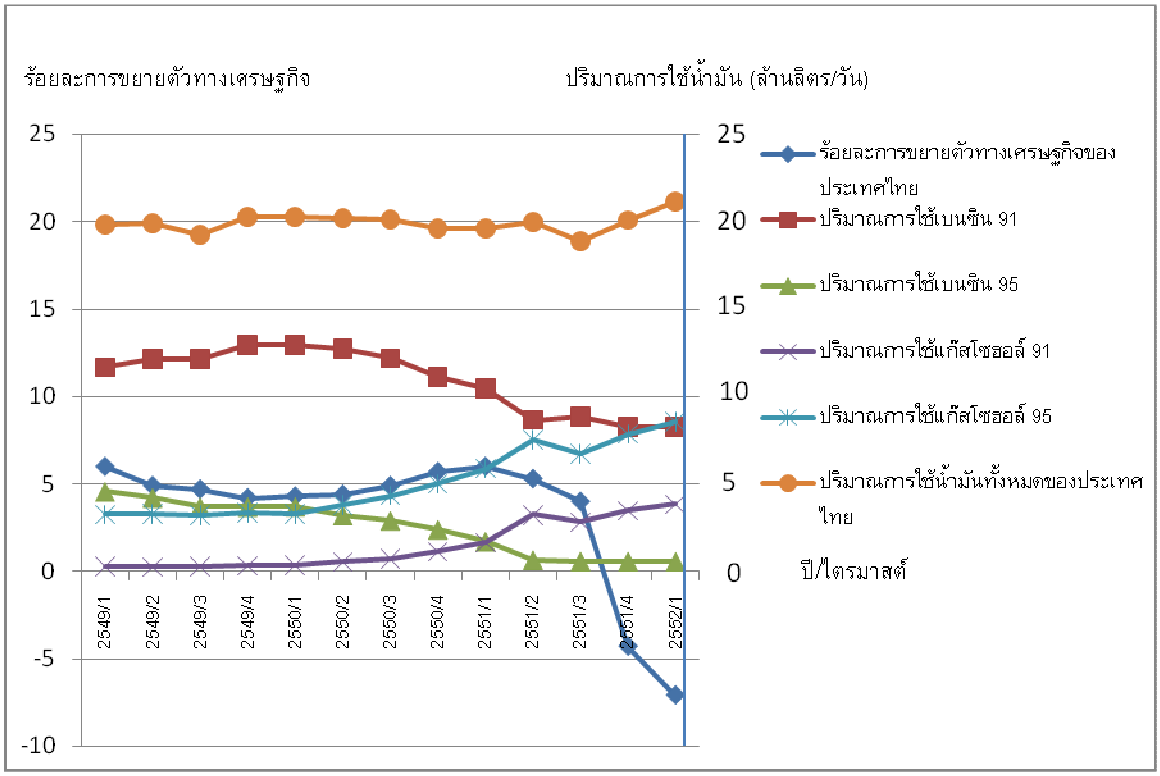
บทที่ 1
บทนำ
1.1 หลักการและเหตุผล

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ทั่วโลกได้ตระหนักถึงภาวะการขาดแคลนพลังงานสำหรับอนาคต เชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบันกว่าร้อยละ 30 ใช้เพื่อการขนส่ง โดย ร้อยละ98 ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในภาคการขนส่งคือเชื้อเพลิงฟอสซิล (Balat, 2009) เมื่อพิจารณาปริมาณที่เหลืออยู่ของน้ำมัน หรือถ่านหิน พบว่ามีปริมาณลดลงและจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นในปัจจุบันได้มีการหาแหล่งพลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานหมุนเวียน เพื่อที่จะมีใช้ได้อย่างยั่งยืน (Nguyen and Gheewala, 2008) พลังงานทดแทนมีหลายประเภท เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง คือ เอทานอล โดยเอทานอลสามารถผลิตได้ 2 วิธีคือ การสังเคราะห์ทางเคมี (Chemical Synthesis) และกระบวนการทางชีวภาพโดยการหมักด้วยจุลินทรีย์ (Yeast Fermentation) ปัจจุบันเอทานอลที่ผลิตส่วนใหญ่จะได้จากกระบวนการทางชีวภาพ สำหรับเอทานอลที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีมีปริมาณน้อยมาก โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 5 ของปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ทั้งหมดในโลก

จากนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนของประเทศไทย(กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงพลังงาน, 2551) ทำให้ในช่วงปีพ.ศ. 2549 – 2552 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้เบนซิน 95 และ เบนซิน 91 ลดลง (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2009) แต่ส่งผลให้ปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ 95 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณการใช้เบนซินและเบนซินผสมโดยรวมแล้วค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 19 – 22 ล้านลิตรต่อวัน เมื่อเทียบกับข้อมูลด้านสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2547 – 2550 มีการขยายตัวอยู่ในช่วง ร้อยละ 4.0 – 6.5 และหดตัวลงร้อยละ 3.0 – 7.0 ในช่วงปลายปีพ.ศ. 2551 – ต้นปีพ.ศ. 2552 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2009) เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าสภาพเศรษฐกิจที่มีการหดตัวไม่มีผลกระทบที่จะทำให้ปริมาณการใช้เบนซินของประเทศไทยลดลงตามไปด้วย ตามภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1

ปริมาณการใช้น้ำมันประเภทต่าง ๆ เปรียบเทียบกับร้อยละของการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย



ในปัจจุบันประเทศไทยใช้แก๊สโซฮอล์ E 10 ประมาณ 10 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งต้องการเอทานอลในการผสมทั้งหมด 1 ล้านลิตร เมื่อพิจารณาถึงกำลังการผลิตเอทานอลของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่าเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาลมีปริมาณ 1.25 ล้านลิตรต่อวัน ในขณะที่เอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลังมีปริมาณ 0.33 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งถือว่ากำลังการผลิตเอทานอลในปัจจุบันเพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศ

นอกจากนี้ นโยบายส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ของรัฐบาลทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อการลงทุนของผู้ประกอบการโรงงานผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง และมีผู้ประกอบการขออนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงกับกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ถึง 47 โรงงาน รายละเอียดดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1

แสดงจำนวนโรงงานที่ขออนุญาตก่อสร้างเพื่อผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง

(ข้อมูลล่าสุด พ.ศ. 2552)

รายการ	จำนวนโรงงาน	กำลังการผลิตรวม (ล้านลิตรต่อวัน)
โรงงานที่ขออนุญาตทั้งหมด	47 โรงงาน	12.295
โรงงานที่เปิดทำการผลิตแล้ว	17 โรงงาน	2.575
โรงงานที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง	8 โรงงาน	4.495
โรงงานที่ยังไม่ได้ทำการก่อสร้าง	22 โรงงาน	5.225

จากสถานการณ์ปริมาณน้ำมันดิบของโลกที่มีการคาดการณ์ว่าจะมีให้ใช้อีกเพียง 30 ปี (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2552) ประกอบกับราคาน้ำมันดิบที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นแรงผลักดันให้ประเทศไทยต้องมีการพัฒนาศักยภาพในการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง จึงทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง เพื่อสามารถประเมินศักยภาพในการผลิต ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้สำหรับการผลิต และ กลไกราคาของเอทานอล อีกทั้งสามารถวางแผนการผลิตและการจัดการวัตถุดิบ เพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างการใช้ภายในประเทศและการส่งออกได้อย่างเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินศักยภาพด้านกำลังการผลิต, ปริมาณวัตถุดิบและความเป็นไปได้ในการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงของประเทศไทย
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงของการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการการใช้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้อย่างเหมาะสม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการความเสี่ยงด้วยการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์และโปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ในการตัดสินใจเลือกกำลังการผลิตติดตั้งของโรงงานผลิตเอทานอลที่เหมาะสม และการจัดสรรการใช้วัตถุดิบในการผลิตที่เหมาะสม โดยอ้างอิงจากการใช้วัตถุดิบในการผลิต 2 ชนิด คือ กากน้ำตาลและมันสำปะหลัง รวมทั้งปริมาณผลผลิตและราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอทานอล (Ethanol) หรือที่เรียกว่าเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี จุดติดไฟ และระเหยง่าย มีสูตรทางเคมีคือ C_2H_5OH สามารถละลายได้ในน้ำและสารละลายอื่น ๆ มีจุดเดือด 78.32 องศาเซลเซียส จุดเยือกแข็ง – 243.1 องศาเซลเซียส

เทคโนโลยีการผลิตเอทานอลในประเทศไทยจะใช้วัตถุดิบทั้งประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง และ ประเภทน้ำตาล เช่น กากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลจากอ้อย เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต

<u>มันสำปะหลัง</u>

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ Manihot Esculenta Crantz มีชื่อสามัญเรียกหลายชื่อตามภาษาต่างๆ ที่ได้ยินกันมากได้แก่ Cassava, Yuca, Mandioa, Manioc, Tapioca

มันสำปะหลังมีแหล่งกำเนิดแถบที่ลุ่มเขตร้อน (Lowland Tropics) มีหลักฐานแสดงว่าปลูกกันในโคลัมเบียและเวเนซูเอลา มานานกว่า 3,000 – 7,000 ปีมาแล้วสันนิษฐานว่าแหล่งกำเนิด มันสำปะหลังมี 4 แห่งด้วยกันคือ

1. แถบประเทศกัวเตมาลาและเม็กซิโก
2. ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้
3. ทางทิศตะวันออกของประเทศโบลิเวียและทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศอาร์เจนตินา
4. ทางทิศตะวันออกของประเทศบราซิล

ในทวีปเอเชียมีการนำมันสำปะหลังมาปลูกครั้งแรกที่ประเทศฟิลิปปินส์ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยชาวสเปนได้นำมาจากเม็กซิโกและในเวลาต่อมาก็มีการปลูกที่อินโดนีเซีย

สำหรับประเทศไทยไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อใด คาดว่าคงเข้ามาในระยะเดียวกันกับการเข้าสู่ศรีลังกาและฟิลิปปินส์คือประมาณ พ.ศ.2329 – 2383 มันสำปะหลังเดิมเรียกกันว่ามันสำโรง มันไม้ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่ามันต้นเตี้ย ทางภาคใต้เรียกว่ามันเทศ (แต่เรียกมันเทศว่ามันหลา)

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และ มันฝรั่ง เป็นพืชอาหารที่สำคัญของประเทศในเขตร้อนโดยเฉพาะประเทศต่างๆ ในทวีปแอฟริกาและทวีปอเมริกาใต้ ในทวีปเอเชียประเทศอินโดนีเซียและอินเดียมีการบริโภคมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก ปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละปีร้อยละ 60 ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ ร้อยละ 27.5 ใช้ทำเป็นอาหารสัตว์ และร้อยละ 12.5 ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ทำรายได้ให้เกษตรกรมากเป็นอันดับที่ 4 รองจากยางพารา อ้อย และข้าว มูลค่าของผลผลิตที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 5 ปี (ปีพ.ศ. 2541 – 2545) 15,416 ล้านบาท ผลผลิตมันสำปะหลังภายในประเทศนำไปใช้ทำมันเส้นและมันอัดเม็ดร้อยละ 45-50 ใช้แปรรูปเป็นแป้งร้อยละ 50-55

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังออกมากที่สุดในโลก ประเทศที่ส่งผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในรูปของมันอัดเม็ดไปขายมากที่สุดคือ ประเทศในกลุ่มประชาคมยุโรป (เนเธอร์แลนด์ สเปน เยอรมัน โปรตุเกส) เกาหลีใต้และญี่ปุ่น ส่วนในรูปของแป้งมันสำปะหลัง ประเทศญี่ปุ่นสั่งซื้อมากที่สุด รองลงมาคือฮ่องกง สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย สิงคโปร์ และไต้หวัน

<u>ประโยชน์ของมันสำปะหลังแยกตามส่วนต่างๆ</u>

<u>หัวสด</u>

- ใช้เป็นอาหารมนุษย์ โดยรับประทานสด ต้ม นึ่ง ย่าง อบ เชื่อม ทำเป็นแป้งแล้วแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ ตลอดจนนำมาผ่าเป็นแผ่นบางๆ แล้วทอด
- ใช้เป็นอาหารสัตว์ ทั้งที่เป็นหัวสด กากที่เหลือจากการทำแป้ง และเปลือกของหัว
- ใช้ส่งโรงงานอุตสาหกรรมทำแป้ง มันเส้น มันอัดเม็ด แอลกอฮอล์ ฯลฯ

<u>ใบ</u>

- ใช้เป็นอาหารมนุษย์ รับประทานสด ต้มจิ้มน้ำพริก นำมาแกง
- ใช้เป็นอาหารสัตว์ ในรูปใบสด ตากแห้งป่นผสมกับอาหารข้นเลี้ยงสัตว์ และเป็นอาหารผสม

<u>ลำต้น</u>

- ใช้ทำเป็นท่อนพันธุ์ โดยตัดออกเป็นท่อนๆ นำไปปลูกได้
- ใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยตัดส่วนยอดผสมกับใบสดใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ตากแห้งเป็นอาหารหยาบ

<u>เมล็ด</u>

- ใช้สกัดน้ำมันที่มีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาได้

การใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในรูปต่างๆ

มันเส้น

- ใช้เป็นอาหารสัตว์ หมักแล้วเติมเนื้อสัตว์ น้ำมัน ผัก เครื่องเทศ และน้ำปรุงอาหาร
- ใช้เลี้ยงสัตว์โดยตรง

แป้ง

- ใช้เป็นอาหารมนุษย์ อาหารทารก เป็นเครื่องปรุงอาหารหลายชนิด ใช้ทำวุ้นเส้น ทำเบียร์
- ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นตัวทำให้สารติดแน่น คงรูปร่าง เป็นตัวทำให้เป็นผงฝุ่นใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมซักรีด อุตสาหกรรมทำกาว กระดาษ แป้งเปียก แอลกอฮอล์ อะซีโตน ยา กลูโคส ใช้ในอุตสาหกรรมเจาะน้ำมัน และแป้งแปรรูป

แป้งดิบ (Flour)

เป็นแป้งที่ไม่ได้สกัดเอาเยื่อใยออก ทำได้โดยนำหัวมันสำปะหลังมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ตากแห้งให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้ง จะได้แป้งดิบที่สามารถนำมาใช้ทำขนมอบชนิดต่างๆ ได้คล้ายแป้งสาลี เช่น นำมาทำเป็นเค้ก แพนเค้ก ขนมปัง คุกกี้ พาย สามารถนำมาทดแทนแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า

อุตสาหกรรมการแปรรูปมันสำปะหลัง

- อุตสาหกรรมมันเส้น
- อุตสาหกรรมมันอัดเม็ด
- อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบประกอบในอุตสาหกรรมอื่น

- อุตสาหกรรมทอผ้า ด้ายที่จะใช้ทอผ้านั้นจะต้องผ่านการชุบแป้งมันสำปะหลังเสียก่อน ด้ายจึงจะเรียบไม่มีขน นอกจากนี้ในขั้นตอนการพิมพ์ลายผ้าแป้งมันสำปะหลังจะช่วยทำให้พิมพ์ลายได้สม่ำเสมอ
- อุตสาหกรรมกระดาษ การทำกระดาษต้องใช้เยื่อกระดาษที่ทำจากไม้ต่างๆ เช่น ไม้ไผ่ ไม้สน ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ทำให้เป็นเยื่อเล็กๆ แล้วนำเยื่อกระดาษเหล่านั้นมาเรียงเป็นแผ่น อย่างไรก็ตามแผ่นกระดาษจะไม่เรียบ จะต้องมีการฉาบผิวด้วยกาวจากแป้งทำให้กระดาษเรียบ ช่วยทำให้กระดาษไม่ซึมหมึกเวลาเขียนด้วยน้ำหมึก หรือพิมพ์สี
- อุตสาหกรรมไม้อัด แป้งมันสำปะหลังมีคุณสมบัติเป็นกาวจึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัด เนื่องจากในการผลิตไม้อัด ต้องประกอบไม้ให้ติดกันโดยใช้กาว
- อุตสาหกรรมกาว แป้งมันสำปะหลังยังมีคุณสมบัติพิเศษ เมื่อถูกความร้อนหรือถูกสารเคมีจะมี

ความเหนียว และมีคุณสมบัติสามารถรักษาความเหนียวได้เหมือนเดิมไม่มีการคืนตัว แป้งมันที่จะใช้ทำกาวจะต้องเป็นแป้งบริสุทธิ์

- อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
- ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ก๋วยเตี๋ยว วุ้นเส้น สาคู ใช้แป้งมันเป็นส่วนผสม
- ซอสต่างๆ เช่น ซอสมะเขือเทศ อาหารกระป๋อง ใช้แป้งเพื่อเพิ่มความเข้มข้น
- ไอศกรีม

<u>การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักในการแปรรูป</u>

แป้งมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายประเภท ดังนี้

- ผงชูรส มีชื่อทางเคมี คือ โมโนโซเดียมกลูตาเมต (Monosodium Glutamate)
- ไลซีน เป็นกรดอะมิโนชนิดจำเป็นต่อร่างกาย (Essential Amino Acid) ที่สัตว์ใช้สร้างโปรตีน และไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ต้องได้รับจากอาหารสัตว์
- สารความหวาน เช่น
  - กลูโคสเหลว (Glucose Syrup) สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตลูกกวาดและเครื่องดื่มหลายชนิด
  - กลูโคสผง (Glucose Powder) นำมาผลิตเดกซโตรสอีกสองชนิด คือ เดกซโตสโมโนไฮเดรส (Dextrose Monohydrate) หมายถึง เดกซโตรสที่มีความชื้นส่วนมากใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง และเดกซโตสแอนไฮดรัส (Dextrose Anhydrous) หมายถึง เดกซโตสที่ไม่มีความชื้น และผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์และตกผลึก ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตยา
  - ซอบิตอล (Sorbitol) เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากเดกซโตรสละลายที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ใช้มากในอุตสาหกรรมยาสีฟันและเครื่องสำอาง

<u>ผลิตภัณฑ์ใหม่จากแป้งมันสำปะหลัง</u>

- สารดูดน้ำ การใช้งานของพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมีหลายด้าน เช่น ใช้งานด้านอนามัยทางการแพทย์ สัดส่วนที่ใช้มากที่สุด ได้แก่ ผ้าอ้อมสำหรับเด็กและผู้ใหญ่ เพื่อดูดซึมของเหลวในร่างกายจากการขับถ่ายที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ใช้ทางอุตสาหกรรมเป็นสารข้นสำหรับหมึกสกรีนระบบน้ำ วัสดุดูดน้ำออกจากเชื้อเพลิง
- พลาสติกที่สลายได้ทางชีวภาพ
- การผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลังส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้ง

ซึ่งแป้งสามารถเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ที่เรียกว่า เอทานอล (Ethanol) แอลกอฮอล์ที่ได้นี้เมื่อนำไปผสมน้ำมันเบนซินในอัตรา 10-20 : 90-80 ส่วน สามารถใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) การใช้มันสำปะหลังเพื่อผลิตเป็นแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง

<u>กากน้ำตาล (Molasses)</u>

กากน้ำตาล เป็นของเหลวที่มีลักษณะข้นเหนียวสีน้ำตาลดำที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยนั้น เริ่มจากการนำอ้อยเข้าหีบได้น้ำอ้อย กรองเอากากออกจากน้ำอ้อยแล้วเคี่ยวน้ำอ้อยจนได้ผลึกของน้ำตาลทรายตกตะกอนออกมา แยกผลึกน้ำตาลทรายด้วยหม้อปั่น (Centrifuge) ผลพลอยได้ที่สำคัญจากการผลิตน้ำตาลทรายด้วยวิธีนี้ได้แก่ กากน้ำตาล ขี้ตะกอน (Filter Cake) และกากอ้อย (Bagasses)

กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้ที่มีคุณค่ามากที่สุด เป็นส่วนของของเหลวที่เหลือหลังจากการแยกเอาผลึกของน้ำตาลออกแล้วมีลักษณะเหนียวข้น สีน้ำตาลเข้ม องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครสที่ไม่ตกผลึก ในการผลิตน้ำตาลทรายนั้นจะมีกากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้เกิดขึ้นประมาณร้อยละ 4 ถึง 6 ของปริมาณอ้อยที่ใช้ในการผลิต กากน้ำตาลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามกรรมวิธีในการผลิตน้ำตาลทราย คือ

1. กากน้ำตาลที่ได้จากการผลิตน้ำตาลทรายขาว (Plantation White Sugar) หรือเรียกว่า Black–Strap Molasses จะมีปริมาณน้ำตาลอยู่ประมาณร้อยละ 50–60

2. กากน้ำตาลที่ได้จากการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refine Sugar) เรียกว่า Refinery Molasses มีปริมาณน้ำตาลอยู่ประมาณร้อยละ 48

3. กากน้ำตาลที่ได้จากการทำบางส่วนของน้ำอ้อยแปรสภาพให้เข้มข้นโดยการระเหย (Inverted Cane Juice) เรียกว่า Invert Molasses หรือ Highest Molasses วิธีนี้เป็นการผลิตกากน้ำตาลโดยตรง

ประโยชน์ที่ได้จากกากน้ำตาลมีมากมาย เนื่องจากประกอบด้วยน้ำตาลประมาณร้อยละ 50–60 และแร่ธาตุต่างๆ ประโยชน์ที่เห็นได้โดยตรง เช่น ใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานที่เหมาะสมและราคาไม่แพง ใช้เป็นปุ๋ย เพราะในกากน้ำตาลมี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับพืช นอกจากนี้กากน้ำตาลยังใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการหมักหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมการหมักแอลกอฮอล์ สุรา

กรดมะนาว กรดน้ำส้ม กรดแล็กติก ผงชูรส ยีสต์ขนมปัง และยีสต์อาหารสัตว์ เนื่องจากกากน้ำตาลมีราคาถูกและเหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ

<u>กระบวนการผลิตเอทานอล</u>

ขั้นตอนการผลิตเอทานอลหลัก ๆ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

- ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ
- ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อและการหมัก
- ขั้นตอนการแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลและทำให้บริสุทธิ์ และ
- ขั้นตอนการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์รองหรือผลพลอยได้จากของเสียโรงงานเอทานอล

สำหรับการผลิตเอทานอลด้วยกระบวนการหมัก จะอาศัยกระบวนการทำงานของเชื้อยีสต์ โดยเชื้อยีสต์นั้นจะใช้น้ำตาลเป็นอาหารและเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่าไกลโคไลซีส (Glycolysis) ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งตามทฤษฎีแล้วในกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสของยีสต์นั้น น้ำตาลกลูโคส 100 กรัม จะถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอล 51.11 กรัม และคาร์บอนไดออกไซด์ 48.89 กรัม นอกจากนั้นยังมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นอีก 28.7 กิโลแคลอรี่ (kCal) ดังแสดงในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1

สมการเคมีแสดงการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นเอทานอลโดยการหมักของยีสต์

$$\underset{\text{(กลูโคส)}}{C_6H_{12}O_6} + \text{ยีสต์} \longrightarrow \underset{\text{(เอทานอล)}}{2C_2H_5OH} + \underset{\text{(คาร์บอนไดออกไซด์)}}{2CO_2} + 28.7\ \text{Kcal}$$

ดังนั้นวัตถุดิบที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบสามารถนำมาใช้ในการหมักเอทานอล โดยวัตถุดิบที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัตถุดิบ

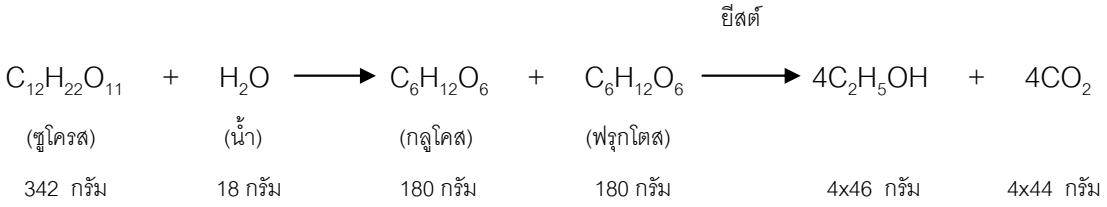
ประเภทน้ำตาล เช่น อ้อย และกากน้ำตาล วัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าว ข้าวโพด และอื่น ๆ และประเภทสุดท้ายคือวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose Material) ที่ประกอบด้วย เซลลูโลสเฮมิเซลลูโลสและลิกนิน เช่น ฟางข้าว กากอ้อย และซังข้าวโพด เป็นต้น

<u>การหมักเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาล</u>

วัตถุดิบประเภทน้ำตาลที่ใช้ผลิตเอทานอล ได้แก่ อ้อย กากน้ำตาล บีทน้ำตาล ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส ที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิด คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส ในการหมักเอทานอลจากน้ำตาลซูโครสนั้นมีขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นแรกน้ำตาลซูโครสจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) ได้น้ำตาลกลูโคสและ ฟรุกโตสอย่างละโมเลกุล จากนั้นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสจะถูกยีสต์เปลี่ยนไปเป็นเอทานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ 4 โมเลกุล ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2

สมการเคมีแสดงการหมักเอทานอลจากน้ำตาลซูโครส



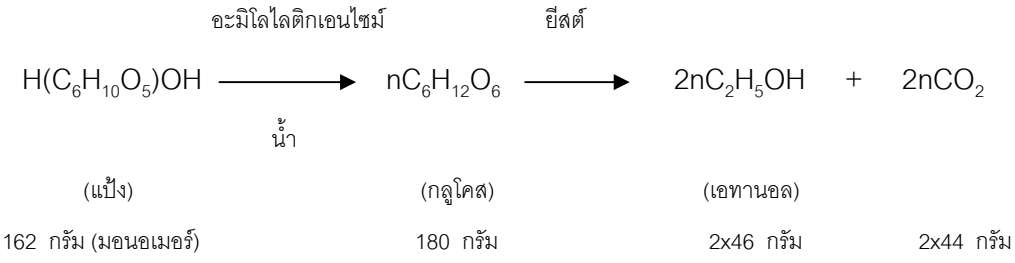
การหมักเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้ง

วัตถุดิบประเภทแป้งที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ มันสำปะหลัง (ทั้งหัวมันสด และมันเส้น) ข้าวโพด ข้าว และเมล็ดข้าวฟ่าง เป็นต้น โดยแป้งเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส เมื่อนำแป้งมาผ่านกระบวนการย่อย (Hydrolysis) ด้วยกรดหรือเอนไซม์จะได้น้ำตาลกลูโคสที่สามารถเข้าสู่กระบวนการหมักเอทานอลได้ โดยปัจจุบันจะนิยมย่อยแป้งด้วยเอนไซม์มากกว่ากรด เนื่องจากสามารถควบคุมการย่อยได้ง่ายกว่าและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์มีความบริสุทธิ์มากกว่าการย่อยแป้งด้วยกรด ประกอบด้วยการย่อย 2 ครั้ง คือ

- การย่อยแป้งครั้งแรกหรือการทำให้แป้งเหลว (Liquefaction) ขั้นตอนนี้จะใช้เอนไซม์แอลฟาอะมิเลส (α-amylase) ย่อยแป้งที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าเด็กซ์ตริน (Dextrin)
- การย่อยแป้งครั้งสุดท้ายหรือการเปลี่ยนเป็นน้ำตาล (Saccharification) ขั้นตอนนี้จะใช้เอนไซม์กลูโคอะมิเลส (Glucoamylase) ย่อยเด็กซ์ตรินที่อุณหภูมิ 55 – 65 องศาเซลเซียสให้ได้น้ำตาลกลูโคส ซึ่งยีสต์สามารถใช้หมักเป็นเอทานอลได้โดยกระบวนการหมักเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3

