บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

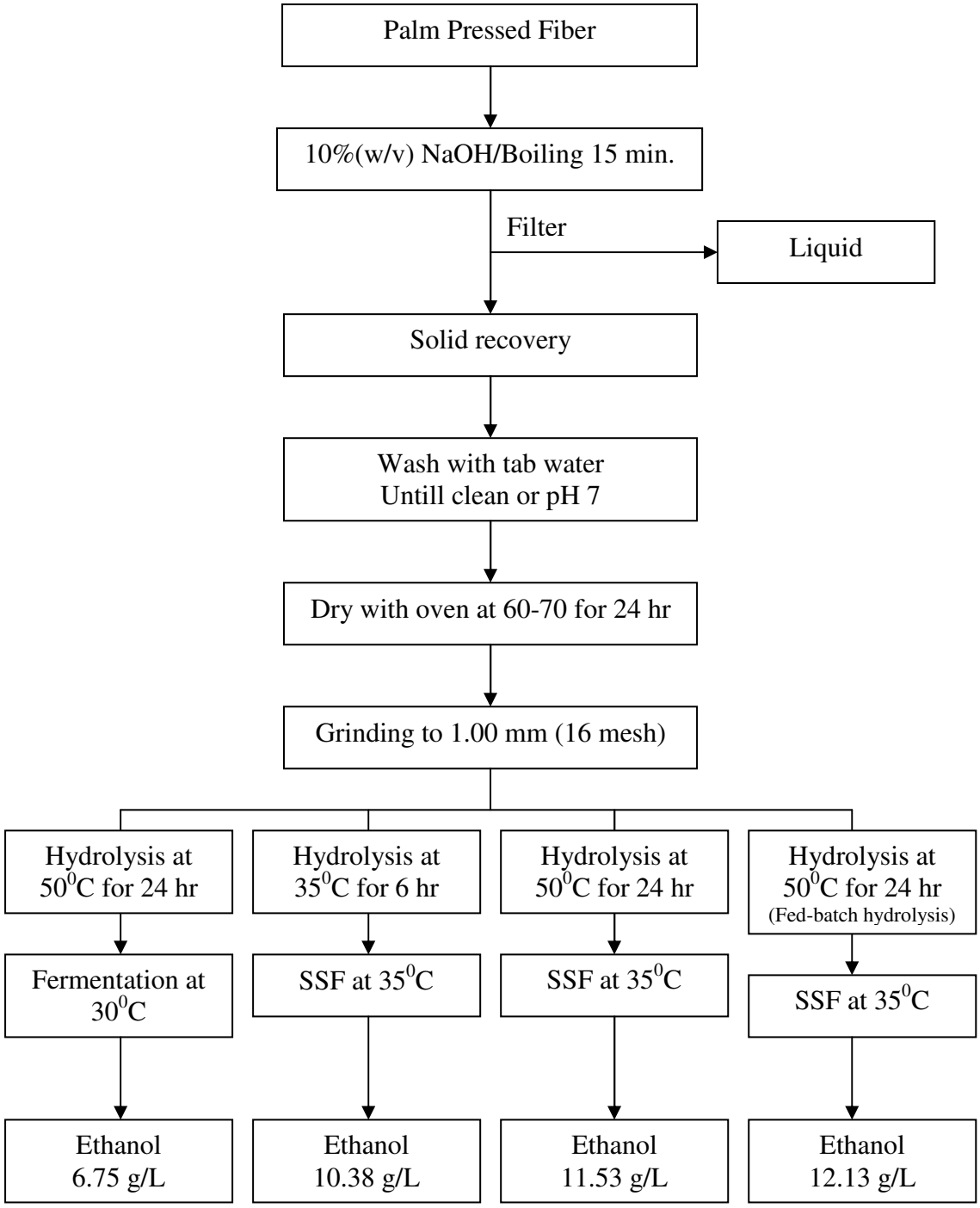
1. การเตรียมเส้นใยปาล์มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะมีประสิทธิภาพในการสลายองค์ประกอบของเส้นใยได้มากกว่า การเตรียมเส้นใยปาล์มด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์
2. สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยปาล์มคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ระยะเวลาสารละลายเดือด 15 นาที
3. สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมจะทำให้ได้ปริมาณเซลลูโลส 54.13 ± 0.87 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และสามารถลดปริมาณลิกนินได้ 44.14 ± 1.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
4. การไฮโดรไลซีสเส้นใยปาล์มที่เตรียมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ระยะเวลาการเดือด 15 นาที ด้วยเอนไซม์เซลลูเลส ทางการค้า 3 ชนิด(เซลลูเลสจากเชื้อ *A. niger*, เซลลูเลสจากเชื้อ *T. reesei* และเซลลูเลสจากเชื้อ *T. viride*) ปริมาณ 10 FPU/g substrate ปรากฏว่าการไฮโดรไลซีสด้วยเอนไซม์เซลลูเลสจากเชื้อ *T. reesei* จะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ (11.21 ± 0.95 กรัมต่อลิตร) และ %Saccharification สูงที่สุด (24.22 ± 2.07 เปอร์เซ็นต์)
5. การเติมเอนไซม์เบต้า-กลูโคซิเดส ลงไปเพิ่มจะทำให้การไฮโดรไลซีสมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เอนไซม์เซลลูเลสเพียงอย่างเดียว
6. เมื่อเติมเอนไซม์เบต้า-กลูโคซิเดสจากเชื้อ *A. niger* ลงไปเพิ่ม 10 U/g substrate จะทำให้การไฮโดรไลซีสได้น้ำตาลรีดิวส์เพิ่มสูงเป็น 19.24 ± 0.03 กรัมต่อลิตร และ %Saccharification 39.54 ± 0.98 เปอร์เซ็นต์
7. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลแบบ SSF คือ ปริมาณเส้นใยปาล์ม 100 กรัมต่อลิตร ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสจากเชื้อ *T. reesei* 6 FPU/g substrate ผสมกับเบต้า-กลูโคซิเดสจากเชื้อ *A. niger* 3 IU/g substrate พีเอช 5.0 ด้วยสารละลายซิเตรตบัฟเฟอร์ 0.05 โมลลาร์ อุณหภูมิการหมัก 35 องศาเซลเซียส อัตราการเขย่า 160 รอบต่อนาที ในสภาวะนี้สามารถผลิตเอทานอลได้ 10.38 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง
8. ในการไฮโดรไลซีสแบบกะ ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนเข้าระบบ SSF สามารถเพิ่มการผลิตเอทานอลเป็น 11.53 กรัมต่อลิตร ผลผลิต 0.21 กรัมเอทานอลต่อกรัมเซลลูโลส

9. ในการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้ปริมาณสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น ด้วยการไฮโดรไลซีสแบบกึ่งกะก่อนเข้าระบบ SSF นั่น ปรากฏว่าการไฮโดรไลซีสแบบกึ่งกะ ที่มีการเติมเส้นใยปาล์มที่เวลา 12 ชั่วโมงของการไฮโดรไลซีส มีแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณเอทานอลเป็น 12.13 กรัมต่อลิตร แต่ผลผลิตที่ได้ลดลง 0.15 กรัมเอทานอลต่อกรัมเซลลูโลส
10. กระบวนการในการผลิตเอทานอลจากเส้นใยปาล์มในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 43

ข้อเสนอแนะ

1. ในการไฮโดรไลซีสแบบกึ่งกะ ที่มีการเติมเส้นใยปาล์ม 50 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 12 ชั่วโมงของการไฮโดรไลซีส ก่อนเข้าระบบ SSF มีแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ได้ แต่ในปริมาณน้อยอยู่ ทั้งนี้เพราะ ในการเติมเส้นใยปาล์มลงไปเพิ่มเติม ไม่ได้เพิ่มปริมาณเอนไซม์ลงไปด้วย ทำให้ปริมาณเอนไซม์ต่อเส้นใยปาล์มมีน้อย การไฮโดรไลซีสจึงเกิดน้อยด้วย ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปในการเติมเส้นใยปาล์มลงไปเพิ่มเติม ควรจะมีการเติมเอนไซม์ลงไปเพิ่มด้วย อาจจะทำให้ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เพิ่มขึ้น น่าจะทำให้สามารถผลิตเอทานอลได้สูงขึ้น
2. ในการทดลองครั้งนี้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลแบบ SSF ที่ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำต่อการไฮโดรไลซีสด้วยเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องมาจากเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5596 ที่ใช้หมักเอทานอลนั้น ไม่สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นในการหมักเอทานอลครั้งต่อไปควรชักนำให้เชื้อยีสต์ชนิดนี้จะเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงก่อน อย่างเช่นอาจจะเตรียมเชื้อยีสต์เริ่มต้นโดยการเลี้ยงที่อุณหภูมิสูงๆ และอุปกรณ์ที่ใช้หมักเอทานอลด้วยวิธีนี้ ควรเป็นอุปกรณ์ที่ สามารถรักษาไม่ให้เอทานอลระเหยออกไปได้ อย่างเช่น ถังหมัก

Processes of Ethanol Production from Palm Pressed Fiber



ภาพที่ 43 กระบวนการผลิตเอทานอลจากเส้นใยปาล์ม

Figure 43 Processes of ethanol production from palm pressed fiber