

บทที่ 1

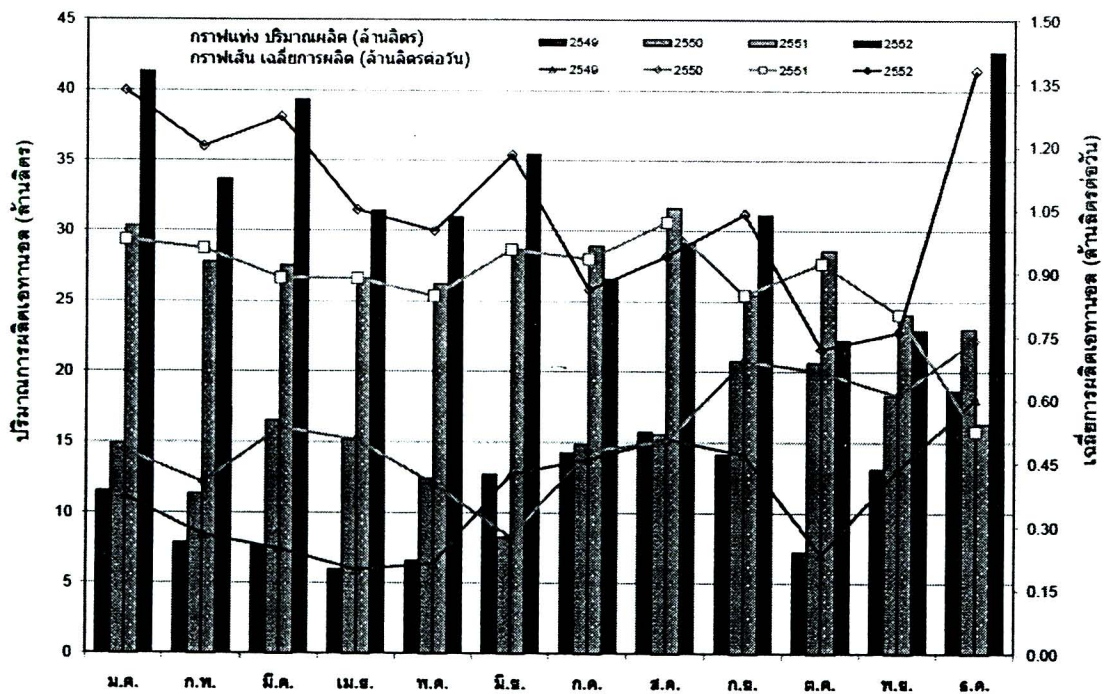
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหางานวิจัย

พลังงานทดแทนเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่มีความสำคัญและควรได้รับการพัฒนาขึ้นมาอย่างจริงจัง โดยเฉพาะพลังงานกลุ่มชีวมวลที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการเปลี่ยนให้กลายเป็นไบโอเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ พลังงานชีวมวลที่นำมาผลิตเอทานอลส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมารับประทานได้ คือ ประเภطن้ำตาล เช่น อ้อยและกากน้ำตาล และประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพด ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการผลิตเอทานอลในระยะเวลาข้างหน้า เพราะเป็นการนำพืชอาหารมาใช้ผลิตเอทานอล ทำให้เกิดการแข่งขันกันระหว่างอุตสาหกรรมผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลกับอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้เป็นวัตถุดิบ การเกิดปัญหาในด้านพื้นที่เพาะปลูก และไม่สามารถให้ผลผลิตได้ทั้งปี ดังนั้นในปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลในหลายประเทศจึงมุ่งเน้นไปที่วัตถุดิบประเภทอื่น คือ วัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส เช่น ไม้ เศษวัสดุทางการเกษตร เป็นต้น เนื่องจากเป็นวัสดุชีวมวลที่มีราคาถูก สามารถหาได้ง่าย เพราะมีอยู่ทั่วไป

