



บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการนำฟางข้าวที่เหลือทิ้งจากการทำนา มาใช้ประโยชน์ ด้วยการนำมาใช้ในการผลิตเอทานอล โดยนำเซลล์ูโลสในฟางข้าวมาย่อยให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ แล้วนำไปหมักเป็นเอทานอล โดยมี 3 ขั้นตอนหลัก ซึ่งพอสรุปสภาวะของงานวิจัยได้ดังนี้ คือ

1. การปรับสภาพฟางข้าว

นำฟางข้าวมาบดด้วยเครื่อง knife mill ให้มีขนาด 10 ถึง 45 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.0 โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้สารละลายท่วมฟางข้าวตลอดเวลา กรองแยกสารละลายออก แล้วเติมลงไปอีกครั้ง ในอัตราส่วนโดยน้ำหนักของฟางข้าวต่อสารละลายเท่ากับ 1 ต่อ 10 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที ล้างตะกอนฟางด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งหมดสารละลาย

2. การย่อยเซลล์ูโลสในฟางข้าว

นำเซลล์ูโลสในฟางข้าวที่ผ่านการปรับสภาพ มาทำปฏิกิริยาการย่อยในสารละลายโซเดียมอะซีเตทบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.0 เติมเอนไซม์เซลลูเลส ในอัตราส่วน 500 ไมโครลิตรต่อกรัมเซลล์ูโลสน้ำหนักแห้ง นำไปทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาโดยนำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที กรองแยกตะกอนฟางที่เหลือออก จะได้สารละลายน้ำตาลรีดิวซ์ที่ใช้ในการผลิตเอทานอล

3. การผลิตเอทานอล

สารละลายน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากการย่อย นำมาปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้มีค่าเท่ากับ 5.0 เติมสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญของเชื้อยีสต์ที่ใช้ ถ้ายีสต์ที่อยู่ในระยะเจริญเต็มที่แล้ว ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทำการหมักเป็นเวลา 4 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการปรับสภาพ

1.1 การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับสภาพ ที่ความเข้มข้นสูงๆ จะมีการหายไปของน้ำหนักฟางในระหว่างกระบวนการปรับสภาพสูง และเมื่อใช้อุณหภูมิในการต้มสูง นอกจากจะมีน้ำหนักฟางหายไปในช่วงการปรับสภาพสูงแล้ว ยังอาจทำให้เกิดสารที่เป็นตัวขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาในการย่อยกับเอนไซม์ ทำให้ผลิตน้ำตาลรีดิวิซ์ได้น้อยลง ดังนั้น ถ้าสามารถที่จะใช้ความเข้มข้นของสารละลายต่ำลง โดยอาศัยปัจจัยอื่นช่วย เช่น เพิ่มเวลาในการแช่ หรือเพิ่มอุณหภูมิของการต้ม แต่ใช้เวลาในการต้มน้อยลง เพื่อป้องกันการเสียหาย และการเปลี่ยนเป็นสารอื่นของส่วนประกอบในฟาง จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว

1.2 การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับสภาพ จะทำให้โครงสร้างของฟางเกิดการบวม ทำให้เซลล์โลสในเซลล์พืชหลุด และถูกแยกออกในระหว่างที่ทำการแยกสารละลาย ดังนั้น ถ้าสามารถเก็บสารละลายที่ใช้ในการแช่ และต้มไว้ แล้วนำมาแยกส่วนสารละลายออกโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยง หรือเครื่องกรองที่มีประสิทธิภาพสูง ที่สามารถเก็บตะกอนฟางไว้ได้ทั้งหมด แล้วนำตะกอนฟางที่ได้มาผสมรวมกับในส่วนแรก จะสามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ที่ได้จากการย่อยให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการย่อย

2.1 การเติมเอนไซม์ β -Glucosidase ลงไป ในปฏิกิริยาการย่อย เพื่อเพิ่มปริมาณการย่อยของเซลโลไบโอส จะทำให้ผลิตน้ำตาลรีดิวิซ์ได้มากขึ้น ซึ่งเมื่อนำไปใช้ในการผลิตเอทานอล จะสามารถผลิตเอทานอลได้ความเข้มข้นที่สูงขึ้น

2.2 ฟางข้าวที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต มีปริมาณเซลลูโลสประกอบอยู่ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ถ้าใช้วัตถุดิบชนิดอื่นที่มีเซลลูโลสมากกว่าฟางข้าว จะสามารถผลิตน้ำตาลรีดิวิซ์ได้มากขึ้น ซึ่งทำให้ผลิตเอทานอลได้ความเข้มข้นสูงขึ้น

2.3 เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวิซ์ ที่ผลิตได้จากการย่อยเซลลูโลสในฟางมีค่าต่ำ ดังนั้นถ้านำสารละลายมาระเหยงส่วนที่เป็นน้ำออก จะสามารถเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลรีดิวิซ์ให้สูงขึ้น เมื่อนำไปหมัก จะได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น แต่ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้จะต่ำลง

3. ข้อเสนอแนะในการผลิตเอทานอล

3.1 งานวิจัยนี้ใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ TISTR 5013 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการยืนยันจาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ว่าสามารถใช้ในการหมักน้ำตาลรีดิวซ์ให้เป็นเอทานอลได้ปริมาณสูงในเวลาสั้นๆ ในอนาคตถ้าทำการศึกษา และพบว่ายีสต์สายพันธุ์อื่นที่มีความสามารถในการผลิตเอทานอลได้สูงกว่า ก็อาจนำมาใช้ในแทนยีสต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้

3.2 การนำน้ำตาลรีดิวซ์มาใช้ในการผลิตเอทานอลซึ่งมีราคาถูก และสามารถผลิตได้ด้วยวิธีอื่น ที่มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าวิธีนี้ ทำให้วิธีนี้ไม่คุ้มค่าในการลงทุน ถ้าสามารถนำน้ำตาลรีดิวซ์ที่ผลิตได้ไปใช้ในการผลิตสารอื่นที่มีราคาแพงกว่าเอทานอล การลงทุนผลิตจะคุ้มค่ามากขึ้น