สมการเคมีแสดงการหมักเอทานอลจากแป้ง



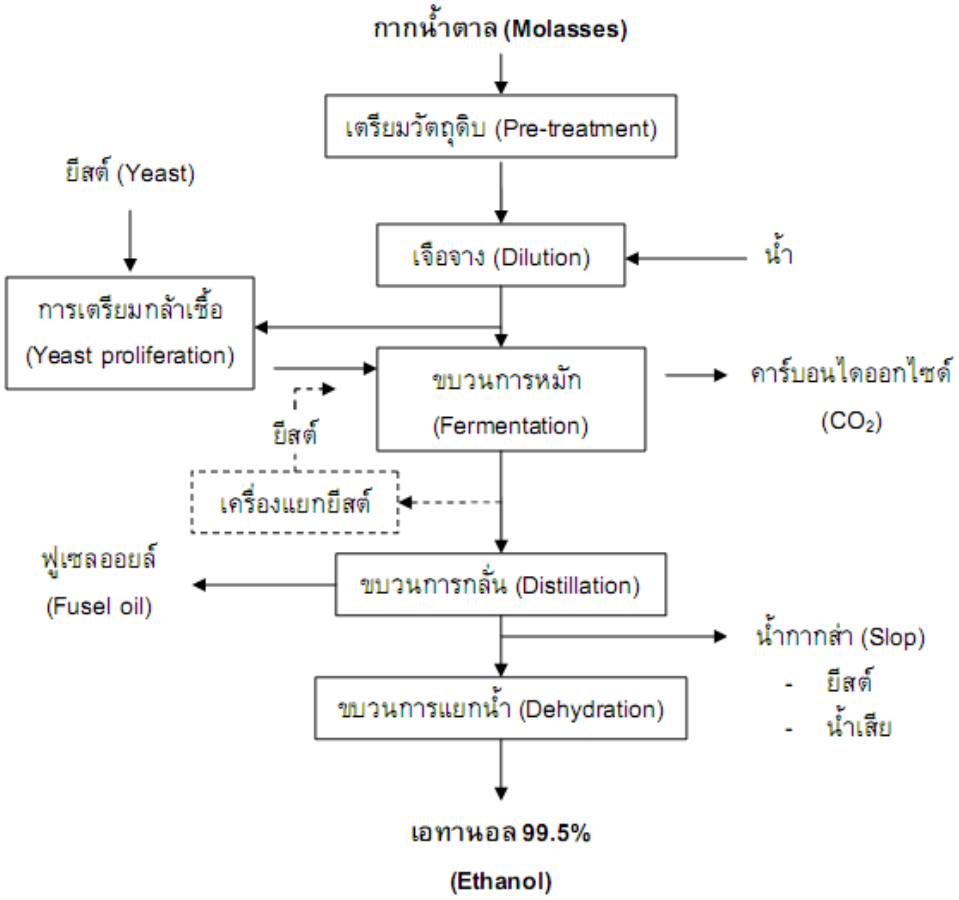
การหมักเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส

วัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ ฟางข้าว กากอ้อย ซังข้าวโพด และเศษไม้ เป็นต้น วัตถุดิบประเภทนี้มีองค์ประกอบที่เป็น เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และ ลิกนิน (Lignin) โดยเซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวและอยู่ในรูปผลึก มีลักษณะเป็นเส้นใยเหนียวและไม่ละลายน้ำ เฮมิเซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลเพนโตส (Pentose) หลายชนิด เช่น ไซโลส (Xylose) แมนโนส (Mannose) และอะราบิโนส (Arabinose) เป็นต้น ส่วนลิกนินเป็นพอลิเมอร์ของฟีนิลโพรเพน (Phenylpropane) ซึ่งทนต่อการย่อยสลายอย่างมาก

ขั้นตอนในการผลิตเอทานอล โดยทั่วไปจะประกอบด้วยการเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material Preparation) การหมัก (Fermentation) การกลั่น (Distillation) และการกำจัดน้ำ (Dehydration) ซึ่งในกรณีที่วัตถุดิบเป็นแป้งหรือวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส จะต้องมีขั้นตอนการย่อยเพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลก่อนการหมัก (Hydrolysis) แผนภาพการผลิตเอทานอลโดยใช้กากน้ำตาลและมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบแสดงดังภาพที่ 2.4 , 2.5 และ 2.6 ตามลำดับ

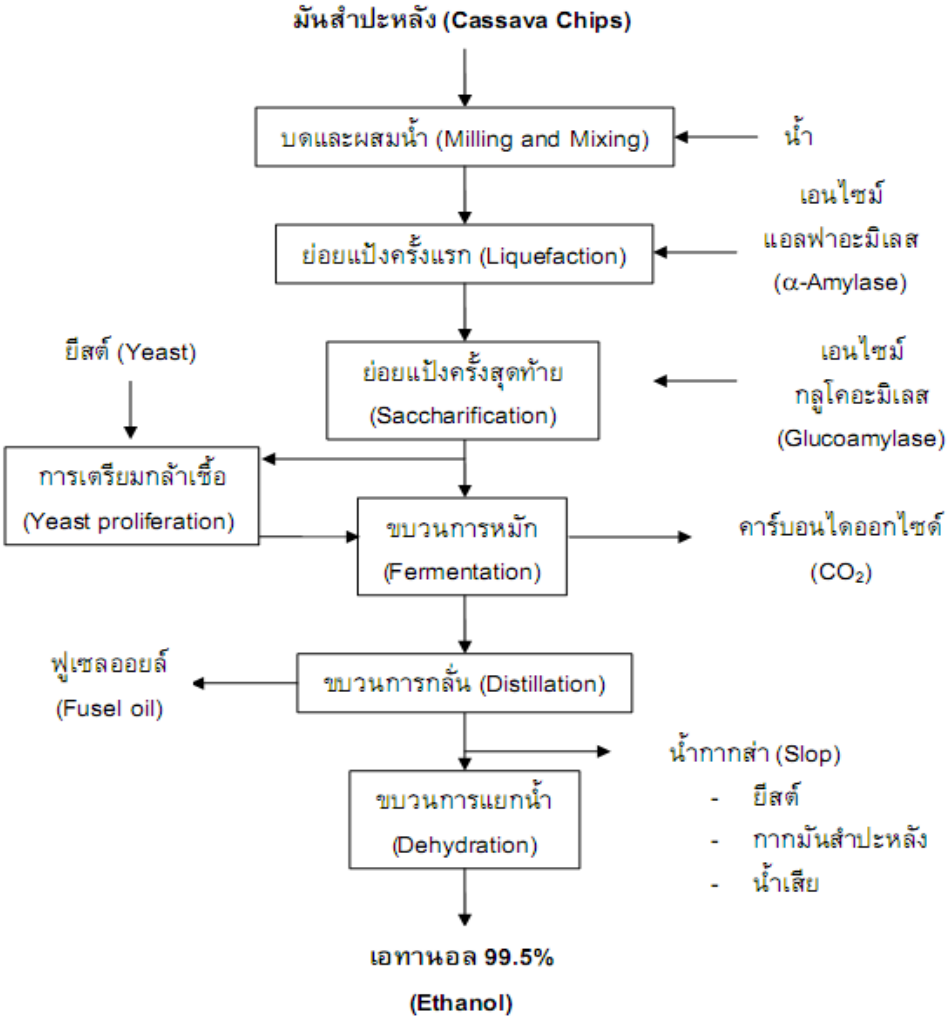
ภาพที่ 2.4

กระบวนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล



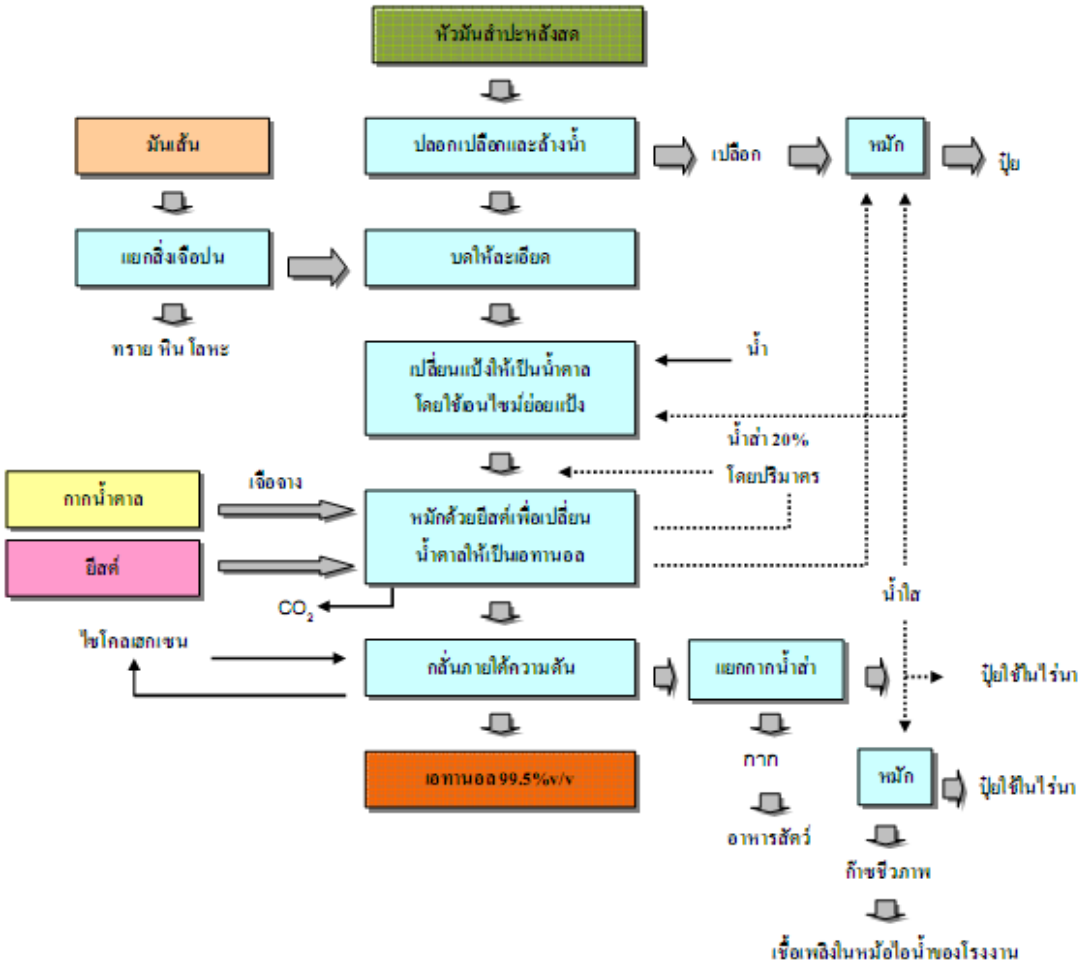
ภาพที่ 2.5

กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง



ภาพที่ 2.6

ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลและมันสำปะหลัง



<u>การแบ่งประเภทของเอทานอล</u>

อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลได้แบ่งเอทานอลที่ผลิตได้ออกเป็น 3 เกรด คือ เอทานอลเกรดอุตสาหกรรม (เอทานอลบริสุทธิ์ 95%) , เอทานอลเกรดเครื่องดื่ม (เอทานอลบริสุทธิ์ 95%) และ เอทานอลเกรดเชื้อเพลิง (เอทานอลบริสุทธิ์ 99.5%) ทั้งนี้ เอทานอลแต่ละเกรดจะมีคุณลักษณะที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 – 2.3

ตารางที่ 2.1

ลักษณะคุณภาพของเอทานอลเกรดอุตสาหกรรม (เอทานอลบริสุทธิ์ 95%)

Sr.No.	Component	Unit	IA grade Limit
1	Ethanol @ 15 ˚C	% v/v	95 to 96 minimum
2	Aldehyde as Acetaldehyde	PPM	50 maximum
3	Methanol	PPM	50 maximum
4	N-Propanol & Iso-Propanol	PPM	40 maximum
5	Buthanol	PPM	25 maximum
6	Acids as Acetic acid	PPM	35 maximum
7	Esters as Ethyl Acetate	PPM	25 maximum
8	Furfural	PPM	Nil
9	Lead	PPM	Nil
10	Copper	PPM	Nil
11	Dry extract	PPM	Negligible
12	Permanganate Test Time	Minutes	7 to 10 minimum

ที่มา : บริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด

หมายเหตุ : คุณลักษณะของเอทานอลเกรดอุตสาหกรรมอาจมีหลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ตลอดจนขึ้นกับบริษัทผู้ผลิตกับผู้ซื้อจะตกลงกัน

ตารางที่ 2.2

ลักษณะคุณภาพของเอทานอลเกรดเครื่องดื่ม (เอทานอลบริสุทธิ์ 95%)

คุณลักษณะ (Characteristic)	เกณฑ์กำหนด (Specification)	วิธีวิเคราะห์ทดสอบ (Method)
Ethanol ที่อุณหภูมิ 20˚C	ไม่น้อยกว่า 95.0 % v/v	In-house base on AOAC 982.10
ความเป็นกรด (%Acidity w/w)	ไม่เกิน 0.003 % w/w	In-house base on มอก. 640,ISO1388/2

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

คุณลักษณะ (Characteristic)	เกณฑ์กำหนด (Specification)	วิธีวิเคราะห์ทดสอบ (Method)
Permanganate time	ไม่น้อยกว่า 15 นาที	In-house base on BS:6392
ปริมาณสารที่ไม่ระเหย	ผ่านการทดสอบ	มอก.640-2545
สารที่ไม่ละลายน้ำ	ผ่านการทดสอบ	มอก.640-2545
แอลดีไฮด์	ผ่านการทดสอบ	มอก.640-2545
ไอโซ-เอมิลแอลกอฮอล์	ผ่านการทดสอบ	มอก.640-2545
อะซีโตนและไอโซโพรพานอล	ผ่านการทดสอบ	มอก.640-2545
เมทานอล	ผ่านการทดสอบ	มอก.640-2545

ที่มา : องค์การสุรา กรมสรรพสามิต

ตารางที่ 2.3

แสดงลักษณะคุณภาพของเอทานอลแปลงสภาพ (เอทานอลเกรดเชื้อเพลิง)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	วิธีทดสอบ
1	ปริมาณเอทานอลและแอลกอฮอล์ชนิดอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมสูงกว่าเอทานอล ร้อยละโดยปริมาตร (Ethanol plus higher saturated alcohols % vol)	ไม่ต่ำกว่า 99.0	EN 2870 appendix 2 Method B
2	โมโนแอลกอฮอล์ชนิดอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 3 – 5 อะตอม ร้อยละโดยปริมาตร (Higher saturated Mono alcohol % vol)	ไม่สูงกว่า 2.0	EN 2870 Method III
3	เมทานอล ร้อยละโดยปริมาตร (Methanol % vol)	ไม่สูงกว่า 0.5	EN 2870 Method III
4	ยางเหนียว มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (Solvent Washed Gum mg/100ml)	ไม่สูงกว่า 5.0	ASTM D 381
5	น้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Water % wt)	ไม่สูงกว่า 0.3	ASTM E 203
6	คลอไรด์อินทรีย์ มิลลิกรัม/ลิตร (Inorganic Chloride mg/l)	ไม่สูงกว่า 20	ASTM D 512

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	วิธีทดสอบ
7	ทองแดง มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Copper mg/kg)	ไม่สูงกว่า 0.07	ASTM D 1688
8	ความเป็นกรดคำนวณเป็นกรดอะซิติก มิลลิกรัม/ลิตร (Acidity as Acetic Acids mg/l)	ไม่สูงกว่า 30	ASTM D 1613
9	ความเป็นกรด – ด่าง (pHe)	ไม่ต่ำกว่า 6.5 และ ไม่สูงกว่า 9.0	ASTM D 6423
10	สภาพตัวนำไฟฟ้า ไมโครซีเมนต์/เมตร (Electrical conductivity µs/m)	ไม่สูงกว่า 500	ASTM D 1125
11	ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance)	เป็นของเหลวใส ไม่ขุ่น ไม่แยกชั้น และไม่มีสาร แขวนลอย	ตรวจพินิจด้วย สายตา
12	สารเติมแต่ง (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบ จากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน	

ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

<u>หลักการคำนวณต้นทุนราคาเอทานอล</u>

การกำหนดราคาขายเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงจะคำนวณจากหลักการคำนวณต้นทุนราคาเอทานอลของสำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ตามสมการ

$$P_{Eth} = \frac{(P_{Mol} \times Q_{Mol}) + (P_{Cas} \times Q_{Cas})}{Q_{Total}}$$

โดยที่ $P_{Mol} = R_{Mol} + C_{Mol}$

$P_{Cas} = R_{Cas} + C_{Cas}$

หมายเหตุ : ต้นทุนการผลิตเอทานอลตามหลักเกณฑ์การคิดของสำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี คิดจาก

- P_{Eth} คือ ราคาเอทานอลอ้างอิง (บาท/ลิตร) ประกาศราคาเป็นรายเดือนทุกเดือน
- P_{Mol} คือ ราคาเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาล (บาท/ลิตร)
- P_{Cas} คือ ราคาเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง (บาท/ลิตร)
- Q_{Mol} คือ ปริมาณเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาล (ล้านลิตร/วัน)
- Q_{Cas} คือ ปริมาณเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง (ล้านลิตร/วัน)
- Q_{Total} คือ ปริมาณการผลิตทั้งหมด (ล้านลิตร/วัน) ใช้ปริมาณการผลิตย้อนหลัง 1 เดือน เช่น ใช้ปริมาณการผลิตเดือนที่ 3 นำไปคำนวณราคาในเดือนที่ 5
- R_{Mol} คือ ต้นทุนกากน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตเอทานอล (บาท/ลิตร)
- C_{Mol} คือ ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล (บาท/ลิตร) เท่ากับ 6.125 บาท/ลิตร
- R_{Cas} คือ ต้นทุนมันสำปะหลังที่ใช้ในการผลิตเอทานอล (บาท/ลิตร)
- C_{Cas} คือ ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล (บาท/ลิตร) เท่ากับ 7.107 บาท/ลิตร
- กากน้ำตาล 4.17 กิโลกรัมผลิตเอทานอลได้ 1 ลิตร
- มันสำปะหลัง 6.25 กิโลกรัมผลิตเอทานอลได้ 1 ลิตร

<u>การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเอทานอล</u>

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดขึ้นในระหว่างการหมักน้ำตาลเป็นเอทานอลด้วยยีสต์ ซึ่งจะมีปริมาณประมาณครึ่งหนึ่งโดยน้ำหนักของน้ำตาลกลูโคสที่ใช้ในการหมัก จากการประมาณที่กำลังการผลิตเอทานอล 150,000 ลิตรต่อวัน จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 100 – 120 ตันต่อวัน การใช้ประโยชน์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถใช้ได้ทั้งสถานะที่เป็นก๊าซ (Gas) ของเหลว (Liquid CO_2) และของแข็ง (Solid CO_2) โดยจะใช้มากในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้เป็นสารทำความเย็น และอุตสาหกรรมเครื่องดื่มประเภทที่มีการอัดก๊าซ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมอื่นบ้าง ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมการเชื่อมโลหะ พลาสติกและยาง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถผลิตได้จากหลายกระบวนการด้วยกัน ได้แก่ กระบวนการ

เผาไหม้ (Combustion) ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ และผลพลอยได้จากกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย การอบปูนขาว ($CaCO_3$) ในเตาเผา การผลิตโซเดียมฟอสเฟตจากไบโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) และกระบวนการหมักเอทานอล

2. ฟูเซลล์ ออยล์ (Fusel Oil)

ฟูเซลล์ ออยล์ หรือที่เรียกว่า ฟูเซลล์แอลกอฮอล์ (Fusel Alcohol) ใช้เรียกแอลกอฮอล์ที่มีจุดเดือดสูงกว่าเอทานอล ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการกลั่นเอทานอล ฟูเซลล์ออยล์ประกอบด้วยแอลกอฮอล์หลายชนิด ส่วนมากเป็นองค์ประกอบที่มีคาร์บอน 3,4 หรือ 5 อะตอม ได้แก่ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (Isoamyl Alcohol) และแอกทีฟเอมิลแอลกอฮอล์ (Active Amyl Alcohol) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีมูลค่าสูง นอกจากนี้ยังมีบิวทานอล (Butanol) และโพรพานอล (Propanol) อยู่ด้วย การใช้ฟูเซลล์ ออยล์จะต้องมีการแยกแอลกอฮอล์ออกโดยวิธีการกลั่น วิธีทางโครมาโทรกราฟี หรือ วิธีทางเคมีและผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ แล้วจึงนำแอลกอฮอล์ที่ได้ไปใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมจำพวกเรซิ่นและพลาสติก อุตสาหกรรมแลคเกอร์และหมึกพิมพ์ เป็นต้น

3. DDGS (Dry Distillers Grains with Soluble)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรวมกันของกากที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งเป็นส่วนของกากส่าที่เป็นของแข็งกับส่วนของของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำส่าหลังการกลั่นแยกเอทานอลแล้วทำแห้งเพื่อให้มีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 10 ถึง 12 ในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีการใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล จะมีการผลิต DDGS ที่ได้จากการนำกากแห้งที่เป็นของแข็งผสมกับส่วนของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ โดย DDGS จะเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานที่สำคัญสำหรับโคนมและโคเนื้อ อีกทั้งเป็นแหล่งของไฟเบอร์และฟอสฟอรัสของสัตว์จำพวกที่ไม่ใช่สัตว์เคี้ยวเอื้อง รวมทั้งสัตว์ปีกและสัตว์น้ำ ขั้นตอนการผลิต DDGS จะประกอบด้วยการแยกส่วนที่เป็นของเหลวและของแข็งออกจากกัน (Separation) โดยเครื่องปั่นเหวี่ยง นำส่วนที่เป็นของเหลวที่เหลือหลังจากกลั่นแยกเอทานอลไประเหย เพื่อทำให้เข้มข้นขึ้น (Evaporation) นำไปผสมกับส่วนของแข็งแล้วทำให้แห้ง (Drying) และเย็นตัวลง (Cooling) โดยรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดมีทั้งรูปของผงแห้ง และในรูปของ DDGS อัดเม็ด DDGS ที่ผลิตจาก

มันสำปะหลังจะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งต่ำกว่า DDGS ที่ผลิตได้จากข้าวโพด ซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 25 โดยน้ำหนักแห้ง

4. ยีสต์ (Yeast)

ยีสต์ สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่แยกได้จากการหมักเป็นแหล่งโภชนาการที่สำคัญ โดยในเซลล์ยีสต์จะประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 34 โดยน้ำหนักแห้ง ไขมันร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแห้ง และวิตามินบี จึงสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนและอาหารเสริมสำหรับการเจริญเติบโตของทั้งมนุษย์และสัตว์ หรือสกัดแยกเป็นยีสต์สกัด (Yeast Extract) และผนังเซลล์ยีสต์ (Yeast Cell Wall) ยีสต์สกัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับเป็นอาหารสัตว์ โดยจัดเป็นสารเสริมอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูง สามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นในอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างดีเนื่องจากมีกลิ่นคาวคล้ายกลิ่นเนื้อสัตว์ ส่วนผนังเซลล์ยีสต์มีองค์ประกอบของเบต้า 1,3 และ 1,6 กลูแคน ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์และสัตว์ สามารถใช้ในการเลี้ยงสัตว์แบบไม่ใช้ยาปฏิชีวนะ เช่น ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เป็นต้น สารสกัดจากเซลล์ยีสต์ที่แยกได้จากน้ำกากส่าจากมันสำปะหลังมีปริมาณกรดอะมิโนส่วนใหญ่ทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นสูงกว่าสารสกัดจากเซลล์ยีสต์ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ แต่สารสกัดจากเซลล์ยีสต์ที่แยกได้จากน้ำกากส่าจากกากน้ำตาลจะมีปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดน้อยกว่ายกเว้นแอสพาร์ติค

5. ก๊าซชีวภาพ (Biogas)

ก๊าซชีวภาพ หมายถึง ก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ใช้เป็นพลังงานทดแทนซึ่งสามารถผลิตได้จากวัสดุเหลือทิ้งและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการเกษตร ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (Methane) ร้อยละ 50 – 70 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 30 – 50 ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน , ออกซิเจน , ไฮโดรเจนซัลไฟด์ , ไนโตรเจน และไอน้ำ ก๊าซมีเทนบริสุทธิ์ให้ค่าความร้อนประมาณ 35,800 กิโลจูลต่อลูกบาศก์เมตร (kJ/m^3) ส่วนก๊าซชีวภาพที่มีสัดส่วนของก๊าซมีเทนร้อยละ 65 ให้ค่าความร้อน 22,400 กิโลจูลต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบหลักเป็นก๊าซมีเทน จึงทำให้มีคุณสมบัติติดไฟได้ดีและสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปต่าง ๆ ได้ เช่น การเผาเพื่อใช้ประโยชน์จากความร้อนโดยตรง จะให้

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง จึงสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำ (Steam Boiler) ของโรงงานซึ่งโดยทั่วไปจะใช้น้ำมันเตาเป็นแหล่งพลังงาน ก๊าซชีวภาพปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถทดแทนน้ำมันเตาได้ 0.55 ลิตร ซึ่งนำมาใช้กับหม้อต้มไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำสำหรับกลั่นเอทานอลได้ โดยทั่วไปกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายจนกลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Acids) โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (Acid – Producing Bacteria) และขั้นตอนการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methane – Producing Bacteria) ในโรงงานเอทานอลส่วนใหญ่จะเลือกใช้ระบบถังหมักก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment Technology) สามารถแบ่งตามรูปแบบการเจริญของจุลินทรีย์ได้เป็น 3 แบบ คือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในระบบ (Suspended Growth) จุลินทรีย์ที่ยึดเกาะกับวัสดุในระบบ (Supported Growth) และแบบลูกผสม (Hybrid) ได้แก่ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), Anaerobic Lagoons (AL) และ Upflow Sludge Blanket/Fixed bed Reactor (USB/FBR)

6. ปุ๋ยอินทรีย์

น้ำกากส่ามีอินทรีย์วัตถุและเกลือที่ละลายได้เป็นจำนวนมาก โดยพบว่าธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช คือ โพแทสเซียม (K) จะพบในปริมาณมากที่สุด รองลงมา คือ ไนโตรเจน(N) และฟอสฟอรัส (P) ตามลำดับ และประกอบด้วยธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมต่าง ๆ อีกมากมายที่สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงหรือทำเป็นปุ๋ยน้ำเข้มข้น หรือปุ๋ยแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดของการขนส่งในกรณีที่ใช้น้ำกากส่าโดยตรง โดยในการทำปุ๋ยน้ำเข้มข้น จะนำน้ำกากส่าที่ได้ผ่านเครื่องต้มระเหย (Evaporator) ทำให้มีความเข้มข้นมากยิ่งขึ้น โดยทั่วไปน้ำกากส่าจะมีความเข้มข้นของของแข็งประมาณร้อยละ 10 – 15 สามารถทำให้เข้มข้นเป็นร้อยละ 30 แล้วนำไปใช้ในไร่ต่อไป ในกรณีที่ต้องการทำเป็นปุ๋ยแห้ง จะต้องมีการนำของแข็ง เช่น กากหม้อกรองของโรงงานน้ำตาลหรือชานอ้อยมาผสมกับน้ำกากส่าที่เข้มข้น

แก๊สโซฮอล์ (Gasohol)

แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) เป็นชื่อเรียกของน้ำมันเบนซิน (Gasoline) ไร้สารตะกั่วที่ผสมเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) หรือ เอทานอล (Ethanol) ที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 เมื่อสัดส่วนของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วต่อเอทานอลเท่ากับ 90 : 10 จะเรียกส่วนผสมของแก๊สโซฮอล์นี้ว่า E 10 ซึ่งสัดส่วนของเอทานอลในแก๊สโซฮอล์ในน้ำมันเบนซินสามารถมีได้ตั้งแต่ร้อยละ 5 – 30 แต่การใช้ไม่เกินร้อยละ 10 นั้นไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ก่อนใช้แก๊สโซฮอล์ เอทานอลที่ใช้ในการผสมน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วทำหน้าที่เป็นสารเติมแต่งค่าออกซิจีเนต (Oxygenates) และค่าออกเทน (Octane) ของน้ำมันเบนซิน ซึ่งแต่ก่อนจะใช้สาร MTBE หรือ Methyl Tertiary Butyl Ether เป็นสารเติมแต่งค่าออกซิจีเนตและค่าออกเทน เอทานอลในแก๊สโซฮอล์นอกจากจะเป็นสารเพิ่มค่าออกเทนแล้ว ยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีก กล่าวคือ โมเลกุลของเอทานอลไม่มีสารประกอบซัลเฟอร์ เบนซิน หรือสารประกอบอะโรมาติก (Aromatics) หรือโอเลฟิน (Olefins) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศและมีผลต่อสุขภาพ ดังนั้นการใช้เอทานอลจึงมีส่วนช่วยลดมลภาวะที่เกิดขึ้นได้

การวิเคราะห์ทางเลือกโดยการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

(Analysis Hierarchy Process, AHP)

กระบวนการลำดับชั้นวิเคราะห์เชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process, AHP) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด(Best Alternative) พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการคือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์หลัก (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pair Wise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยให้คะแนนตามความสำคัญ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้ว จึงดำเนินการพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือก เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ วิธี AHP นำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการ

ตัดสินใจต่างๆมากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดรวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่นการจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน เป็นต้น

