บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตเอทานอลจากมันเทศสายพันธุ์ไต้หวันโดยใช้กระบวนการทำให้เหลว การทำให้หวาน และการหมักพร้อมกัน ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์และกิจกรรมของยีสต์ร่วมกันภายในขั้นตอนเดียว โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนคือ การศึกษาการย่อยมันเทศโดยเอนไซม์ การศึกษาการผลิตเอทานอลจากกลูโคสของยีสต์ และการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการทำให้เหลว การทำให้หวาน และการหมักพร้อมกัน การย่อยมันเทศใช้เอนไซม์ทางการค้าชื่อ STARGEN™ ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ความเข้มข้นของมันเทศ และความเข้มข้นของเอนไซม์ต่อการย่อยมันเทศโดยใช้แผนการทดลองแบบแฝดทอเรียล มีทั้งหมด 3 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ ดังนี้ อิทธิพลอุณหภูมิได้แก่ 30 , 35 และ 40 องศาเซลเซียส อิทธิพลความเข้มข้นมันเทศได้แก่ ร้อยละ 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักสดต่อปริมาตร และอิทธิพลเอนไซม์ได้แก่ ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักมันเทศสด พบว่าอุณหภูมิที่ 40 และ 35 องศาเซลเซียส มีผลต่อการย่อยมันเทศอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยให้ค่าเฉลี่ยผลได้กลูโคสเท่ากับ 0.2956 และ 0.2767 กรัมต่อ 100 กรัมมันเทศสด ตามลำดับ และให้ค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตกลูโคสเท่ากับ 1.6778 และ 1.3733 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำค่าผลได้กลูโคสและค่าอัตราการผลิตกลูโคสไปวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสม พบว่าสภาวะอุณหภูมิที่ 35 – 40 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นมันเทศร้อยละ 50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ความเข้มข้นเอนไซม์ร้อยละ 0.2 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักมันเทศสด เป็นสภาวะที่มีแนวโน้มการผลิตกลูโคสสูงสุด การศึกษาอิทธิพลที่มีผลต่อการเติบโตของยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae* BCC 15353) และการผลิตเอทานอลได้แก่ อิทธิพลความเข้มข้นกลูโคสเริ่มต้นที่ 20, 40 และ 70 กรัมต่อลิตร และอิทธิพลอุณหภูมิของการหมักที่ 30, 35 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่าความเข้มข้นของกลูโคสที่สูงขึ้นไม่มีผลยับยั้งการเติบโตและการผลิตเอทานอลของยีสต์ อีกทั้งยังให้ปริมาณเอทานอลมากขึ้นอีกด้วย ยีสต์สามารถเติบโตและผลิตเอทานอลได้ดีที่อุณหภูมิ 30 และ 35 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถเติบโตและผลิตเอทานอลได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการทำให้เหลว การทำให้หวาน และการหมักพร้อมกันจึงเลือกจากสภาวะที่ยีสต์สามารถเจริญและผลิตเอทานอลได้ และเป็นสภาวะที่เอนไซม์ STARGEN™ ย่อยมันเทศแล้วให้กลูโคสสูง โดยสภาวะที่ใช้ในการผลิตเอทานอลจากมันเทศ คือสภาวะอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นมันเทศร้อยละ 50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และความเข้มข้นเอนไซม์ร้อยละ 0.2 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักมันเทศสด ได้ความเข้มข้นของเอทานอลสุดท้ายเท่ากับ 30.02 กรัมต่อลิตร อัตราการผลิตเอทานอล เท่ากับ 0.63 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ภายในระยะเวลา 46 ชั่วโมง คิดเป็นผลได้เอทานอลเท่ากับ 60 กรัมเอทานอลต่อกิโลกรัมมันเทศสด

คำสำคัญ: มันเทศ เอทานอล การย่อยด้วยเอนไซม์ การทำให้เหลว การทำให้หวาน การหมัก

Abstract

This research focused on the ethanol production from a sweet potato through a simultaneous liquefaction, saccharification and fermentation (SLSF) process. It was a combination of an enzyme and yeast activity together in one step. The study was divided into 3 different parts: sweet potato hydrolysis, an ethanol production from glucose by yeast and an ethanol production by a SLSF process. The commercial enzyme, STARGEN™, was used in sweet potato hydrolysis studies. Effect of temperature, sweet potato concentration and enzyme concentration on hydrolysis efficiency were evaluated by factorial experiment. The first factor being 3 temperature figures as 30, 35 and 40 °C, the second factor being 3 sweet potato concentration of 30, 40 and 50 %w/v and the last factor being the 3 enzyme concentration of 0.1, 0.2 and 0.3 %v/w. The result showed that the temperatures at 40 and 35 °C obviously influenced the hydrolysis sweet potato with the statistical significance at $p<0.05$ with the average glucose yield of 0.2956 and 0.2767 g/100g sweet potato, respectively. The average glucose production rate of 1.6778 and 1.3733 g/l/h were obtained at 40 and 35 °C, respectively. Those two average parameters were later analyzed to find the most appropriate condition. It was found that glucose was produced the highest at the temperatures between 35 and 40 °C, at the sweet potato concentration of 50 %w/v and at the enzyme concentration of 0.2 %v/w. The factors that influenced the growth of *Saccharomyces cerevisiae* BCC 15353 and ethanol production were evaluated using the initial glucose concentration of 20, 40 and 70 g/l and the fermentation temperatures of 30, 35 and 40 °C. It showed that the higher glucose concentration did not inhibit yeast growth and ethanol production. Moreover, it enhanced the ethanol production. Yeast could grow and produce ethanol at 30 and 35 °C, but did not at 40 °C. Therefore, the ethanol production using SLSF process was performed using the combined optimum condition of enzymatic hydrolysis and fermentation. The SLSF condition was the temperature at 35 °C, the sweet potato concentration of 50 %w/v and the enzyme concentration of 0.2 %v/w. The final ethanol concentration of 30.02 g/l was obtained. The ethanol productivity of 0.63 g/l/h was obtained within 46 hours. The ethanol yield was 60 g/kg of sweet potato.

Keyword: Sweet potato, Ethanol, Enzymatic hydrolysis, Liquefaction, Saccharification, Fermentation