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติและนับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่ง ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเภطن้ำตาล เช่น กากอ้อยและกากน้ำตาล ประเภทแป้ง เช่น ฟางข้าว แกลบ กาก ไซ ทะลายปาล์ม เป็นต้น และประเภทลิกโนเซลลูโลส เช่น เศษไม้ เป็นต้น ดังนั้นจึงควรนำวัสดุเหล่านี้มาพิจารณาเพื่อผลิตเป็นเอทานอลได้ ปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผันและขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ อย่างไรก็ดีตาม การผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการที่ขยายตัวที่เพิ่มมากขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรหาแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพเพียงพอที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้พลังงานของประเทศได้ โดยจากแหล่งพลังงานจากพืชที่มีอยู่ในประเทศและสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดฤดูกาล อาทิ เช่น ไม้ไผ่ ซึ่งเป็นพืชที่มีอยู่หลายชนิด หลายสกุล ในตระกูลเดียวกับพืชวงศ์หญ้า มีกว่า 1250 ชนิด ภายใน 75 สกุล ซึ่งข้อดีของไม้ไผ่ คือ เป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว สามารถเติบโตได้

อย่างเต็มที่ภายในระยะเวลา 5 ปี และให้ผลผลิตหรือแตกหน่อตลอดเวลา นับว่าเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสำคัญในการเปลี่ยนให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์เอทานอลได้ ไม้ไผ่ถือว่ามีคุณสมบัติเป็นไม้เนื้อแข็ง องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ไผ่ประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 40 เซมิเซลลูโลสประมาณร้อยละ 27 จากการศึกษาผลของการทำปฏิกิริยาคัวยกรดเจือจางกับไม้ไผ่ต่อการผลิตเอทานอลของ วิไลวรรณ ถิ่นะกุล (2009) พบว่า ให้ปริมาณกลูโคสสูงสุดที่ 15.89 mg/ml ไม้ไผ่ 1 กิโลกรัมสามารถผลิตเอทานอลได้ 172.7 กรัม และจากการศึกษาพบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดน้ำตาลกลูโคสคือ ความรุนแรงในกระบวนการปรับสภาพวัสดุ เนื่องจากความพรุนของวัสดุและความเป็นผลึกของเส้นใยเซลลูโลสส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส โดยวิธีการปรับสภาพวัสดุส่วนใหญ่มี 3 วิธีด้วยกันคือ วิธีทางกายภาพ เช่น การตัด การระเบิดด้วยไอน้ำ การใช้ความร้อน เป็นต้น วิธีทางชีวภาพ เช่น การใช้เอนไซม์ในการย่อย และวิธีทางเคมี เช่น การใช้กรดหรือด่างในการปรับสภาพ รวมไปถึงการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความเข้มข้นของกรด เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาที่มีความรุนแรงมากขึ้น เป็นต้น เพื่อหาสภาวะที่ทำให้เกิดน้ำตาลกลูโคสให้มากที่สุดในการนำไปผลิตเป็นเอทานอลในกระบวนการต่อไป



รูป 1.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลรายเดือนปี 2549-2552

ที่มา : ข้อมูลสถิติกระทรวงพลังงาน

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการปรับสภาพวัสดุประเภทลิกโนเซลลูโลสประเภทไม้เนื้อแข็ง โดยวิธีการทำปฏิกิริยาดังกรดเจือจางและการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ ซึ่งสรุปสาระที่สำคัญได้ดังนี้

