

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของประเด็นการวิจัย

แก๊สโซฮอลล์ (gasohol) ได้จากการใช้เอทานอลร้อยละ 10, 20 หรือ 85 ผสมในน้ำมันเบนซินแทนน้ำมันรถยนต์ ซึ่งในปี พ.ศ. 2554 รัฐบาลมีนโยบายให้ผลิตเอทานอลให้ได้ 4 ล้านลิตรต่อวัน (สรุปผลบุญญาวิวัฒน์, 2549) โครงการวิจัยเพื่อผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนโดยใช้วัตถุดิบจากพืชผลทางการเกษตรมีเป้าหมายเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตเอทานอลและสร้างมูลค่าเพิ่มของพืชผลทางการเกษตร ตลอดจนเป็นแนวทางในแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงาน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดเสถียรภาพด้านพลังงานของประเทศ และยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรซึ่งเป็นคนส่วนใหญ่ของประเทศ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาความยากจนตามนโยบายของรัฐบาลได้อีกทางหนึ่ง และยังช่วยลดมลพิษทางอากาศเนื่องจากเอทานอลสามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์ ทำให้แก๊สพิษที่ปล่อยออกมา และเพิ่มคุณภาพชีวิตได้

เอทานอลสามารถผลิตได้จากการใช้วัสดุทางการเกษตรเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ กากน้ำตาลจากการผลิตน้ำตาลจากอ้อย และมันสำปะหลัง เป็นต้น อย่างไรก็ตามในบางครั้งผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานผลิตน้ำตาลและโรงงานแปรรูปแป้ง หากใช้วัตถุดิบสองชนิดนี้ในการผลิตเอทานอลอาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบได้ นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพของกากน้ำตาลที่ได้มีค่าไม่คงที่ ในบางครั้งมีปริมาณน้ำตาลที่สามารถหมักได้ (fermentable sugar) เพียงร้อยละ 33 ทำให้ปริมาณการผลิตเอทานอลลดลง (กัญญาพัชร จินันท์เดช, 2549) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแหล่งวัตถุดิบอื่นทดแทน

ข้าวฟ่างหวาน (*Sorghum bicolor* L. Moench) เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เนื่องจากเป็นพืชที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี มีช่วงการเจริญเติบโตและเก็บเกี่ยวผลผลิตสั้นประมาณ 100 – 140 วัน และคุณภาพของน้ำคั้นจากข้าวฟ่างหวานมีความใกล้เคียงกับน้ำคั้นจากอ้อย ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้เป็นอย่างดี และจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ความเข้มข้นของเอทานอลจากการหมักแบบกะจากข้าวฟ่างหวานมีความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 13 (โดยปริมาตร) (Laopaiboon และ คณะ, 2007) จึงทำให้ข้าวฟ่างหวานเป็นวัตถุดิบที่น่าพิจารณาเมื่อเทียบกับแหล่งวัตถุดิบชนิดอื่น

อย่างไรก็ตามเมื่อได้วัตถุดิบที่มีศักยภาพในการใช้ผลิตเอทานอลแล้ว จำเป็นต้องมีการศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการผลิตเอทานอลให้สูงขึ้น แนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้คือการเปลี่ยนรูปแบบของยีสต์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก การผลิตเอทานอลโดยการหมักในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้เซลล์ยีสต์อิสระ ซึ่งมีข้อจำกัดคือเมื่อการหมักเสร็จสิ้นแล้วการแยกเซลล์อิสระออกจากน้ำหมักทำได้ยาก ทำให้ไม่สามารถนำเซลล์นั้นกลับมาใช้ได้ อีก การใช้เซลล์ยีสต์ตรึงรูป

แทนการใช้เซลล์อิสระในการผลิตเอทานอลจะสามารถลดข้อจำกัดนี้ได้ เนื่องจากเซลล์ยีสต์ตรึงรูปจะถูกกักไว้ในวัสดุตรึง ทำให้สามารถแยกเซลล์ตรึงออกจากน้ำหมักได้ง่าย และสามารถนำเซลล์ตรึงรูปนั้นกลับมาใช้ในการหมักได้อีกหลายครั้ง (Pilkington และคณะ, 1998) ซึ่งเรียกว่าการหมักแบบกะซ้ำ (repeated batch fermentation) การหมักแบบนี้ถือว่าการพัฒนากระบวนการหมักที่ใช้ในปัจจุบันคือกระบวนการหมักแบบกะ (batch fermentation) ซึ่งมีข้อจำกัดคือ ถ้าจะเริ่มการหมักครั้งต่อไปต้องเตรียมกล้าเชื้อใหม่และขยายกล้าเชื้อใหม่ให้แข็งแรงและให้ได้ปริมาณมากก่อนที่จะทำการหมัก ทำให้เสียเวลาและพลังงาน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้เซลล์ยีสต์ตรึงรูปโดยการหมักแบบกะซ้ำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการผลิตเอทานอลให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากการศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานด้วยกระบวนการหมักแบบกะซ้ำ 8 ครั้งโดยเซลล์ยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5048 ตรึงรูปบนแคลเซียมอัลจิเนต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดบีด (bead) เท่ากับ 3 มิลลิเมตร ในฟลาสก์หมักขนาด 500 มิลลิลิตร ที่ปริมาตรทำงาน 350 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้น 24 องศาบริกซ์ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ส่วนความเข้มข้นของเซลล์เริ่มต้นในโซเดียมอัลจิเนตเท่ากับ 3.5×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถผลิตเอทานอลได้ 81.47 ± 6.50 กรัมต่อลิตร และค่าผลได้ 0.33 ± 0.02 กรัมเอทานอลต่อกรัมของน้ำตาลที่ใช้ (อมรรัตน์ และ อรุณ, 2547) ที่ระยะเวลาการหมัก 64 ชั่วโมงในแต่ละกะ แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เซลล์ตรึงรูปผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักแบบกะซ้ำได้ อย่างไรก็ตามแคลเซียมอัลจิเนตที่ใช้ตรึงเซลล์มีราคาแพง จึงควรทดลองหาวัสดุตรึงที่มีราคาถูก หาง่าย และมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ เช่น ชังข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวโพด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักคือ ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานในกระบวนการหมักแบบกะซ้ำโดยเซลล์ยีสต์ตรึงรูปบนวัสดุตรึงทางการเกษตร

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการตรึงเซลล์ *S. cerevisiae* เพื่อใช้ในการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวาน โดยใช้วัสดุตรึงทางการเกษตร 2 ชนิด

1.2.2 เพื่อศึกษาความคงตัว (stability) หรือความสามารถของเซลล์ตรึง *S. cerevisiae* ในการผลิตเอทานอลแบบกะซ้ำจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานที่สภาวะการตรึงที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.2.1

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยเซลล์ยีสต์ตรึงรูป โดยกระบวนการหมักแบบกะและแบบกะซ้ำ โดยเปรียบเทียบในแง่ของความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้ ผลได้ (yield) อัตราผลผลิต (productivity) ของเอทานอล และความคงตัวของวัสดุตรึง

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยเซลล์ยีสต์ตรึง *S. cerevisiae* 2 สายพันธุ์ โดยกระบวนการหมักแบบกะและแบบกะซ้ำ