บทคัดย่อภาษาไทย

การจำลองระบบการหมักร่วมกับการกลั่นลำดับส่วนแบบต่อเนื่องได้ทำการศึกษาด้วยโปรแกรม ASPEN PLUS ซึ่งทำการหมักในถังหมักขนาด 200 ลิตรมีวัตถุดิบที่เป็นแหล่งคาร์บอนคือกากน้ำตาล ทั้งนี้ระบบปฏิบัติการที่ดำเนินงานสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1. ถังหมักหรือถังปฏิกรณ์ชีวภาพ 2. หอกลั่นและ 3. ระบบเวนจูรี่ (Venturi) โดยที่เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมักจะสามารถสร้างผลผลิตเป็นเอทานอลที่ความเข้มข้น 8.4% โดยน้ำหนัก ปริมาณ 17.28 กิโลกรัม และมีผลพลอยได้อื่นๆถูกผลิตขึ้นเช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น แอลกอฮอล์ fusal กรดอินทรีย์และสารประกอบที่ระเหยได้ เป็นต้น คอลัมน์ของหอกลั่นที่ใช้ถูกพัฒนาขึ้น โดยมีการทำงานด้วยการกลั่นลำดับส่วนที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วนของไอไหลย้อนหรือ reflux stream ทั้งนี้ไอที่ออกจากหอกลั่นลำดับส่วนนี้ถูกนำไปวิเคราะห์ พบว่าความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้ประมาณ 82% โดยน้ำหนัก มีอัตราการไหล 1.3 กิโลกรัม/ชั่วโมงตามด้วยค่าแท้จริง อีกทั้งระบบเวนจูลี่ที่ใช้จะทำหน้าที่ควบแน่นไอของเอทานอลเปลี่ยนกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจากการหมักขนาด 200 ลิตรต่อวัน สามารถกลั่นได้เอทานอลปริมาณ 18.5 ลิตรโดยมีความเข้มข้นที่ 82% โดยน้ำหนักและผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยโดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าราคาต้นทุนการผลิตซึ่งรวมประกอบด้วยวัตถุดิบรวมทั้งค่าใช้จ่ายทางพลังงานและสาธารณูปโภคอยู่ที่ประมาณ 500 บาทต่อวันหรือ 27.50 บาทต่อลิตร อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาการปรับเปลี่ยนกระบวนการสำหรับการปรับปรุงต้นทุนในระบบให้มีการลดลง ด้วยการลดการสูญเสียเอทานอลโดยการควบแน่นไอเอทานอลกลับเข้าสู่ในถังเวนจูรี่โดยการใช้เครื่อง gas scrubber ซึ่งสามารถทำให้เอทานอลปริมาณ 0.3 ลิตรของเอทานอลที่เป็นไอออกกลับสู่ระบบได้อีก ส่วนของ stillage มีการดักผลิตภัณฑ์เพื่อลดการสูญเสียโดยทำการกลั่นเอทานอลที่ความเข้มข้น 4 %โดยน้ำหนักให้กลับเข้าสู่ระบบดังเดิมได้ด้วยเครื่องกลั่นขนาดเล็ก ดังนั้นเอทานอลปริมาณ 8.69 ลิตรต่อวันที่มีความเข้มข้นประมาณ 80 %โดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นในระบบ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อลิตรลดลงเป็น 24 บาทต่อลิตร สำหรับการประเมินค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดำเนินงานนั้น พบว่าปัจจัยสำคัญคือที่การใช้พลังงานสำหรับระบายความร้อน ดังนั้นจึงศึกษาการลดพลังงานวนส่วนนี้ โดยพบว่าขั้นตอนแรกจะกลั่นได้เอทานอลปริมาณ42 ลิตรที่ความเข้มข้น 55% โดยน้ำหนัก จากนั้นจะทำการกลั่นลำดับส่วนแบบละเอียดอีกครั้งเพื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้น โดยจะได้ 29.4 ลิตร ที่ความเข้มข้น 83% ของน้ำหนัก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตลดลงเป็น 19.25 บาทต่อลิตรหรือลดลงประมาณ 30% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

The simulation of 200 liters continuous extractive fermentation system using ASPEN PLUS was completely performed using blackstrap molasses as a carbon source. The process can divided into 3 groups; bio-reactor, fractionation column and venturi system. There was 17.28 kg or 8.4 wt% ethanol was produced in bio-reactor as well as by-products were produced such as fusal alcohol, organic acid and volatile compounds. The column was applied for the fractionating column that contains 4 reflux streams worked as partial condensation stream. The exiting vapor from fractionation column composted of 82 wt% ethanol with 1.3 kg/hr flow rate according with actual value. The venturi system represented in order to recover the ethanol vapor and converted to liquid. It was summarized that, 18.5 liter of product that contains 82 wt% ethanol solution with insignificantly of by-product was produced from 200 liters extractive fermentation system per day. For the economical analysis, production cost including raw material and utilities cost was approximately 500 Baht per day or 27.50 Baht per liter. The process modification for economic and systemic improving was carried out. Recovery of ethanol loss in venturi tank was performed using gas scrubber connected with the exiting vapor of venturi tank. There was 0.3 liter of ethanol was recovered from exhaust venturi stream per day. The stillage stream contained 4 wt% ethanol was eliminated using laboratory-scale distillation system. Almost 80wt% of ethanol was purified at the throughput of 8.69 liters per day, also the calculated utilities cost was 24 Baht per liter. For the utilities assessment, the major of power consumption was the cooling liquid in selective region. The ambient-liquid temperature was applied in selective region. The 55 wt% of ethanol with 42 liters was extracted from fermented broth. The low concentrated ethanol was purified once more, there was 83 wt% of 29.4 liters ethanol after fractionation. The calculated utilities cost of process modification was 19.25 Baht per liter or approximately 30% of production cost was reduced.

Keyword: Process simulation and development, Continuous extractive fermentation, Venturi system, Economical and sensitivity analysis