บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเกือบทั้งหมด ทำให้สูญเสียเงินตราต่างประเทศไปเป็นจำนวนมากกว่าปีละ 2 แสนล้านบาท ซึ่งมีมูลค่ามากกว่ารายได้จากการส่งออกข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา น้ำมันปาล์ม และน้ำตาลทรายรวมกัน ประกอบกับแนวโน้มราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีแต่จะสูงขึ้นโดยที่ประเทศไทยแทบไม่มีอำนาจต่อรองใด ๆ เลย เพราะเราเป็นตลาดนำเข้าน้ำมันส่วนน้อยไม่ถึงร้อยละ 1 ของตลาดโลก วิกฤติการณ์ด้านพลังงานโดยเฉพาะราคาน้ำมันในตลาดโลกได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด การใช้น้ำมันปิโตรเลียมซึ่งมีปริมาณจำกัดซึ่งอาจจะหมดไปในเร็ววันนี้ทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกต้องเสาะแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้า เช่น การใช้ถ่านหิน พลังงานนิวเคลียร์ ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเรายังมีแหล่งพลังงานที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้เองคือ แหล่งพลังงานทดแทนจากพืชเกษตร ประกอบกับปัญหาราคาพืชผลทางการเกษตรตกต่ำ โดยเฉพาะพืชผลที่ต้องพึ่งพาตลาดต่างประเทศ เช่น ข้าวทั้งนาปีและนาปรัง มันสำปะหลังซึ่งมีพื้นที่ปลูกประมาณ 7 ล้านไร่ แต่ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เช่น มันอัดเม็ดกำลังลดน้อยลง ผลผลิตอาจมีบางช่วงมากเกินความต้องการ อ้อยก็มีสภาพไม่ต่างกัน พืชทั้งสามชนิดที่กล่าวมานั้นประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสู่ตลาดโลกในอันดับต้น ๆ แต่ปัญหาราคาพืชผลทางการเกษตรตกต่ำยังคงอยู่ต่อไป คำตอบที่จะสามารถช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น นั่นคือ การใช้เชื้อเพลิงเอธานอล ซึ่งได้จากการนำพืชผลทางการเกษตร เช่น มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล ข้าว ข้าวโพด มาแปรรูปด้วยการย่อยสลาย การหมัก และการกลั่น แล้วนำเอธานอลที่ได้มาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม (สุรพงษ์ เจริญรัถ, 2546)

เอธานอล หมายถึง แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่มีสูตรเคมีคือ C_2H_5OH เป็นของเหลวที่ไม่มีสี จุดติดไฟ ระเหยง่าย สามารถละลายได้ทั้งในน้ำและสารละลายอินทรีย์อื่น ๆ เป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถนำมาบริโภคได้ นอกจากนั้น เอธานอลยังมีค่าออกเทนสูงสามารถผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เอธานอลเป็นสารประกอบที่ย่อยสลายเองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดิบซึ่งเป็นแหล่งพลังงานจากซากพืชซากสัตว์ เอธานอลมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ เป็นพลังงานทดแทนที่มีการเผาไหม้สะอาด และไม่สร้างก๊าซพิษที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การใช้เอธานอลเป็นเชื้อเพลิงสามารถใช้ในรูปของแอนไฮดรัส แอลกอฮอล์ (anhydrous alcohol) หรือเอธานอลความเข้มข้น 99.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร เพื่อเป็นสารเพิ่มค่าออกเทนโดยจะผสมกับน้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีน (Gasoline) สัดส่วน 5-30 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร และไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์

การผลิตเอธานอลสามารถใช้วัตถุดิบทางการเกษตรได้ทั้งประเภทแป้ง ได้แก่ ข้าวโพด มันฝรั่ง และมันสำปะหลัง ประเภทน้ำตาล เช่น อ้อย และกากน้ำตาล และประเภทลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) เช่น ฟางข้าว กากอ้อย และของเสียจากอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ เป็นต้น วัตถุดิบทางการเกษตรประเภทแป้งและลิกโนเซลลูโลส จำเป็นที่ต้องย่อยให้ได้น้ำตาลก่อน แล้วจึงนำมาใช้เป็นอาหารของเชื้อยีสต์เพื่อหมักเป็นแอลกอฮอล์ต่อไป (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และคณะ, 2546) นอกจากนี้ เอธานอลถูกใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น ใช้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยา ใช้เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น สี แล็กเกอร์ และขี้ผึ้ง ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์สารเคมีและชีวเคมี ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ ใช้ผลิตเป็นอาหาร เช่น น้ำส้มสายชู เจลาติน ส่วนในทางด้านการแพทย์ เช่น ใช้เช็ดแผล ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น (คณะกรรมาธิการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร, 2545)

จากรายงานของผู้ผลิตรายใหญ่พบว่าผลผลิตเอธานอลที่ได้จากวัตถุดิบ คือ พืชชนิดต่างๆ จำนวน 1 ตัน เมื่อผ่านขบวนการผลิตจะได้ผลผลิตเอธานอลที่แตกต่างกัน หากใช้วัตถุดิบประเภทธัญพืช ข้าว ข้าวโพด จะได้เอธานอลสูงถึงจำนวน 375 ลิตร รองลงมาถ้าใช้กากน้ำตาลจะได้เอธานอลจำนวน 260 ลิตร ในขณะที่ใช้หัวมันสดจะได้เอธานอล 180 ลิตร (พลังงานเอธานอล, ม.ป.ป.) แนวโน้มในอนาคตมันสำปะหลังจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เนื่องจากมันสำปะหลังสามารถนำไปแปรรูปเพื่อใช้ในด้านอุปโภคและบริโภค ทั้งผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารและไม่เป็นอาหาร ทั้งที่ใช้ภายในประเทศและแปรรูปเพื่อส่งออกโดยเฉพาะการใช้ในอุตสาหกรรมสัตว์รวมทั้งอาหาร เครื่องดื่ม และการนำไปแปรรูปเป็นเอธานอลสำหรับผลิตแก๊สโซฮอล์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน (สมัชชา โยชน์ชัยสาร, 2549)

จากการศึกษาศักยภาพของชีวมวลที่มีในประเทศพบว่า มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจอันดับหนึ่งที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเอธานอล เนื่องจากมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอื่นที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอยู่แล้วน้อยที่สุด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงความสามารถและกำลังการผลิตหัวมันสำปะหลังกับอุตสาหกรรมแปรรูปที่ใช้หัวมันสำปะหลัง ที่สำคัญ ได้แก่ มันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง พบว่า จะมีผลผลิตส่วนเกินของมันสำปะหลังประมาณ 4 ล้านตันต่อปี ซึ่งสามารถผลิตเป็นเอธานอลได้ไม่ต่ำกว่าวันละ 2 ล้านลิตร มันสำปะหลังเป็นพืช

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ศักยภาพสูงสามารถตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบเพื่อผลิตเอธานอลได้ดีกว่าอ้อยหรือกากน้ำตาล (กล้าณรงค์ ศรีรอต และคณะ, 2550) ประกอบกับไทยซึ่งเป็นประเทศผู้ผลิตมันสำปะหลังรายสำคัญในภูมิภาคเอเชียได้รับผลดีจากสภาวะอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการผลิตและได้รับแรงกระตุ้นจากความต้องการเพื่อการผลิตเอธานอล (สมัชชา โยชน์ชัยสาร, 2550)

จากการสำรวจเอกสาร พบว่าในประเทศไทย ยังไม่มีการการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเอธานอลจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมันสำปะหลังโดยใช้ปฏิกรณ์แบบท่อ โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตเอธานอลในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการผลิตเอธานอลจากแป้งมันสำปะหลังโดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ขั้นตอน คือ (1) การออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาล 2 ขั้นตอนต่อเนื่อง คือ ขั้นตอน การทำให้เหลว (liquefaction) และขั้นตอนการทำให้หวาน (saccharification) ท่อชนิดนี้เรียกว่า In-Line Static Mixer Reactor ลักษณะของท่อประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวท่อทำจากวัสดุที่เป็นแก้ว และส่วนที่เป็นไส้ท่อ เรียกว่า static element โดยส่วนตัวท่อและไส้ท่อแยกจากกันได้ ส่วนการออกแบบท่อสำหรับการหมักเอธานอล ใช้เป็นท่อสายยางใส (2) ศึกษาการสลายแป้งมันสำปะหลังโดยการใช้เอนไซม์แบบต่อเนื่องในปฏิกรณ์แบบท่อ (3) ศึกษาการหมักเอธานอลด้วยยีสต์ในปฏิกรณ์แบบท่อโดยใช้สารละลายน้ำตาลที่ได้จากการสลายแป้งมันสำปะหลังในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (4) ศึกษาการหมักเอธานอลแบบต่อเนื่องด้วยยีสต์ต่อจากการย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องด้วยเอนไซม์ในปฏิกรณ์แบบท่อ โดยขั้นตอนการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยใช้ปฏิกรณ์แบบท่อนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผสมระหว่างน้ำแป้งและเอนไซม์และช่วยลดระยะเวลาในการย่อยสลายได้ดีกว่าการใช้ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ซึ่งในถังปฏิกรณ์ชีวภาพใช้เวลารวมในการย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลประมาณ 24 ชั่วโมง (อรนิภา แสงสุข, 2549) แต่การใช้ปฏิกรณ์แบบท่อจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง (อารีย์รัตน์ ธีรวาส, 2549) ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลา พลังงาน และค่าใช้จ่ายในการผลิตเอธานอลแบบต่อเนื่อง และยังสามารถนำไปขยายขนาดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. การสร้างชุดอุปกรณ์ In-Line Static Mixer Reactor สำหรับย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาล และออกแบบเพื่อทำการสร้างท่อสำหรับการหมักเอธานอล