<u>ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์</u>

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

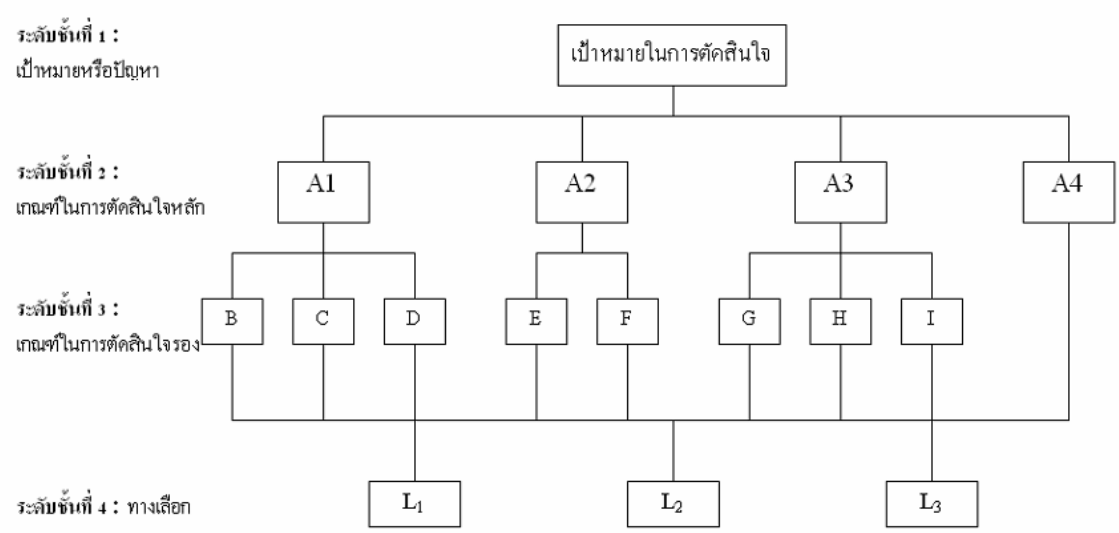
1. การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ โดยแบ่งกลุ่มองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นระดับชั้น โดยจัดทำเป็นแผนภูมิลำดับชั้น ดังนี้
    - ลำดับชั้นบนสุด คือ เป้าหมาย หรือ ปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ (Goal)
    - ลำดับชั้นที่ 2 คือ เกณฑ์การตัดสินใจหลัก (Criteria)
    - ลำดับชั้นที่ 3 คือ เกณฑ์การตัดสินใจรอง (Subcriteria)
    - ลำดับชั้นสุดท้าย คือ ทางเลือก (Alternative)

โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้

สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7

ตัวอย่างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ



2. การคำนวณหาลำดับความสำคัญ

ในแต่ละลำดับชั้นให้พิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ ในระดับชั้นเดียวกัน โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) ตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

แสดงเกณฑ์การพิจารณาเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของทางเลือก

ลำดับความสำคัญ (Preference Level)	ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Valve)
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preferred)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preferred)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ลำดับความสำคัญ (Preference Level)	ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Valve)
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preferred)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preferred)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

<u>ตัวอย่างการเปรียบเทียบความสำคัญ</u>

การเลือกซื้อสินค้าโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

ในเกณฑ์ด้านคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ A มีคุณภาพสูงกว่าผลิตภัณฑ์ B โดยให้ A มีค่าระดับความสำคัญมากกว่า (Very Strongly Preferred) ของ B หรือแสดงเป็นตัวเลขเท่ากับ 7 เมื่อเปรียบเทียบกลับกันผลิตภัณฑ์ B ก็จะมีคุณภาพเป็น 1/7 ของผลิตภัณฑ์ A

เกณฑ์คุณภาพ	A	B
A	1	7
B	1/7	1

หมายเหตุ ทางเลือกเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบแนวนอนและแนวตั้งจะแสดงตัวเลขเท่ากับ 1

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบทีละคู่แล้วคำนวณหาลำดับความสำคัญในแต่ละลำดับชั้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณ 2 วิธี คือ แบบประมาณและแบบละเอียด อย่างไรก็ดีเพื่อให้ง่ายในการทำความเข้าใจจึงใช้วิธีการคำนวณแบบประมาณ ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

1. เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกแต่ละคู่ในรูปของเมตริกซ์

   (Pairwise Comparison Matrix)

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{1n} \\ a_{21} & \\ \vdots & \\ a_{n1} & a_{nn} \end{vmatrix}$$

2. คำนวณ Normalized matrix

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} = a_{11} / \sum_{i=1}^{n} a_{i1} & \delta_{1n} = a_{1n} / \sum_{i=1}^{n} a_{in} \\ \\ \delta_{n1} = a_{n1} / \sum_{i=1}^{n} a_{i1} & \delta_{nn} = a_{nn} / \sum_{i=1}^{n} a_{in} \end{vmatrix}$$

3. คำนวณหาผลรวมของแถว

$$\beta_1 = a_{11} / \sum_{j=1}^{n} \delta_{1j}$$

$$\beta_2 = a_{11} / \sum_{j=1}^{n} \delta_{2j}$$

.

.

.

$$\beta_n = a_{11} / \sum_{j=1}^{n} \delta_{nj}$$

4. หาค่าลำดับความสำคัญ โดยการหาค่าเฉลี่ยผลรวมของแถว คือ เอาผลรวมของแถวหารด้วยขนาดสแควร์เมตริกซ์

$$
\begin{vmatrix}
r_1 = \dfrac{\beta_1}{n} \\
r_2 = \dfrac{\beta_2}{n} \\
. \\
. \\
. \\
r_n = \dfrac{\beta_n}{n}
\end{vmatrix}
$$

จากนั้นก็คำนวณลำดับความสำคัญรวมจากลำดับความสำคัญที่ได้ในแต่ละลำดับชั้น

3. การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency)

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้องของข้อมูล ดังแสดงตัวอย่างง่าย ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้อง เช่น วิเคราะห์เปรียบเทียบว่า A มีความสำคัญมากกว่า B 2 เท่า และ B มีความสำคัญมากกว่า C 4 เท่า ดังนั้น A ควรมีความสำคัญกว่า C 8 เท่า แต่ถ้าวิเคราะห์ว่า A มีความสำคัญมากกว่า C 2 เท่า นั่นหมายถึงการวิเคราะห์ในตัวอย่างนี้ไม่มีความสอดคล้องกัน ซึ่งบางครั้งการวิเคราะห์อาจไม่มีความสอดคล้องของข้อมูลเกิดขึ้นได้ การแก้ไขก็คือทบทวนกระบวนการใหม่เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมามีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ความสอดคล้องของข้อมูลจะต้องตรวจสอบจากค่าสัดส่วนความสอดคล้อง(Consistency Ratio, CR) ว่ายอมรับได้หรือไม่

1. สัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR = ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

CI = ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

RI = ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index)

2. ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_i / r_i}{n}$$

$$\begin{vmatrix} k_1 \\ k_2 \\ . \\ . \\ . \\ K_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{1n} \\ a_{21} & \\ . & \\ . & \\ . & \\ a_{n1} & a_{nn} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} r_1 \\ r_2 \\ . \\ . \\ . \\ r_n \end{vmatrix}$$

n = ขนาดของสแควร์เมตริกซ์ หรือ จำนวนเกณฑ์

3. ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index, RI)

RI เป็นค่าที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง สามารถหาได้ดังนี้

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.59	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

โดยสัดส่วนความสอดคล้อง (CR) ที่ยอมรับได้ คือ 0.1 หรือน้อยกว่า หากค่าความสอดคล้องสูงกว่าที่ยอมรับได้ต้องมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบใหม่

<u>ตัวอย่างการจัดลำดับความสำคัญโดยใช้ AHP</u>

<u>ตัวอย่าง</u> การตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ โดยใช้เกณฑ์การประหยัดน้ำมัน

1. สร้างตารางเปรียบเทียบรถยนต์ 3 ยี่ห้อเป็นคู่ ๆ โดยใช้เกณฑ์การประหยัดน้ำมัน (เปรียบเทียบโดยใช้ตารางลำดับความสำคัญ)

เกณฑ์ประหยัดน้ำมัน	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C
ยี่ห้อ A	1	2	4
ยี่ห้อ B	½	1	2
ยี่ห้อ C	¼	½	1

2. หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์

เกณฑ์ประหยัดน้ำมัน	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C
ยี่ห้อ A	1	2	4
ยี่ห้อ B	½	1	2
ยี่ห้อ C	¼	½	1
รวม	7/4	7/2	7

3. นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้น ๆ

เกณฑ์ประหยัดน้ำมัน	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C
ยี่ห้อ A	4/7	4/7	4/7
ยี่ห้อ B	2/7	2/7	2/7
ยี่ห้อ C	1/7	1/7	1/7
รวม	1	1	1

4. หาผลรวมในแต่ละแถว

เกณฑ์ประหยัดน้ำมัน	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C	รวม
ยี่ห้อ A	4/7	4/7	4/7	12/7
ยี่ห้อ B	2/7	2/7	2/7	6/7
ยี่ห้อ C	1/7	1/7	1/7	3/7
รวม	1	1	1	3

5. หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

เกณฑ์ประหยัดน้ำมัน	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C	รวม	ลำดับความสำคัญ
ยี่ห้อ A	4/7	4/7	4/7	12/7	0.57
ยี่ห้อ B	2/7	2/7	2/7	6/7	0.29
ยี่ห้อ C	1/7	1/7	1/7	3/7	0.14
รวม	1	1	1	3	1

แถวนอนที่ 1 = 12 / (7x3) = 0.57

แถวนอนที่ 2 = 6 / (7x3) = 0.29

แถวนอนที่ 3 = 3 / (7x3) = 0.14

6. การคำนวณหาความสอดคล้องของเหตุผล

$$\begin{vmatrix} k_1 \\ k_2 \\ K_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} k_1 \\ k_2 \\ K_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0.57 \\ 0.29 \\ 0.14 \end{vmatrix}$$

$k_1 = 1.71 \quad k_2 = 0.86 \quad k_3 = 0.43$

$k_1/r_1 = 3 \quad k_2/r_2 = 3 \quad k_3/r_3 = 3$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_i / r_i}{n}$$

$\lambda = (3+3+3)/3 = 3$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$CI = (3-3)/(3-1)$

$CI = 0$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$CR = 0/0.58$

CR = 0

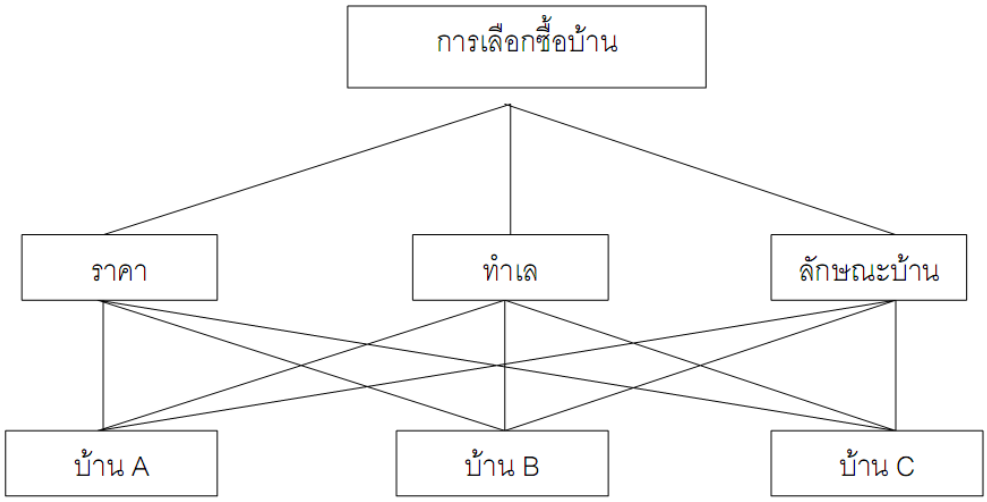
ค่า CR มีค่าเท่ากับ 0 % จึงมีความสอดคล้องกันของข้อมูล

สรุปการเลือกซื้อรถยนต์โดยใช้เกณฑ์ประหยัดน้ำมันควรเลือกซื้อรถยนต์ยี่ห้อ A

ตัวอย่าง การตัดสินใจเลือกซื้อบ้าน โดยใช้เกณฑ์ราคาบ้าน ทำเลที่ตั้งของบ้าน และลักษณะของบ้าน โครงสร้างการตัดสินใจ ตามภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8

โครงสร้างการตัดสินใจในการเลือกซื้อบ้าน



1. หาลำดับความสำคัญของเกณฑ์

1.1 สร้างตารางให้คะแนนเปรียบเทียบเกณฑ์ทั้ง 3 เกณฑ์

เกณฑ์	ราคา	ทำเล	ลักษณะบ้าน
ราคา	1	2	6
ทำเล	½	1	3
ลักษณะบ้าน	1/6	1/3	1

1.2 หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์

เกณฑ์	ราคา	ทำเล	ลักษณะบ้าน
ราคา	1	2	6
ทำเล	½	1	3
ลักษณะบ้าน	1/6	1/3	1
รวม	10/6	10/3	10

1.3 นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้น ๆ

เกณฑ์	ราคา	ทำเล	ลักษณะบ้าน
ราคา	6/10	6/10	6/10
ทำเล	3/10	3/10	3/10
ลักษณะบ้าน	1/10	1/10	1/10
รวม	1	1	1

1.4 หาผลรวมในแต่ละแถว

เกณฑ์	ราคา	ทำเล	ลักษณะบ้าน	รวม
ราคา	6/10	6/10	6/10	18/10
ทำเล	3/10	3/10	3/10	9/10
ลักษณะบ้าน	1/10	1/10	1/10	3/10
รวม	1	1	1	3

1.5 หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

เกณฑ์	ราคา	ทำเล	ลักษณะบ้าน	รวม	ลำดับความสำคัญ
ราคา	6/10	6/10	6/10	18/10	0.60
ทำเล	3/10	3/10	3/10	9/10	0.30
ลักษณะบ้าน	1/10	1/10	1/10	3/10	0.10
รวม	1	1	1	3	1

2. หาลำดับความสำคัญของทางเลือกแยกตามเกณฑ์ต่าง ๆ (คำนวณเช่นเดียวกับหาลำดับความสำคัญของเกณฑ์)

เกณฑ์ราคา	บ้าน A	บ้าน B	บ้าน C	ลำดับความสำคัญ
บ้าน A	1	½	2	0.29
บ้าน B	2	1	4	0.57
บ้าน C	½	¼	1	0.14

เกณฑ์ทำเล	บ้าน A	บ้าน B	บ้าน C	ลำดับความสำคัญ
บ้าน A	1	½	1	0.25
บ้าน B	2	1	2	0.50
บ้าน C	1	½	1	0.25

เกณฑ์ลักษณะบ้าน	บ้าน A	บ้าน B	บ้าน C	ลำดับความสำคัญ
บ้าน A	1	2	2	0.50
บ้าน B	½	1	1	0.25
บ้าน C	½	1	1	0.25

3. หาลำดับความสำคัญรวม

บ้าน A = (0.60x0.29)+(0.30x0.25)+(0.10x0.50) = 0.30

บ้าน B = (0.60x0.57)+(0.30x0.50)+(0.10x0.25) = 0.52

บ้าน C = (0.60x0.14)+(0.30x0.25)+(0.10x0.25) = 0.18

สรุปในการเลือกซื้อบ้านโดยใช้เกณฑ์ 3 เกณฑ์ คือ ราคาบ้าน ทำเลที่ตั้งของบ้าน และลักษณะบ้าน ควรเลือกซื้อบ้าน B มากที่สุด

<u>จุดเด่นของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์</u> มีดังนี้

1. ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม
2. มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น เลียนแบบกระบวนการความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ
3. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นได้
4. สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้
5. ใช้ได้ทั้งแบบตัดสินใจแบบเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
6. ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ
7. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

<u>โปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ (Expert choice)</u>

เอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์เป็นโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยม ใช้งานง่าย มีหน้าจอคล้ายกับแผนภูมิลำดับชั้น ผู้ใช้สามารถกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจและทางเลือกได้หลายระดับ การวินิจฉัยสามารถทำได้ทั้งแบบเปรียบเทียบและแบบการจัดลำดับ นอกจากนี้ ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าการวินิจฉัยออกมาในรูปของคำพูด ตัวเลข หรือกราฟพร้อมกับใส่ตัวเลขเข้าไปได้โดยตรงในกรณีที่เป็นข้อมูลทางสถิติหรือข้อมูลต่าง ๆ โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาสำหรับ AHP โดยเฉพาะเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจและทางเลือก สามารถวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยเหล่านั้นเพื่อหาลำดับความสำคัญ ช่วยคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลที่เกิดจากการวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันโปรแกรมจะแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบคู่ไหนที่ทำให้เกิดความไม่สอดคล้อง และแนะนำค่าวินิจฉัยที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนน้ำหนักในการวินิจฉัยให้ถูกต้องโดยทันที ผลก็คือการตัดสินใจที่มีเหตุผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากนโยบายของภาครัฐที่มุ่งเน้นการลดการใช้และการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ ทำให้เกิดการศึกษาและทำงานวิจัยเรื่องพลังงานทดแทนประเภทเอทานอลมากขึ้น โดยใช้วัตถุดิบที่มีในประเทศ รวมถึงนำเสนอแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลในประเทศไทย จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยและเอกสารทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงของทั้งในและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

กัณชิง เทพหัสดิน (2544) ได้ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงยานพาหนะในประเทศไทย โดยมุ่งประเด็นความสนใจไปที่การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเอทานอล (แอลกอฮอล์ 99.5 %) ณ ระดับขนาดของโรงงานที่ต่างกัน และวัตถุดิบที่ใช้ต่างกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้หัวมันสำปะหลังและใช้อ้อยร่วมกับกากน้ำตาล ณ ระดับกำลังการผลิตต่าง ๆ กัน 4 ระดับ คือ ขนาด 150,000 ลิตร/วัน ขนาด 300,000 ลิตร/วัน ขนาด 500,000 ลิตร/วัน และขนาด 700,000 ลิตร/วัน จากการศึกษาพบว่าโรงงานขนาด 500,000 ลิตร/วัน ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ เป็นโรงงานที่มีต้นทุนต่ำที่สุด นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ต้นทุนที่จะได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของราคาวัตถุดิบ สามารถสรุปได้ว่า โรงงานผลิตเอทานอลขนาด 500,000 ลิตร/วัน ที่ใช้อ้อยและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ มีความแปรผันด้านต้นทุนการผลิตสูงสุด คือเมื่อราคาวัตถุดิบเปลี่ยนแปลง 1% จะทำให้ต้นทุนการผลิตเปลี่ยนแปลง 0.52%

กล้าณรงค์ ศรีรอต (2544) ได้ทำการศึกษาเรื่องสถานภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก๊สโซฮอล์ จากผลการวิจัยพบว่าพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลมากที่สุดคือมันสำปะหลัง ทั้งนี้เพราะพื้นที่การเพาะปลูกมันสำปะหลังไม่สามารถลดลงน้อยกว่า 6.5 ล้านไร่ได้ เนื่องจากมีหลายเขตพื้นที่ที่ไม่มีพืชอื่นเหมาะสมกว่ามันสำปะหลัง ผลผลิตของหัวมันสำปะหลังต่อพื้นที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเพราะมีการเปลี่ยนพันธุ์เพาะปลูกและใส่ปุ๋ย ประมาณการได้ว่าผลผลิตของประเทศในช่วง 5 ปีข้างหน้าจะมีประมาณ 20 ล้านตันต่อปี (เชื้อแป้งร้อยละ 25-30) และมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 0.64 บาทต่อกิโลกรัมหัวมันสำปะหลังสด

ในการใช้มันสำปะหลังนั้นต้องใช้ในรูปของมันเส้นเพราะสามารถแปรรูป (ในช่วงที่หัวมันสำปะหลังราคาตกต่ำที่สุด) และเก็บสต็อกใช้ได้ตลอดปี ทำให้เกิดงานใหม่ขึ้นในหมู่บ้าน การขนส่งมันเส้นมีประสิทธิภาพดีกว่าทำให้โรงงานสามารถรับมันเส้นจากแหล่งต่างๆ ได้สะดวก การคำนวณโดยระบบปัจจุบันพบว่ามันเส้นราคา 2,500 บาทต่อตัน จะผลิตเอทานอลได้ในต้นทุนการผลิต 11.55 บาทต่อลิตร

สำหรับอ้อยนั้นไม่เหมาะสมที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพราะยังมีปริมาณเพียง 53 ล้านตันต่อปี ในขณะที่ความต้องการอ้อยสดของอุตสาหกรรมน้ำตาลมีถึง 75 ล้านตันต่อปี และอ้อยยังมีพระราชบัญญัติควบคุมเรื่องการแบ่งปันผลประโยชน์อยู่ แต่ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำตาล คือ กากน้ำตาล ซึ่งจะผลิตได้ประมาณร้อยละ 5 ของอ้อย หรือ 2.5 ล้านตันต่อปี สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้ โดยต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลจะมีประมาณ 11.3 บาท (เมื่อคิดกากน้ำตาลที่ 1,500 บาทต่อตัน)

ในภาพรวมกล่าวได้ว่าการผลิตเอทานอลในประเทศสามารถผลิตได้ถึง 3,000,000 ลิตรต่อวันตลอดปี โดยใช้มันสำปะหลัง (2.2 ล้านลิตร) และกากน้ำตาล (0.8 ล้านลิตร)

สุวิทย์ เตีย (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินความเป็นไปได้ของการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย เพื่อนำเอทานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร ไปใช้เป็นสารเพิ่มออกเทนในน้ำมันเบนซิน โดยผสมเอทานอลในปริมาณร้อยละ 10 จากการวิจัยพบว่า วัตถุดิบในประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลคือมันสำปะหลังและอ้อย ถ้าใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ โรงงานควรอยู่ทางภาคตะวันออก(แถบจังหวัดชลบุรี) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ(แถบจังหวัดนครราชสีมา และใกล้เคียง) ส่วนโรงงานที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบควรอยู่ทางภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีโรงงานน้ำตาลตั้งอยู่ เมื่อพิจารณากำลังการผลิตเอทานอลร้อยละ 99.5 โดยปริมาตรที่ 5,000, 10,000 และ 100,000 ลิตรต่อวันจากอ้อยและมันสำปะหลัง ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าใช้จ่ายสำหรับวัตถุดิบเป็นค่าใช้จ่ายหลักในการผลิต และในการคำนวณราคาเอทานอลต่อหน่วย โดยที่กำลังการผลิต 5,000 และ 10,000 ลิตรต่อวัน เป็นขนาดที่เหมาะสมกับชุมชนระดับตำบล เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล และโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ตามลำดับโดยจะใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุใน 2 รูปแบบ คือ หัวมันสำปะหลังสดและมันอัดเม็ด ส่วนที่กำลังการผลิต 100,000 ลิตรต่อวัน พิจารณาการใช้อ้อย

เป็นวัตถุดิบโดยการเพิ่มเติมกระบวนการผลิตเอทานอลเข้ากับโรงงานน้ำตาล เนื่องจากปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตระดับนี้เป็นปริมาณที่โรงงานน้ำตาลสามารถจัดการได้ ราคาเอทานอลที่คำนวณได้จะอยู่ในช่วง 10.95-11.28 บาทต่อลิตร ขึ้นกับกำลังการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ การใช้มันสำปะหลังและอ้อย มีความเหมาะสมระดับหนึ่งขึ้นกับราคาวัตถุดิบซึ่งต้องไม่สูงเกินไป

ตัวอย่างผลงานวิจัยที่ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ร่วมกับโปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ ได้แก่

- Oyku Alanbay (2005) ใช้โปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ ในการเลือกโปรแกรม 2 ตัวคือ SAP และ AXAPTA เพื่อใช้งานในระบบ ERP ซึ่งใช้ในการวางแผนใช้งานทรัพยากร

ในการตัดสินใจจะพิจารณาจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน (Bottom-up) โดยพิจารณาน้ำหนักตัวเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์ย่อย จากนั้นก็จะพิจารณาน้ำหนักแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยในแต่ละหลักเกณฑ์หลัก จากนั้นจึงจะเป็นการพิจารณาน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์หลักภายใต้วัตถุประสงค์หลัก โดยการพิจารณาน้ำหนักนั้นจะทำเป็นคู่ๆ ไป (Pairwise Comparison) โปรแกรมเอ็กเพิร์ต ช้อยส์ จะคำนวณออกมาเป็นตัวเลข

ในการศึกษานี้ แบ่งผู้สำรวจเป็น 4 กลุ่ม การให้น้ำหนักของหลักเกณฑ์หลักและผลการตัดสินใจเป็นดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5

ผลการตัดสินใจเมื่อให้น้ำหนักของหลักเกณฑ์หลักต่างกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่างสาขา

Stakeholder	Weight Rank			Result	
	Rank 1	Rank 2	Rank 3	Rank 1	Rank 2
ผู้สังเกตการณ์	ผู้ใช้งาน(0.717)	ผู้จัดจำหน่าย (0.205)	เทคโนโลยี(0.078)	SAP(0.572)	AXAPTA(0.428)
ผู้จัดการฝ่ายผลิต	เทคโนโลยี(0.566)	ผู้ใช้งาน(0.373)	ผู้จัดจำหน่าย (0.061)	AXAPTA(0.574)	SAP(0.426)
ผู้จัดการฝ่ายการเงิน	ผู้จัดจำหน่าย (0.615)	ผู้ใช้งาน(0.292)	เทคโนโลยี(0.093)	AXAPTA(0.559)	SAP(0.441)
ผู้ใช้งานจริง	ผู้ใช้งาน(0.779)	เทคโนโลยี(0.143)	ผู้จัดจำหน่าย (0.079)	AXAPTA(0.633)	SAP(0.367)

การศึกษานี้ได้สรุปให้เห็นถึงหลักการทำงานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(AHP) ซึ่งใช้โปรแกรมเอ็กเพิร์ต ช้อยส์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแม้วิธีการจะเหมือนกัน ผลลัพธ์อาจจะต่างกันได้ขึ้นอยู่กับการให้น้ำหนักกับหลักเกณฑ์หลัก และหลักเกณฑ์ย่อย

- Rungrawee Yingyuad (2006) ได้ใช้โปรแกรมเอ็กเพิร์ต ช้อยส์ ซึ่งใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อเลือกเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพมาใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง โดยเลือกระบบบำบัดน้ำเสียดังนี้ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), Anaerobic Fixed Film Reactor (AFFR), Anaerobic Ditch, Cover Lagoon และ Modified Anaerobic Baffled Reactor (ABR) โดยพิจารณาทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่านซึ่งมีผลงานทั้งการศึกษา ออกแบบ และปฏิบัติการในด้านก๊าซชีวภาพ มาช่วยในการตัดสินใจ โดยข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์เช่นกัน

- ธงชัย อัศสานึก และ ธราธร กูลภัทรนิรันดร์ ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าระดับภูมิภาค โดยรายงานวิจัยฉบับนี้เป็นการรวบรวมและศึกษาจัดหมวดหมู่ของปัจจัยที่ถูกใช้พิจารณาเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า จากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าระดับภูมิภาค และนำมาวิเคราะห์จัดลำดับโครงสร้างของปัจจัยตามหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(Analytical Hierarchy Process, AHP) ร่วมกับการใช้โปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์มาใช้ในส่วนการวิเคราะห์ผลการวิจัย

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนการพิจารณาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาหาโรงงานผลิตเอทานอลที่กำลังการผลิตที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นจึงทำการสืบค้นข้อมูลทางสถิติและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ใช้พิจารณาเพื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์หาน้ำหนักของปัจจัยและจัดอันดับความสำคัญของปัจจัย

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงสามารถแบ่งปัจจัยได้เป็นปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และปัจจัยย่อยโดยมีปัจจัยหลักจำนวน 7 ปัจจัยหลักซึ่งมีดังนี้

<u>ปัจจัยหลัก</u> ประกอบด้วย

1. ต้นทุนติดตั้ง
2. ต้นทุนการผลิต
3. ราคาน้ำมันดิบ
4. ราคาเอทานอล
5. ปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์
6. ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้
7. ผลพลอยได้จากการผลิต

<u>ปัจจัยรอง</u> ประกอบด้วย

1. ราคาที่ดิน
2. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

3. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอาคารผลิตและสำนักงาน

4. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย

5. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

6. ค่าแรงงาน

7. ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร

8. ค่าเชื้อเพลิง, สารเคมี และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิต

9. ค่าวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต

10. สถานการณ์ด้านปริมาณและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

11. ปริมาณน้ำมันดิบที่ผลิตได้

12. ปริมาณน้ำมันดิบที่ใช้

13. ต้นทุนการผลิตเอทานอลต่อลิตร

14. ปริมาณการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์

15. คู่แข่งทางการค้าเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง

16. ปริมาณฟูเซลล์ ออยล์ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิต

17. ปริมาณตะกอนยีสต์และตะกอนเปียก ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิต

18. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิต

19. ปริมาณไบโอแก๊ส ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิต

<u>ปัจจัยย่อย</u> ประกอบด้วย

1. ราคาที่ดินในเขตภาคเหนือ

2. ราคาที่ดินในเขตภาคกลางและภาคตะวันออก

3. ราคาที่ดินในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4. ค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

5. ค่าบริการวิศวกรรมเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

6. ค่าก่อสร้างอาคารผลิตและสำนักงาน

7. ค่าบริการวิศวกรรมเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารผลิตและสำนักงาน

8. ค่าก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย

9. ค่าแรงงานขั้นต่ำในเขตภาคเหนือ

10. ค่าแรงงานขั้นต่ำในเขตภาคกลางและภาคตะวันออก

11. ค่าแรงงานขั้นต่ำในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

12. ค่าวัสดุสำหรับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

13. สถานการณ์ราคาถ่านหิน

14. สถานการณ์ราคาน้ำมันเตา

15. สถานการณ์ราคาไบโอแก๊ส

16. สถานการณ์ผลผลิตที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

17. สถานการณ์ผลผลิตต่อไร่ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล

18. สถานการณ์เนื้อที่เพาะปลูกวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล

19. สถานการณ์ราคาวัตถุดิบที่ส่งออกต่างประเทศ

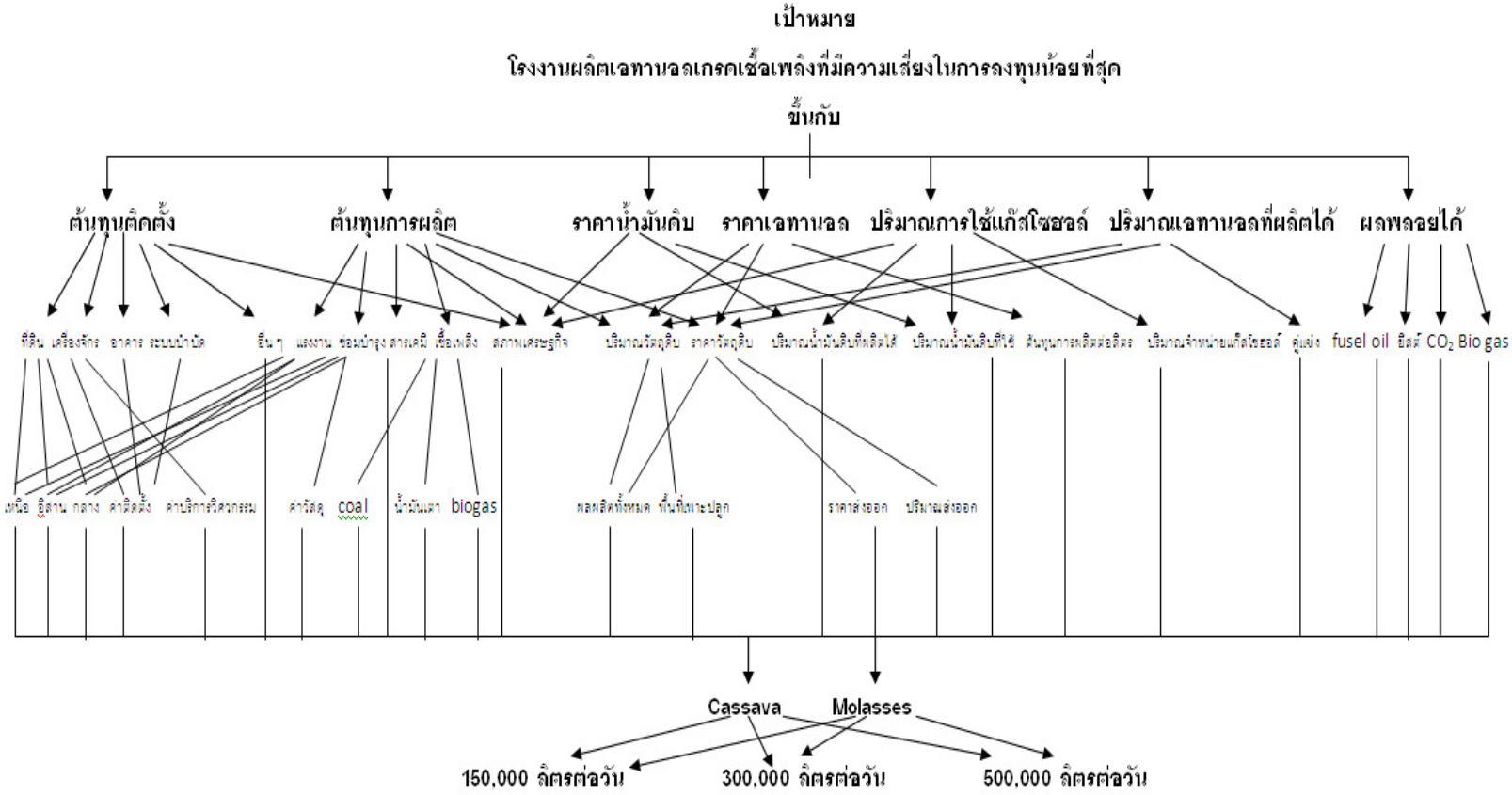
20. สถานการณ์ปริมาณวัตถุดิบที่ส่งออกต่างประเทศ

ทั้งนี้ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลสำหรับประเทศไทยที่นำมาพิจารณา คือ มันสำปะหลังและกากน้ำตาล และกำลังการผลิตที่เหมาะสมที่ถูกนำมาพิจารณา คือ 150,000 ลิตรต่อวัน, 300,000 ลิตรต่อวัน และ 500,000 ลิตรต่อวัน

ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นได้ถูกนำมาใช้ในการพิจารณาเลือกกำลังการผลิตที่เหมาะสมที่สุด โดยนำมาเขียนความสัมพันธ์ตามโครงสร้างของการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และประมวลผลโดยการใช้โปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ ทั้งนี้ อธิบายลักษณะโครงสร้างการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1

โครงสร้างการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์



พิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลเชิงสถิติ ดังนี้

1. ปัจจัยด้านต้นทุนติดตั้ง

พิจารณาจากข้อมูลต้นทุนติดตั้งของโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลและมันสำปะหลัง ดังภาพที่ 3.2, 3.3 และ 3.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงจะมีต้นทุนติดตั้งสูงกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า เป็นผลทำให้โรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำมีความเสี่ยงในการลงทุนด้านต้นทุนติดตั้งน้อยกว่าที่กำลังการผลิตสูง

2. ปัจจัยด้านต้นทุนการผลิต

พิจารณาจากข้อมูลต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล และมันสำปะหลัง, สถานการณ์ด้านราคาและปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล และแนวโน้มสภาพเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 3.4, 3.5, 3.7 และ 3.8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงจะมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า เป็นผลทำให้ โรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำมีความเสี่ยงในการลงทุนด้านต้นทุนการผลิตน้อยกว่าที่กำลังการผลิตสูง

3. ปัจจัยด้านราคาน้ำมันดิบ

พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการผลิตน้ำมันดิบ, ปริมาณการใช้น้ำมันดิบ และแนวโน้มสภาพเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 3.6 และ 3.15 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตน้ำมันดิบ, ปริมาณการใช้น้ำมันดิบมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปีแสดงให้เห็นว่ามีการใช้พลังงานมากขึ้นจึงทำให้โอกาสที่จะขายเอทานอลก็จะสูงขึ้นด้วยเช่นกัน อีกทั้งสภาพเศรษฐกิจที่ดี ย่อมส่งผลให้การซื้อขายสินค้าตลอดจนปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์เพิ่มสูงขึ้นได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านราคาน้ำมันดิบแล้ว จะพบว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงจะมีความน่าลงทุนมากกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำ

4. ปัจจัยด้านราคาเอทานอล

พิจารณาจากข้อมูลปริมาณวัตถุดิบ, ราคาวัตถุดิบ และราคาเอทานอลอ้างอิง ดังภาพที่ 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 และ 3.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณวัตถุดิบ และราคาเอทานอลอ้างอิงมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ทำให้โรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงย่อมน่าลงทุนมากกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำ แต่ในทางตรงกันข้ามกับราคาวัตถุดิบที่มีแนวโน้มสูงขึ้น กลับทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นและทำให้โรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำจะน่าลงทุนมากกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงเพราะมีความเสี่ยงด้านราคาวัตถุดิบที่น้อยกว่า

5. ปัจจัยด้านปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์

พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการผลิตน้ำมันดิบ,ปริมาณการใช้น้ำมันดิบ และปริมาณการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์ ดังภาพที่ 3.15 และ 3.16 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตน้ำมันดิบ, ปริมาณการใช้น้ำมันดิบมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปีแสดงให้เห็นว่ามีการใช้พลังงานมากขึ้นจึงทำให้โอกาสที่จะขายเอทานอลก็จะสูงขึ้นด้วยเช่นกัน อีกทั้งปริมาณการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มมากขึ้น ย่อมส่งผลให้โรงงานสามารถขายเอทานอลได้มากขึ้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์แล้วจะพบว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงจะน่าลงทุนมากกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำ

6. ปัจจัยด้านปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้

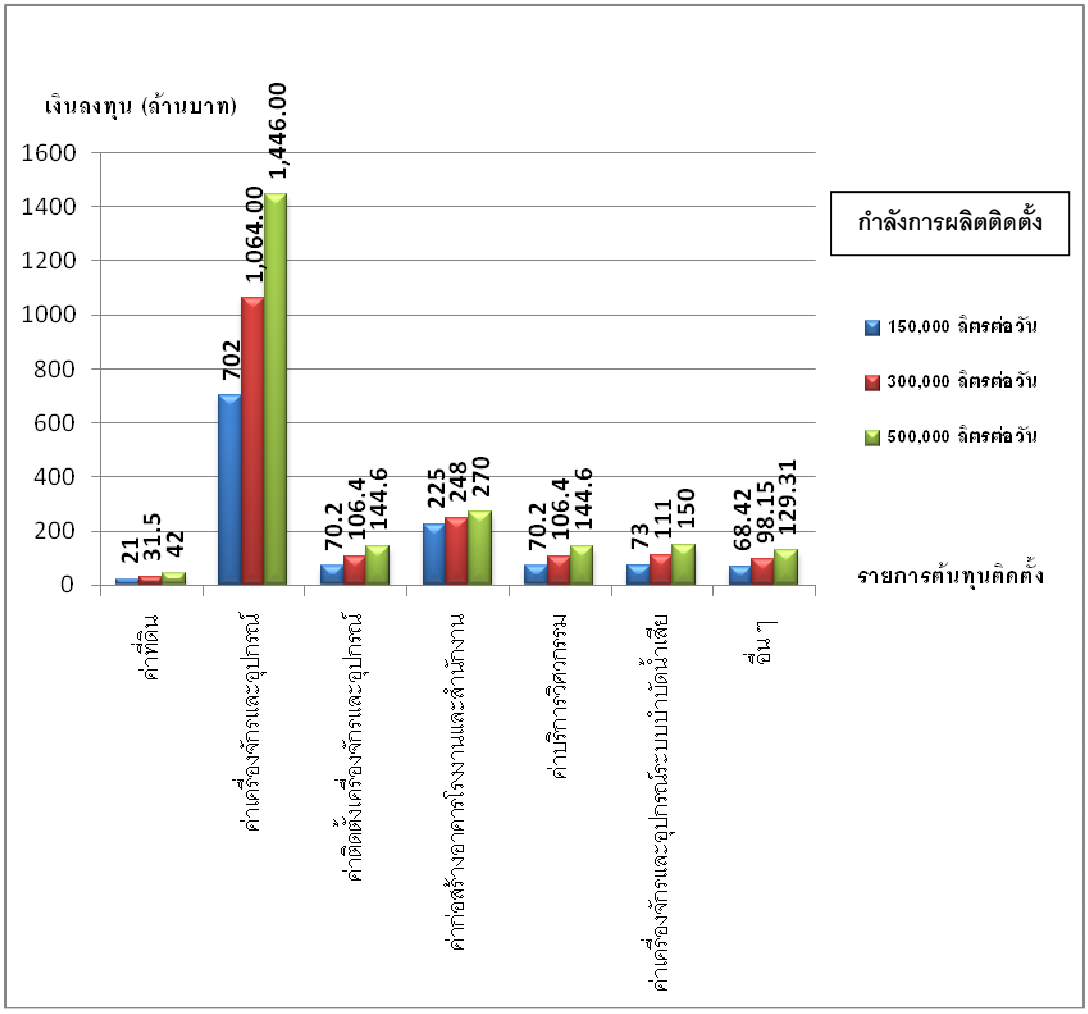
พิจารณาจากข้อมูลปริมาณวัตถุดิบ, ราคาวัตถุดิบ , คู่แข่งด้านผลผลิตเอทานอล และคู่แข่งด้านวัตถุดิบ ดังภาพที่ 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 และ 3.14 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณวัตถุดิบมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ทำให้โรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงย่อมน่าลงทุนมากกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำ แต่ในทางตรงกันข้ามกับราคาวัตถุดิบ, คู่แข่งด้านผลผลิตเอทานอล และคู่แข่งด้านวัตถุดิบที่มีแนวโน้มสูงขึ้นกลับทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นและโอกาสในการขาดแคลนวัตถุดิบมีมากขึ้น อีกทั้งมีโอกาสขายเอทานอลได้ยากมากขึ้นจึงทำให้โรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำจะน่าลงทุนมากกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงเพราะมีความเสี่ยงด้านราคาวัตถุดิบ, คู่แข่งด้านผลผลิตเอทานอล และคู่แข่งด้านวัตถุดิบที่น้อยกว่า

7. ปัจจัยด้านผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต

พิจารณาจากข้อมูลปริมาณฟูเซล ออยล์, ปริมาณตะกอนเปียกและตะกอนยีสต์, ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณไบโอแก๊ส ดังภาพที่ 3.17 และ 3.18 ซึ่งจะเห็นได้ว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงจะได้มูลค่าผลตอบแทนจากผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตสูงกว่าโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า เป็นผลทำให้เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตแล้ว โรงงานที่มีกำลังการผลิตต่ำน่าลงทุนน้อยกว่าที่กำลังการผลิตสูง

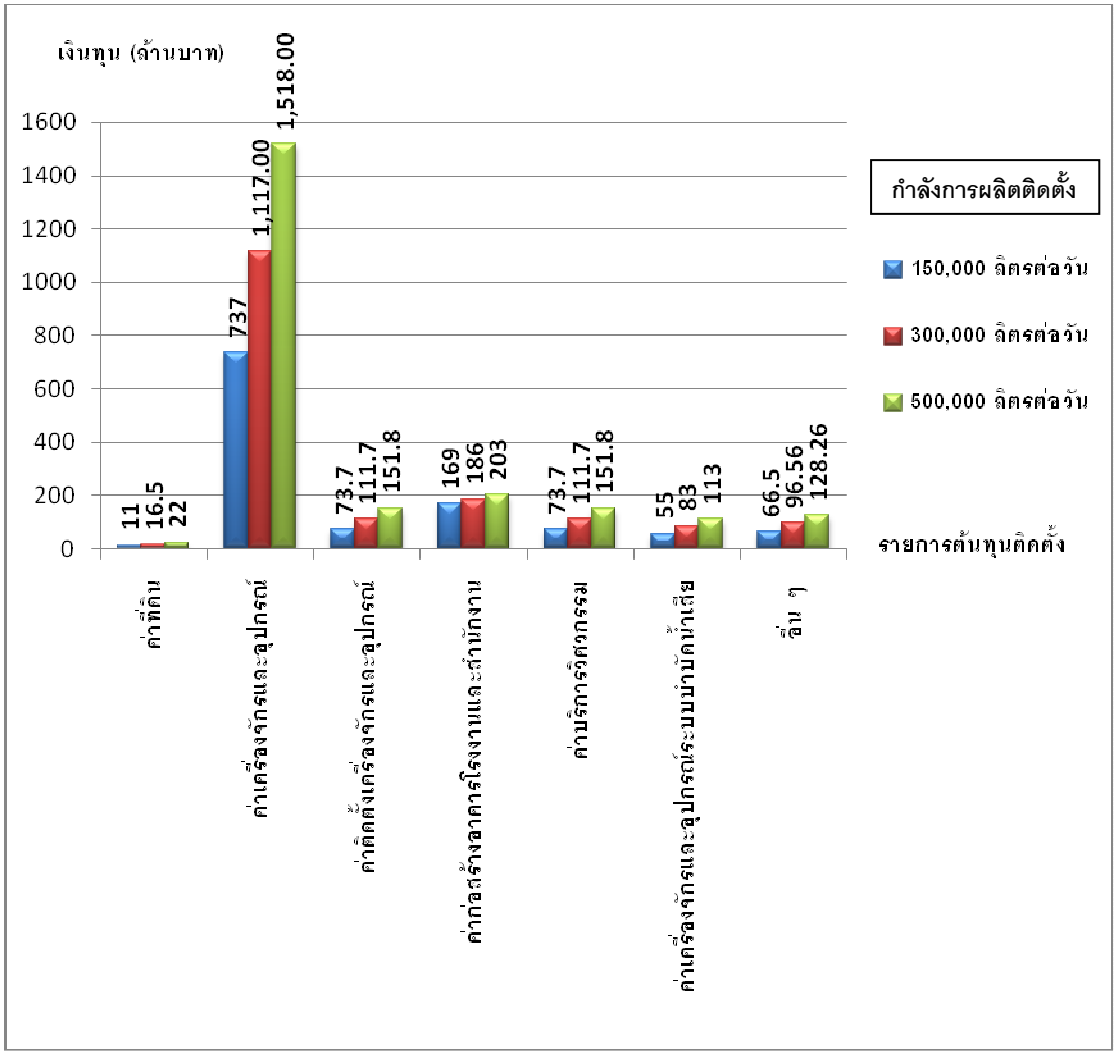
ภาพที่ 3.2

รายละเอียดต้นทุนติดตั้งของโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง



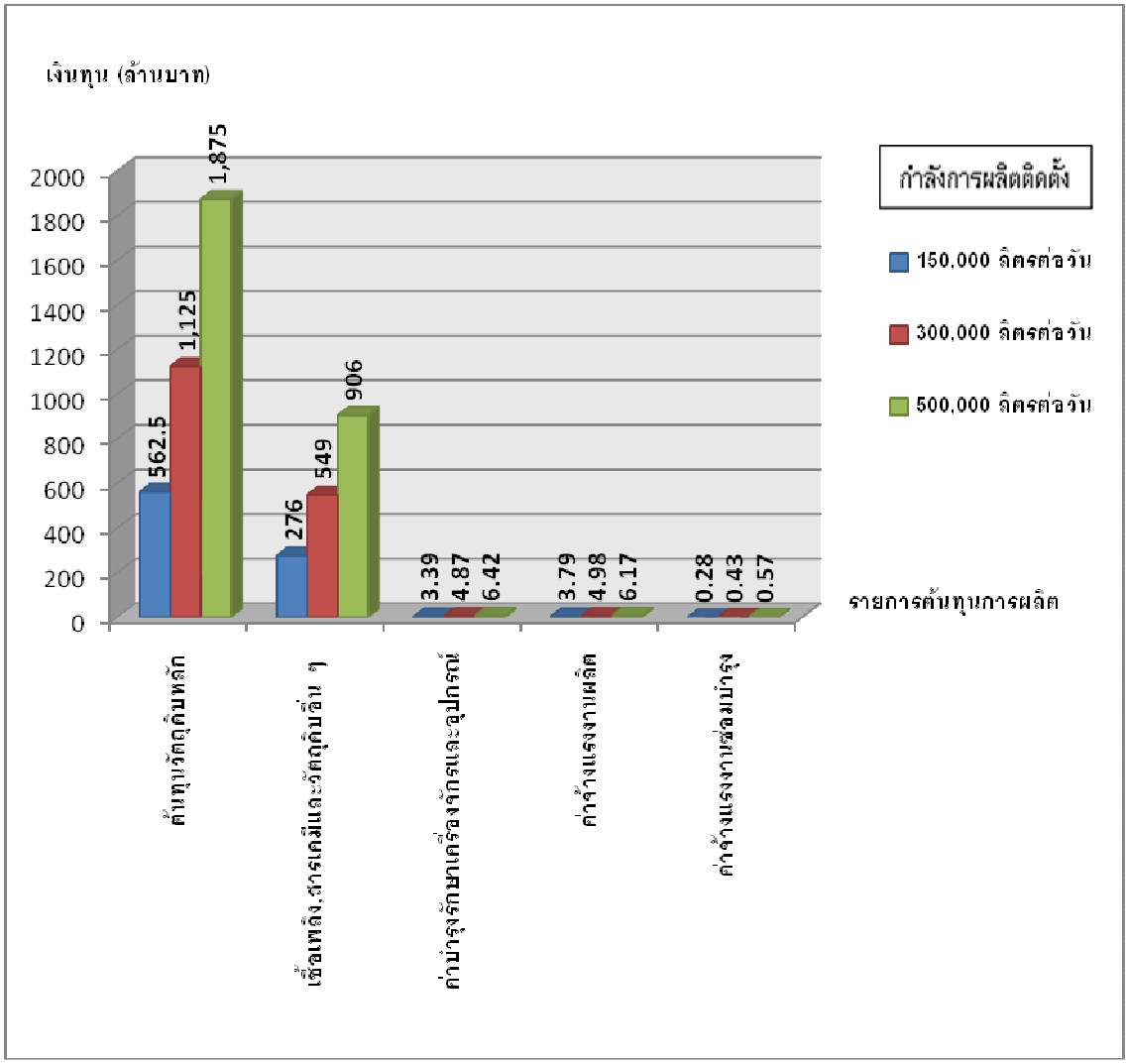
ภาพที่ 3.3

รายละเอียดต้นทุนติดตั้งของโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล



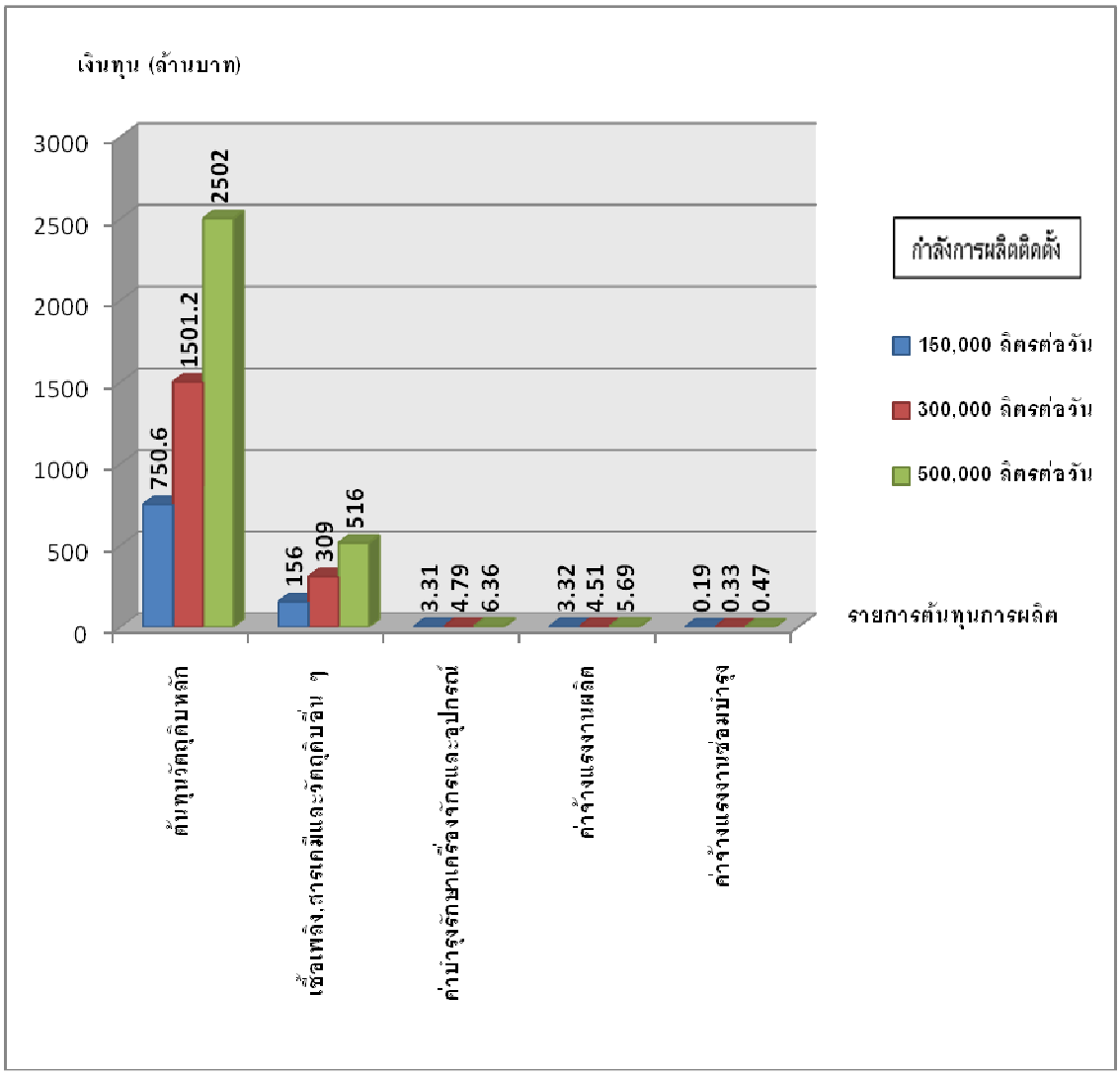
ภาพที่ 3.4

รายละเอียดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง



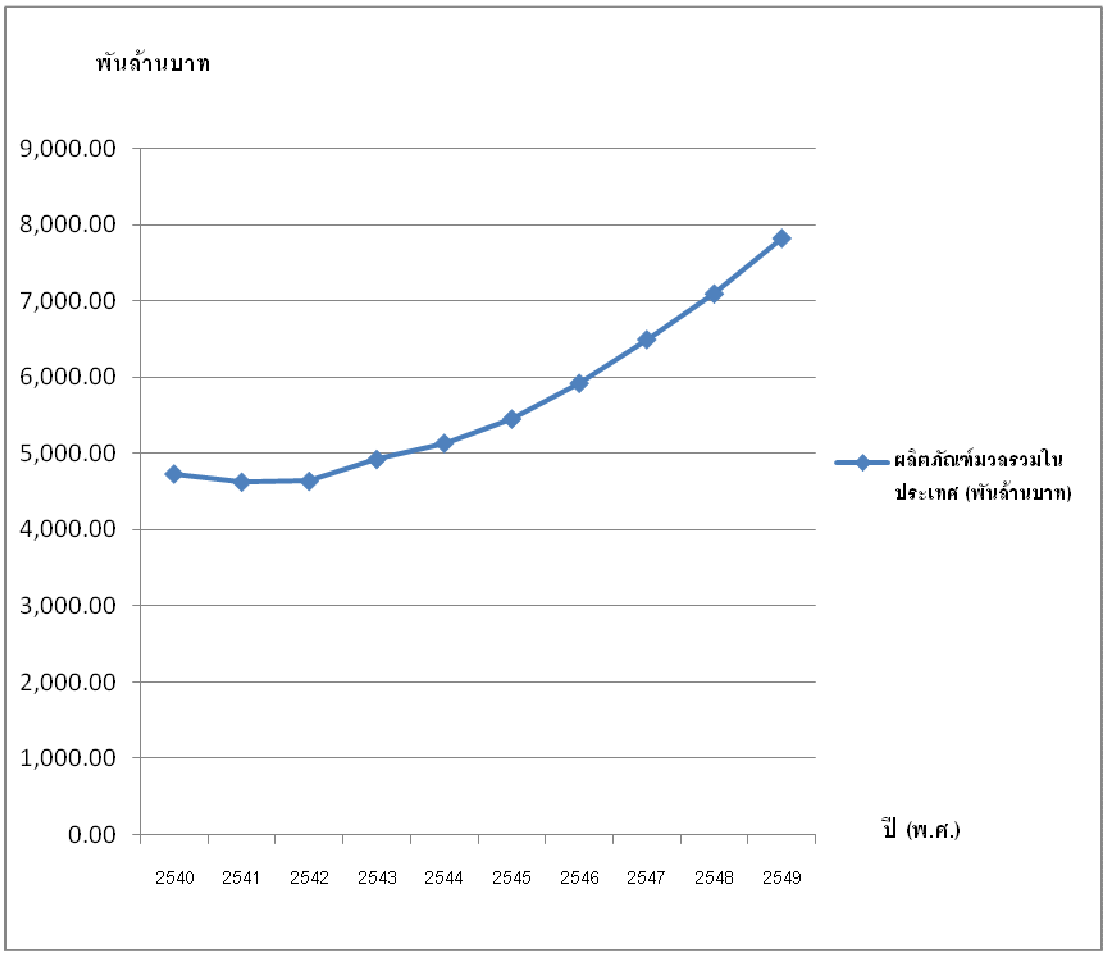
ภาพที่ 3.5

รายละเอียดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล



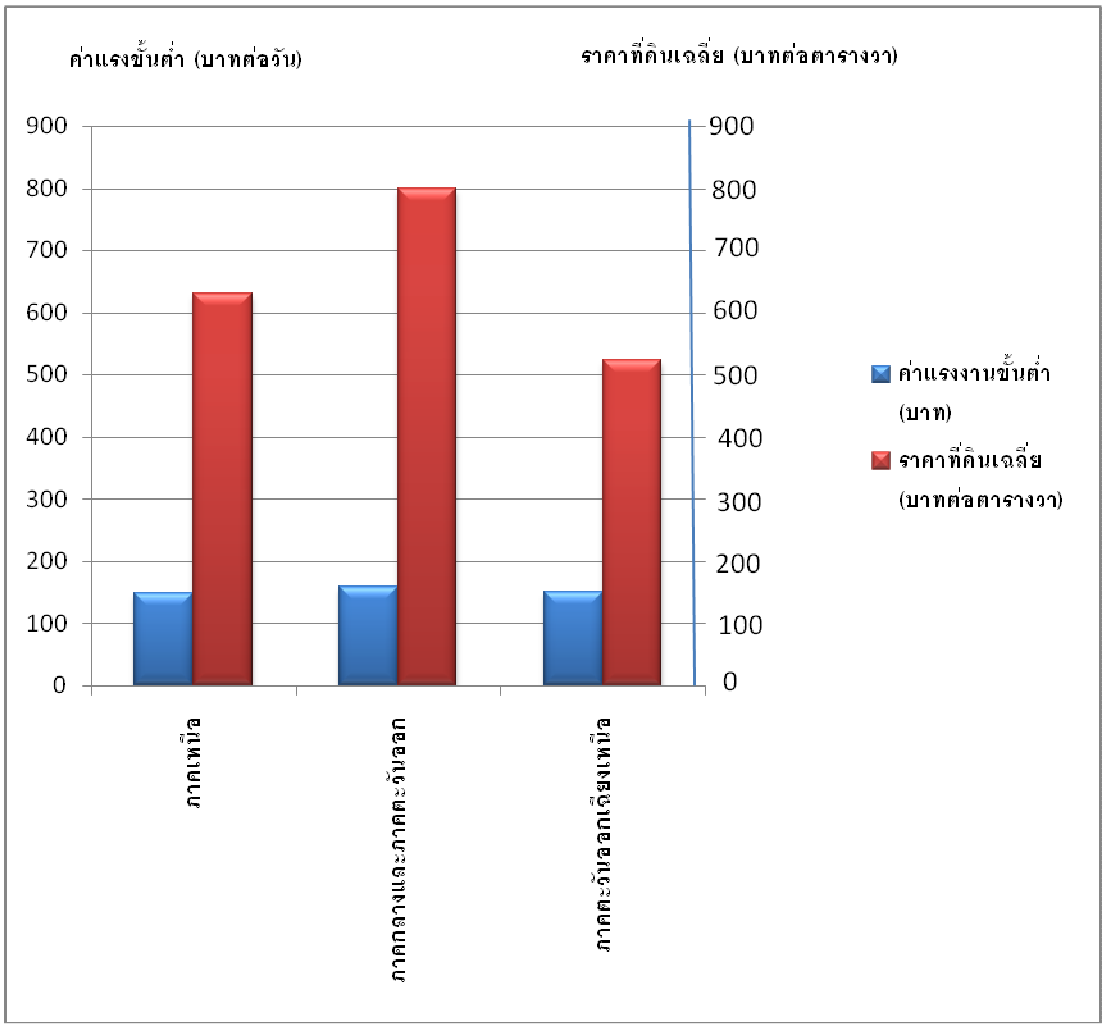
ภาพที่ 3.6

ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 - 2549



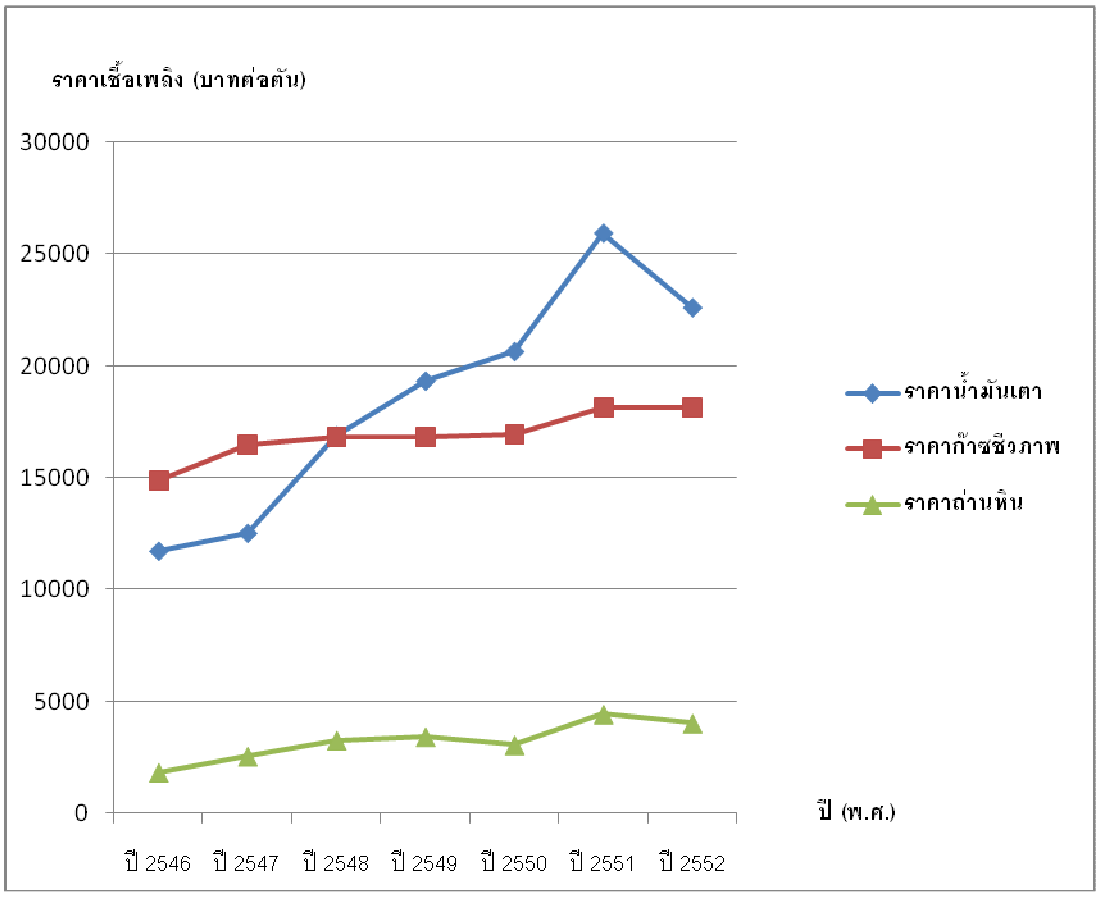
ภาพที่ 3.7

ค่าแรงงานขั้นต่ำและราคาที่ดินเฉลี่ยในแต่ละภาค



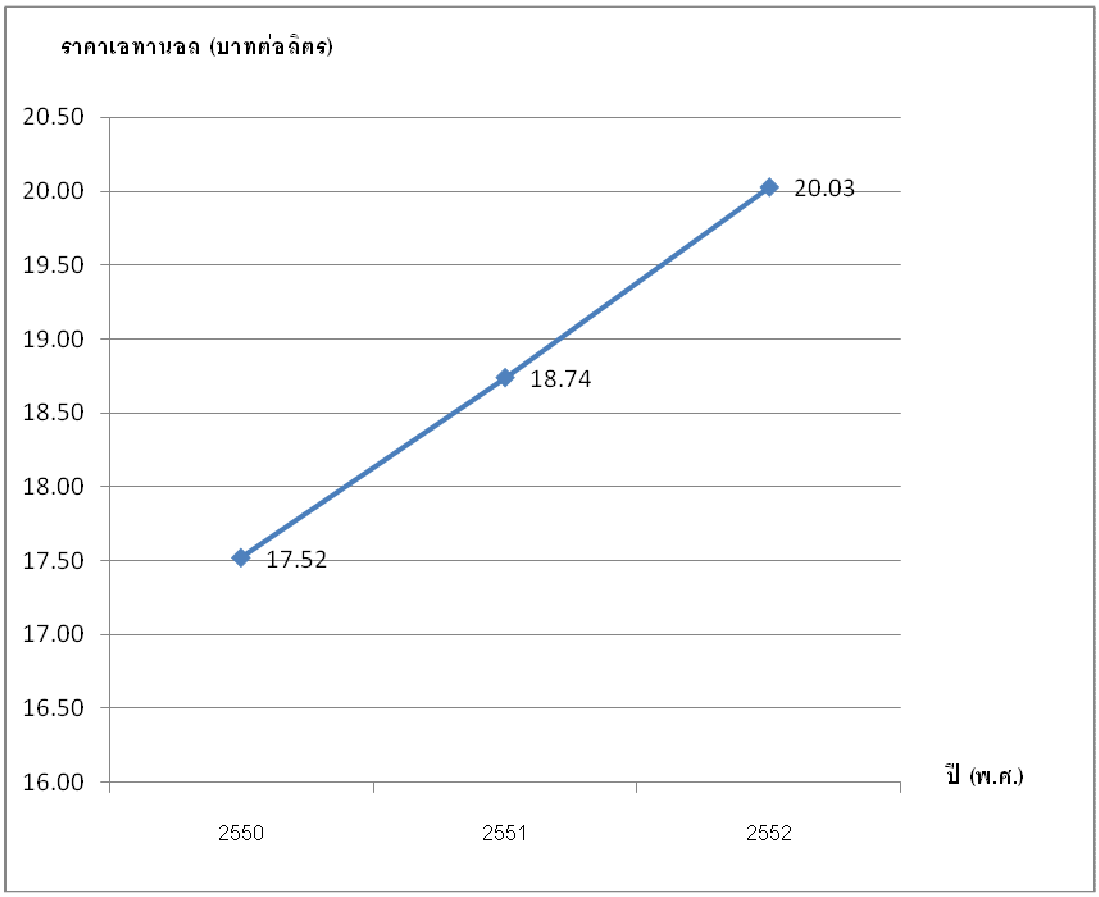
ภาพที่ 3.8

ราคาเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 - 2552



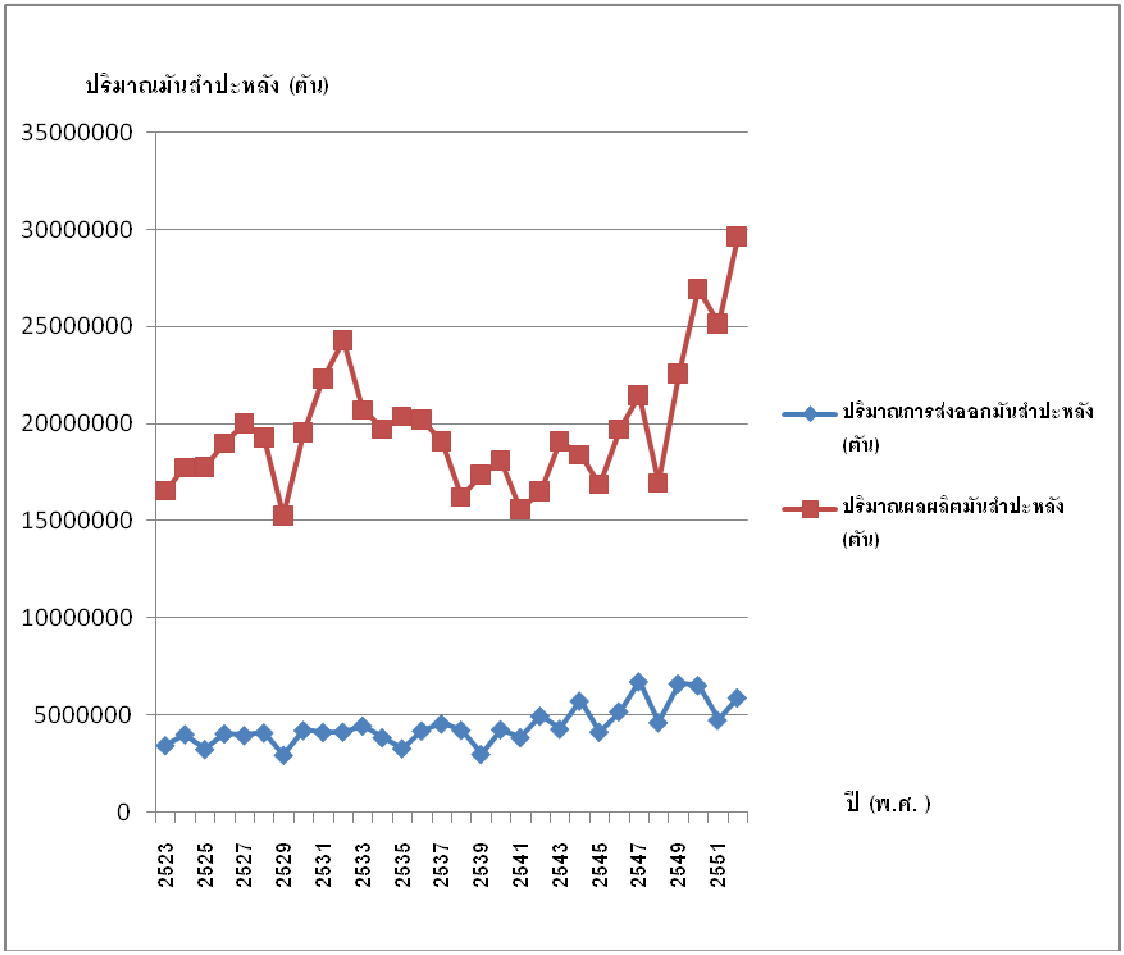
ภาพที่ 3.9

ราคาเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2552



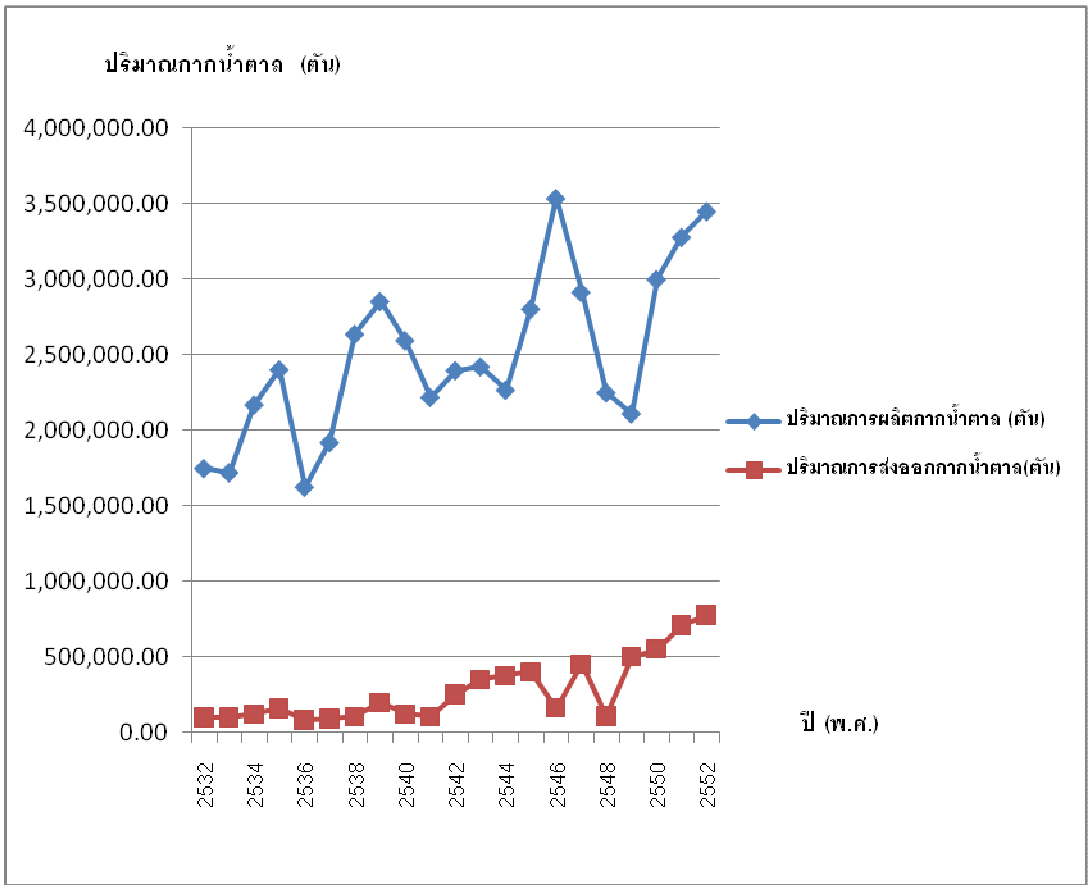
ภาพที่ 3.10

ปริมาณผลผลิตและส่งออกมันสำปะหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 - 2552

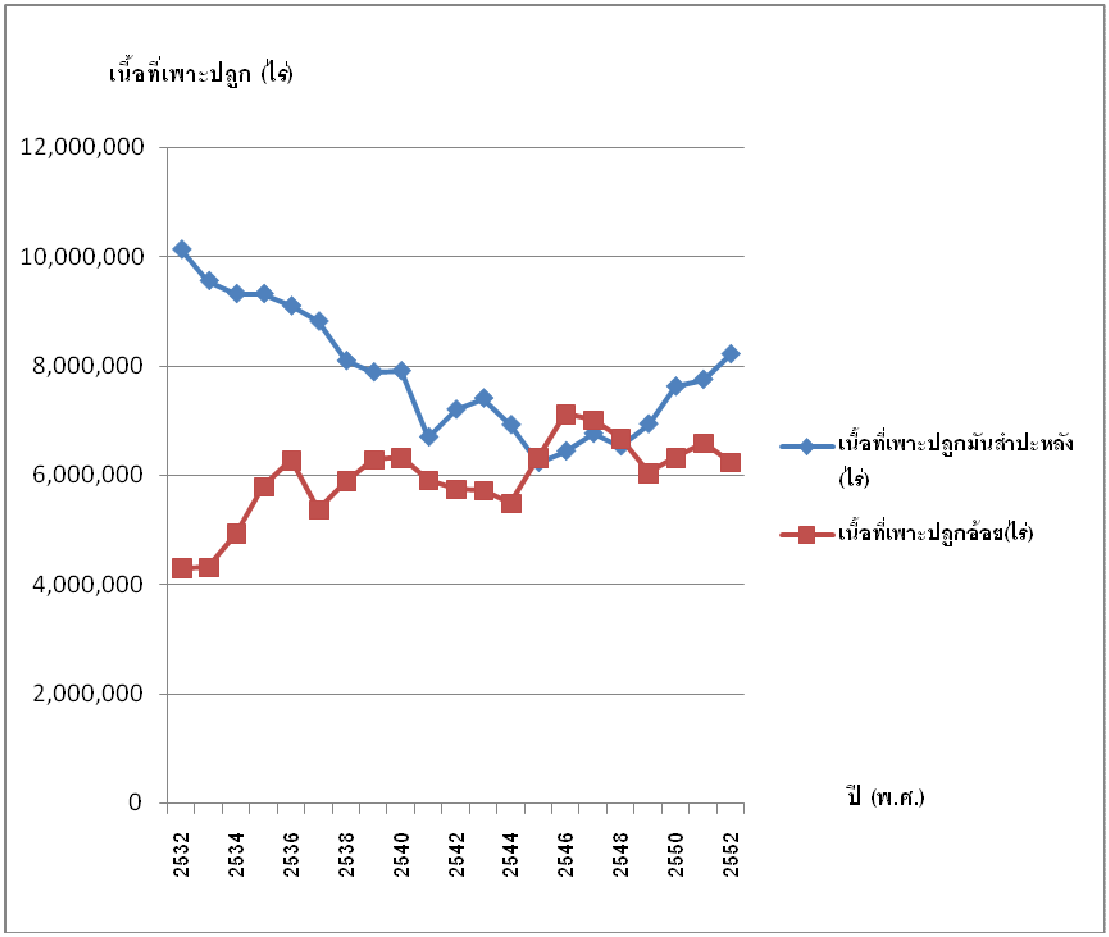


ภาพที่ 3.11

ปริมาณผลผลิตและส่งออกกากน้ำตาล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 - 2552

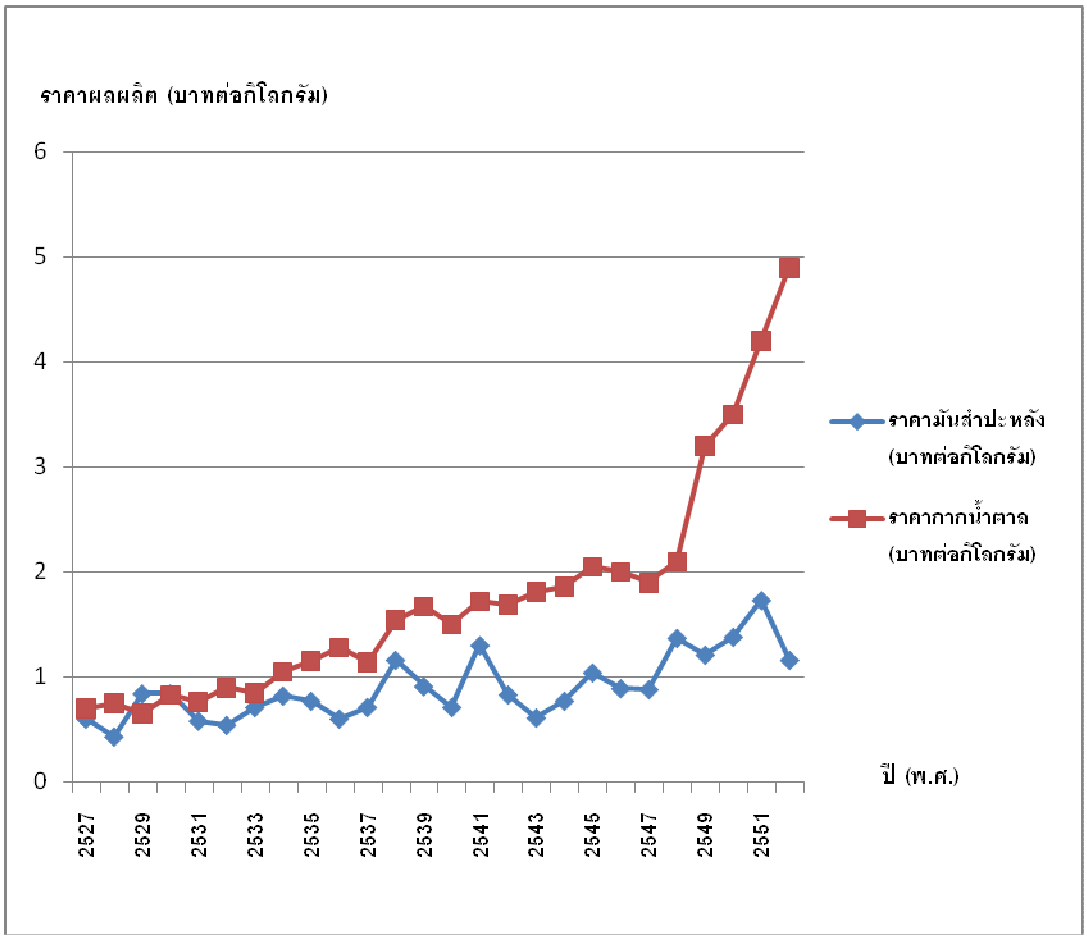


ภาพที่ 3.12
เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 - 2552



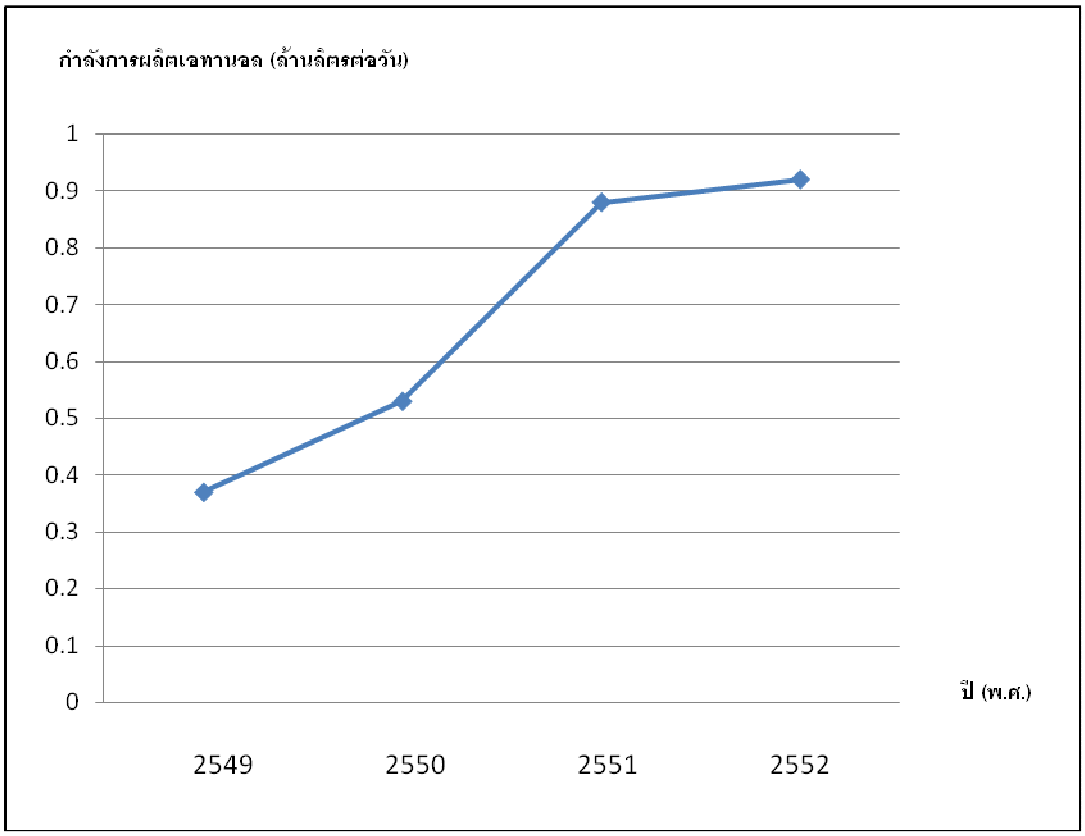
ภาพที่ 3.13

ราคาเฉลี่ยของมันสำปะหลังและกากน้ำตาล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 - 2552



