

## Abstract

---

**Project Code:** MRG 5980049

**Project Title:** Exploring cost effectiveness of bioethanol production from palm empty fruit bunch using waste glycerol as a solvent for pretreatment

**Investigator:** Dr. Supawadee Polprasert  
Department of Environmental Health Sciences,  
Faculty of Public Health, Mahidol University

**E-mail Address:** supawd@hotmail.com

**Project Period:** 2 years

### 1. Abstract:

This research aimed to enhance the production of fermentable sugar and bioethanol from palm empty fruit bunch (EFB). To accomplish the objectives of this study three parts were involved. The first part attempted to evaluate the effect of the type of solvent, pH, substrate loading, and reaction time on the chemical components of EFB. Steam pretreatment was set up at 121°C temperature and 1.18 bar pressure, using an autoclave (LS-2D, REXALL) with substrate loading of 5, 10, 15 and 20% (w/v) at reaction times of 15 and 60 min. Distilled water, waste glycerol, alkaline glycerol and acidic glycerol were used as solvents during steam pretreatment. The results showed that with distilled water, better pretreatment was achieved at 5% and 10% loading for 60 min. During the pretreatment with waste glycerol at 5% loading an increase on the reaction time from 15 to 60 min reaction resulted in a remarkable increase in reducing sugar in the liquid phase. Overall, the best condition of steam pretreatment was observed using alkaline glycerol at 5% w/v and 15 min reaction time, resulting in a holocellulose (cellulose plus hemicellulose) increase to 87.98% and a lignin decrease to 9.17%. The results suggest that waste glycerol during steam pretreatment of EFB can be utilized effectively at short reaction times and at an increased pH to achieve a high output of cellulose and hemicellulose for sugar conversion in the bioethanol fermentation process.

The second part targeted to optimize fermentable sugar production from mixed enzymes, Celluclast: Cellic CTec2: Celli HTec2 (1:1:1). Glucose and xylose were produced from pretreated EFB, detected by HPLC (Alliance-e2695, U.S.A). The highest glucose concentration was achieved at 96 hours of hydrolysis with 10% w/v of pretreated EFB with

distilled water for 60 minutes (146.69 g/L) while the highest of total sugar was obtained from 15-min steam pretreatment with alkaline glycerol (152.36 g/L).

In the fermentation experiment (third part), ethanol concentration was determined by a GC-FID (Agilent-6890N, U.S.A) and carried out in a 150 rpm shaker at room temperature. The highest concentration of 10.81 and 10.27 g/L were obtained from applying 5% *Saccharomyces cerevisiae* at 6 hours hydrolysis time, using EFB pretreated either distilled water for 60 minutes or alkaline glycerol for 15 minutes, respectively. It can be concluded that alkaline glycerol helps reduce the time required for pretreatment.

**Keywords:** Palm empty fruit bunch/ Steam pretreatment/ Waste glycerol/ Fermentable sugar/ bioethanol

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำตาลและเอทานอลที่สกัดได้จากทะเลลายปาล์มเปล่าเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักให้ได้เชื้อเพลิงชีวภาพหรือเอทานอล งานวิจัยถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน โดยในส่วนแรกเป็นการศึกษาผลของชนิดสารละลาย ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ปริมาณสารตั้งต้น และเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนและความดันด้วย autoclave (LS-2D, REXALL) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 1.18 บาร์ ที่มีต่อส่วนประกอบของโครงสร้างทะเลลายปาล์มเปล่าที่มีความเข้มข้น 5 10 15 และ 20% (น้ำหนักต่อปริมาตร) ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้กากลั่นเป็นสารละลายนั้นมีผลดีต่อโครงสร้างเมื่อใช้ปริมาณสารตั้งต้นที่ 5 และ 10% ที่ระยะเวลา 60 นาที ส่วนการใช้กลีเซอรอลที่ระยะเวลา 15 และ 60 นาทีนั้น พบว่ามีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในของเหลวหลังการบำบัดเพิ่มมากขึ้น ในภาพรวมทั้งหมดของงานวิจัยส่วนแรกพบว่าสภาวะที่ดีที่สุดจากการใช้สารตั้งต้น 5% กับกลีเซอรอลที่ถูกปรับให้เป็นต่าง โดยให้ความร้อนและความดันตามที่กำหนดเป็นเวลา 15 นาที ทำให้เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเซลลูโลส (ผลรวมของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส) ที่เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลมีค่าเพิ่มขึ้นไปถึง 87.98% และมีเปอร์เซ็นต์ลิกนินลดลงไปที่ 9.17%. จึงมีความเป็นไปได้ว่า กลีเซอรอลที่ถูกปรับให้มีความเป็นต่างนั้นมีประสิทธิภาพในการปรับโครงสร้างของทะเลลายปาล์มเปล่าให้มีโครงสร้างที่เหมาะสมแก่การย่อยให้น้ำตาล

ตัวอย่างทะเลลายปาล์มเปล่าที่ผ่านการบำบัดข้างต้นทั้งหมด ถูกนำมาผ่านกระบวนการย่อยโดยใช้เอนไซม์ 3 ชนิด ได้แก่ Celluclast: Cellic CTec2: Celli HTec2 (1: 1: 1) ซึ่งพบว่าน้ำตาลที่สามารถผลิตได้มี 2 ชนิดคือ กลูโคสและไซโลสโดยตรวจวัดจากเครื่อง HPLC (Alliance-e2695, U.S.A) กลูโคสที่มีปริมาณมากที่สุดถูกพบจากการย่อยตัวอย่าง 96 ชั่วโมงที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ตัวอย่าง 10% w/v ต่อน้ำกลั่น 60 นาที (148.57 g/L) แต่อย่างไรก็ตาม ผลรวมของกลูโคสและไซโลสที่มากที่สุดคือ 152.36 g/L จากตัวอย่าง 10% ที่ใช้กลีเซอรอลที่ถูกปรับให้เป็นต่างเมื่อย่อยเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

เมื่อทำการหมักน้ำตาลเพื่อให้ได้เอทานอลด้วยยีสต์และตรวจวัดเอทานอลด้วยเครื่อง GC-FID (Agilent-6890N, U.S.A) ณ สภาวะการแกว่งผสม 150 รอบต่อนาที ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง ผลปรากฏว่าการหมักด้วย *Saccharomyces cerevisiae* เพียงชนิดเดียวเป็นเวลา 6 ชั่วโมงให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดคือ 10.81 และ 10.27 g/L จากตัวอย่าง 10% ที่ผ่านการบำบัดด้วยความร้อนและความดันโดยใช้กากลั่นเป็นเวลา 60 นาทีและกลีเซอรอลที่ถูกปรับให้เป็นต่างเป็นเวลา 15 นาทีตามลำดับ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การบำบัดทะเลลายปาล์มเปล่าด้วยความร้อนและความดันโดยใช้สารละลายกลีเซอรอลที่ปรับให้เป็นต่างสามารถลดเวลาในการบำบัดได้สั้นกว่าการใช้กากลั่น ซึ่งให้ผลเอทานอลใกล้เคียงกัน