2. ความเข้มข้นของเอนไซม์ที่เหมาะสมในการสลายแป้งมันสำปะหลังเป็นน้ำตาลในปฏิกรณ์แบบท่อ

3. ศึกษาการหมักเอธานอลด้วยยีสต์ในปฏิกรณ์แบบท่อโดยใช้น้ำตาลจากการสลายแป้งมันสำปะหลังในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ศึกษาการหมักเอธานอลด้วยยีสต์แบบต่อเนื่องต่อจากการสลายแป้งมันสำปะหลังให้เป็นน้ำตาลในปฏิกรณ์แบบท่อ

สมมติฐานของการวิจัย

1. In-Line Static Mixer Reactor ที่สร้างขึ้นสามารถสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ดี และท่อสำหรับหมักเอธานอลที่สร้างขึ้นสามารถใช้หมักเอธานอลได้

2. ความเข้มข้นของแป้งมันสำปะหลังและความเข้มข้นของเอนไซม์มีผลต่อผลผลิตน้ำตาลที่ได้

3. ระยะทางของท่อมีผลต่อผลผลิตน้ำตาลและเอธานอล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงขั้นตอนและเทคนิคในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์และเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอธานอลโดยการหมักด้วยยีสต์แบบต่อเนื่องในปฏิกรณ์แบบท่อ

2. ทราบถึงความเข้มข้นของแป้งมันสำปะหลังและเอนไซม์ที่เหมาะสมที่ให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด

3. ปฏิกรณ์แบบท่อที่สร้างขึ้นจะช่วยลดระยะเวลาในการย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาล

4. สามารถนำวิธีการไปขยายส่วนในระดับที่ใหญ่ขึ้นได้ เช่น ในระดับอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์

ขอบเขตของการวิจัย

สร้างชุดอุปกรณ์ In-Line Static Mixer Reactor และออกแบบเพื่อทำการสร้างท่อสำหรับการหมักเอธานอล หลังจากนั้น ทำการศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งมันสำปะหลังให้เป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แบบต่อเนื่องสองขั้นตอน คือ ขั้นตอน liquefaction และขั้นตอน saccharification ในปฏิกรณ์แบบท่อ In-Line Static Mixer Reactor ทำการคัดเลือกความเข้มข้นแป้งมันสำปะหลังและเอนไซม์ที่มีความเหมาะสมในการให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุดเพื่อนำมาศึกษาการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอธานอลโดยการย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังให้เป็นน้ำตาลในถังปฏิกรณ์ชีวภาพขนาด 200 ลิตรแล้วนำน้ำตาลที่ได้ไปหมักด้วยยีสต์ในท่อสำหรับการหมักเอธานอล หลังจากนั้นทำการย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังให้เป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์และทำการหมักให้ได้เอธานอลด้วยยีสต์แบบต่อเนื่องในปฏิกรณ์แบบท่อ In-Line Static Mixer Reactor และท่อสำหรับการหมักเอธานอล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นิยามศัพท์เฉพาะ

Liquefaction หมายถึง การย่อยแป้งครั้งแรกหรือการทำให้ใสเพื่อให้แป้งมีความหนืดน้อยลงและแป้งบางส่วนถูกย่อยทำให้แป้งมีขนาดโมเลกุลเล็กลง

Saccharification หมายถึง การย่อยน้ำแป้งครั้งสุดท้ายหรือการทำให้หวาน

สมมูลเด็กโทรส หรือ Dextrose Equivalent (DE) หมายถึง ร้อยละ โดยน้ำหนักของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University