

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างเข้มข้นทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผลิตเอทานอลจากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น อ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง เป็นต้น [1] จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ประเทศไทยมีโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อพลังงานทดแทนอยู่ทั้งสิ้นจำนวน 19 โรงงาน และอยู่ระหว่างดำเนินการในปี 2553-2554 อีก 5 โรงงาน [2] วัตถุดิบที่ใช้การผลิตเอทานอลเพื่อพลังงานทดแทน เช่น กากน้ำตาล มันสำปะหลังสด มันเส้น และน้ำอ้อย แม้ว่าประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชได้หลายชนิด และมีความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ก็มีแนวโน้มจะขาดแคลนและราคาแพง เนื่องจากสภาวะอากาศที่แปรปรวน ทั้งความแห้งแล้ง การระบาดของโรคแมลง ทำให้ความต้องการด้านอาหารและพลังงานสูงขึ้น ดังเช่น ในปี พ.ศ. 2553 -2554 ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง จากการระบาดของเพลี้ยแป้ง ประกอบกับความต้องการผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโดยเฉพาะในประเทศจีนมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้มีการส่งออกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ราคาในทุกระดับสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ เกิดปัญหาขาดแคลนมันสำปะหลัง [3]

จึงมีความจำเป็นต้องเร่งหาวัตถุดิบที่จะใช้ผลิตเอทานอลให้พอเพียงกับความต้องการและลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง วัตถุดิบทางเลือกต้นทุนต่ำคือวัสดุประเภทลิกโนเซลลูโลสที่มีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย และเปลือกผลไม้หรือพืชต่างๆ นอกจากนี้อาจจะได้จากสิ่งเหลือทิ้งจากเกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตรหรืออาหารซึ่งต้องใช้เอนไซม์ย่อยสลายเส้นใยให้ได้ น้ำตาลแล้วจึงผลิตเอทานอลต่อไป “ข้าวฟ่างหวาน” (*Sorghum bicolor* L. Moench) เป็นพืชที่มีศักยภาพและหลายประเทศให้ความสนใจนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเอทานอล เพราะสามารถปลูกได้ทั่วไป โดยเฉพาะในเขตร้อน ข้าวฟ่างหวานสามารถเจริญเติบโตได้ดีแม้ว่าอุณหภูมิจะสูงถึง 55 องศาเซลเซียส และปริมาณของน้ำตาลในข้าวฟ่างหวานมีความใกล้เคียงกับอ้อยมาก ให้ค่าความหวานเฉลี่ย 18-20 องศาบริกซ์ อย่างไรก็ตาม ข้าวฟ่างหวานมีลักษณะที่เด่นกว่าอ้อย คือ ปลูกง่าย ทนแล้งกว่าอ้อยและพืชไร่อื่นๆ มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น (100 – 120 วัน) สั้นกว่าอ้อยประมาณ 8 เดือน ต้องการน้ำและปุ๋ยน้อยกว่าอ้อยอย่างมีนัยสำคัญ คือ ประมาณ 60 % นอกจากนี้เมล็ดที่เก็บได้สามารถนำไปใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ปลูกขยายต่อไปได้อีกในพื้นที่ 1 ต่อ 30 ซึ่งมีค่าสูงกว่าอ้อย (1 ต่อ 10) ประมาณ 3 เท่า

โดยทั่วไปข้าวฟ่างหวานที่ปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนจะให้ผลผลิตต้นสดเฉลี่ยประมาณ 4-7 ตันต่อไร่ ไม่สามารถเก็บผลผลิตจากต่อได้ หากปลูกในสภาพที่มีน้ำจะได้ผลผลิตต้นสดเฉลี่ย

