รายงานการวิจัย

เรื่อง

การหมักเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตกรดคาร์บอกซิลิกโดยใช้จุลินทรีย์ผสม

Fermentation of Palm Pressed Fiber for Carboxylic Acid Production Using Mixed Microorganisms

จัดทำโดย

ปิยะรัตน์ บุญแสวง

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2547-2548

บทคัดย่อ

เส้นใยปาล์มเป็นวัสดุเศษเหลือที่มีจำนวนมากชนิดหนึ่งจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม เส้นใยปาล์มเป็นวัสดุประเภทลิกโนเซลลูโลสที่มีการเกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลาและราคาถูก การนำเส้นใยปาล์มไปใช้หมักเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีราคา เช่น กรดคาร์บอกซิลิกเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และเพิ่มแหล่งวัตถุดิบในการผลิตภัณฑ์ที่มีราคา ในการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหมักเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตกรดคาร์บอกซิลิกในระบบแบบกะ นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของอัตราการเติมของแข็งและของเหลวในการหมักเส้นใยปาล์มสำหรับการผลิตกรดคาร์บอกซิลิกในขวดปฏิกรณ์แบบสวนทาง เส้นใยปาล์มที่ใช้ในการทดลองจะต้องทำการเตรียมขั้นต้นโดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 0.1 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ต้มให้เดือดที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้ ทุกชุดการทดลองทำการทดลองภายใต้สภาวะไร้อากาศในขวดปฏิกรณ์ขนาด 1 ลิตร นอกจากนี้ยังมีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อปรับพีเอชของกรดและควบคุมพีเอชในระบบ และใช้จุลินทรีย์ก้นบ่อของระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเป็นหัวเชื้อเริ่มต้น

ผลการทดลองพบว่า การสร้างขวดปฏิกรณ์แบบมีก้านและไม่มีก้านเหล็กไม่มีผลต่อการสร้างกรดคาร์บอกซิลิกในการหมักเส้นใยปาล์ม นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อใช้อัตราส่วนเส้นใยปาล์มต่อตะกอนสลัดจ์ที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสีย เท่ากับ 100:0, 80:20, 60:40 และ 50:50 หลังจากทำการหมักเป็นเวลา 14 วัน สามารถผลิตกรดได้ กับ 1.89, 1.78, 1.67 และ 1.46 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และเมื่อศึกษาการเติมสารอาหารผสม 0, 1, 5 และ 10 กรัม/ลิตรในการหมักเส้นใยปาล์ม หลังจากทำการหมักเป็นเวลา 14 วัน สามารถผลิตกรดได้ กับ 4.2, 4.0, 2.0 และ 0.9 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นว่า การเติมตะกอนสลัดจ์จากบ่อบำบัดน้ำเสียและสารอาหารผสมไม่ส่งเสริมให้เกิดการสร้างกรดมากขึ้น แต่การเติมยูเรีย 2 กรัม/ลิตร สามารถผลิตกรด เท่ากับ 5.7 กรัม/ลิตร ซึ่งมากกว่าชุดการทดลองที่มีการเติมยูเรีย 0, 1 และ 3 กรัม/ลิตร ซึ่งมีการสร้างกรด เท่ากับ 2.5, 4.8 และ 5.5 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และการใช้ไอโอโดฟอร์มเป็นสารยับยั้งมีเทนให้ผลการสร้างกรดเท่ากับ 4.8 กรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าการไม่ใช้สารยับยั้ง การใช้โบรโมฟอร์มและกรด 2-โบรโมอีเทนซัลโฟนิก มีการสร้างกรด เท่ากับ 3.1, 1.3 และ 1.0 กรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักเพื่อผลิตกรด คือที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อใช้ระบบการถ่ายโอนในขวดปฏิกรณ์แบบสวนทาง เมื่ออัตราการเติมสารตั้งต้น (VSLR) สูงขึ้น และระยะเวลากักเก็บของเหลว (LRT) สูงขึ้นทำให้มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ออกจากระบบสูงขึ้น และอัตราการผลิตกรด (productivity) สูงขึ้น และมีผลให้ conversion และ yield ลดลง โดยที่ VSLR เท่ากับ 1.4 กรัม/ลิตร-วัน และ LRT เท่ากับ 16.4 วัน จะให้ค่า conversion สูงที่สุดเท่ากับ 66% และ เมื่อ VSLR เท่ากับ 13 กรัม/ลิตร-วัน และ LRT เท่ากับ 28 วัน จะให้ค่า total acid productivity สูงที่สุดเท่ากับ 0.279 กรัม/ลิตร-วัน

Abstract

Palm pressed fiber (PPF) is the one of abundant wastes from palm oil wet milling process. This residual waste is considered as lignocellulosic materials that are renewable and cheap. The conversion of PPF into valuable products such as carboxylic acids is attractive for its environmental benefits and increasing resource availability. Therefore, this research aims to study the optimum conditions for PPF fermentation to carboxylic acids. Besides, the optimum solid and liquid loading rate in PPF fermentation for carboxylic acid production was also studied in countercurrent fermentation. The PPF was pretreated with 0.1 g $Ca(OH)_2$/g dry biomass and boiled at 100°C for 1 h. All experiments were performed under anaerobic conditions in 1-L bottle fermentors. Moreover, $CaCO_3$ was added to neutralize the carboxylic acids and to control the pH. A mixed culture of microorganisms obtained from the bottom of the first anaerobic wastewater pond located at palm oil mill industry was used as inoculum.

The results found that metal bars in the fermentor were no influence on acid production. Furthermore, the ratio of PPF and sludge from wastewater treatment pond (100:0, 80:20, 60:40 and 50:50) was investigated. The acid production after 14 days was found 1.89, 1.78, 1.67 and 1.46 g/l, respectively. Also, the effect of mixture nutrient at 0, 1, 5 and 10 g/l was studied. The acid production after 14 days was found 4.2, 4.0, 2.0 and 0.9 g/l, respectively. Thus, the addition of sludge from wastewater system and mix nutrient was not benefit for acid production. However, the experiment at 2 g/L of urea addition can enhance acid formation. The acid productions at the 0, 1, 2 and 3 g/l of urea addition were 2.5, 4.8, 5.7 and 5.5 g/l, respectively. Also, iodoform supplement (acid production at 4.8 g/l) was found to be better methane inhibitor than bromoform, 2-bromoethanesulfonic acid (acid production at 1.3 and 1.0 g/l, respectively) and gave the higher acid production than without methane inhibitor (acid production at 3.1 g/l). In addition, the optimum temperature for acid production was 30°C. Besides, the increasing of volatile solid loading rate (VSLR) and liquid residence time resulted in increasing of acid concentration in effluent and acid productivity, but conversion and yield decreased. The highest conversion reached 66% at VSLR of 1.4 g/l-day and LRT of 16.4 days. The highest total acid productivity was 0.279 g/l-day at VSLR of 13 g/l-day and LRT of 28 days.