Lloyd และคณะ (2005) ได้ศึกษาการปรับสภาพของเปลือกข้าวโพดด้วยการใช้ความร้อนร่วมกับกรดเจือจาง ซึ่งจำนวนการศึกษาที่ผ่านมาได้เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขความเจือจางของกรดในการปรับสภาพ ความสำคัญคือการระบุเงื่อนไขที่แท้จริงที่จะทำให้เกิดน้ำตาลปริมาณสูงสุดของทั้งน้ำตาลไซโลสและกลูโคสจากทั้ง 2 สถานะ โดยจะบันทึกในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมที่เป็นไปได้ของน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด โดยปริมาณของน้ำตาลไซโลสที่ได้จากการปรับสภาพหรือปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยสลายเซลลูโลส ในช่วงความเข้มข้นของกรดซัลฟริก 0.22%, 0.49% และ 0.98% w/w ที่อุณหภูมิ 140, 160, 180 และ 200 C ที่ 15% ของน้ำตาลรวมที่เป็นไปได้ในสารตั้งต้น สามารถให้น้ำตาลไซโลสและกลูโคสออกมาในระหว่างการปรับสภาพ 15%-90% ส่วนของแข็งที่เหลืออยู่จะนำไปสู่กระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ (Enzymatic Hydrolysis) ต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของเอนไซม์ที่ใส่เข้าไปด้วย จากการศึกษาพบว่าน้ำตาลกลูโคสเพิ่มขึ้นสูงสุด 56% ของปริมาณน้ำตาลรวม ปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสมคือ 60% เมื่อ glucose ถูกปล่อยออกมาระหว่างทำ pretreatment รวมกับปริมาณของ xylose จะได้น้ำตาลสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ 34% ของปริมาณน้ำตาลรวม สำหรับการทำ pretreatment เพียงอย่างเดียวระหว่าง 35% - 37% สำหรับ xylose ที่ถูกปล่อยออกมาจากการย่อย ปริมาณน้ำตาลที่เกิดขึ้นต้องมีค่าต่ำถ้าไม่มีการใช้กรด เงื่อนไขที่ทำให้ปริมาณน้ำตาลแต่ละชนิดมีค่าสูงสุด ซึ่งมีค่าไม่เหมือนกันเนื่องจากปริมาณรวมสูงสุดของน้ำตาล ความสำคัญของการทดลองอยู่ที่การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนของการทำ pretreatment เมื่อมีการใช้กระบวนการที่เหมาะสม โดยสรุปที่ 92.5% ของน้ำตาลรวมที่มีอยู่ในตอนเริ่มต้น ในใบและขังข้าวโพด สามารถนำกลับมาได้ทั้งคู่โดยการทำ pretreatment โดยใช้กรดเจือจาง และ enzymatic hydrolysis

Alzatea และคณะ (2006) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานจากการผสมผสาน flowsheet สำหรับการผลิตเอทานอลจากชีวมวลที่มีเปลือกแข็ง เชื้อเพลิงเอทานอลเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีความสำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง เนื่องจากมีประโยชน์ทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้ ชีวมวลที่มีเปลือกแข็ง (Lignocellulosic) เป็นสิ่งที่มีความหวังมากที่สุดในการนำมาผลิตไบโอเอทานอลเนื่องจากหาได้ง่ายในปริมาณมาก และค่าพลังงานสามารถได้มาเมื่อมีการนำชีวมวลไปใช้เป็นวัตถุดิบของระบบ cogeneration ระหว่างความร้อนกับกำลังงาน โดยไม่ผ่านกระบวนการหมัก ในกรณีนี้มีการกำหนดโครงสร้างหลายรูปแบบในการ

ผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจากชีวมวลที่มีเปลือกแข็ง ซึ่งทำการศึกษาโดยใช้กระบวนการจำลองแบบด้วย Aspen Plus การทำ flowsheet อย่างคร่าวๆ โดยการผสมผสานแนวความคิดที่มีความเป็นไปได้บางอย่างถูกนำมาใช้ในการกำหนดทิศทางของกระบวนการที่จะทำการศึกษา flowsheet แต่ละตัวจะถูกนำมาทำการวิเคราะห์โดยการหาจากค่าพลังงานของการใช้ประโยชน์ซึ่งเกณฑ์การเปรียบเทียบคือปริมาณการใช้พลังงานที่ต้องการในการผลิตเอทานอลบริสุทธิ์ 1 ลิตร ในการทำกระบวนการ saccharification และ cofermentation พร้อมกัน ซึ่งเป็นการใช้น้ำวน ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของปริมาณการใช้พลังงานอยู่ที่ 41.96 MJ/L EtOH ถ้ามีการใช้วิธี pervaporation ในการทำ dehydration แทนการกลั่นแบบ azeotropic จะสามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้น ในส่วนที่เพิ่มเข้ามาสมดุลพลังงานถูกประมาณค่าโดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลที่มีการเผยแพร่ ผลรวมของพลังงานคือ 17.65-18.93 MJ/L EtOH ซึ่งคำนวณจากประสิทธิภาพของพลังงานที่ได้จากเอทานอลของชีวมวลที่มีเปลือกแข็ง

Mendesa และคณะ (2009) ได้ศึกษาการทำ hydrolysis ขั้นต้น (auto or acid-catalysed) ของไม้ยูคาลิปตัสชิ้นเล็กๆ จะถูกทำก่อนขั้นตอนของการกำจัด hemicelluloses มิฉะนั้นจะถูกทำลายในสารละลาย kraft และถูกเผาเนื่องจาก xylose เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวชนิด Pichia stipitis ถูกเลือกมาใช้ผลิตไบโอเอทานอล 2 วิธี การทดสอบคือ ค่าความแตกต่างของความเข้มข้นเพื่อลดพิษที่เกิดจากการทำ hydrolysis และปรับค่า pH ขั้นตอนที่ 2 ใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เพื่อให้ผลของการหมักดีขึ้น กรดที่เกิดจากการทำ hydrolysis จะช่วยให้เอทานอลมีความเข้มข้นสูงขึ้น (12 g L^{-1}) ซึ่งทำให้มีความสามารถในการผลิตและปริมาณการผลิตสูง ($0.22 \text{ g eth L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ and $0.48 \text{ g eth/gxyl eqs}$) ในขณะที่ auto-hydrolysates หลังจากการทำ hydrolysis ครั้งที่ 2 ให้ค่าความเข้มข้นของเอทานอลต่ำ ($2-4 \text{ g L}^{-1}$) ผลกระทบที่เกิดจาก kraft และคุณภาพของเนื้อไม้ได้ทำการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน และความเป็นไปได้ของแนวคิดแบบโรงกลั่นชีวภาพ (การรวมกันของผลผลิตเอทานอลและเนื้อไม้ส่วนที่แข็ง) การลดปริมาณผลผลิตส่วนที่เป็นเนื้อไม้ (10% for auto- and 15% for acid-hydrolysis) และ auto-hydrolysis ทำให้ความหนืดของเนื้อไม้ดีขึ้น ในขณะที่ acid-hydrolysis มีประสิทธิภาพในการกรองโลหะ โดยรวมแล้วจากความเห็นที่เกิดจากผลผลิตของส่วนที่เป็นเนื้อไม้ เงื่อนไขที่ได้จากการทำ auto-hydrolysis มีความน่าสนใจกว่าการทำ acid-catalysed

Cara และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนวัตถุดิบ (olive tree) โดยการหมักน้ำตาลด้วยวิธีการใช้กรดเจือจางเป็นการปรับสภาพวัตถุดิบ โดยใช้ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่ 0.2%, 0.6%, 1.0% และ 1.4% w/w ที่ในช่วงอุณหภูมิ 170-210 °C น้ำตาลที่ได้กลับมาก็ได้มาจากทั้งจากส่วนของของเหลวและในส่วนของของแข็งที่มาจากปรับสภาพแล้ว 83% ของน้ำตาลในเฮมิ

เซลลูโลสในสารตั้งต้นถูกนำกลับมาในของเหลวที่ผ่านการกรองแล้วที่สภาวะอุณหภูมิ 170 °C, 1% ของความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก แต่ในขณะเดียวกันส่วนที่เป็นของแข็งที่ถูกนำกลับมา พบว่าความสามารถของเอนไซม์ที่เข้าไปทำปฏิกิริยาต่อส่วนที่เป็นของแข็งที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพแล้วมีผลไม่มาก ผลผลิตที่มากที่สุดเมื่อมีการใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดไลซิส (Enzymatic hydrolysis) ถึง 76.5% ได้มาจากการส่วนที่เป็นของแข็งที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพแล้วที่อุณหภูมิ 210 °C, 1.4% ของความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก อย่างไรก็ตามน้ำตาลที่ได้ในส่วนที่เป็นของเหลวที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพแล้ว พบว่าผลผลิตที่ได้มีค่าน้อย เมื่อพิจารณาถึงปริมาณน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการหมักโดยการปรับสภาพวัตถุดิบและน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่ง ค่าที่มากมีค่าถึง 36.3 กรัมของน้ำตาลต่อ 100 กรัมของวัตถุดิบตั้งต้นภายใต้สภาวะที่ 180 °C, 1% ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก ซึ่งคิดเป็นปริมาณถึง 75% ของสารตั้งต้น

Shimokawa และคณะ (2009) ได้ศึกษาผลของการเติบโตของหน่อไม้ในการผลิตเอทานอลด้วยวิธีการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ให้กลายเป็นน้ำตาลและกระบวนการหมัก จากการศึกษาพบว่าไผ่เป็นทรัพยากรที่มีประโยชน์ แต่มีการนำมาใช้ที่จำกัดเช่นกัน กล่าวคือไผ่ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ (Immature) ยังไม่แตกกิ่งก้านสาขานับว่าเป็นพลังงานชีวมวลที่ดีกว่าไม้ไผ่ที่แก่แล้ว และหน่อไม้ที่อ่อนกว่าก็เช่นเดียวกัน เนื่องจากเกิดการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ได้ดีกว่า ทำให้ได้ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มมากขึ้นด้วย โคนใช้เอนไซม์บัพเฟอร์ที่ pH 4.8 (2-83 FPU g⁻¹) อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส วิเคราะห์น้ำตาลด้วยวิธีการ HPLC พบว่าหน่อไม้ให้ผลผลิตน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น 98% ของ *Phyllostachys bambusoides* เมื่อใช้ไซเลนเพิ่มจากเซลลูโลส การย่อยสลายให้เป็นน้ำตาลและกระบวนการหมักแบบ SSF ด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* NBRC 2347 เวลา 24 hr ของหน่อไม้ *P.bambusoides* และ *Phyllostachys pubescens* ได้เอทานอล 169 และ 139 g/kg ตามลำดับ (98% และ 81% ตามลำดับ ของผลผลิตตามทฤษฎีในการเปลี่ยนรูปแบบของเฮกโซส) เมื่อเอนไซม์ 12 FPU/g

วิไลวรรณ ลิณะกุล (2009) ได้ศึกษาผลของการทำปฏิกิริยาด้วยกรดเจือจางกับไม้ไผ่ต่อการผลิตเอ-ทานอลพบว่า ไม้ไผ่ประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 40 เฮมิเซลลูโลสประมาณร้อยละ 27 ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการปรับสภาพวัตถุดิบโดยการใส่กรดซัลฟิวริกเจือจางก่อนเข้าสู่กระบวนการไฮโดไลซิสด้วยเอนไซม์ โดยมีไม้ไผ่ตั้งต้นปริมาณร้อยละ 10 % น้ำหนักต่อน้ำหนัก ในหม้อความดันภายใต้สภาวะที่ต่างกันคืออุณหภูมิ (120, 140 องศาเซลเซียส) ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริก (ร้อยละ 0.6, 0.9, 1.2 น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และเวลาที่ใช้ (30, 60, 90 นาที) จากผลการทดลองพบว่าหลังจากกระบวนการปรับสภาพด้วยกรดเจือจางแล้วได้น้ำตาลกลูโคสและไซโลสสูงสุดที่สภาวะเงื่อนไขที่

อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริกร้อยละ 1.2 น้ำหนักต่อน้ำหนัก และเวลาที่ใช้เท่ากับ 90 นาที และเมื่อผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์โดยใช้เอนไซม์เซลลูเลสและเบตาไกลูโคซิเดรสที่สภาวะเงื่อนไขเดียวกันกับการปรับสภาพเมื่อทำการวัดปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่าผลที่ได้มีค่าน้อย แต่ค่าน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบมากที่สุด (85 มิลลิกรัมต่อกรัม) อยู่ภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริกร้อยละ 1.2 น้ำหนักต่อน้ำหนัก และเวลาที่ใช้เท่ากับ 60 นาที นั้นแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอุณหภูมิ ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก และเวลาที่ใช้มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นรวมถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงเซลลูโลส หลังจากผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์แล้วนำผลผลิตที่ได้มาทำการหมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomysis Cerisiae* เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ปริมาณเอทานอลที่พบมากที่สุดอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริกร้อยละ 0.6 น้ำหนักต่อน้ำหนัก และเวลาที่ใช้เท่ากับ 90 นาที

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายไม้เนื้อแข็งและมีเซลลูโลสปริมาณมากที่สามารถแปรสภาพเป็นน้ำตาลกลูโคสได้ แต่อย่างไรก็ตามไม้ไผ่ก็ยังมีปริมาณลิกนินที่มากเช่นกัน ซึ่งลิกนินเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงมาก มีพันธะยึดเหนี่ยวกันอย่างหนาแน่น ดังนั้นจึงควรใช้กระบวนการแปลงสภาพโดยการทำปฏิกิริยาด้วยกรดเจือจางที่สภาวะที่มีความรุนแรงมากขึ้นและไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ โดยการใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรมที่เรียกว่า พื้นผิวผลตอบสนอง (Response Surface Methodology) เพื่อหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของปริมาณน้ำตาลที่เป็นฟังก์ชันของตัวแปรต่างๆ

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาการผลิตกลูโคสจากการเตรียมไม้ไผ่โดยการทำปฏิกิริยาด้วยกรดเจือจางและการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์

1.3.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำตาลกลูโคสด้วยวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง (Response Surface Methodology)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบวิธีการผลิตกลูโคสจากการเตรียมไม้ไผ่โดยการทำปฏิกิริยาด้วยกรดเจือจางและการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์

1.4.2 ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำตาลกลูโคสด้วยวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง (Response Surface Methodology)

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 วัตถุดิบคือไม้ไผ่ตง ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Dendrocalamus asper Backer* จำแนกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (Shimokawa และคณะ, 2009)

- หน่อไม้
- ไม้ไผ่อ่อน ความสูงไม่เกิน 7 เมตร
- ไม้ไผ่แก่ ความสูงมากกว่า 7 เมตรขึ้นไป

1.5.2 กระบวนการปรับสภาพ ซึ่งมีอัตราส่วนวัตถุดิบที่เป็นสารตั้งต้นต่อสารละลาย 10% การทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จำนวนการทดลองรวมทั้งหมด 108 ครั้ง โดยกำหนดอุณหภูมิการปรับสภาพคงที่ 140 °C และที่สภาวะต่างกันคือ

- ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก ที่ 0.4, 0.6, 1.0, 1.4 และ 1.6 %w/w
- เวลาที่ใช้ในการปรับสภาพ 45, 60, 90, 120, 135 นาที

1.5.3 ผลผลิตที่ได้จากการปรับสภาพจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- ของเหลว วิเคราะห์หาผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ย่อยด้วยกรดอะเซติก
- ของแข็ง นำไปเป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ โดยใช้เอนไซม์ที่บัฟเฟอร์ 4.8, อุณหภูมิ 50 °C และเวลาที่ใช้ในการไฮโดรไลซิส 12, 48 และ 72 ชั่วโมง

1.5.4 วิเคราะห์ผลผลิตน้ำตาลที่ได้ด้วยเทคนิค HPLC หรือโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

1.5.5 ชุดทดสอบมีขนาดเป็น lab scale

ตาราง 1.1 สรุปสภาวะการปรับสภาพและการไฮโดรไลซิสของวัตถุดิบลิกโนเซลลูโลสประเภทอื่น

วัตถุดิบลิกโนเซลลูโลส	ขนาด	สารเคมี	ความเข้มข้นกรด (%w/w)	เวลา (min)	อุณหภูมิ (°C)	loading	Reactor	อ้างอิง
เศษไม้ไผ่	300 µm	H ₂ SO ₄	0.6-1.2	30-90	120-140	5-10 %w/V Solid/liquid ratio	Autoclave	วีเลวรรณ (2552)
ต้นมะกอก	<10 mm	H ₂ SO ₄	0.2-1.4	10	170-210	1/5 % w/V Solid/liquid ratio	Electric heater and magenetic agitation	Cara และคณะ (2007)
ต้นสน	-	H ₂ SO ₄	2.21	15-30	180	10%w/w	-	Zhu และคณะ (2010)
ต้น cardoon	< 5 mm	H ₂ SO ₄	0.1-0.2	60	160-200	5-10 %w/V Solid/liquid ratio	Autoclave	Ballesteros และ คณะ (2008)
ต้นหญ้า Bermuda grass	3.13 mm	H ₂ SO ₄	0.6-1.5	30-90	121	10%w/w	Autoclave	Sun และคณะ (2005)
ฟางข้าว	3.13 mm	H ₂ SO ₄	0.6-1.5	30-90	121	10%w/w	Autoclave	Sun และคณะ (2005)
silvergrass	<0.5 cm	H ₂ SO ₄	1.0-3.0	10-180	121	2 g / dry basis	-	Wang และคณะ (2009)
Saline biomass	-	H ₂ SO ₄	1.4	8	165	1 g / dry basis	-	Lloyd และคณะ (2005)