.7% using KOH, $Ca(OH)_2$ and NaOH respectively. Again, selected ZVI sources (i.e. R12, M100, and Scrap Iron) were characterized in four differential methods. R12 and M100 possessed identical oxidation state (0) more than scrap iron with atomic concentration up to 96.86% in R12 materials. Scanning Electron Microscope (SEM) images disclosed conceivable fragmentation and fractured size of selected irons by its surface morphological pattern, shape and structure. With the abovementioned established cassava substrates setting and ZVI characteristics, ZVI supplementation in different concentrations into lab-scale

Continuous Stirred Tank Reactor (CSTRs), under the optimum organic loading rate (OLR) of 3.25 g VSS L-1 day-1, bio-methane enhanced up to 75% with 35% additional gas yield than that of the control reactor when scrap iron was added up to 20 g/l. Under the optimum dosage for 1 g/l and 8 g/l for M100 and R12, up to 93% more bio-methane enhancement with 67% added biogas volume than ZVI free control reactor. The presence of finer micro-particle M100 ZVI in AD system had instantaneous and stimulatory impact by its readily reactivity with aqueous substrate, but it led digestion failure even with few margins of excess. The micro-particle size R12 supplementation in CSTRs demonstrated the ease of better digestion performance, process control and recoverable properties. The presence of iron cut the frequency of re-buffering, and thus reduced buffer chemical ($NaHCO_3$) consumption for pH control and provided with a longer buffer resistance period. Methane gas was enhanced up to 62% with the integration ideal dosage obtained from CSTRs operation into Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Despite this increment is not a significance figure than that of the result of CSTR operation, ZVI addition proved moderating uniform digestion in all the compartments to maintain reactor in healthy status. In term of volumetric gas yield as well, gas volume increased 5.17%, 6.03%, and 8.62% for scrap iron, M100 and R12 respectively. There is a strong evidence that mixing arrangement or modification to conventional ABR system is recommended to enhance bio-methane by the effect of ZVI. So that, the kinetics among ZVI and substrate keep in homogeneity.

School of Environmental Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature MTAY AUNG PYAE

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature S. Jararatana