

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย :

การฟื้นตัวของระบบเศรษฐกิจของประเทศในรอบปีที่ผ่านมา มีผลทำให้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและคมนาคมขนส่งมีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ความต้องการใช้พลังงานโดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งถือเป็นแหล่งพลังงานหลักคิดเป็น 80% ของพลังงานที่ใช้ในปัจจุบัน เพิ่มขึ้นตามไปด้วยจากข้อมูลทางสถิติในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2552 ที่ผ่านมา พบว่าปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปอยู่ที่ 1,126 พันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน ซึ่งสูงกว่าปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปตลอดทั้งปีของปี พ.ศ. 2551 ซึ่งอยู่ที่ระดับ 1,109 พันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน ถึงแม้มูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบจะต่ำกว่าปี พ.ศ. 2552 คืออยู่ที่ระดับ 443 พันล้านบาท เมื่อเทียบกับมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งอยู่ที่ระดับ 1,003 พันล้านบาท แต่การลดลงของมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบนี้เกิดขึ้นเนื่องจากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกในช่วงเวลาเดียวกันนี้ลดต่ำลงจาก 111.62 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล ในปี พ.ศ. 2551 เป็น 57.54 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล ในปี พ.ศ. 2552 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2553)

เนื่องจากประเทศไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศเป็นหลัก เมื่อปริมาณการใช้น้ำมันภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้น และความไม่แน่นอนของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก ดังนั้นวิกฤตการณ์ด้านราคาน้ำมันจึงส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงกับระบบเศรษฐกิจและความมั่นคงของประเทศ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงต้องผลักดัน ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการอนุรักษ์และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะเดียวกันก็ผลักดันให้มีการพัฒนาพลังงานชีวภาพและพลังงานทางเลือกชนิดต่างๆ ขึ้นใช้ภายในประเทศ เอทานอลเป็นหนึ่งในพลังงานชีวภาพที่รัฐบาลให้ความเห็นชอบ และได้เสนอไว้เป็นวาระแห่งชาติในเรื่องพลังงานทดแทน โดยได้กำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายในการส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้เอทานอลภายในประเทศที่ระดับ 3 ล้านลิตรต่อวัน ในปี พ.ศ. 2554 โดยมีการอนุมัติให้โรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 47 โรงงานดำเนินการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนภายในประเทศ มีกำลังการผลิตรวมประมาณ 12.3 ล้านลิตรต่อวัน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้มีโรงงานเพียง 17 โรงงานที่เดินระบบการผลิตแล้ว มีกำลังการผลิตรวมทั้งสิ้น 2.3 ล้านลิตรต่อวัน หรือวันละ 16 พันบาร์เรลต่อวัน สำหรับวัตถุดิบหลักที่สำคัญในการผลิตเอทานอลภายในประเทศคือ กากน้ำตาล มันสำปะหลัง (ในรูปมันสด และมันเส้น) และอ้อย โดยมีโรงงานจำนวน 11 โรงงาน ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ ที่เหลือ 5 โรงงานใช้มันสำปะหลัง และ 1 โรงงาน ใช้น้ำอ้อย (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2552) เนื่องจากวัตถุดิบเหล่านี้ไม่เพียงแต่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลเท่านั้น ยังมีการใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกมากมาย เช่น มันสำปะหลังมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแป้ง ผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เช่น กรดซิตริก เป็นต้น หรือผลิตอาหารสัตว์ ส่วนอ้อยมีการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย และผลพลอยได้ (by product) จากกระบวนการผลิต คือ กากน้ำตาล ก็มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสุรา ผงชูรส เป็นต้น เพื่อลดปัญหาการแก่งแย่งวัตถุดิบซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชอาหาร การใช้พืชพลังงานทางเลือกที่มีคุณภาพเทียบเท่าวัตถุดิบข้างต้น จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้รับความสะดวกและมีการศึกษาวิจัยกันมาก

ข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sorghum bicolor* L. Moench เป็นพืชพลังงานทางเลือกอีกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตเอทานอล เนื่องจากเป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 120-140 วัน เมื่อเทียบกับอ้อยหรือมันสำปะหลัง (ประมาณ 12-18 เดือน) ทำให้สามารถปลูกได้ปีละ 2-3 ครั้ง เป็นพืชที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง (ประมาณ 5 ตันต่อไร่) (ประสิทธิ์ ใจศีล, 2549) สามารถปลูกในเขตร้อนและร้อนชื้นได้ดี สามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบคาร์โบไฮเดรตทั้งที่ละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาล และที่ละลายน้ำไม่ได้ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ในปริมาณสูง ที่ผ่านมามีการศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานและพบว่าสามารถผลิตเอทานอลได้สูงถึง 70 ลิตรต่อตันวัตถุดิบ ซึ่งให้ผลผลิตเทียบเท่าผลผลิตเอทานอลจากอ้อย (ประสิทธิ์ ใจศีล, 2549; Thanonkeo et al., 2002)

นอกจากวัตถุดิบแล้วปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานในระบบหล่อเย็น เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิในถังหมัก ก็เป็นประเด็นหนึ่งที่มีการกล่าวถึงและมีการศึกษากันมาก การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในถังหมักเกิดเนื่องจากการสะสมของความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก หรือเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้กลายเป็นสารผลิตภัณฑ์โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งปัจจุบันจุลินทรีย์ที่นิยมใช้กันมากคือ *Saccharomyces cerevisiae* ทั้งนี้เพราะสามารถผลิตเอทานอลได้ในระดับสูง และเป็นที่ยอมรับในเรื่องความปลอดภัย อย่างไรก็ตาม *S. cerevisiae* สายพันธุ์ที่ใช้กันในปัจจุบันไม่สามารถเจริญและผลิตเอทานอลได้ดีเมื่อสภาวะอุณหภูมิในถังหมักสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้เมื่อระดับอุณหภูมิในถังหมักเพิ่มขึ้น อาจเพิ่มสูงถึง 40 องศาเซลเซียส (Kiran Sree et al. 2000) ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้การเจริญและการผลิตเอทานอลโดยยีสต์ *S. cerevisiae* หยุดชะงักได้ โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงต้องใช้ระบบหล่อเย็นเพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิ ส่งผลทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน และทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นหากสามารถหาจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญและผลิตเอทานอลได้ดีในสภาวะอุณหภูมิสูง ปัญหาการใช้พลังงานในระบบหล่อเย็นน่าจะลดลง ในขณะเดียวกันต้นทุนการผลิตก็จะลดลงตามไปด้วย

ถึงแม้ *S. cerevisiae* จะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญอยู่ที่ระดับ 25-30 องศาเซลเซียส (Walker, 1998) แต่ก็มี *S. cerevisiae* บางสายพันธุ์ที่สามารถเจริญได้ดีในสภาวะอุณหภูมิสูง ที่ผ่านมามีคณะผู้วิจัยได้คัดแยกยีสต์ทนร้อนจากแหล่งธรรมชาติ เช่น ดินในแปลงปลูกอ้อย ข้าวฟ่างหวาน น้ำอ้อยดิบ และผลไม้ที่เน่าเสีย และสามารถแยกยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* ได้หนึ่งสายพันธุ์โดยให้ชื่อว่า *S. cerevisiae* DBKKU-53 จากการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของยีสต์ทนร้อนสายพันธุ์นี้พบว่าสามารถเจริญได้ที่ระดับอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบการผลิตเอทานอลจากข้าวฟ่างหวานที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กันพบว่ายีสต์ทนร้อนสายพันธุ์นี้สามารถผลิตเอทานอลได้สูงที่สุด 8.06% โดยปริมาตร เมื่อเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ก็สามารถผลิตเอทานอลได้สูงถึง 7.37% โดยปริมาตร (Nuanpeng et al., 2010) จะเห็นได้ว่ายีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 ที่คัดแยกได้นี้มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลได้ดีที่สภาวะอุณหภูมิสูง เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่ได้มีการศึกษาถึงปัจจัยที่อาจมีผลต่อการผลิตเอทานอลจากข้าวฟ่างหวานโดยยีสต์ทนร้อนที่คัดแยกได้นี้ ดังนั้นจุดมุ่งหมายหลักของงานวิจัยในครั้งนี้คือ การศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากข้าวฟ่างหวานโดยยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 โดยคาดหวังว่าข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็น

ประโยชน์ต่อการนำยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 ไปประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้ยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญและการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้ยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือข้าวฟ่างหวาน ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการวิจัยและพัฒนา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ภายใต้โครงการวิจัยของ รศ.ดร. ประสิทธิ์ ใจศิลป์)
2. ในการศึกษาอัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 จะทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารสังเคราะห์ (YM) และสูตรอาหารผลิตเอทานอล (ethanol production medium) ที่ใช้น้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานเป็นวัตถุดิบหรือแหล่งคาร์บอน
3. ในการศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยบางประการที่อาจมีผลต่อการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้ยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 นั้น ปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย ความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้น แหล่งไนโตรเจนและความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน ความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นในอาหารสูตรผลิตเอทานอล และผลของแมกนีเซียมต่อการเอทานอลโดยยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53
4. การทดสอบการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้ยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 ในระดับขยายส่วน จะทำการทดสอบในถังหมักขนาด 2 ลิตร โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมตามผลการทดลองที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้
5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้ยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* DBKKU-53 ภายใต้การแปรผันปัจจัยแต่ละสภาวะนั้น จะพิจารณาจากความเข้มข้นของเอทานอลที่เกิดขึ้น และค่าอัตราผลผลิตเอทานอลที่ได้รับจากแต่ละสภาวะที่ทำการทดสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากขานต้นข้าวฟ่างหวาน โดยยีสต์ทนร้อน *S. cerevisiae* ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงแบบกะ
2. ได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปตีพิมพ์เผยแพร่หรือประชุมในงานประชุมวิชาการในระดับชาติหรือนานาชาติได้
3. โครงการวิจัยเรื่องนี้สามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้

4. เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าวัสดุทางการเกษตรที่มีราคาต่ำให้สามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้
หลากหลาย และใช้เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

1.4.2 หน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลและธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่ดำเนินการผลิตเอทานอลหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
2. หน่วยงานของภาครัฐและเอกชนที่ดำเนินงานวิจัยและผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน
3. สถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีการหมัก โดยเฉพาะการหมักเพื่อผลิตเอทานอลโดยใช้จุลินทรีย์