

บทคัดย่อ

ซังข้าวโพดถือเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นชีวมวลในประเทศไทย สำหรับผลิตพลังงานยั่งยืน เช่น ไบโอบิวทานอล การปรับสภาพด้วยกรดซัลฟูริกและกรดฟอสฟอริกเจือจางจึงมีความสำคัญในการกำจัดเฮมิเซลลูโลสและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ได้จากการย่อยสลายเซลลูโลสโดยเอนไซม์ เมื่อปรับสภาพซังข้าวโพดด้วยกรดซัลฟูริกเจือจางภายใต้ภาวะที่เหมาะสม (120 องศาเซลเซียส, 5 นาที, ความเข้มข้นกรด 2% โดยน้ำหนัก และ อัตราส่วนของเหลวต่อของแข็ง 15: 1) และกรดฟอสฟอริกเจือจางภายใต้ภาวะที่เหมาะสม (140 องศาเซลเซียส, 10 นาที, ความเข้มข้นกรด 2% โดยน้ำหนัก และ อัตราส่วนของเหลวต่อของแข็ง 10: 1) ให้ผลผลิตน้ำตาลโดยประมาณ 34-35 กรัมต่อลิตรโดยการปรับสภาพด้วยกรดฟอสฟอริกจะทำให้เกิดตัวยับยั้งหรือเฟอฟูลรัลมากกว่ากรดซัลฟูริก และการศึกษาคุณลักษณะของซังข้าวโพดหลังจากปรับสภาพด้วยกรดทั้งสองชนิดแสดงถึงความสามารถในการเข้าถึงของเอนไซม์ได้ดีขึ้น โดยกรดซัลฟูริกให้ผลที่ดีกว่าในด้านพื้นที่ผิวและความเป็นผลึกที่มากกว่า เมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์กำจัดตัวยับยั้งพบว่าการผลิตอะซีโตน-บิวทานอล-เอทานอลเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่เฟอฟูลรัลอาจจะไม่มีผลหลักในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิด *C. berjerinckii* และในขั้นตอนการย่อยเป็นน้ำตาลและหมักพร้อมกันจะช่วยลดการยับยั้งเอนไซม์ในกระบวนการย่อยน้ำตาล แต่เนื่องจากภาวะที่แตกต่างกันของการย่อยเป็นน้ำตาลและการหมักเพื่อผลิตบิวทานอล การหาภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการย่อยเป็นน้ำตาลและหมักพร้อมกันโดยวิธีวิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิวหรือ RSM จะช่วยลดจำนวนการทดลอง ซึ่งมีตัวแปรสำคัญที่ต้องการศึกษา อาทิ สภาพความเป็นกรดต่าง อุณหภูมิ เวลา หลังจากกระบวนการย่อยเป็นน้ำตาลและหมักพร้อมกันภายใต้ภาวะที่เหมาะสม (สภาพความเป็นกรดต่าง 6.3 อุณหภูมิ 35.7 และ 61.2 ชั่วโมง) ให้ผลผลิตอะซีโตน-บิวทานอล-เอทานอล 11.82 กรัมต่อลิตร

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ ยังใช้การพรีทริทเมนต์แบบสองขั้นตอนคือ พรีทริทเมนต์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามด้วยกรดซัลฟูริก เพราะการพรีทริทเมนต์ช่วยสลายส่วนประกอบของชีวมวลประเภทลิกโนเซลลูโลสิก เช่น ลิกนิน ซึ่งลดประสิทธิภาพของการเข้าถึงของเอนไซม์ในการย่อยสลาย จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการ พรีทริทเมนต์ซังข้าวโพดแบบสองขั้นตอนด้วยไมโครเวฟโดยใช้วิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว โดยการพรีทริทเมนต์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ ด้วยอัตราส่วนซังข้าวโพด 67 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตามด้วยกรดซัลฟูริก 1 เปอร์เซ็นต์ ด้วยอัตราส่วนซังข้าวโพด 106 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 156 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 นาที ได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงสุด 48.58 กรัมต่อลิตร โดยอัตราส่วนซังข้าวโพดต่อสารละลายและอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญในการพรีทริทเมนต์นี้ การหมักน้ำตาลหลังจากการย่อยด้วยเอนไซม์เพื่อผลิตอะซีโตน, บิวทานอล และเอทานอล โดยมีการกำจัดสารที่เป็นพิษต่อแบคทีเรียที่ผลิตบิวทานอลด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์และเจือจางสารละลาย 4 เท่าด้วยน้ำ ทำให้ได้ปริมาณอะซีโตน, บิวทานอล และเอทานอลสูงสุดคือ 8.43 กรัมต่อลิตร

Abstract

Corncoobs are one of the potential Thailand's agricultural biomass feedstocks for renewable energy, like biobutanol. Dilute sulfuric and phosphoric acid pretreatment has been successful developed for pretreatment to remove hemicelluloses and improve enzymatic hydrolysis. The optimum conditions of dilute sulfuric and phosphoric acid pretreatment were obtained at 120 °C for 5 min with 15:1 liquid-to-solid (LSR) ratio and 140 °C for 10 min with 10:1 LSR, respectively and both of acid pretreatments gave the content of total sugar approximately 34–35 g/l. In case of inhibitor content (furfural), phosphoric acid pretreatment gives higher than sulfuric acid pretreatment. Characterizations of corncoobs after pretreatment indicate that both of acid pretreatments can improve enzymatic accessibility and the better results present in corncoobs pretreated with sulfuric acid in term of surface area, crystallinity. To remove inhibitors, lime detoxification was carried out and resulted in improving Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) production significantly. However, furfural might not the major inhibit effect to *C.berjerinckii*. Simultaneous saccharification and fermentation (SSF) was performing for enzymatic hydrolysis together with fermentation to reduced inhibition of enzymatic hydrolysis. Though, the different condition of enzymatic hydrolysis and fermentation, optimization using Response Surface Methodology (RSM) was carried out to reduce run of experiment with important variables such as pH, temperature, and time. After precessing, the highest ABE of 11.82 g/l was obtained under optimum condition of pH 6.30, 35.7 °C, and 61.2 h.

Moreover, A two-stage pretreatment of corncoobs using NaOH followed by H₂SO₄ combined with microwave radiation prior enzymatic hydrolysis has been examined. The optimum condition of second stage was obtained with response surface methodology (RSM) at a three-variable and five-level central composite design (CCD). A maximum concentration of glucose 48.58 g/l was obtained at the optimal condition of 2 % NaOH at 100 °C, 30 min, and SLR 67 for first stage and 1 % H₂SO₄ at 156 °C, 16 min, and SLR 106 for second stage of two-stage pretreatment. The result showed that SLR and temperature are the most significant factors on the glucose concentration. After that, the hydrolysate was used to produce Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) by *Clostridium bejjerinckii*. The diluted 4 times hydrolysate combined with overliming (D4O) gave the highest ABE yield, 0.41, and productivity, 17.56. It is suggested that the dilution and overliming process can reduce fermentation inhibitors, increase cell growth and improve ABE yield.