

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แหล่งพลังงานที่ใช้กันในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิงปิโตรเลียม คือน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ทำให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเหล่านี้เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความพยายามในการหาพลังงานอื่นมาทดแทนในรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานลม น้ำ แสงอาทิตย์ และ พลังงานชีวมวล เอทานอล เป็นแหล่งพลังงานใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจในขณะนี้ โดยพบว่า 90% ได้จากกระบวนการหมัก (Fermentations) ที่เหลือได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมา (Synthesis) จากปัญหาเรื่องน้ำมันในตลาดโลกมีราคาแพง ประเทศไทยต้องเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน ประกอบกับอัตราการใช้น้ำมันของประเทศไทยมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วมีพลังงานทดแทนอีกชนิดหนึ่งที่ประเทศเราให้ความสนใจอย่างหนึ่ง คือ แก๊สโซฮอล์ ซึ่งแก๊สโซฮอล์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมระหว่างเอทานอล หรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการนำเอาพืชมาหมักเพื่อเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล จากนั้นจึงเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ โดยใช้เอนไซม์หรือกรดบางชนิดช่วยย่อย และหมักด้วยจุลินทรีย์เพื่อให้ได้เอทานอล จากนั้นนำแอลกอฮอล์ที่ได้ทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่น นำแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์สูง (99.5%) มาผสมในน้ำมันเบนซินจะได้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ มาใช้กับรถยนต์ได้ วัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตเอทานอลมีสามประเภท คือ วัตถุดิบที่ให้น้ำตาล เช่น อ้อย บีทรูท ข้าวฟ่างหวาน กากน้ำตาล และผลไม้ ซึ่งวัตถุดิบประเภทนี้สามารถนำมาหมักเอทานอลได้โดยตรง และวัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าว ข้าวโพด รวมทั้งวัตถุดิบประเภทเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ เช่น กากชานอ้อย ช้างข้าวโพด (Lin and Tanaka, 2006) แอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักธัญพืชได้รับการสนใจมาหลายปีแล้ว วัตถุดิบที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตขึ้นอยู่แต่ละประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกานิยมใช้ข้าวโพด ขณะที่ฝรั่งเศสนิยมใช้ข้าวสาลี มีการศึกษากันมากมายในการนำวัตถุดิบชนิดต่างๆ มาใช้ผลิตเอทานอล เช่น วัสดุประเภทเซลลูโลส (Phillipidis and Smith, 1995) มันสำปะหลัง (Amutha and Gunaskaran, 1994; Parada et al, 1996., Ahn et al, 1995) แป้งสาเก (Pranamuda et al, 1994) ข้าวฟ่าง (Du Preez et al, 1985., Bajomo and Yong, 1994) blackstrap molasses (Johnes et al, 1994)

มันเทศ (Sweet Potato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* เป็นพืชในวงศ์ Convolvulaceae เป็นพืชหัวใต้ดินเถาเลื้อยราบไปบนพื้นดิน ปลูกเป็นพืชไร่ มีเนื้อสีหลายสีตามสายพันธุ์ ประเทศไทยสามารถปลูกมันเทศได้ทั่วทุกภาค และปลูกได้ตลอดปี โดยเฉพาะฤดูการทำนา ในปีเพาะปลูก 2546 – 2547 มีพื้นที่ปลูกมันเทศทั้งประเทศรวม 30,905 ไร่ มีปริมาณผลผลิต 56,432 ตัน เฉลี่ยผลผลิต 1.82 ตัน/ไร่ มันเทศที่ปลูกในประเทศไทยมีการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภค ประกอบอาหารคาวหวานเป็นหลัก มีคุณค่าทางเภสัชวิทยา เนื่องจากมีสารเบต้าแคโรทีนที่ลดความเสี่ยงต่อการเกิดเซลล์มะเร็งในอวัยวะภายในของสตรีหลายชนิด เช่น มะเร็งมดลูก มะเร็งรังไข่ มะเร็งเต้านม และมีเกลือโปแตสเซียมช่วยในการรักษาสมดุลของของเหลวในร่างกาย ทำให้การทำงานของหัวใจและความดันโลหิตปกติ (แสงไทย, 2545) นอกจากนี้มันเทศมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่ามันฝรั่ง โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตมีสูงกว่ามันฝรั่งมาก จึงเหมาะแก่การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

ในการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้งในระดับอุตสาหกรรม ต้องนำวัตถุดิบเหล่านี้มาผ่านการย่อยด้วยกรดหรือเอนไซม์ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการหมัก (Sanchez et al, 2008) ด้วยจุลินทรีย์ การย่อย (hydrolysis) แป้งด้วยกรดหรือเอนไซม์เป็นการเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปน้ำตาลที่หมักได้ (fermentable sugar) ปัจจุบันนิยมใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งมากกว่าการใช้กรด เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่รุนแรง แต่ราคาของเอนไซม์ก่อนข้างสูง (Summely et al, 2004) ซึ่งเอนไซม์ที่นิยมนำมาใช้ในการย่อยแป้งเป็นน้ำตาล เช่น α -amylase, β -amylase, amyloglucosidase เป็นต้น สำหรับการใช้กรดย่อยแป้งมีข้อเสียหลายอย่าง เช่น ผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากการใช้กรดย่อยจะไปยับยั้งการเจริญของยีสต์ที่ใช้หมักเอทานอล ต้องมีการปรับสภาพสารที่ผ่านการย่อยด้วยกรดให้มีสภาพเป็นกลางก่อนนำไปใช้หมัก รวมทั้งอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้มีราคาแพง แต่มีข้อดี เช่น ปฏิกิริยาเกิดขึ้นรวดเร็ว (Tasic et al, 2009) จากนั้นนำมาหมักด้วยจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) หรือแบคทีเรีย (*Zymomonas mobilis*) เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นเอทานอล

ลูกแป้งเหล่านี้เป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์มากมาย โดยเชื้อที่มีบทบาทในกระบวนการหมักสาโทหรือไวน์ข้าวและมีในปริมาณสูง เช่น *Rhizopus oryzae*, *Aspergillus oryzae* และ *Amylomyces rouxii* ซึ่งเชื้อราเหล่านี้มีคุณสมบัติในการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลได้สูง และมีเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* มีคุณสมบัติในการหมักแอลกอฮอล์ได้สูง (วิมลลักษณ์, 2547) มีการศึกษาการหมักเอทานอลโดยใช้มันเทศเป็นวัตถุดิบ เช่น Yu และคณะ (1994) ศึกษาการหมักแอลกอฮอล์จากมันเทศแห้งโดยใช้เซลล์ยีสต์ที่ถูกต้อง พบว่ากิจกรรมการหมักเอทานอลของยีสต์ในถังหมักจะสูงและคงที่เป็นเวลามากกว่า 3 เดือน และมากกว่า 6 เดือน เมื่อใช้การหมักในถังหมัก 1 ลิตร (Bench – top scale) และในถังหมักขนาด 1,000 ลิตร (pilot scale) ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการหมักแอลกอฮอล์ในถังหมักทั้งสองแบบ

9.8 กรัมเอทานอล/ลิตร. ชั่วโมง และ 9.2 กรัมเอทานอล/ลิตร. ชั่วโมง ตามลำดับ อัตราการใช้แป้งประมาณร้อยละ 90 ค่าทางจลนศาสตร์ของการหมักแอลกอฮอล์โดยยีสต์ที่ถูกตรึงได้ทำการศึกษา Wu และคณะ (2009) รายงานว่ามันเทศมีเอนไซม์ β - amylase ซึ่งใช้ในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลในปริมาณสูง สำหรับประเทศไทยการนำมันเทศมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเอทานอลมีการศึกษาก่อนข้างน้อย งานวิจัยนี้จึงได้สนใจที่จะนำมันเทศมาหมักเอทานอล โดยการใช้เอนไซม์ทางการค้า เช่น α - amylase และ glucoamylase มาใช้ในการย่อยแป้งในมันเทศให้เป็นน้ำตาลที่หมักได้ เปรียบเทียบกับการใช้เชื้อราที่แยกได้จากลูกแป้งที่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่ย่อยแป้งเป็นน้ำตาลได้สูง เช่น *Rhizopus oryzae* และ *Amylomyces rouxii* จากนั้นนำแป้งที่ผ่านการย่อยมาหมักด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่แยกได้จากลูกแป้งและมีคุณสมบัติในการหมักแอลกอฮอล์ได้สูง เปรียบเทียบผลผลิตเอทานอลที่ได้จากการใช้เอนไซม์ทางการค้าและการใช้เชื้อรา รวมทั้งศึกษาค่าทางจลนพลศาสตร์ของกระบวนการหมักเอทานอลจากการใช้มันเทศเป็นวัตถุดิบ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการนำมันเทศ ซึ่งเป็นพืชหัวทางการเกษตรชนิดหนึ่งมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักเอทานอลเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนำเอนไซม์ทางการค้า เช่น α - amylase และ amyloglucosidase (Sigma, Aldrich) มาย่อยมันเทศ เพื่อให้ได้น้ำตาลที่ยีสต์สามารถนำไปใช้หมักเป็นเอทานอลได้ (fermentable sugar)
3. เพื่อศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากลูกแป้งเหล่านี้ เช่น *Rhizopus oryzae*, *Aspergillus oryzae* และ *Amylomyces rouxii* มาใช้ย่อยแป้งในมันเทศ เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำตาลที่ยีสต์สามารถนำไปหมักเป็นเอทานอลได้
4. นำน้ำตาลที่สามารถหมักได้จากข้อ 2 และ 3 มาหมักต่อด้วยเชื้อยีสต์ *S.cerevisiae* เปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่ได้จากข้อ 2 และ 3 และค่าจลนศาสตร์ของการหมักเอทานอลจากมันเทศ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาองค์ประกอบของมันเทศ เพื่อจะได้นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเอทานอล และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนำเอนไซม์ทางการค้า คือ α - amylase และ

amylglucosidase (Sigma, Aldrich) มาใช้ในการย่อยแป้งในมันเทศ ให้เป็นน้ำตาล (fermentable sugar) ที่จุลินทรีย์สามารถนำมาใช้หมักเอทานอล เช่น อุณหภูมิ pH และเวลาในการย่อยของเอนไซม์แต่ละชนิด จากนั้นศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่แยกได้จากลูกแป้งเหล่านี้ คือ *Rhizopus oryzae* *Amylomyces rouxii* และ *Aspergillus oryzae* นำมาย่อยแป้งในมันเทศเพื่อให้ได้น้ำตาลที่หมักได้คัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลที่หมักได้สูงสุด มาหมักต่อด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* ที่แยกได้จากลูกแป้งเหล่านี้เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลที่สามารถหมักได้เป็นเอทานอล เปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่ได้จากการใช้เอนไซม์และการใช้จุลินทรีย์ที่แยกได้จากลูกแป้งเหล่านี้ และค่าจลนศาสตร์ของการหมักเอทานอลจากมันเทศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำมันเทศซึ่งเป็นพืชหัวทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเอทานอล เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน
2. สามารถควบคุมกระบวนการหมักเอทานอลจากมันเทศโดยใช้กระบวนการการย่อยด้วยเอนไซม์ทางการค้าและการใช้จุลินทรีย์โดยตรงเพื่อให้ผลิตเอนไซม์มาย่อยแป้งในมันเทศให้เป็นน้ำตาลที่สามารถหมักได้ และนำมาหมักต่อด้วยเชื้อยีสต์เพื่อผลิตเอทานอล