บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการปรับสภาพเหง้ามันสำปะหลังด้วยสารละลายด่างโดยใช้วิธีการพื้นผิวผลตอบสนองที่มีการออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายปริมาณการเปลี่ยนกลูแคนเป็นน้ำตาลกลูโคส และศึกษาผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเหง้ามันสำปะหลัง นอกจากนี้ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของลิกนินจากการตกตะกอนสารละลายด่างที่เหลือทิ้งจากการปรับสภาพเหง้ามันสำปะหลัง โดยตัวแปรต้นในการปรับสภาพได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% 5% และ 10% ที่อุณหภูมิ 40°C 60°C และ 80°C เป็นเวลา 1 3 และ 5 h พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเหง้ามันสำปะหลัง คือ 10% NaOH ที่ 40°C เป็นเวลา 1 h โดยระยะเวลาในการย่อยสลายกลูแคนด้วยเอนไซม์ 24 h และ 48 h ทำให้การเปลี่ยนกลูแคนเป็นน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 57.72% และ 65.97% ตามลำดับ เมื่อคำนวณเทียบกับน้ำหนักของเหง้ามันสำปะหลังที่ผ่านการปรับสภาพ และ 16.07% และ 19.15% ตามลำดับ เมื่อคำนวณเทียบกับน้ำหนักของเหง้ามันสำปะหลังเริ่มต้น การยืนยันผลแบบจำลองของปริมาณการเปลี่ยนกลูแคนเป็นน้ำตาลกลูโคสระหว่างค่าที่ได้จากการทดลองและค่าที่ได้จากการทำนายมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10% (0.85 – 6.41%) และมีค่า RMSE ต่ำ (0.0889 – 0.4708) แสดงว่าผลการทดลองมีความสอดคล้องกับผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้สภาวะในการปรับสภาพด้วยสารละลายด่างที่รุนแรงมากขึ้นทำให้โครงสร้างของเหง้ามันสำปะหลังมีลักษณะเป็นรูพรุนและความเป็นผลึกของเซลลูโลสเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการเปลี่ยนกลูแคนเป็นน้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้ปริมาณผลผลิตของลิกนิน (CPL) ที่ได้จากการปรับสภาพเหง้ามันสำปะหลังด้วย 10% NaOH 40°C 1 h (CPL) เท่ากับ 0.67% ของน้ำหนักเหง้ามันสำปะหลังเริ่มต้น ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (TPC) ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ของ CPL มีค่า 65.47 mg GAE/g, 146.23 TEAC/g และ 173.29 mg TEAC/g ตามลำดับ นอกจากนี้โครงสร้างทางเคมีของ CPL มีลักษณะใกล้เคียงกับลิกนินมาตรฐาน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพเหง้ามันสำปะหลังด้วยสารละลายด่างในสภาวะที่เหมาะสมเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ซึ่งทำให้การเปลี่ยนกลูแคนเป็นน้ำตาลกลูโคสเพิ่มสูงขึ้น และลิกนิน CPL สามารถถูกนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มได้

คำสำคัญ: การปรับสภาพด้วยด่าง ออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน เหง้ามันสำปะหลัง น้ำตาลกลูโคส ลิกนิน

Abstract

The objectives of this study were to optimize the alkali pretreatment condition of cassava rhizome (CR) using Response Surface Methodology (RSM) with a Box-Behnken design, to develop the mathematical models for prediction of glucan conversion to glucose, and to study the effects of pretreatment on physicochemical properties of CR. In addition, physicochemical properties of lignin obtained by precipitation from optimum pretreatment black liquor (CPL) were also characterized and compared with standard lignin (STDL). CR was pretreated with 1%, 5%, and 10% at 40°C, 60°C, and 80°C for 1, 3, and 5 h. The results showed that optimal alkali pretreatment of CR was achieved by 10% NaOH at 40°C for 1 h. The glucan conversion to glucose were 57.72% and 65.97% (based on pretreated CR, PCR) and 16.07% and 19.15% (based on native CR, NCR) by enzymatic hydrolysis for 24 h and 48 h, respectively. The validation of models showed that the errors of glucan conversion to glucose between experimental and model were less than 10% (0.85 – 6.41%) indicating good agreement. More severe of alkali treatment resulted in increasing porosity and crystalline regions of PCR and positively correlation with the glucan conversion to glucose. In addition, the CPL yield was 0.67% based on NCR. Total phenolic compounds (TPC) and antioxidant activities of DPPH and ABTS assays of CPL were 65.47 mg GAE/g, 146.23 TEAC/g and 173.29 mg TEAC/g, respectively. Chemical structure of CPL was similar to that of STDL. Essentially, the findings suggested that the optimal alkaline pretreatment of CR improved the efficiency of enzymatic hydrolysis due to increasing the glucan conversion to glucose. CPL could be developed to be a potential value-added product.

Keywords: alkali pretreatment, Box-Behnken design, cassava rhizome, glucose, lignin

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี