บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติด้านพลังงานอยู่น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศจึงจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานโดยเฉพาะน้ำมันดิบจากต่างประเทศเป็นประจำทุกปี ด้วยมูลค่าปีละหลายแสนล้านบาททำให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศไปเป็นจำนวนมากและนับวันความต้องการก็จะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ ไทยยังต้องเผชิญกับความเสี่ยงจากแหล่งพลังงานสำรองจากธรรมชาติที่ค่อยๆหมดไปจากปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้นสวนทางกับปริมาณพลังงานสำรองที่ลดลง ดังนั้น การลดการพึ่งพาการนำเข้าและการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงหรือแหล่งพลังงาทดแทนในประเทศ จึงเป็นเรื่องที่เริ่มมีการดำเนินการกันมาอย่างต่อเนื่อง

จากโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจของไทยที่พึ่งพาภาคการเกษตรกรรมสูง ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นในภาคการเกษตรค่อนข้างจะส่งผลเป็นวงกว้างต่อระบบเศรษฐกิจในประเทศ โดยเฉพาะปัญหารายได้ในภาคเกษตรอยู่ในระดับต่ำ ราคาพืชผลทางการเกษตรตกต่ำอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะพืชเกษตรบางชนิดที่แม้ประเทศไทยจะเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ที่สุดของโลกก็ตาม ประกอบกับการเกิดปัญหาวิกฤตเศรษฐกิจในประเทศและปัญหาวิกฤตราคาน้ำมันตั้งแต่ปี 2540 เป็นต้นมา ทำให้ราคาน้ำมันดิบโลกได้ขยับตัวพุ่งสูงขึ้นมาก ยิ่งเป็นการซ้ำเติมให้การดำเนินธุรกิจของผู้ผลิตในประเทศมีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ขณะที่ผู้บริโภคก็ได้รับความเดือดร้อนจากภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นจากการปรับขึ้นของราคาสินค้าอุปโภคบริโภค รวมถึงการคมนาคมขนส่งเพราะเรายังต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ จึงได้รับความเสี่ยงและผลกระทบจากความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลกอย่างหลีกเหลี่ยงไม่ได้ ดั้งนั้นหลายๆหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจึงหาทางแก้ปัญหาต่างๆเหล่านี้มากขึ้น แนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้โดยอาศัยผลิตผลทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น การผลิต เอทานอลจากพืชเพื่อนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์(Gasohol) หรือผสมกับน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันดีโซฮอล์ (Diesohol) หรือการนำน้ำมันปาล์มมาผสมกับน้ำมันดีเซลเป็น ไบโอดีเซล (Biodiesel) การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเช่น การนำเศษเหลือใช้ทางการเกษตร แกลบ เศษไม้ มาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า การนำมูลสัตว์มาผลิตเป็นแก๊ส ชีวภาพ เป็นต้น

เอทานอล เป็นสารที่เป็นที่รู้จักกันมานานมากแล้ว ซึ่งบางทีอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เก่าแก่ที่สุดก็ว่าได้ มนุษย์สามารถนำเอทานอลมาใช้ประโยชน์ได้หลายๆทาง เช่น นำมาใช้ในการปฏิบัติการทางเคมี ในทางการแพทย์ เภสัชกรรม ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ใช้เป็นแหล่งของเชื้อเพลิง และอื่นๆ ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจเลยว่าทำไมเอทานอลจึงถูกผลิตขึ้นจากทุกๆส่วนทั่วโลก จากข้อมูลในปี ค.ศ.1998 ทั่วโลกสามารถผลิตเอทานอลได้ประมาณ 31.2 ล้านล้านลิตร (Berg 1999) โดยที่ ร้อยละ 7 ของเอทานอลที่ผลิตได้ทั้งหมดจะได้มาจาก กระบวนการสังเคราะห์มาจาก แก๊ส หรือ ถ่านหินนอกจากนั้นจะได้มาจากกระบวนการหมัก สองในสามส่วน ของเอทานอลที่ผลิตได้จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านเป็นเชื้อเพลิง ถ้าจะแบ่งการผลิตเอทานอลของปี ค.ศ.1998 ของแต่ละทวีปจะพบว่า อเมริกา จะทำผลิตสูงสุด คือ 20.3 ล้านล้านลิตร เอเชีย 5.5 ล้านล้านลิตร ยุโรป 4.7 ล้านล้านลิตร อัฟริกา 0.5 ล้านล้านลิตร และส่วนอื่นๆ 0.2 ล้านล้านลิตร จากตัวเลขของการผลิตจะเห็นได้ว่าเป็นปริมาณที่มาก แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้อุปโภคและบริโภค ในปัจจุบันนี้ เพราะประโยชน์ที่มากมายของเอทานอลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เอทานอลยังถูกมองว่าสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงแทนเชื้อเพลิงที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ที่กำลังหมดลงไปอย่างรวดเร็วได้ โดยเอทานอลจะมีข้อได้เปรียบเชื้อเพลิงจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีหลายๆประการเช่น มีค่าออกเทนสูงกว่าแก๊สโซลีน (Wyman,1996) เป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่สะอาด กล่าวคือ จะทำให้เกิดมลพิษหลังการเผาไหม้ น้อยกว่าเชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิล (OFD,1999) วงจรการเกิดของเอทานอล จะเร็วกว่าการเกิดน้ำมัน (Glazer and Nikaid, 1995)

เราสามารถนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินและดีเซล เนื่องจากสามารถจุดติดไฟได้และให้ค่าความร้อนเมื่อถูกเผาไหม้ แต่เอทานอลให้ค่าความร้อนต่ำกว่า ดังนั้นถ้าใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงไม่ผสมจะต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เหมาะสม นอกจากนี้ เอทานอลยังมีส่วนผสมของออกซิเจน จึงมีคุณสมบัติที่ใช้เป็นสารเติมออกซิเจนและเพิ่มค่าออกเทนให้น้ำมันเชื้อเพลิงได้อีกด้วย ส่วนมลพิษพวกไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ปริมาณฝุ่นและ ควันดำจะมีลดลง จึงจัดเป็นเชื้อเพลิงสะอาดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้เอทานอลสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้หลายรูปแบบ ได้

- การนำเอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล ประเทศบราซิลเป็นประเทศแรกที่มีการศึกษาวิจัยมากว่า 30 ปีแล้ว โดยมีการใช้เอนอลทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงมากถึงร้อยละ 41

- การนำเอทานอลบริสุทธิ์ 99.5 % ผสมในน้ำมันเบนซิน ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ โดยทั่วไปใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนร้อยละ 10 ในลักษณะของสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงค่าออกเทนของน้ำมันเบนซิน สามารถใช้งานกับเครื่องยนต์ทั่วไป ไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด
- การใช้เอทานอลเป็นสารเคมีเพิ่มออกเทนแก่เครื่องยนต์ โดยการเปลี่ยนรูปเอทานอลมาเป็นสาร ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) สามารถใช้ทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นสารเติมแต่งในน้ำมันเบนซินที่หลายประเทศ ประกาศห้ามใช้ เพราะก่อให้เกิดมลพิษในอากาศสูงกว่าสารเติมแต่งอื่นๆ เนื่องด้วยจุดเด่นของเอทานอลนั้นมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสาน MTBE ที่สามารถเพิ่มค่าออก เทนในน้ำมันเบนซิน แต่สาร MTBE ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดสารตกค้างกับน้ำใต้ดิน อีกทั้งการผสมสาร MTBE ในน้ำมันเบนซินเกินกว่าร้อยละ 10-15 จะเกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์

การผลิตเอทานอลสามารถผลิตได้จาก 2 วิธีหลักๆคือ การผลิตโดยใช้วิธีการ สังเคราะห์แอลกอฮอล์ จาก ก๊าซ หรือถ่านหิน (Synthetic Alcohol) และการผลิตโดยใช้วิธีการหมักโดยใช้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Microorganism Fermentation) วิธีการหมักจะเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากกว่าการสังเคราะห์ เนื่องมาจากเหตุผลที่ว่า เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกต่อการผลิต ประหยัดและปลอดภัยมากกว่า ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงให้ความสนใจไปยังวิธีการผลิตเอทานอลจากกระบวนการหมักเป็นหลัก

เอทานอลที่ได้จากขบวนการหมัก วัตถุดิบจำพวกพืช เศษซากพืช เพื่อเปลี่ยนแป้งหรือเซลลูโลสจากพืชให้เป็นน้ำตาลแล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ วัตถุดิบที่สำคัญ ได้แก่ พืชที่มีส่วนประกอบของน้ำตาล เช่น อ้อย หัวบีทรูท(หัวผักกาดหวาน) หรือพืชให้ความหวานอื่นๆซึ่งสามารถนำเข้าสู่กระบวนการหมักได้เลย ส่วนพืชจำพวกแป้ง เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง มันเทศ มันฝรั่ง นั้นจะต้องนำมาบดแล้วใช้เอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลก่อน นอกเหนือจากนี้แล้วเรายังสามารถนำเอาเศษวัสดุที่เป็นเซลลูโลส เช่น ขี้เลื่อย เศษไม้ ฟางข้าว แฝกหรือเยื่อใยจากพืชอื่นๆมาผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยกรดหรือจุลินทรีย์ให้กลายเป็นน้ำตาลเพื่อหมักเป็นเอทานอลได้เช่นกัน กระบวนการผลิตเอทานอลหลังขั้นตอนการหมักด้วยจุลินทรีย์ สาหรือยีสต์แล้ว ก็จะนำไปสู่ขบวนการกลั่น(Distillation) เพื่อแยกเอาเอทานอลออกมาจากส่วนผสมจะได้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ 95 % โดยปริมาตร ซึ่งนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยาและเวชภัณฑ์ เครื่องสำอางหรืออุตสาหกรรมอื่นๆ จากที่กล่าวมาแล้วว่าสามารถใช้วัตถุดิบหลายชนิดมาหมักใช้เกิดเอทานอล โดยวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ผ่านกระบวนการผลิตที่

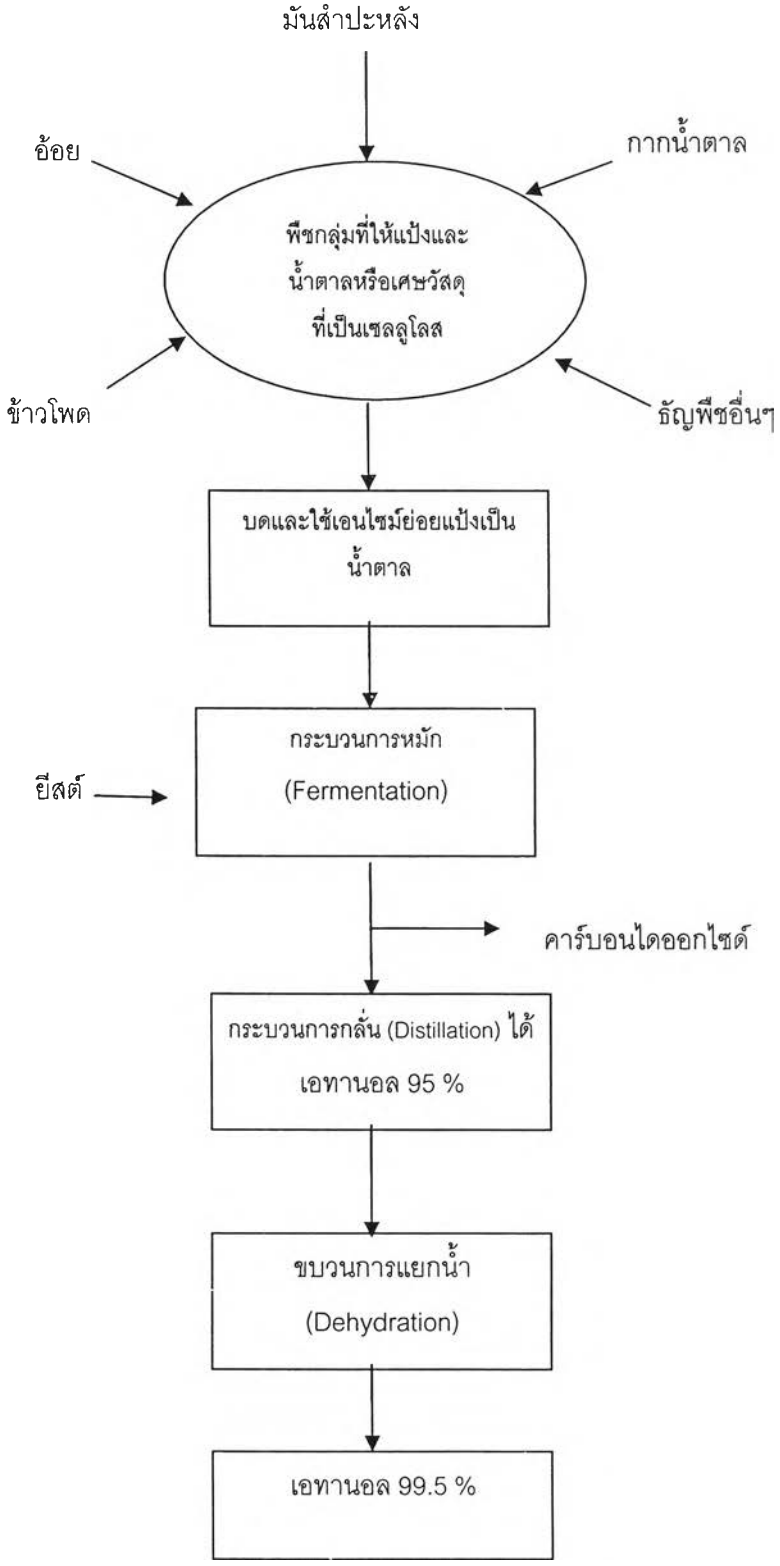
เหมาะสมจะให้ปริมาณเอทานอลที่แต่ต่างกันไป ถ้าเราใช้วัตถุดิบ 1 ตันเท่าๆกันจะได้ปริมาณเอทานอลต่างๆกันไป ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณเอทานอลที่ได้จากการใช้วัตถุดิบ ต่างๆกันในปริมาณ 1 ตัน มาผ่านกระบวนการผลิตที่เหมาะสม (บัญชา, 2547)

วัตถุดิบ (1 ตัน)	ปริมาณเอทานอล (ลิตร)
อ้อย	70
กากน้ำตาล	260
มันสำปะหลัง	180
ข้าวฟ่าง	70
ข้าวบาร์เลย์	250
ข้าวสาลี	345
ข้าวโพด	357
ข้าว	434
น้ำมันมะพร้าว	83

เมื่อมาดูอัตราการผลิตเอทานอลสำหรับนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของไทยที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบันนี้ พบว่าอัตราการผลิตเอทานอลรวมได้ประมาณ 50,000 ลิตรต่อวัน ซึ่งพบว่ายังไม่เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบัน โดยกระทรวงอุตสาหกรรมได้คาดการณ์ความต้องการใช้เอทานอลในปัจจุบันมีประมาณ 1 ล้านลิตรต่อวัน ทางรัฐบาลจึงได้อนุญาตให้ผู้ประกอบการจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นอีก 8 ราย ซึ่งคาดว่าถ้าโรงงานทั้งหมดเริ่มดำเนินการผลิตได้จะมีอัตราการผลิตเอทานอลได้ประมาณ 1.5 ล้านลิตรซึ่งจะเพียงพอกับความต้องการใช้เอทานอลระยะแรกที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมในน้ำมันเบนซิน ในสัดส่วนเพียงร้อยละ 10 ทดแทนการใช้สารเพิ่มค่าออกเทน MTBE ในน้ำมันเบนซินออกเทน 95 เท่านั้น แต่ในอนาคตรัฐบาลมีโครงการที่จะนำเอาเอทานอลไปผสมทดแทนน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ในอัตราส่วนร้อยละ10 และน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 7-8 ซึ่งในขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งคาดว่าจะทำให้ความต้องการใช้เอทานอลเพิ่มเป็น 5-6 ล้านลิตรต่อวัน จากการประมาณการใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 แสดงขบวนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตร

จากการผลิตเอทานอลโดยขบวนการหมักที่ได้แสดงในรูปที่ 1.1 สามารถทำการปรับปรุงการผลิตเอทานอลให้ได้ผลผลิตมากขึ้นและต้นทุนการผลิตต่ำได้หลายๆวิธีเช่น

1. ปรับปรุงและพัฒนาสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่จะนำไปใช้ในการหมัก ให้สามารถผลิตเอทานอลได้ในอัตราที่สูงขึ้นและทนต่อสารที่จะมายับยั้งการผลิตเอทานอลได้มากขึ้นตลอดจนพัฒนาสายพันธุ์ที่สามารถใช้เศษวัสดุต่างๆมาเป็นวัตถุดิบ
2. ปรับปรุงกระบวนการผลิต เช่น ใช้วิธีการหมักแบบต่าง ๆ ที่สามารถให้ผลผลิตสูงขึ้นมาใช้แทนวิธีการหมักแบบเดิม (การหมักแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch) หรือการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง (fed-batch)) พัฒนากระบวนการแยกผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นต้น
3. เพิ่มขั้นตอนบางขั้นตอนที่สามารถช่วย ใช้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การใช้ เอนไซม์ มาช่วยย่อยอาหารที่จะนำมาใช้เลี้ยงเชื้อ เพื่อให้ใช้วัตถุดิบประเภทแป้งหรือ เซลลูโลส ที่มีราคาถูก ทำให้เราสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการหมักแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch Fermentation) และผลผลิตที่ได้จากการหมักต่อเนื่องแบบเวียนกลับเซลล์ (Continuous Fermentation with cell recycle) ในระดับห้องปฏิบัติการ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลจากการหมักเอทานอลจากกากน้ำตาลในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตรโดยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* M30 ด้วยการหมักแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch Fermentation)
2. ทดลองหมักแบบไม่ต่อเนื่องในถังหมักขนาด 10 ลิตร โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.เพื่อหาค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์ของกระบวนการหมักเบื้องต้นเพื่อใช้ในการออกแบบการทดลองการหมักต่อเนื่องแบบมีการเวียนกลับเซลล์

3. ทดลองหมักแบบต่อเนื่องหลายขั้นตอนและเวียนกลับเซลล์และหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอล โดยทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้
   3.1 อัตราการป้อนอาหาร
   3.2 อัตราการเวียนกลับเซลล์
4. สรุปและ วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการหมักแบบต่อเนื่อง
2.สามารถนำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางเพื่อที่จะพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป