สุพัตรา พรรคพิง : การแยกสกัดเอทานอลควบคู่กับการหมักหัวมันสำปะหลังสดด้วยเทคนิคการกลั่นลำดับส่วนแบบสูญญากาศ (EXTRACTIVE FERMENTATION OF ETHANOL FROM FRESH CASSAVA ROOTS USING VACUUM FRACTIONATION TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ บุญทาวัน, 83 หน้า.

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและผลิตเอทานอลจากหัวมันสำปะหลังสดด้วยการหมักแบบดั้งเดิม แบบ simultaneous saccharification and fermentation (SSF) และแบบ simultaneous liquefaction saccharification and fermentation (SLSF) โดยเน้นการสกัดเอทานอลความบริสุทธิ์สูงจากน้ำหมักด้วยเทคนิคการกลั่นลำดับส่วนแบบสูญญากาศและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการใช้พลังงงานของระบบ พบว่าในระบบการหมักแบบแยกสกัดจากถังหมัก ด้วยวิธี SLSF ในระยะเวลาดำเนินการ 48 ชั่วโมงนั้น เอทานอลจะถูกกลั่นอย่าง ต่อเนื่อง มีความบริสุทธิ์ถึง 91 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขณะเดียวกัน ปริมาณ เอทานอลในถังหมักมีความเข้มข้นคงที่ ที่ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากการศึกษานี้พบว่าการยับยั้งผลิตภัณฑ์ต่อเซลล์ยีสต์นั้นลดลงด้วย เมื่อสิ้นสุดกระบวนการ มีเซลล์เหลือรอด เหลือในถังหมักถึง 40% การใช้พลังงานในการดำเนินการหมักพบว่าการหมักแบบ SSF ใช้พลังงานไป 103.24 kWh ในขณะที่การหมักแบบ SLSF ใช้พลังงานเพียง 78.9 kWh และการศึกษามันสำปะหลังสดบดด้วยการ pre-treatment เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหมักในผลิตเอทานอล หัวมันสดบดแบบ Very High Gravity (VHG) มีปริมาณของแข็งละลายอยู่ในปริมาณมาก (>30%) ได้ผ่าน การ pre-mashing เพื่อลดความหนืดก่อนเข้าสู่กระบวนการ liquefaction กล้องจุลทรรศอิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถ ยืนยันว่า pre-mashing ทำให้ปริมาณ lignocellulosic ลดลงจากการย่อยของเอนไซม์ เซลลูเลส ในกระบวนการหมักแบบ repeated-batch เอทานอลถูกสกัดออกจากน้ำหมักอย่างต่อเนื่องจากระบบมีความเข้มข้นสูงถึง 90 เปอร์เซ็นโดยน้ำหนัก โดยใช้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นที่ 250 g/L และผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ในการย่อย เพื่อให้ได้น้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าเอนไซม์ ผสมที่ประกอบด้วยเอนไซม์เซลลูเลส แอลฟาอะไมเลสและกลูโคอะไมเลส สามารถผลิต น้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดถึง 52.23 g/L และยังให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดด้วย ส่วนปริมาณ ไดแอมโมเนียมฟอสเฟตที่เติม เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจน ที่เหมาะสม เท่ากับ 1.5 % และยังพบว่าการให้คลื่นเสียงความถี่สูง (sonicated) แก่หัวมันสดบดก่อนเข้าสู่กระบวนการหมักมีผลทำให้มีปริมาณเอทานอลสูงกว่าการไม่ให้คลื่นเสียง

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

SUPATHRA PHAKPING : EXTRACTIVE FERMENTATION OF ETHANOL FROM FRESH CASSAVA ROOTS USING VACUUM FRACTIONATION TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. APICHAT BOONTAWAN, Ph.D., 83 PP.

ETHANOL/EXTRACTIVE FERMENTATION/VACUUM FRACTIONATION

Fresh cassava roots were used as a raw material for ethanol fermentation. The root was fermented into ethanol in a conventional process, simultaneous saccharification and fermentation (SSF), simultaneous liquefaction saccharification and fermentation (SLSF). This research focused on the extract of high purity ethanol from fermentation broth using a vacuum fractionation technique. The effectiveness of the system in terms of energy consumption was also analyzed. The ethanol vapor was fractionated to approximately 91 wt% leaving the system with bacth extractive fermentation in SLSF mode. Vacuum fractionating technique was successfully introduced to simultaneously remove high purity ethanol from fermentation broth whilst its concentration in the bioreactor was kept constant at 2 wt% throughout the 48 h of operation. The product inhibition effect was also reduced as cell viability was 40% at the end of the process. For energy consumption, SSF required approximately 103.24 kWh, while SLSF of the same system required only about 78.9 kWh. Fresh cassava mash was pretreated to improve ethanol concentration in the fermentation process. Very High Gravity (VHG) processes had very high soluble solid contents (>30%) in the cassava mash. Pre-mashing to reduce viscosity was required prior to enter the liquefaction process. Scanning electron microscope was used to confirm the

importance of pre-treatment step. After treatment with cellulase enzymes, the breakdown of lignocellulosic biomass was clearly observed. The optimum initial reducing sugar concentration of approximately 250 g/L was chosen for repeated-batch extractive fermentation experiment. Approximately 90 wt% produced ethanol was continuously fractionated from the system. Enzymatic activities liberated reducing sugar for 36 h of incubation time. The enzyme mixture of cellulase, alpha-amylase and glucoamylase (ST+V+S+T) provided the highest reducing sugar concentration of 52.23 g/L. The results confirmed the efficiency of the mixture enzyme on maximized ethanol production. Di-ammonium phosphate of 1.5 % was suitable as a nitrogen source in the fermentation broth. In addition, sonicated mash of cassava gave higher ethanol production than the non-sonicated mash.

School of Biotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____