(จากการตัดต้นครั้งแรก และครั้งที่ 2 ต่อ) ตั้งแต่ 15-20 ต้นต่อไร่ ความหวานที่หีบได้จากลำต้นสดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 15-22 องศาบริกซ์ (brix degree) ปริมาณน้ำที่หีบได้ประมาณ 300-400 ลิตรต่อน้ำหนักต้นสด 1 ตัน ลำต้นสดของข้าวฟ่างหวานถูกหีบเป็นน้ำหวานได้ประมาณ 300 ลิตรต่อไร่ สามารถผลิตน้ำตาลที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการตกผลึกแต่จะเป็นน้ำเชื่อมข้นสีน้ำตาล (syrup jaggery brown sugar) ที่มีความหวานประมาณ 70 ถึง 80 องศาบริกซ์ ส่วนชานข้าวฟ่างหวานหลังจากหีบน้ำหวานออกไปแล้วใช้เป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ยและสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์ที่นิยมปลูกในปัจจุบัน ได้แก่ ริโอ (Rio) เรย์ (Wray) และเคลเลอร์ (Keller)

ปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบประเภทแป้งและกากน้ำตาลที่เกิดขึ้น ข้าวฟ่างหวานจึงเป็นวัตถุดิบทางเลือกที่น่าสนใจ โรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทยควรใช้วัตถุดิบชนิดต่าง ๆ จากพืชซึ่งสามารถนำมาทดแทนกันได้โดยไม่ต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ การพึ่งพาเทคโนโลยีของตนเองได้นั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อให้เกิดองค์ความรู้จากสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศนำมาพัฒนาต่อยอดต่อไป

รายงานวิจัยของผ่องศรี ศิวราชักดิ์และคณะ, 2553 [8] พบว่า ผลการศึกษาการหมักเอทานอลจากน้ำคั้นสดข้าวฟ่างหวาน สารละลายน้ำเชื่อมจากน้ำเชื่อมข้นข้าวฟ่างหวานด้วยยีสต์แซคคาโรมายซิส ซีรีวิซิอี ผลได้ของเอทานอลจากการใช้ต้นสดข้าวฟ่างหวานมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.18 กรัมต่อกรัมสับสเตรท สูงกว่าน้ำคั้นและสารละลายน้ำเชื่อม (0.03 กรัมต่อกรัมสับสเตรท) รวมทั้งการนำผงไตรโคเดอร์มา รีลีส RT-P1 ซึ่งเป็นเชื้อราสายพันธุ์เดียวที่ได้จากการหมักแข็งกากมันสำปะหลังมาทำการหมักเอทานอลจากลำต้นข้าวฟ่างหวาน [10] พบว่าเชื้อราสามารถเปลี่ยนเส้นใยเป็นน้ำตาลและเปลี่ยนเป็นเอทานอลได้ ดังนั้น การผลิตผงจุลินทรีย์ผสมจากจุลินทรีย์เดี่ยวสองสายพันธุ์คือ ไตรโคเดอร์มา รีลีส และ ยีสต์แซคคาโรมายซิส ซีรีวิซิอี เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ผสมดังกล่าวบนลำต้นสดข้าวฟ่างหวานจึงมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ในการหมักเอทานอลกึ่งเหลวจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานโดยไม่ต้องใช้พลังงานบิบน้ำคั้นจากลำต้น หรือการทำให้เป็นน้ำเชื่อมข้น (molasses) นอกจากนี้ งานวิจัยของผ่องศรี ศิวราชักดิ์และคณะ, 2553 [4], [5] และ [6] พบว่าเอทานอลที่ได้จากการหมักเปลือกสับปะรดด้วยผงเอนไซม์ผสมที่ผ่านการหมักแข็งกากมันสำปะหลังด้วยจุลินทรีย์ผสมระหว่างไตรโคเดอร์มา รีลีส และแซคคาโรมายซิส ซีรีวิซิอี มีค่ามากกว่าการใช้ผงเอนไซม์จากเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีลีส [7] ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเน้นการศึกษาพัฒนาการผลิตผงเอนไซม์ผสมที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายสับสเตรทที่มีองค์ประกอบของเส้นใยและน้ำตาลให้เป็นเอทานอลในขั้นตอนเดียว โดยที่ผงเอนไซม์ผสมจะได้จากกระบวนการหมักแข็งต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อผสมระหว่างแซคคาโรมายซิส ซีรีวิซิอีและไตรโคเดอร์มา รีลีส โดยออกแบบกระบวนการหมักแข็งที่สภาวะเหมาะสม สำหรับการผลิตผงเอนไซม์ผสมจากต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อผสมระหว่างแซคคาโรมายซิส ซีรีวิซิอีและไตรโคเดอร์มา รีลีส สร้างเครื่องต้นแบบเพื่อบดผงเอนไซม์ผสมที่ได้

จากกระบวนการหมักแข็งและการอบแห้งโดยใช้ตู้อบและเครื่องอบแห้งต้นแบบของงานวิจัยที่ผ่านมา (ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554) ออกแบบกระบวนการหมักเอทานอลจากต้นสาคูข้าวฟ่างหวานด้วยผงเอนไซม์ผสมแบบกึ่งกะ และกระบวนการแยกจุลินทรีย์ผสมออกจากน้ำหมักโดยใช้เยื่อแผ่นเพื่อนำกลับมาใช้หมุนเวียนในถังหมักได้อย่างต่อเนื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตผงเอนไซม์ผสมจากการหมักแข็งต้นสาคูข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อผสมระหว่างแซลคาโรมายซิส ซีรีวิซิอีและไตรโคเดอร์มา รีลีส
- 1.2.2 สร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการบดผงเอนไซม์ผสม
- 1.2.3 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการหมักเอทานอลจากต้นสาคูข้าวฟ่างหวานด้วยผงเอนไซม์ผสมแบบกะและกึ่งกะ
- 1.2.4 เพื่อหาความเร็วการป้อนน้ำหมักในกระบวนการแยกจุลินทรีย์ผสมโดยใช้เยื่อแผ่นในระดับการกรองอัตรา

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 การเตรียมวัตถุดิบจากศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตรสุพรรณบุรี คือต้นสาคูข้าวฟ่างหวานที่ผ่านเครื่องย่อยลำต้นที่แหล่งปลูก
- 1.3.2 การผลิตผงเอนไซม์ผสม (TY) ที่สภาวะเหมาะสม ใช้วิธีการหมักแข็งบนต้นสาคูข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อผสมระหว่างเชื้อราไตรโคเดอร์มา รีลีส และเชื้อยีสต์แซลคาโรมายซิส ซีรีวิซิอี ในอาหารเหลวสูตรเฉพาะพีเอช 5 และบ่มอุณหภูมิ 24 ± 2 องศาเซลเซียส
- 1.3.3 สร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการบดผงเอนไซม์ผสม
- 1.3.4 การหาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากต้นข้าวฟ่างหวานด้วยผงเอนไซม์ผสมโดยใช้วิธีการทดลองออร์โธโกนอล ในขบวนการหมักขนาด 250 มิลลิลิตร
- 1.3.5 การหมักเอทานอลแบบกะจากต้นข้าวฟ่างหวานด้วยผงเอนไซม์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในขบวนการหมักขนาด 5 ลิตร แบบกะและกึ่งกะในถังหมักขนาด 15 ลิตร
- 1.3.6 การแยกจุลินทรีย์ผสมออกจากน้ำหมักโดยใช้เยื่อแผ่นอัตรา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้องค์ความรู้การนำเอนไซม์ผสมที่ผลิตได้ไปใช้เพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบโนเซลลูโลสเพื่อผลิตเอทานอลชีวภาพเป็นพลังงานทดแทน
- 1.4.2 ทำการเผยแพร่ในวารสารวิจัยที่มีชื่อเสียงในระดับประเทศอย่างน้อย 1 เรื่อง
- 1.4.3 ภาคเอกชนหรือชุมชนซึ่งทำการผลิตเอทานอลชีวภาพต้องการใช้เอนไซม์ย่อยสลายวัตถุดิบโนเซลลูโลสที่ผลิตได้ในประเทศทดแทนการนำเข้าเอนไซม์จากต่างประเทศ