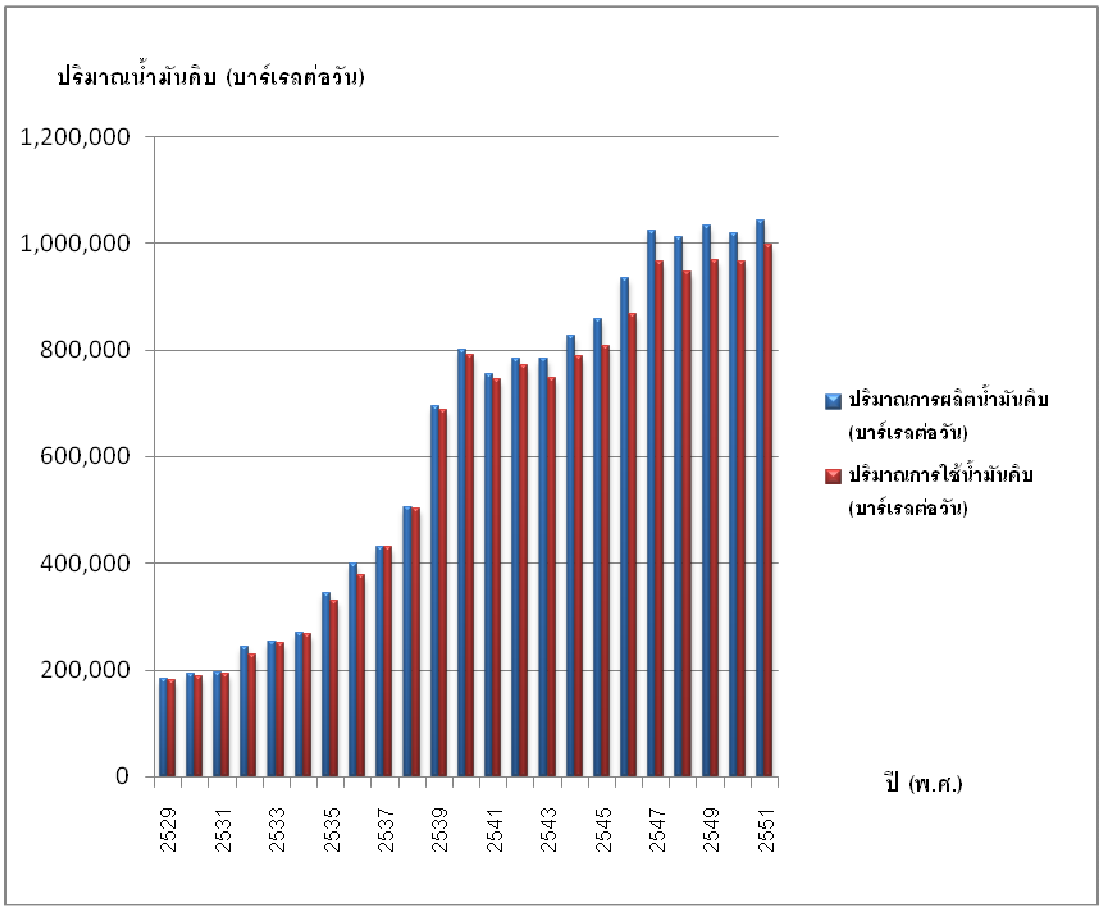
ภาพที่ 3.14

กำลังการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2552



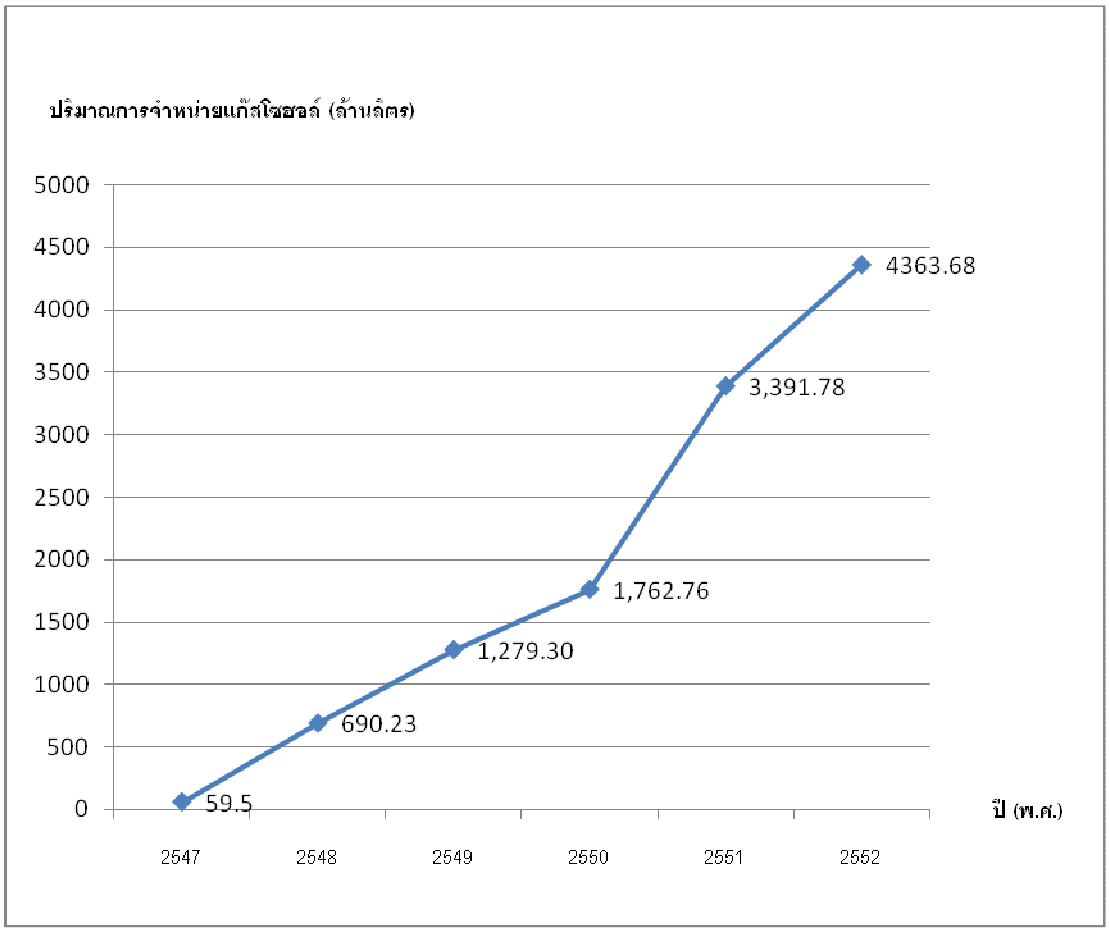
ภาพที่ 3.15

ปริมาณการผลิตและการใช้น้ำมันดิบของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 - 2552



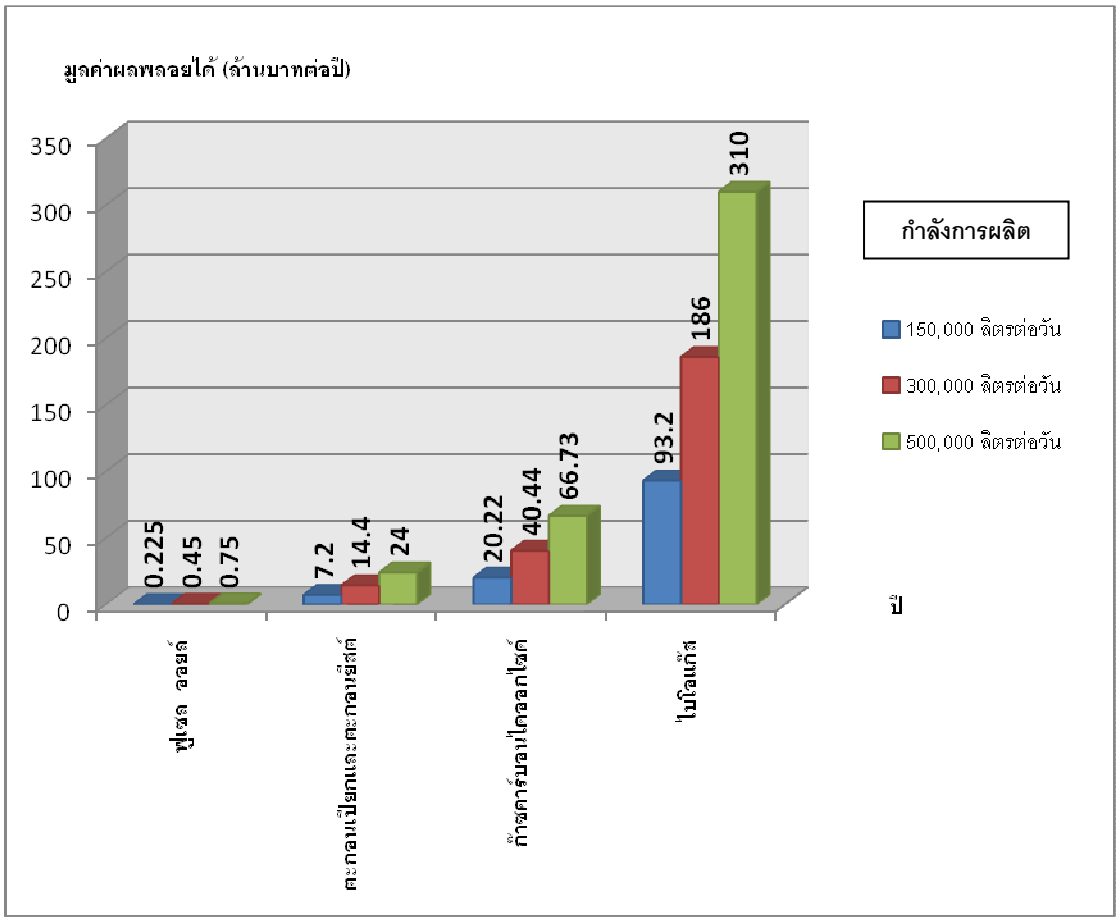
ภาพที่ 3.16

ปริมาณการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 – 2552



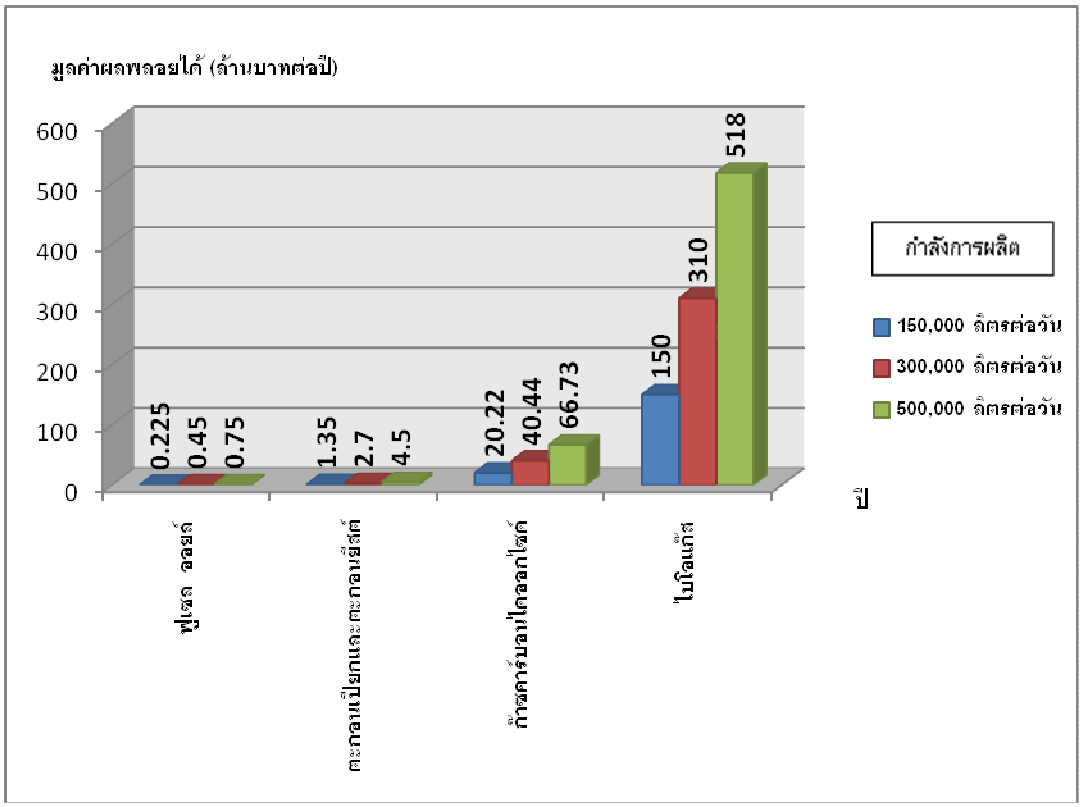
ภาพที่ 3.17

ปริมาณผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง



ภาพที่ 3.18

ปริมาณผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล



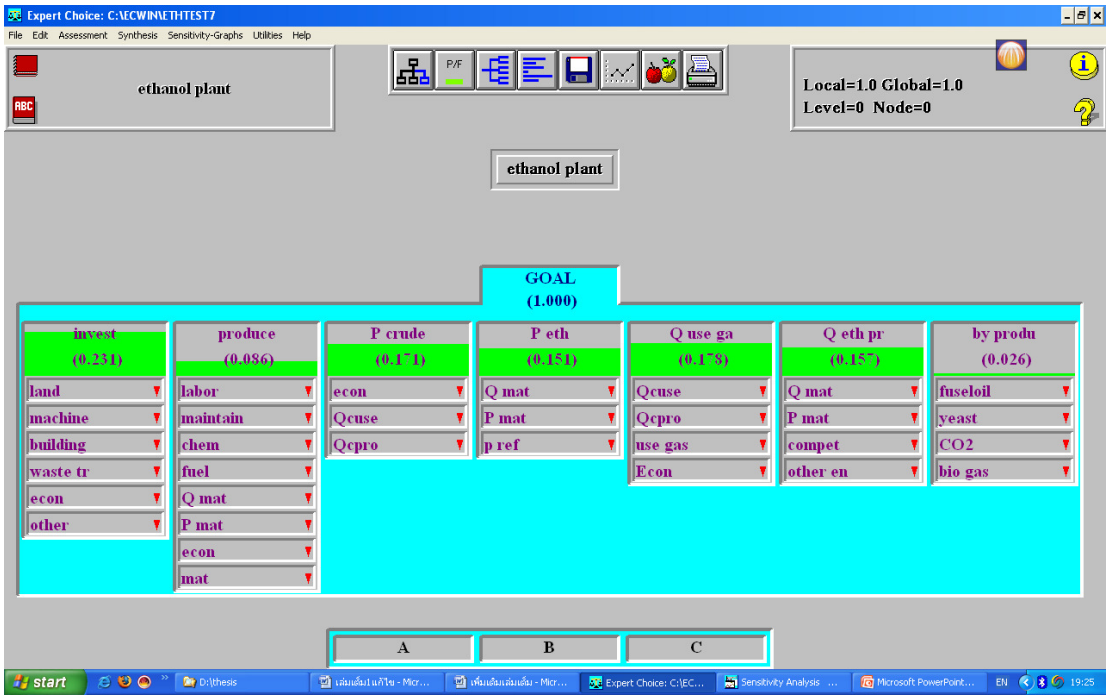
3.2.3 นำค่าน้ำหนักจากปัจจัยต่าง ๆ มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ โดยกำหนดให้

- ทางเลือก A แทน กำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวัน
- ทางเลือก B แทน กำลังการผลิต 300,000 ลิตรต่อวัน
- ทางเลือก C แทน กำลังการผลิต 500,000 ลิตรต่อวัน

ทำการเขียนโครงสร้างการตัดสินใจลงในโปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ ดังภาพที่ 3.19

ภาพที่ 3.19

แสดงโครงสร้างการตัดสินใจเลือกโรงงานผลิตเอทานอลที่มีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุดโดยใช้โปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ ในการประมวลผลการตัดสินใจ



บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 สถานการณ์ด้านกำลังการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย

4.1.1 จากข้อมูลปริมาณกากน้ำตาล, มันสำปะหลังและสัดส่วนในการนำไปใช้ พบว่าวัตถุดิบภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอในการใช้สำหรับการผลิตเอทานอลของ 47 โรงงานที่ขออนุญาตก่อสร้าง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ข้อมูลปริมาณกากน้ำตาล, มันสำปะหลังและสัดส่วนในการนำไปใช้

รายการ	วัตถุดิบ	
	กากน้ำตาล	มันสำปะหลัง
ปริมาณวัตถุดิบ (ล้านตัน/ปี)	3.7	31
ใช้ในประเทศ (ล้านตัน/ปี)	1.4	8
ส่งออก (ล้านตัน/ปี)	0.5	20
เหลือสำหรับผลิตเอทานอล (ล้านตัน/ปี)	1.8	3
ปริมาณเอทานอลที่ได้จากวัตถุดิบที่เหลือสำหรับผลิตเอทานอล (ล้านลิตรต่อวัน)	1.18	1.32
กำลังการผลิตทั้งหมดที่เป็นไปได้จาก 47 โรงงาน (ล้านลิตร/วัน)	3.65	8.65
ความต้องการใช้วัตถุดิบของ 47 โรงงาน (ล้านตัน/ปี)	5.55	19.73
ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการเพิ่มสำหรับ 47 โรงงาน (ล้านตัน/ปี)	3.75	16.73

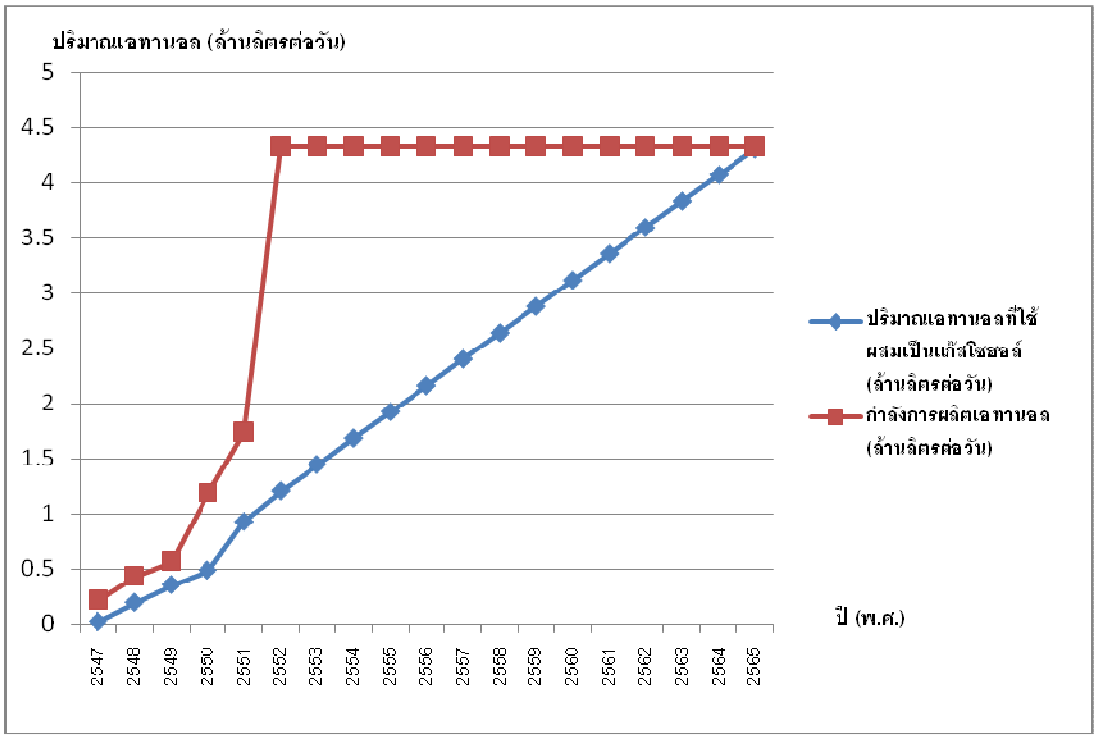
4.1.2 ปัจจุบันในปี พ.ศ.2553 ประเทศไทยใช้เอทานอลเกรดเชื้อเพลิงในการผสมเป็นแก๊สโซฮอล์ประมาณ 1.2 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งประเมินจากสถิติการใช้พบว่ามีปริมาณการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเพียงปีละ 0.239 ล้านลิตรต่อวัน ดังนั้น ถ้าอัตราการใช้เพิ่มยังคงที่จะทำให้ปริมาณการใช้เอทานอลในปี 2554 เป็น 1.67 ล้านลิตรต่อวันเท่านั้นและยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายของกระทรวงพลังงาน

ถ้าอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้เอทานอลเกรดเชื้อเพลิงยังคงเพิ่มขึ้นปีละ 0.239 ล้านลิตรต่อวัน ทุก ๆ ปีจะทำให้เป้าหมายของกระทรวงพลังงานสำเร็จได้ในปี พ.ศ. 2560 และเมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงในปัจจุบันที่ 4.335 ล้านลิตรต่อวันแล้วจะยังสามารถผลิต เอทานอลได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการใช้ได้จนถึงปี พ.ศ. 2565 ที่ปริมาณการผลิตพอดีกับปริมาณการใช้ ดังภาพที่ 4.1

จากสถานการณ์เอทานอลที่มีปริมาณการผลิตมากกว่าปริมาณการใช้ ทำให้ผู้ประกอบการที่ขออนุญาตผลิตที่ยังไม่ได้ทำการก่อสร้างโรงงานมีการชะลอการลงทุนเนื่องจากมีความเสี่ยงสูงที่สินค้าที่ผลิตแล้วจะขายไม่ได้ จนถึงในช่วงปี พ.ศ. 2563 จึงควรเริ่มมีการก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลอีกครั้งเพื่อรองรับสถานการณ์ที่ปริมาณการใช้เอทานอลเริ่มจะสูงกว่าปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ในปี พ.ศ. 2565 ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1

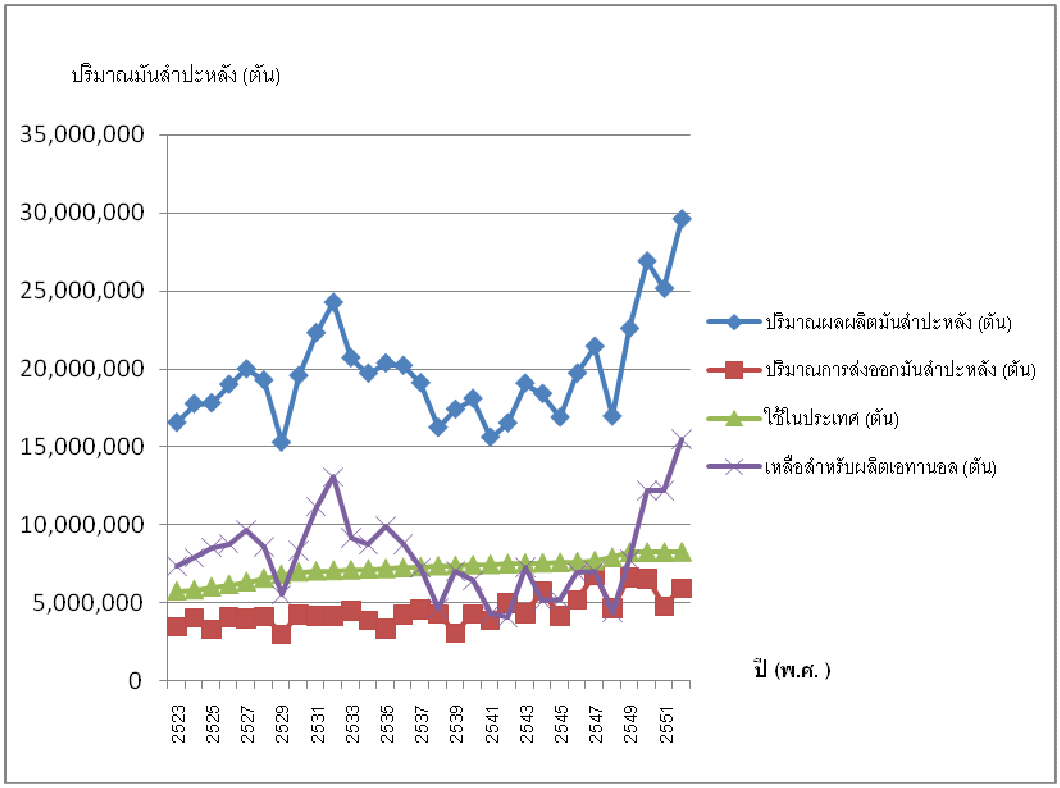
การคาดการณ์ปริมาณการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง ณ. ปัจจุบัน เปรียบเทียบกับปริมาณการใช้เอทานอลเกรดเชื้อเพลิงของประเทศไทย



4.1.3 เมื่อพิจารณาจากปริมาณมันสำปะหลังที่เหลือจากการใช้ภายในประเทศ และการส่งออกแล้วพบว่ายังคงมีเพียงพอสำหรับการผลิตเอทานอลของโรงงานที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งในปี พ.ศ. 2552 ต้องการวัตถุดิบจำนวน 14,875 ตันต่อวัน ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2

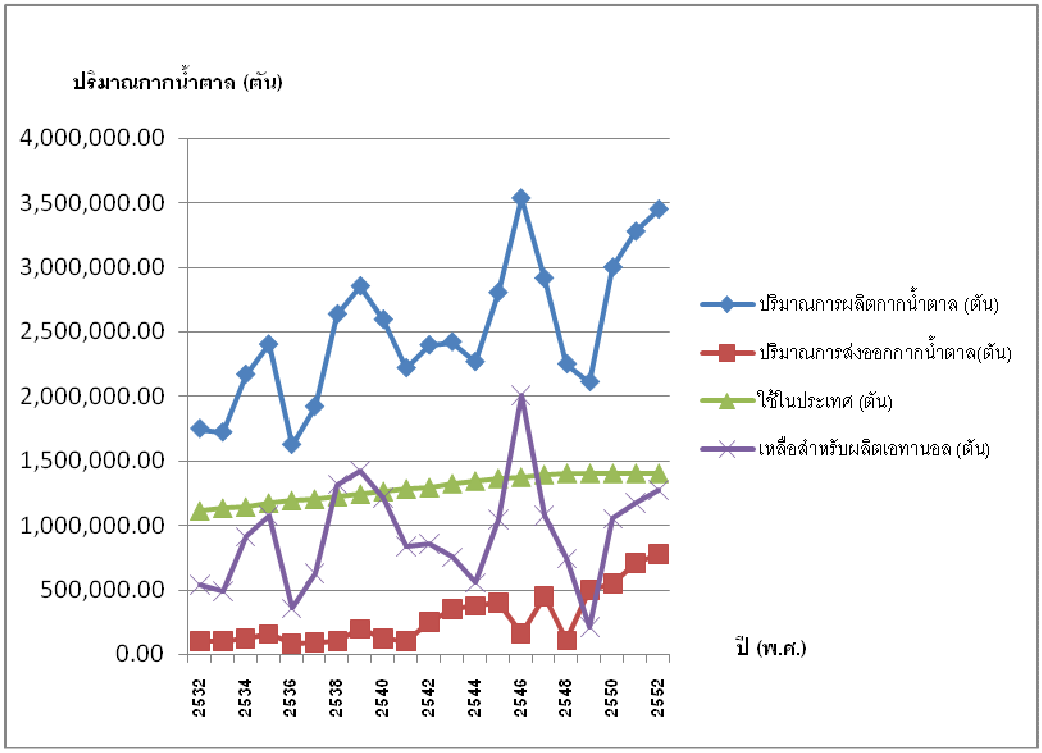
ปริมาณผลผลิตและการนำไปใช้ของมันสำปะหลังในประเทศไทย



4.1.4 เมื่อพิจารณาจากปริมาณกากน้ำตาลที่เหลือจากการใช้ภายในประเทศและการส่งออกแล้วพบว่ายังคงมีเพียงพอสำหรับการผลิตเอทานอลของโรงงานที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งในปี พ.ศ. 2552 ต้องการวัตถุดิบจำนวน 8,152 ตันต่อวัน ดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3

ปริมาณผลผลิตและการนำไปใช้ของกากน้ำตาลในประเทศไทย



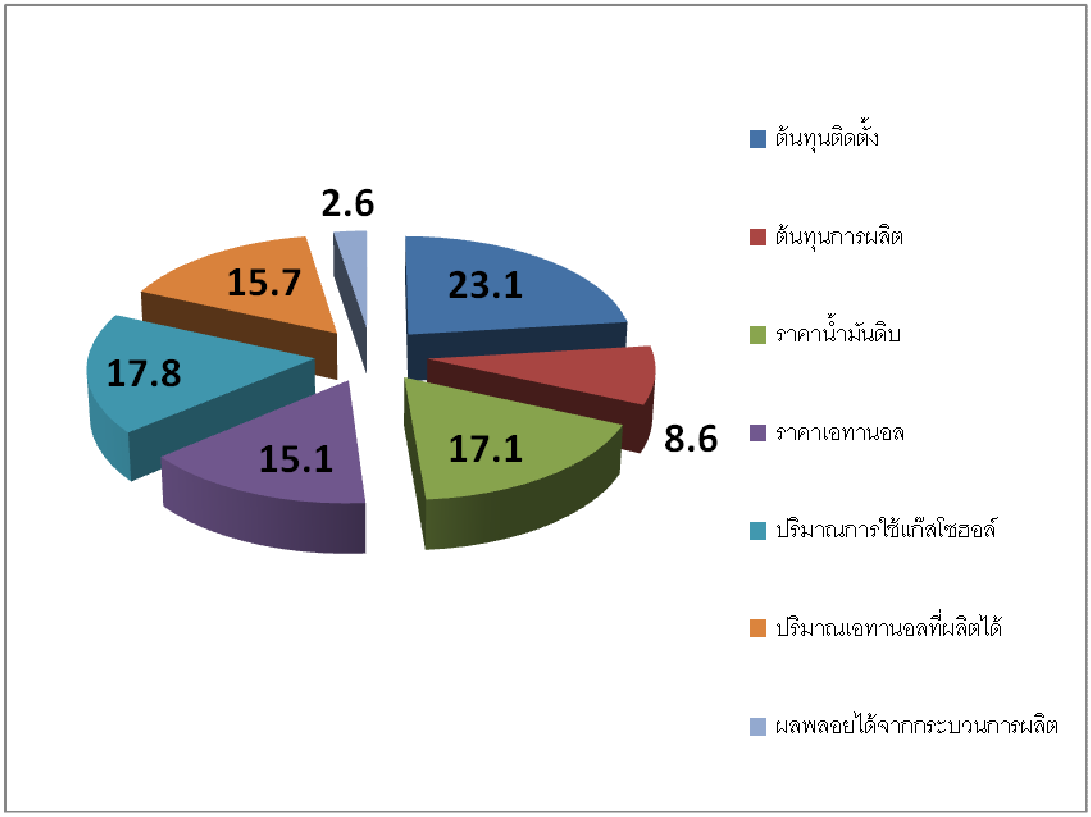
4.2 <u>การประมวลผลของโปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ เพื่อหากำลังการผลิตที่มีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุด</u> ได้ผลดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาปัจจัยและการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักทั้ง 7 ปัจจัย ดังนี้

จากการศึกษาปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนทั้ง 7 ปัจจัย พบว่า ปัจจัยหลักที่ใช้ในการพิจารณาที่ควรให้ความสำคัญมากที่สุดคือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนติดตั้ง 23.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ 17.8 เปอร์เซ็นต์, ราคาน้ำมันดิบ 17.1 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ 15.7 เปอร์เซ็นต์, ราคาเอทานอล 15.1 เปอร์เซ็นต์, ต้นทุนการผลิต 8.6 เปอร์เซ็นต์ และผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต 2.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4

ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก



4.2.2 การประมวลผลของโปรแกรมเอ็กซ์เพิร์ต ช้อยส์ หลังจากการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

- ทางเลือก A ที่กำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวัน มีความเสี่ยงในการลงทุนเท่ากับ 25.54 เปอร์เซ็นต์
- ทางเลือก B ที่กำลังการผลิต 300,000 ลิตรต่อวัน มีความเสี่ยงในการลงทุนเท่ากับ 36.58 เปอร์เซ็นต์
- ทางเลือก C ที่กำลังการผลิต 500,000 ลิตรต่อวัน มีความเสี่ยงในการลงทุนเท่ากับ 37.88 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นกำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวันจึงมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุด

จากผลที่ได้สามารถประเมินค่าความคาดหวังที่จะได้รับผลตอบแทนได้ ดังนี้

- ทางเลือก A ที่กำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวัน ให้ค่าความคาดหวังในผลตอบแทนเท่ากับ 48.93 เปอร์เซ็นต์
- ทางเลือก B ที่กำลังการผลิต 300,000 ลิตรต่อวัน ให้ค่าความคาดหวังในผลตอบแทนเท่ากับ 26.83 เปอร์เซ็นต์
- ทางเลือก C ที่กำลังการผลิต 500,000 ลิตรต่อวัน ให้ค่าความคาดหวังในผลตอบแทนเท่ากับ 24.24 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำผลที่ได้มาคำนวณหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุนโดยคิดที่

1. ราคามันสำปะหลังเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2532 – 2552 เท่ากับ 0.91 บาทต่อกิโลกรัม
2. ราคากากน้ำตาลเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2552 เท่ากับ 3.58 บาทต่อกิโลกรัม
3. ราคาขายเอทานอลเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 – 2552 เท่ากับ 19.78 บาทต่อลิตร

ได้ผล ดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2

ค่าดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุนก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเมื่อใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิต

มันสำปะหลัง	กำลังการผลิต		
	150,000 ลิตรต่อวัน	300,000 ลิตรต่อวัน	500,000 ลิตรต่อวัน
NPV (บาท)	973,558,395.78	2,466,873,875.18	4,604,748,268.75
AW (บาท)	131,336,964.30	332,791,260.88	621,199,161.34
IRR (%)	19.26	28.54	37.04
PI	1.79	2.4	2.98
PB (ปี)	4.49	3.29	2.61
B/C	1.3	1.39	1.45

** - NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

- AW หมายถึง มูลค่าของโครงการที่เท่ากันทุกปี
- IRR หมายถึง อัตราผลตอบแทนภายใน
- PI หมายถึง ความสามารถในการทำกำไร
- B/C หมายถึง อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน

ตารางที่ 4.3

แสดงค่าดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุนก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต

กากน้ำตาล	กำลังการผลิต		
	150,000 ลิตรต่อวัน	300,000 ลิตรต่อวัน	500,000 ลิตรต่อวัน
NPV (บาท)	-606,637,238.61	- 603,911,413.99	- 548,769,884.51
AW (บาท)	- 81,837,816.50	- 81,470,091.74	- 74,031,276.44
IRR (%)	-	-	1.26
PI	0.49	0.65	0.76
PB (ปี)	-	-	9.75
B/C	0.92	0.96	0.98

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในกรณีของการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเปรียบเทียบกำลังการผลิต 3 ขนาด คือ 150,000 ลิตรต่อวัน, 300,000 ลิตรต่อวัน และ 500,000 ลิตรต่อวัน โดยนำค่าความคาดหวังที่ได้รับผลตอบแทนมาคำนวณร่วมด้วย พบว่า ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ค่าที่ได้จากการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กับค่าความคาดหวังที่จะได้รับผลตอบแทน

มันสำปะหลัง	กำลังการผลิต		
	150,000 ลิตรต่อวัน X 0.4893	300,000 ลิตรต่อวัน X 0.2683	500,000 ลิตรต่อวัน X 0.2424
NPV (บาท)	476,070,055.5	661,122,198.5	111,4349,081
AW (บาท)	64,223,775.54	89,188,057.92	150,330,197
IRR (%)	9.41814	7.64872	8.96368
PI	0.87531	0.6432	0.72116
PB (ปี)	2.19561	0.88172	0.63162
B/C	0.6357	0.37252	0.3509

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ด้านกำลังการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย

5.1.1 จากข้อมูลด้านปริมาณการผลิตกากน้ำตาลและมันสำปะหลัง และสัดส่วนในการนำไปใช้ พบว่า เมื่อแบ่งปริมาณวัตถุดิบไปผลิตสินค้าอื่นสำหรับการใช้ภายในประเทศและการส่งออกแล้วจะเหลือกากน้ำตาลและมันสำปะหลังสำหรับใช้ในการผลิตเอทานอลได้ 2.5 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศสูงสุด ณ. ปัจจุบัน แต่ไม่เพียงพอสำหรับการใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตของโรงงานทั้ง 47 โรงงานซึ่งมีกำลังการผลิตถึง 12.295 ล้านลิตรต่อวัน

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากกำลังการผลิตสูงสุด พบว่า ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเท่ากับ 3.75 ล้านตัน/ปี และจากมันสำปะหลัง 16.73 ล้านตัน/ปี ดังนั้นถ้านำวัตถุดิบในส่วนที่ส่งออกมาใช้ในการผลิตเอทานอลทั้งหมด จะสามารถผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลได้ 1.51 ล้านลิตร/วัน และจากมันสำปะหลังได้ 10.08 ล้านลิตร/วัน รวมทั้งหมด 11.59 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งเมื่อรวมแล้วก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานที่มีกำลังการผลิตถึง 12.295 ล้านลิตรต่อวันอีกเช่นกัน

จากข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลัง ปี พ.ศ.2523 – 2552 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2009) พบว่า เนื้อที่เพาะปลูกทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 8 ล้านไร่ และ มีเนื้อที่เพาะปลูกสูงสุดในปี 2532 อยู่ที่ 10 ล้านไร่ ดังนั้นถ้าคิดจากเนื้อที่เพาะปลูก 10 ล้านไร่ ต้องทำการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังให้เพิ่มขึ้นอีก 1,673 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะทำให้มีมันสำปะหลังเพียงพอต่อความต้องการใช้ในการผลิตเอทานอลของโรงงานโดยไม่ต้องดึงวัตถุดิบในส่วนที่ต้องส่งออกมาใช้ ดังนั้นถ้าต้องการให้ผลผลิตมีเพียงพอควรเพิ่มทั้งปริมาณผลผลิตต่อไร่และเนื้อที่เพาะปลูกด้วย โดยเนื้อที่เพาะปลูกที่ต้องการเพิ่มกรณีที่ผลผลิตต่อไร่คงที่ที่ 3,400 กิโลกรัมต่อไร่ คือ 4.92 ล้านไร่

ในทำนองเดียวกันการเพิ่มปริมาณกากน้ำตาลเพื่อให้ได้ปริมาณ 3.75 ล้านตันต่อปี ต้องมาจากการเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อไร่ให้เพิ่มขึ้นอีก 10.7 ตันต่อไร่ (โดยอ้อย 1 ตันจะให้กากน้ำตาลประมาณร้อยละ 5) หรือเพิ่มเนื้อที่เพาะปลูกอีก 7.5 ล้านไร่ (คิดจากผลผลิตอ้อยต่อไร่คงที่ที่ 10 ตันต่อไร่)

เมื่อพิจารณาข้อมูลข้างต้นจะพบว่า ถ้าให้เนื้อที่เพาะปลูกคงที่ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่อาจทำได้ไม่เท่ากับความต้องการ และในทำนองกลับกัน ถ้าให้ผลผลิตต่อไร่คงที่ การเพิ่มเนื้อที่เพาะปลูกก็เป็นไปได้ยากเช่นกัน เพราะอาจไปเบียดเบียนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดอื่น ซึ่งส่งผลต่อสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูก, ปริมาณผลผลิต ตลอดจนสัดส่วนการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรอื่น ๆ ของประเทศไทยได้ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณวัตถุดิบให้เพียงพอสำหรับการผลิตเอทานอลนั้นจำเป็นต้องอาศัยทั้ง 3 วิธี คือ เพิ่มปริมาณผลผลิตต่อไร่ เพิ่มเนื้อที่เพาะปลูก และดึงวัตถุดิบจากการส่งออกมาใช้

5.1.2 เมื่อนำข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงมาวิเคราะห์หาศักยภาพและความเป็นไปได้ในการผลิตด้วยวัตถุดิบที่เหมาะสมของประเทศไทย โดยการคาดการณ์สถานการณ์การใช้เอทานอลเกรดเชื้อเพลิงของประเทศไทย 3 สถานการณ์ ดังนี้

5.1.2.1 คาดการณ์ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 จะมีปริมาณการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นจากการใช้แก๊สโซฮอล์ E 10 เพิ่มขึ้น และทำให้ในปี พ.ศ.2560 มีการใช้เอทานอลรวมทั้งหมด 2.2 ล้านลิตรต่อวัน

5.1.2.2 คาดการณ์ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 จะมีปริมาณการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นจากการใช้แก๊สโซฮอล์ E 10 และ E 20 เพิ่มขึ้น และทำให้ในปี พ.ศ.2560 มีการใช้เอทานอลรวมทั้งหมด 4.2 ล้านลิตรต่อวัน

5.1.2.3 คาดการณ์ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 จะมีปริมาณการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นปีละ 1.2 ล้านลิตรต่อวัน และทำให้ในปี พ.ศ.2560 มีการใช้เอทานอลรวมทั้งหมด 9.7 ล้านลิตรต่อวัน

เมื่อพิจารณาจาก 3 สถานการณ์พบว่า โรงงานเอทานอลทั้ง 47 โรงงานที่กำลังการผลิต 12.295 ล้านลิตรต่อวันนั้นมีกำลังการผลิตที่เพียงพอต่อการใช้เอทานอลจากทั้ง 3 สถานการณ์ดังกล่าว

5.1.3 เมื่อพิจารณาจากปริมาณการจำหน่ายแก๊สโซฮอล์ของประเทศไทย พบว่า มีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยปีละ 860.87 ล้านลิตร คิดเป็นปริมาณการใช้เดือนละ 2.39 ล้านลิตรต่อวัน ดังนั้นคิดเป็นเอทานอลที่ผสมเพื่อเป็นแก๊สโซฮอล์อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ที่ใช้เพิ่มขึ้นปีละ 0.239 ล้านลิตรต่อวัน ในขณะที่ปัจจุบันมีโรงงานผลิตเอทานอลทั้งหมด 25 โรงงานที่กำลังการผลิต 4.335 ล้านลิตรต่อวันซึ่งถือว่ามีกำลังการผลิตเพียงพอที่จะรองรับกับนโยบายของกระทรวงพลังงานที่ต้องการให้มีการใช้เอทานอลวันละ 3 ล้านลิตรต่อวันภายในปีพ.ศ. 2554

สำหรับในช่วงปีพ.ศ. 2553 – 2563 ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้มากกว่าปริมาณเอทานอลที่ใช้ ทางผู้ประกอบการแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนไปผลิตเอทานอลเกรดอุตสาหกรรม (Alcohol 95 %) แทน ทั้งนี้ทางภาครัฐควรเปิดเสรีการส่งออกเพื่อแก้ไขปัญหาให้กับผู้ประกอบการในกรณีเอทานอลล้นตลาดด้วย

สำหรับโรงงานที่ยังไม่ได้ทำการก่อสร้าง ควรพิจารณาเรื่องเทคโนโลยีการผลิตที่สามารถผลิตเอทานอลได้ทั้งเกรดอุตสาหกรรม เกรดเครื่องดื่ม และเกรดเชื้อเพลิง เพื่อให้มีความยืดหยุ่นด้านการผลิตและป้องกันปัญหาสินค้าเต็มสต็อกได้

5.2 การประเมินความเสี่ยงของการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล

ณ. สถานการณ์ปัจจุบัน การลงทุนก่อสร้างโรงงานเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงที่กำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวันมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุด เนื่องจากปัจจัยด้านต้นทุนติดตั้ง, ต้นทุนการผลิต, ปริมาณและราคาวัตถุดิบ, ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ตลอดจนคู่แข่งด้านการผลิตเอทานอลเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้การลงทุนที่กำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวันมีความน่าจะเป็นที่ควรจะลงทุนมากขึ้น ดังนั้น ถ้าผู้ประกอบการยิ่งให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าวข้างต้นมากขึ้นเท่าใดก็จะยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการลงทุนที่กำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวันเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าผู้ประกอบการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยราคาเอทานอล, ปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์, สภาพเศรษฐกิจและผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตมากกว่าก็มีโอกาสที่จะทำให้การลงทุนก่อสร้างโรงงานเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงที่กำลังการผลิต 500,000 ลิตรต่อวันมีความน่าจะเป็นที่จะให้ผลตอบแทนที่สูงสุดได้เช่นกัน

เมื่อพิจารณาจากปัจจัยหลักทั้ง 8 ปัจจัย พบว่า การลงทุนก่อสร้างโรงงานเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงที่กำลังการผลิต 300,000 ลิตรต่อวันมีความน่าจะเป็นที่จะให้ผลตอบแทนปานกลาง ในกรณีที่สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการลงทุนมีความผันผวนมากอาจส่งผลต่อความมั่นใจของผู้ประกอบการที่จะเลือกลงทุนที่กำลังการผลิต 150,000 หรือ 500,000 ลิตรต่อวัน ผู้ประกอบการอาจเลือกที่จะลงทุนที่กำลังการผลิต 300,000 ลิตรต่อวันได้ เนื่องจากมีความเสี่ยงปานกลาง

จากผลของการลงทุนที่มีความเสี่ยงต่อการลงทุนน้อยที่สุด คือ การลงทุนที่ 150,000 ลิตรต่อวันนั้นมาจากปัจจัยของแนวโน้มการส่งออกวัตถุดิบที่มากขึ้น ทำให้โอกาสที่จะขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลมีสูงมากขึ้นด้วย ประกอบกับการเติบโตของอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลที่สูงในขณะเดียวกันกับปริมาณการใช้มีอัตราการเติบโตที่น้อยกว่า ทำให้โรงงานผลิตเอทานอลมีโอกาสที่จะขายผลผลิตได้ยากขึ้นด้วย

จากผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุนดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่า ปัจจุบัน การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจะมีความน่าจะเป็นที่จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่าการใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบเนื่องจากราคามันสำปะหลังไม่สูงมากนักซึ่งในทางตรงกันข้าม ราคากากน้ำตาลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2552 มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้กากน้ำตาลขาดตลาดจึงมีราคาสูงขึ้นอย่างมาก และมีผลทำให้ ณ. ปัจจุบันการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลมีโอกาสขาดทุนสูงสำหรับโรงงานผลิตเอทานอลที่ต้องซื้อกากน้ำตาลจากโรงงานน้ำตาลมาใช้เป็นวัตถุดิบ แต่สำหรับโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่เป็นโรงงานต่อยอดทางธุรกิจจากโรงงานน้ำตาลของผู้ประกอบการเองก็อาจจะมีผลกระทบไม่มากนัก เพราะสามารถดำเนินการหยุดการผลิตเอทานอลและขายในรูปของกากน้ำตาลจะทำให้ได้กำไรมากกว่าแทนการนำมาผลิตเอทานอลได้

จากการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กับค่าความคาดหวังที่จะได้รับผลตอบแทนพบว่า ถึงแม้ว่าความเสี่ยงในการลงทุนสร้างโรงงานผลิตเอทานอลที่กำลังการผลิต 500,000 ลิตรต่อวันจะมีความเสี่ยงมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ร่วมด้วยจะพบว่ามีความน่าลงทุนมากที่สุดเมื่อเทียบกับที่กำลังการผลิต150,000 ลิตรต่อวันและ 300,000 ลิตรต่อวัน

เมื่อพิจารณาจากความเป็นไปได้ในการผลิตเอทานอลเกรดเชื้อเพลิง ณ. สถานการณ์ปัจจุบัน พบว่า การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจะมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยกว่าการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล ดังนั้น จึงแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ

<u>กรณีที่ 1</u> เมื่อให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังคงที่ พบว่า ถ้าราคาขายเอทานอลเพิ่มขึ้นจากลิตรละ 20 บาท เป็นลิตรละ 21 บาท จะมีร้อยละความอ่อนไหวของผลตอบแทนและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) ที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

ร้อยละความอ่อนไหวของผลตอบแทนและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) ที่เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1

กำลังการผลิต (ลิตรต่อวัน)	ความอ่อนไหวของผลตอบแทน (%)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) ที่เพิ่มขึ้น (ล้านบาท)
150,000	45	233.5
300,000	90	467.0
500,000	150	778.3

<u>กรณีที่ 2</u> เมื่อรายได้จากการขายเอทานอลคงที่ พบว่า ถ้าราคามันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากกิโลกรัมละ 0.9 บาทเป็นกิโลกรัมละ 1.0 บาท จะมีร้อยละความอ่อนไหวของผลตอบแทนและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) ที่ลดลง ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2

ร้อยละความอ่อนไหวของผลตอบแทนและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV)

ที่ลดลงจากกรณีที่ 2

กำลังการผลิต (ลิตรต่อวัน)	ความอ่อนไหวของผลตอบแทน (%)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) ที่ลดลง (บาท)
150,000	281.25	145.9
300,000	562.5	291.9
500,000	937.5	486.4

ผลจากทั้ง 2 กรณีข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเมื่อราคาวัตถุดิบเปลี่ยน 0.1 บาท จะทำให้ค่าความอ่อนไหวของผลตอบแทนเปลี่ยนแปลงมากกว่าราคาเอทานอลเปลี่ยน 1 บาท และในทางตรงกันข้าม เมื่อราคาเอทานอลเปลี่ยน 1 บาท จะให้มูลค่าปัจจุบันของโครงการเปลี่ยนแปลงมากกว่าราคาวัตถุดิบเปลี่ยน 0.1 บาท

5.3 ศึกษาแนวทางในการจัดการการใช้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้อย่างเหมาะสม

ปัจจุบัน การใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นเหตุมาจากปริมาณน้ำมันดิบของโลกมีแนวโน้มลดลงจากการใช้ที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน หลายประเทศทั่วโลกตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงพยายามหาพลังงานทดแทนชนิดอื่นซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนนำมาใช้มากขึ้น ซึ่งเอทานอลก็ถือว่าเป็นพลังงานทดแทนที่มีความเป็นไปได้สูงในด้านวัตถุดิบในการผลิตตลอดจนเทคโนโลยีการผลิตที่ง่ายและการลงทุนไม่สูงมากนัก

สำหรับประเทศไทยซึ่งใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอล 2 ประเภท คือ มันสำปะหลังและกากน้ำตาลนั้น วัตถุดิบมีปริมาณเพียงพอสำหรับการผลิต ณ. ปัจจุบัน แต่เมื่อมองถึงอนาคตซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะเป็นผลทำให้มีโรงงานผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นตามมาและอาจทำให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้ ดังนั้น แนวทางแก้ปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ มีดังนี้

5.3.1 ลดปริมาณการส่งออกวัตถุดิบเพื่อนำมาใช้ผลิตเอทานอลภายในประเทศให้เพียงพอ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการลงทุนของผู้ประกอบการ

5.3.2 เพิ่มปริมาณวัตถุดิบโดยการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของอ้อยและมันสำปะหลังโดยการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลในอ้อยและปริมาณแป้งในมันสำปะหลังให้มากขึ้น อีกทั้งต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะปลูกโดยการให้ปุ๋ยและน้ำที่เหมาะสม เป็นต้น

การเพิ่มปริมาณวัตถุดิบให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้ผลิตเอทานอลสำหรับ 47 โรงงาน ที่กำลังการผลิตรวม 12.295 ล้านลิตรต่อวัน ทำได้โดย

1. เพิ่มปริมาณวัตถุดิบโดยไม่เพิ่มพื้นที่เพาะปลูก
   - เพิ่มผลผลิตต่อไร่ด้วยการพัฒนาพันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตดี มีปริมาณแป้งและน้ำตาลมาก หรือ พัฒนาพันธุ์พืชที่โตเร็ว ใช้ระยะเวลาปลูกสั้น สามารถปลูกได้จำนวนครั้งต่อปีที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

สำหรับพันธุ์อ้อยส่งเสริมตามประกาศตามพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 แบ่งตามภาคต่าง ๆ ดังนี้

- <u>ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u> เอฟ 140, เอฟ 154, เอฟ 156, เอฟ 176, คิว 83,อาร์โอซี 6, อาร์โอซี 10, พินดาร์, ไตรตัน, อีรอส, ฟิล 58-260, ฟิล 6607, ฟิล 6723, ซีโอ 1148, ฮาวาย 48-3166, อู่ทอง1, อีเหี่ยว, เค 82-83, เค 82- 129, เค 82-65, เค 84-200, และ เค 84-69
- <u>ภาคเหนือ</u>เอฟ 140, เอฟ 154, เอฟ 156, คิว 83, คิว 130, ฟิล 6317, ฟิล 6723,อาร์โอซี 6, กวางตุ้ง 3, อู่ทอง 1, อีเหี่ยว, เค 76-4, เค 84-200 และ เค 84-69
- <u>ภาคกลางและภาคตะวันตก</u> เอฟ 140, เอฟ 156, คิว 83, อาร์โอซี 1, อาร์โอซี 10, พินดาร์, อู่ทอง 1, อีเหี่ยว, เค 84-200, เค 76-4, เค 84-69, เค 88-87 และ เค 88-92
- <u>ภาคตะวันออก</u> เอฟ 137, เอฟ 140, เอฟ 156, คิว 83, คิว 130, ฟิล 6317,ฮาวาย 48-3166, เค 84-200 และ เค 84-69

ตัวอย่างพันธุ์อ้อยที่มีการพัฒนา มีดังนี้

พันธุ์อ้อย	ลักษณะเด่น	พื้นที่เพาะปลูก
พันธุ์อู่ทอง 9	ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 17.50 ตันต่อไร่ ความหวาน 13 – 14 ซี.ซี.เอส	ควรเป็นพื้นที่ในเขตชลประทาน อาทิ จ.สุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี และ กำแพงเพชร เป็นต้น
พันธุ์ กำแพงแสน 00-24	ผลผลิตอ้อย16-20 ตันต่อไร่ ความหวาน 11-12 ซี.ซี.เอส ความต้านทานโรค ต้านทานปานกลาง ต่อโรคราสนิมและโรคแส้ดำ	สภาพพื้นที่เหมาะสม ดินร่วนทราย เขตน้ำฝน
พันธุ์อ้อย	ลักษณะเด่น	พื้นที่เพาะปลูก
พันธุ์ กำแพงแสน 00-138	ผลผลิตอ้อย 16-19 ตันต่อไร่ ความหวาน 12-14 ซี.ซี.เอส	สภาพพื้นที่เหมาะสม ดินร่วนปนทราย เขตน้ำฝนและชลประทาน
พันธุ์ กำแพงแสน 01-5	ผลผลิตอ้อย 18-20 ตันต่อไร่ ความหวาน 13-14 ซี.ซี.เอส	สภาพพื้นที่เหมาะสม ดินร่วนปนทราย ดินเหนียว เขตน้ำฝน และเขต ชลประทาน
พันธุ์ กำแพงแสน 01-25	ผลผลิตอ้อย 18-20 ตันต่อไร่ ความหวาน 12-13 ซี.ซี.เอส	สภาพพื้นที่เหมาะสม ดินร่วนปนทราย เขตน้ำฝน และชลประทาน
พันธุ์ LK 92-11	ผลผลิตอ้อย 14 – 15 ตันต่อไร่ ความหวาน 13 – 14 ซี.ซี.เอส มีความต้นทานโรคสูง	สภาพพื้นที่เหมาะสม ดินร่วน เขตที่ ราบน้ำไม่ขังเกินไป
พันธุ์ ขอนแก่น 3	ผลผลิตอ้อย 18 ตันต่อไร่ ความหวานมากกว่า 12 ซี.ซี.เอส	สภาพพื้นที่เหมาะสม เหมาะที่จะใช้ ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ
พันธุ์ ชัยนาท 1	ผลผลิตอ้อย 20 ตันต่อไร่ ความหวานมากกว่า 10 ซี.ซี.เอส ต้านทานโรคสูง	สภาพพื้นที่เหมาะสม ดินเหนียวจัด และดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เหมาะที่จะปลูกในเขตภาคตะวันออก

**ค่า CCS ก็คือค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลในอ้อย

สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตสูงที่เกษตรกรนิยมปลูก คือ พันธุ์ระยอง 5 นิยมปลูกทางภาคเหนือ ส่วนทางภาค ตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางนิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มากที่สุด

สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังอื่น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อให้มีผลผลิตต่อไร่และปริมาณแป้งในหัวมันสดสูง เช่น พันธุ์ห้วยบง 80 ให้ผลผลิตหัวมันสดต่อไร่เฉลี่ย 4,935 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้งในหัวเฉลี่ย 27.3 % นอกจากนี้ยังมีพันธุ์อื่น ๆ เช่น พันธุ์ห้วยบง 60, ระยอง 90, ระยอง 72, ระยอง 1 เป็นต้น

- จัดระบบโครงสร้างชลประทานให้เหมาะสมกับพื้นที่เพาะปลูก และทำให้สามารถเพาะปลูกได้ตลอดทั้งปี
- พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากพืชทางเลือกชนิดอื่น ดังนี้

วัตถุดิบ	ข้อดี	ข้อเสีย
ข้าวฟ่างหวาน	เป็นพืชอายุสั้น สามารถปลูกได้หลายครั้งต่อปี ทำให้ผลผลิตรวมทั้งปีมีปริมาณมาก และ สามารถปลูกในพื้นที่แห้งแล้งได้ดี ไม่ต้องการน้ำมากนัก	เป็นพืชที่ยังไม่ได้รับการสนับสนุนให้ในการปลูก จึงยังมีพื้นที่เพาะปลูกน้อย
กากอ้อย/ ซังข้าวโพด	เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงมีราคาถูก เป็นวัตถุดิบที่ไม่สามารถนำไปเป็นอาหารได้จึงไม่กระทบกับพืชอาหาร	ยังคงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเปลี่ยนเซลลูโลสเป็นเอทานอลให้มีประสิทธิภาพสูงและคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
น้ำอ้อย	วัตถุดิบหาง่าย และ ขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อน สามารถให้กระบวนการหีบน้ำอ้อยร่วมกับโรงงานน้ำตาลได้ จึงทำให้มีต้นทุนต่ำ	อาจทำให้อ้อยที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลไม่เพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศและการส่งออกได้
แป้งมันสำปะหลัง	คุณภาพวัตถุดิบมีความสม่ำเสมอ นำมาใช้ได้ง่ายกว่ามันสำปะหลังสด และ มันเส้น	มีราคาสูงเนื่องจากผ่านการแปรรูปแล้ว การนำแป้งมันสำปะหลังมาใช้ผลิตเอทานอลอาจทำให้มีปริมาณไม่เพียงพอต่อการใช้เพื่อผลิตเป็นอาหารได้

2. การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ทั้งนี้ อ้อยและมันสำปะหลังนั้นเป็นพืชไร่ซึ่งสามารถปลูกในพื้นที่ลักษณะเดียวกันได้ ดังนั้น อาจต้องมีการพิจารณาเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกอ้อยในจังหวัดที่มีการเพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลังเป็นพื้นฐาน เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ ตลอดจนทำการสำรวจพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ ที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลังเพิ่มเติม ซึ่งจังหวัดที่มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเป็นหลักที่อยู่ในเกณฑ์พิจารณามีดังนี้

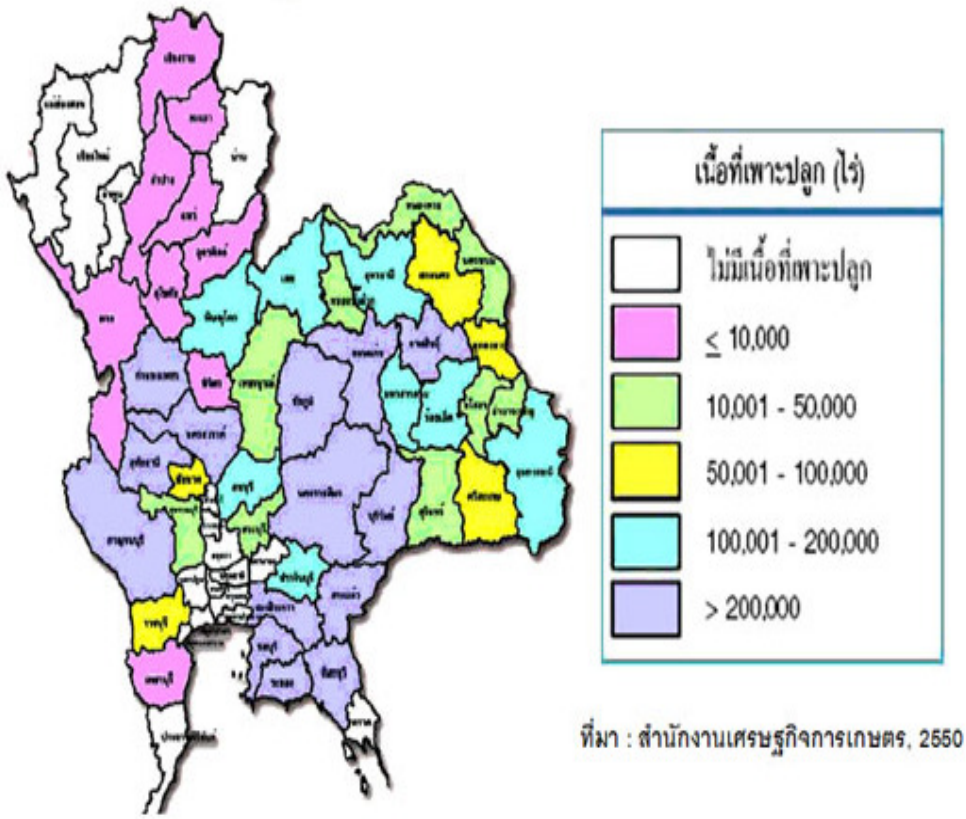
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย อุดรธานี มุกดาหาร หนองบัวลำภู และอำนาจเจริญ
- ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ ตาก นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ ลำปาง สุโขทัย อุตรดิตถ์ อุทัยธานี และแพร่
- ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดชัยนาท ลพบุรี สระบุรี สิงห์บุรี และอ่างทอง ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดราชบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์
- ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ปราจีนบุรี ระยอง และ สระแก้ว

*** ภาคที่ปลูกอ้อยมากที่สุด คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ทั้งนี้ ในแต่ละจังหวัดจะมีเนื้อที่เพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลังในสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน แสดงดังภาพที่ 5.1 และ 5.2

ภาพที่ 5.1

เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

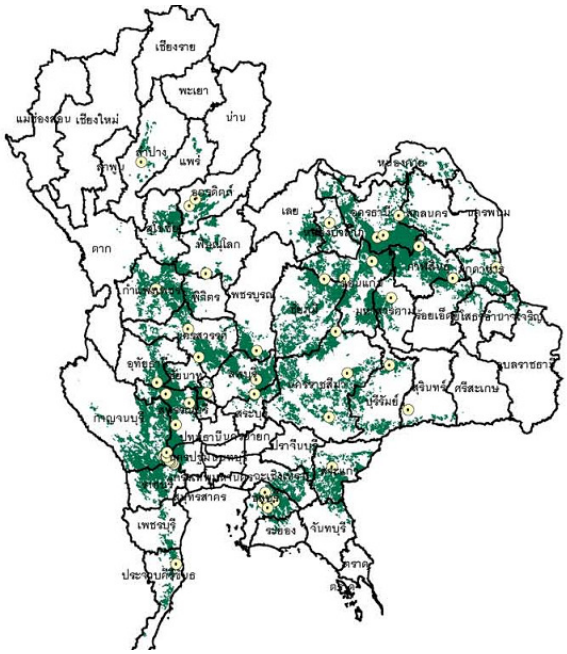


ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550

(ภาคใต้: ไม่มีเนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง)

ภาพที่ 5.2

เนื้อที่เพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย



เนื้อที่เพาะปลูกอ้อยปี 2550 (ไร่)	
ภาคเหนือ	1,248,943 ไร่
ภาคกลาง	2,200,041 ไร่
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,669,240 ไร่
ภาคตะวันออก	437,930 ไร่
รวม	**6,556,1541**

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

ทั้งนี้การเพิ่มเนื้อที่เพาะปลูกอ้อยอาจพิจารณาจาก

- พื้นที่การเพาะปลูกเดิม ในจังหวัดที่มีการเพาะปลูกมากควรมีการสนับสนุนให้มีการปลูกมากขึ้นอย่างจริงจัง ทั้งนี้จะเป็นการง่ายต่อการจัดการด้านระบบชลประทานและการให้ความรู้กับเกษตรกรในพื้นที่นั้น ๆ

- เพิ่มพื้นที่เพาะปลูกผลผลิตโดยไม่เบียดเบียนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดอื่น จากการประเมินพบว่าเนื้อที่เพาะปลูกที่ต้องการเพิ่มเพื่อให้วัตถุดิบเพียงพอต่อความต้องการใช้ของ 47 โรงงาน คิดจากปริมาณผลผลิตต่อไร่คงที่ มีพื้นที่แสดงดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3

เนื้อที่เพาะปลูกที่ต้องการเพิ่มเพื่อให้วัตถุดิบเพียงพอต่อความต้องการใช้

ของ 47 โรงงาน

วัตถุดิบ	มันสำปะหลัง	อ้อย	รวม
เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	4.92	7.5	12.92
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)	1673	10700	12,373

สำหรับในอนาคตถ้าต้องการใช้แก๊สโซฮอล์ E 85 ทั้งประเทศโดยประเมินว่า ในอนาคตปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินรวมเพิ่มขึ้นเป็น 30 ล้านลิตรต่อวันจากสาเหตุของปริมาณประชากรที่เพิ่มขึ้นประกอบกับเอทานอลเกรดเชื้อเพลิงให้ค่าความร้อนน้อยกว่าน้ำมันเบนซินปกติจึงทำให้ต้องใช้ในปริมาณมากกว่าเดิม ดังนั้นจะต้องใช้เอทานอลในการผสมเป็นแก๊สโซฮอล์ E 85 รวมเท่ากับ 25.5 ล้านลิตรต่อวัน จึงต้องมีการเพิ่มเนื้อที่การเพาะปลูกและกำลังการผลิตของโรงงานเพิ่มแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4

เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลให้เพียงพอต่อการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E 85

	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)
เพิ่มปริมาณมันสำปะหลังอย่างเดียว	15.43
เพิ่มปริมาณอ้อยอย่างเดียว	57.44

** จำนวนโรงงานที่ต้องการเพิ่มทั้งหมด 14 โรงงาน ที่กำลังการผลิตรวม 13.21 ล้านลิตรต่อวัน (คิดจากกำลังการผลิต 100,000 ลิตรต่อวันเท่ากันทุกโรงงาน)

การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกโดยไม่เบียดเบียนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดอื่นอาจพิจารณาพื้นที่ร้างที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์นำมาพัฒนาเพื่อเป็นพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มเติมได้ โดยพื้นที่ร้างนั้นหมายถึง พื้นที่ที่ถูกปล่อยทิ้งไว้โดยไม่ได้เข้าทำประโยชน์ต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป

โดยพื้นที่ร้างเฉพาะที่อยู่นอกเขตป่าไม้ทุกประเภทมีดังนี้

1. นาร้าง มีลักษณะทั่วไปเป็นที่ราบลุ่ม ในอดีตมีการทำนาทั้งนาดำและนาหว่าน แต่ปัจจุบันปล่อยทิ้งร้างไว้ ในฤดูฝนมักมีน้ำท่วมเสียหาย ในฤดูแล้งจะมีวัชพืช โดยเฉพาะหญ้าชนิดต่างๆ เจริญเติบโตขึ้นปกคลุมพื้นที่นาร้างอยู่เป็นจำนวนมาก นาที่ร้างต่อเนื่องกันมาหลายปี จะสังเกตเห็นวัชพืชเจริญเติบโตขึ้นหนาแน่นอย่างชัดเจน

2. ไร่ร้าง สภาพเดิมเคยปลูกพืชไร่มาก่อนนานหลายสิบปี ดินเสื่อมโทรมขาดความอุดมสมบูรณ์ การเพาะปลูกไม่คุ้มทุน จึงปล่อยพื้นที่ทิ้งร้างไว้ มีหญ้าหรือวัชพืชต่างๆ ตลอดจนไม้ขนาดเล็กเจริญเติบโตขึ้นมาแทนที่

3. ทุ่งหญ้าธรรมชาติ สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณที่ใกล้กับภูเขา สภาพเดิมเคยเป็นป่าไม้มาก่อน แต่ถูกแผ้วถางเพื่อทำการเกษตรกรรม เช่น ปลูกพืชไร่ต่างๆ ดินมักจะเป็นดินทราย ขาดความอุดมสมบูรณ์ เป็นดินตื้น มีกรวดหินปะปน จึงปล่อยทิ้งร้างไว้ให้เป็นไร่ร้าง เมื่อทิ้งร้างไว้ติดต่อกันนานหลายปี วัชพืชต่างๆ โดยเฉพาะหญ้าจะเจริญเติบโตขึ้นมาปกคลุมพื้นที่อย่างหนาแน่น เป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติอย่างถาวร

4. ป่าละเมาะ สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด อยู่ในบริเวณที่ใกล้กับภูเขา ดินมักจะเป็นทรายขาดความอุดมสมบูรณ์ เป็นดินตื้น มีกรวดหินปะปน ทำการเพาะปลูกไม่คุ้มทุน สภาพเดิมเคยเป็นป่าไม้มาก่อน แต่ถูกแผ้วถางเพื่อทำการเกษตรกรรม หรือนำไม้ที่ตัดได้ไปใช้ประโยชน์ และปล่อยทิ้งร้างไว้ จนกระทั่งมีหญ้าและวัชพืชอื่นๆ ขึ้นปกคลุมพื้นที่ก่อนพืชชนิดอื่นๆ เมื่อทิ้งร้างไว้หลายสิบปี ก็จะมีไม้พุ่มขนาดเล็ก หรือไม้ละเมาะเจริญเติบโตขึ้นมาปะปนและแทนที่หญ้าหรือวัชพืชอื่นๆ ต่อไป

5. ที่ลุ่ม เป็นที่ลุ่มน้ำขังตลอดปี หรือที่ลุ่มชื้นแฉะที่มีน้ำขังเป็นบางฤดู ซึ่งในฤดูแล้งน้ำจะแห้ง และมีหญ้าหรือพืชพรรณที่ชอบขึ้นในที่ลุ่ม เช่น กก แขม อ้อ เจริญเติบโตขึ้นปกคลุมพื้นที่ลุ่มนี้ สภาพพื้นที่ที่พบมักเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำกว่าบริเวณอื่นๆ

6. เหมืองแร่ร้าง ลักษณะดินเป็นทรายจัด เกิดขึ้นภายหลังจากการทำเหมืองแร่ มีก้อนกรวด ก้อนหิน เศษหินกระจัดกระจายทั่วไป เป็นหย่อมๆ สภาพพื้นที่สูงๆ ต่ำๆ และมีขุมเหมืองหรือแอ่งน้ำกระจัดกระจายไปทั่ว เหมืองแร่ร้างไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตรกรรม จึงถูกทิ้งร้างว่างเปล่า พื้นที่ทิ้งร้างของประเทศไทยสำรวจเมื่อปี 2549 มีพื้นที่แสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5
พื้นที่ทิ้งร้างของประเทศไทยสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2549

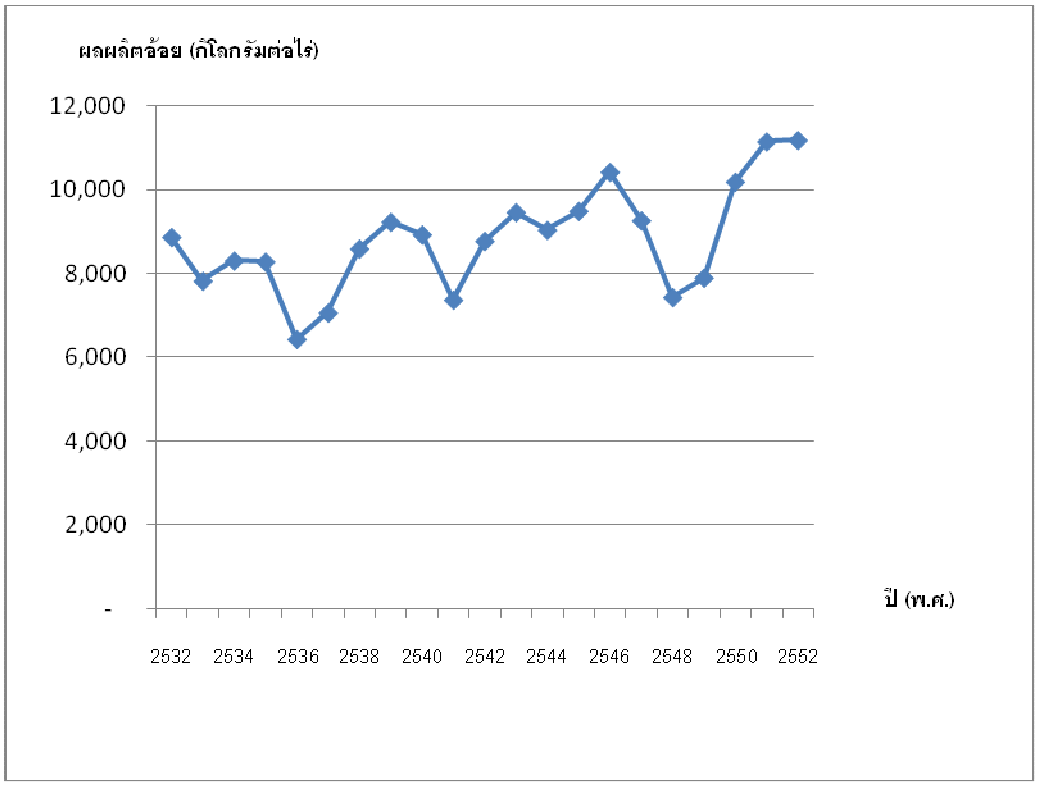
ภาค	พื้นที่ทิ้งร้าง (ไร่)						
	นาร้าง	ไร่ร้าง	ทุ่งหญ้า	ป่าละเมาะ	ที่ลุ่ม	เหมืองแร่ร้าง	รวม
เหนือ	13,599	14,182	3,428	1,704,413	214,177	-	1,949,799
ตะวันออกเฉียงเหนือ	5,462	557	11,885	3,635,049	513,034	69	4,166,056
กลาง	23,449	1,384	1,341	483,770	52,123	-	562,067
ตะวันออก	75,322	1,879	28,364	111,188	64,862	19,773	301,387
ใต้	81,027	-	6,099	204,323	181,040	3,926	476,416
รวมทั้งประเทศ	198,858	18,002	51,118	6,138,743	1,025,236	23,768	7,455,725

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ทิ้งร้างของประเทศไทย พบว่า พื้นที่ทิ้งร้างส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ ๆ เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลังและอ้อย จึงสามารถพัฒนาให้เป็นพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มเติมได้ดี ทั้งนี้ต้องอาศัยความร่วมมือจากภาครัฐในการจัดการพื้นที่ดังกล่าวให้มีความเหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่เพาะปลูก ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบสภาพดินและการบำรุงดินตลอดจนการหาแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นต้น ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบเนื้อที่ของพื้นที่ทิ้งร้างดังตารางที่ 5.5 กับพื้นที่ที่ต้องการสำหรับการเพาะปลูกเพิ่มดังตารางที่ 5.4 พบว่า พื้นที่ทิ้งร้างยังมีไม่เพียงพอที่จะสมารถให้ในการเพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยให้เพียงพอต่อการใช้ในการผลิตเอทานอลสำหรับแก๊สโซฮอล์ E 85 ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่, การดึงวัตถุดิบในส่วนของการส่งออกมาใช้ ตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น ข้าวโพด, ข้าวฟ่างหวาน หรือ เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถผลิตแก๊สโซฮอล์ใช้ได้อย่างเพียงพอในอนาคตได้

จากภาพที่ 5.3 และ 5.4 แสดงผลผลิตและเนื้อที่เพาะปลูกอ้อยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2532 – 2552 และภาพที่ 5.5 และ 5.6 แสดงผลผลิตและเนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังตั้งแต่ปีพ.ศ. 2523 – 2552 พบว่า การเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อไร่มีแนวโน้มสูงขึ้นในปริมาณน้อยและแนวโน้มที่จะคงที่ กล่าวคือ การพัฒนาพันธุ์พืชให้ได้ผลผลิตต่อไร่มากและการพัฒนาบำรุงดินอาจมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณวัตถุดิบที่ใช้สำหรับการผลิตเอทานอลได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นวิธีการเพิ่มปริมาณวัตถุดิบจึงควรเน้นไปทางการหาพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มจะได้ผลที่ดีกว่า

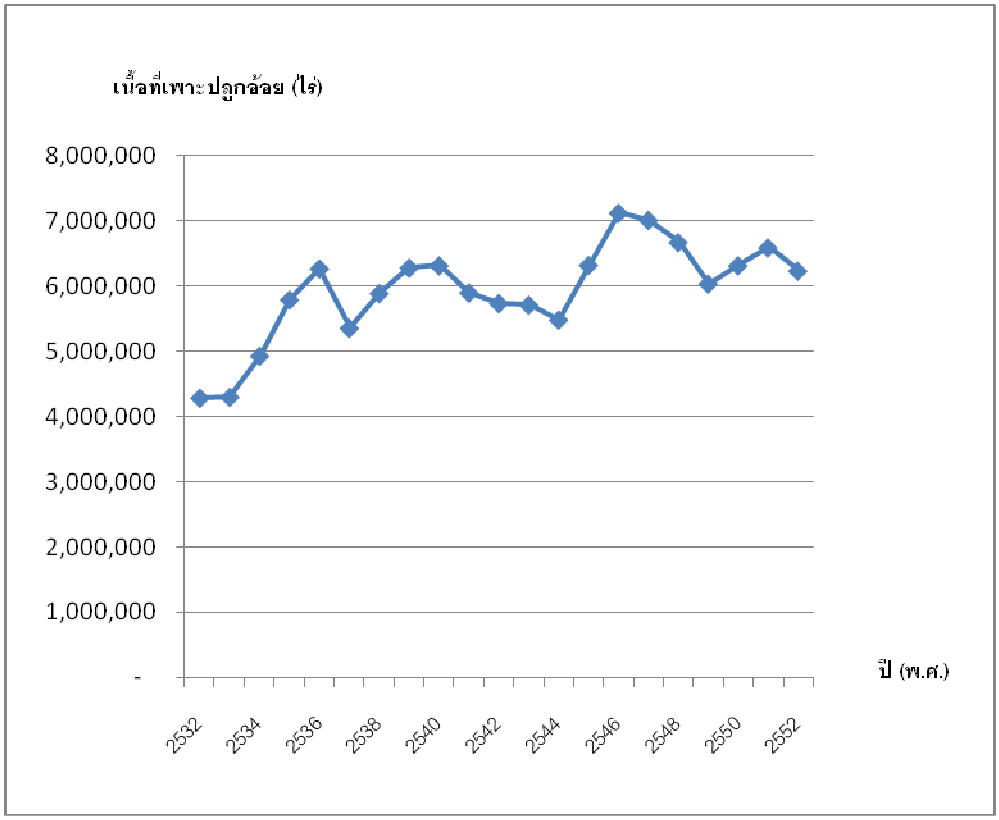
ภาพที่ 5.3

ผลผลิตอ้อยของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 - 2552



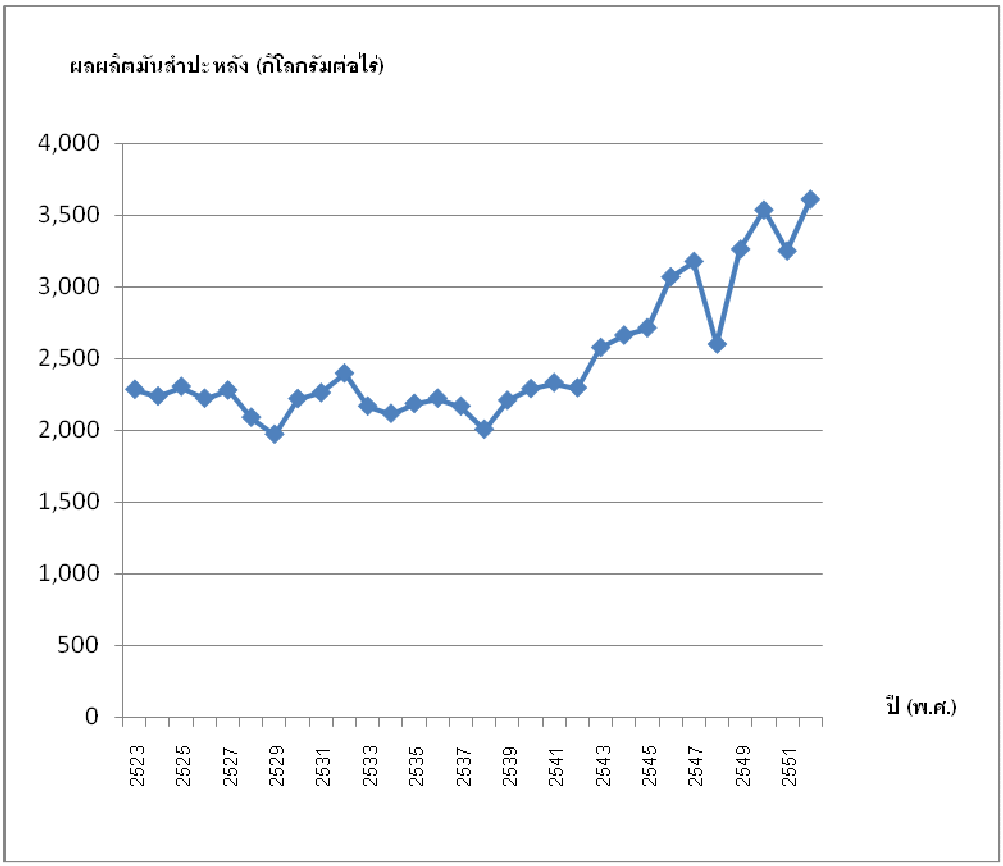
ภาพที่ 5.4

เนื้อที่เพาะปลูกอ้อยของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 – 2552



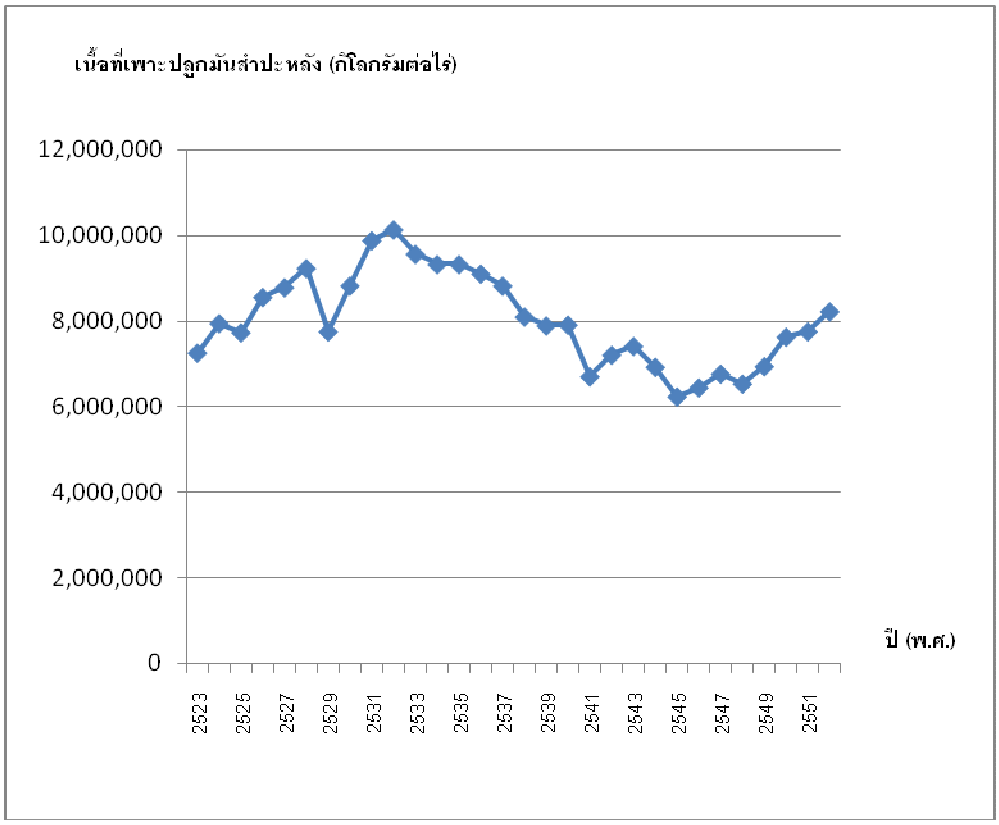
ภาพที่ 5.5

ผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 - 2552



ภาพที่ 5.6

เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 - 2552



5.4 <u>ข้อเสนอแนะและแนวทางการจัดการเพื่อให้เกิดเสถียรภาพด้านปริมาณและราคาเอทานอล</u>

เมื่อทำการเพิ่มผลผลิตวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของโรงงานผลิตเอทานอลที่กำลังเพิ่มจำนวนมากขึ้นได้แล้ว ปัญหาที่อาจจะตามมาและต้องมีการป้องกันการเกิดปัญหาล่วงหน้า คือ ปัญหาของเอทานอลที่ล้นตลาด ดังนั้น ทางภาครัฐควรมีการเปิดเสรีการส่งออกเอทานอลยังต่างประเทศมากขึ้น ทั้งนี้ยังต้องมีการกำหนดให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศก่อนจึงจะสามารถส่งออกได้ เพื่อป้องกันการส่งออกมากเกินไปจนมีไม่เพียงพอที่จะใช้ภายในประเทศกรณีที่ราคาส่งออกสูงกว่าราคาขายภายในประเทศ

ในช่วงแรกของการเปลี่ยนมาใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนอาจมีปัญหาในเรื่องของความไม่แน่นอนของตลาด กล่าวคือ ในช่วงที่เอทานอลมีราคาสูง จึงทำให้มีผู้ผลิตมาก ทำให้ราคาวัตถุดิบ

สูงขึ้น ประกอบกับเอทานอลล้นตลาด จึงเริ่มทำให้ราคาเอทานอลต่ำลง และ มีผลทำให้ราคาวัตถุดิบเริ่มต่ำลงซึ่งเป็นปัญหากับความไม่แน่นอนของตลาด ดังนั้นทางภาครัฐควรหามาตรการในการทำให้เกิดเสถียรภาพทั้งด้านราคาขายเอทานอลและราคาขายวัตถุดิบ ตลอดจนเสถียรภาพด้านปริมาณเอทานอลและปริมาณวัตถุดิบด้วย

ประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอที่จะผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนภายในประเทศ และสามารถผลิตเพื่อส่งออกได้ แต่ต้องมีการจัดการการใช้วัตถุดิบให้เหมาะสมเพื่อป้องกันปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ ทั้งนี้การที่จะทำให้การผลิตเอทานอลภายในประเทศมีความสมดุลในด้านราคาขาย ปริมาณวัตถุดิบ และปริมาณที่ผลิตได้นั้นต้องอาศัย

5.4.1 นโยบายส่งเสริมการใช้เอทานอลของรัฐบาลที่มีความต่อเนื่องและจริงจัง เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ผลิตในการลงทุน

5.4.2 การควบคุมและประกันราคากากน้ำตาลและมันสำปะหลังไม่ให้สูงหรือต่ำจนเกินไป

5.4.3 เปิดเสรีการผลิตเอทานอลเพื่อการส่งออก เพื่อป้องกันปัญหาปริมาณเอทานอลที่ผลิตเกินความต้องการของประเทศค้างเต็มสต็อกของโรงงานและทำให้ต้องหยุดผลิต เกิดปัญหาการขาดรายได้ของภาคการผลิต

5.4.4 กำหนดเงื่อนไขสำหรับผู้ผลิตโดยต้องขายในประเทศในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้ในประเทศก่อนจึงจะสามารถส่งออกได้ เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาการขาดแคลนเอทานอลสำหรับใช้ภายในประเทศ

5.4.5 นโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนควรมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับการสนับสนุนและพัฒนาการเพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อให้ราคาวัตถุดิบ ราคาเอทานอล และราคาแก๊สโซฮอล์มีความเหมาะสมและเป็นธรรมต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค