สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อบริหารการตลาดพลังงานเอทานอล

MATHEMATICAL MODEL FOR ETHANOL MARKET

กฤษณ์ เกลี้ยงช่วย
KRIT KLIANGCHUAY

T144120
วพ. ก2812 2559
เลขหมู่
เลขทะเบียน 144120
วัน.เดือน.ปี 01 พย. 2559
b.10815706
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

KMITL-2016-EN-M-090-104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อบริหารการตลาดพลังงานเอทานอล

MATHEMATICAL MODEL FOR ETHANOL MARKET

กฤษณ์ เกลี้ยงช่วย
KRIT KLIANGCHUAY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

KMITL-2016-EN-M-090-104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATHEMATICAL MODEL FOR ETHANOL MARKET

KRIT KLIANGCHUAY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-EN-M-090-104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อบริหารการตลาดพลังงานเอทานอล
Thesis Title Mathematical Model for Ethanol Market
นักศึกษา นายกฤษณ์ เกลี้ยงช่วย
รหัสประจำตัว 57601232
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ชลิดา อู่ตะเภา
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2016-EN-M-090-104

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.แหลมทอง	เหล่าคงถาวร	
รศ.ดร.นันทวัฒน์	จรัสโรจน์ธนเดช	
ดร.พิมพ์คณากาญจน์	กุลชาติชัย	
ผศ.ดร.ชลิดา	อู่ตะเภา	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพุธที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 เวลา 12.00-14.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ ห้อง HM-303

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อบริหารการตลาดพลังงานเอทานอล
นักศึกษา	นายกฤษณ์ เกลี้ยงช่วย
รหัสประจำตัว	57601232
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ชลิดา อู่ตะเภา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประเมินค่าที่เหมาะสมของปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อย และ มันสำปะหลัง ต่อ 9 ล้านลิตรต่อวัน โดยคำนึงถึงขอบเขตเรื่อง วัตถุดิบ โรงงานผลิต ราคาขายและต้นทุนการผลิตของน้ำตาล แป้ง เอทานอล และ กำไรจากการผลิตและขายเอทานอล ผลจากการศึกษาสามารถผลิตเอทานอลได้ที่ 2.85 ล้านลิตรต่อวัน โดยใช้วัตถุดิบประเภท กากน้ำตาลมากที่สุด , มันสำปะหลังและอ้อย ตามลำดับ ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ และ ผู้วางนโยบายทางด้านพลังงาน สามารถนำเอาไปใช้เป็นแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกรเลือกปลูกพืช เลือกขาย โรงงานอุตสาหกรรมสามารถตัดสินใจผลิตเอทานอล อีกทั้ง เป็นการตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานรวมของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Mathematical model for Ethanol Market
Student	Mr.Krit Kliangchuay
Student ID.	57601232
Degree	Master of Engineering
Program	Construction Engineering and Management
Year	2016
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr.Chalida U-tapoaw

ABSTRACT

This research aims to create a mathematical model. To use the potential of the production of ethanol from sugar cane and cassava to 9 million liters per day. Taking into account the extent of production of raw materials prices and the cost of production of sugar, ethanol and starch profit from the production and sale of ethanol. The results of the study can produce ethanol at 2.85 million litters per day. The materials sector Most molasses, cassava and sugar cane respectively, so those who are involved in the decision and policy makers in the energy field. Can be used as a guide to encourage farmers to sell crops to plant to produce ethanol as a response to the energy policy of the country.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาจาก ผศ.ดร. ชลิดา อู่ตะเภา ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ และแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับงานวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และให้คำแนะนำในสิ่งต่างๆ ซึ่งล้วนแต่มีประโยชน์กับการศึกษา และการใช้ชีวิต

ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุนวิจัยของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ทำให้ผู้วิจัยได้มีทุนในการทำวิจัยโดยไม่ขาดตกบกพร่อง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของข้าพเจ้า ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการเรียน การใช้ชีวิต และอยู่เคียงข้างข้าพเจ้าเสมอมา จนทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาอันเป็นที่เคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

กฤษณ์ เกลี้ยงช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1
1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4
1.3 สมมติฐานในการวิจัย 4
1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ 4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 5
1.6 ขั้นตอนการศึกษา 5

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับงานวิจัย 6
2.1 กล่าวนำ 6
2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย 6
2.3 ระบบทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเส้น 7
2.3.1 การจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Formulation) 7
2.3.2 การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Solution) 9
2.3.2.1 วิธีกราฟ (Graphical Method) 9
2.3.2.2 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้น โดยโปรแกรมกระดาษคำนวณ (Spreadsheet) โดยเรียก ใช้ฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel 10
2.3.2.3 การแก้ปัญหากำหนดการชิงเส้น โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ หรือ วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) 19
2.3.2.4 การแก้ปัญหากำหนดการชิงเส้น โดยซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) 23
2.4 เอทานอล 26
2.4.1 การผลิตเอทานอล 26
2.4.1.1 การสังเคราะห์ทางเคมี (Chemical Synthesis) 26
2.4.1.2 วิธีการทางชีวเคมี 27
2.4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

บทที่ 3 ขั้นตอนการทดลองวิจัย 34
3.1 กล่าวนำ 34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 35
3.3 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทุติยภูมิและแบบจำลอง 36
3.3.1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและพารามิเตอร์ 36
3.3.2 ศึกษาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 36
3.4 จัดปัญหาให้อยู่ในรูปสมการคณิตศาสตร์และสร้างแบบจำลองลงซอฟแวร์ GAMS 38
3.5 ตรวจสอบและวิเตราะห์ผลการทดลอง 49

บทที่ 4 ผลการทดลองวิจัย 50
4.1 กล่าวนำ 50
4.2 ผลการทดลอง 50
4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง 56

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 57
5.1 กล่าวนำ 57
5.2 สรุปผลการวิจัย 57
5.3 ข้อเสนอแนะ 57

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 60
ภาคผนวก ก 61
ภาคผนวก ข 105

ประวัติผู้เขียน 114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้เครื่องจักรต่างๆ ผลิตสินค้าแต่ละชนิด ขีดจำกัดของการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละวัน และรายได้ของการขายสินค้า....9
2.2 นำสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจากสมการที่จัดรูปมาสร้างเป็นตารางซิมเพล็กซ์....20
2.3 หาสดมภ์หลัก (Pivot Column)....21
2.4 หาแถวหลัก (Pivot Row) และเลือกตัวแปรมูลฐานออกจากแถว....21
2.5 แสดงสัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรในแถวหลักใหม่....21
2.6 แสดงค่าตัวแปรมูลฐานใหม่....22
2.7 เปรียบเทียบปริมาณเอทานอล ที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ....28
3.1 เปรียบเทียบสัดส่วนผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ....36
3.2 แสดงตัวแปรออกแบบ (variable design)....38
3.3 แสดงพารามิเตอร์ (Parameter)....40
4.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลตามวัตถุดิบประเภทต่างๆ....50
4.2 ตารางสรุปผลจากซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS)....51
5.1 ปริมาณวัตถุดิบ และพื้นที่เก็บเกี่ยว ที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้การผลิตเอทานอลเพียงพอตามนโยบาย....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ความต้องการพลังงานโลกตามประเภทเชื้อเพลิงปี 2010 กับ 2040 1
1.2 ความต้องการเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง 2
1.3 พาหนะส่วนบุคคลแบ่งตามประเภท 2
1.4 การใช้พลังงานในกลุ่มประเทศอาเซียน 3
2.1 แสดงการ plot กราฟตามสมการ ตัวอย่างการแก้ปัญหาโดยวิธีเชิงกราฟ 11
2.2 แสดงขอบเขตของพื้นที่ของข้อจำกัด (Constraints) 11
2.3 แสดง Feasible Region และ Feasible Point 12
2.4 แสดงการลากขึ้นและลง ตามความชันของ objective function 12
2.5 ขั้นตอนการเพิ่มฟังก์ชัน Solver ลงใน Microsoft Excel 13
2.6 ขั้นตอนการยืนยันฟังก์ชัน Solver 14
2.7 แสดงเครื่องมือ Solver 14
2.8 แสดงการป้อนข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft Excel 15
2.9 แสดงการใส่สูตรใน cell ของ objective และ constraints 16
2.10 ใช้ solver ในการคำนวณผลลัพธ์ โดยป้อน objective และ changing 17
2.11 แสดงการเพิ่ม constraints 17
2.12 แสดงผลลัพธ์จากการ solver 18
2.13 ป้อนข้อมูลเพิ่มลงโปรแกรม Microsoft Excel และ เพิ่ม constraints 18
2.14 แสดงผลลัพธ์จากการ solver หลังเพิ่ม constraints 19
2.15 เลือกวิธีแบบ Simplex บนฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel 23
2.16 ตัวอย่างการสร้างตัวแปร (Variable) ในโปรแกรม 24
2.17 ตัวอย่างการสร้าง Parameter ในโปรแกรม 24
2.18 ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) 25
2.19 ตัวอย่างการกำหนด เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraints) 25
2.20 ตัวอย่างการเขียน เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraints) 25
2.21 แสดง Ethanol straight-chain ประกอบด้วยโมเลกุลของ Hydroxyl (-OH) ที่ยึดเหนี่ยวกับ อะตอมของคาร์บอน (C) 26
2.22 กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง 30
2.23 กระบวนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล 31
3.1 ขั้นตอนการวิจัย 34
3.2 ตัวอย่างการเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มและความถูกต้องของข้อมูล 35
3.3 การประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System 37
3.4 หน้าต่างป้อนข้อมูล General Algebraic Modeling System (GAMS) 37
3.5 หน้าต่างแสดงผล General Algebraic Modeling System (GAMS) 38
3.6 แผนผังการไหลของตัวแปรออกแบบ 44

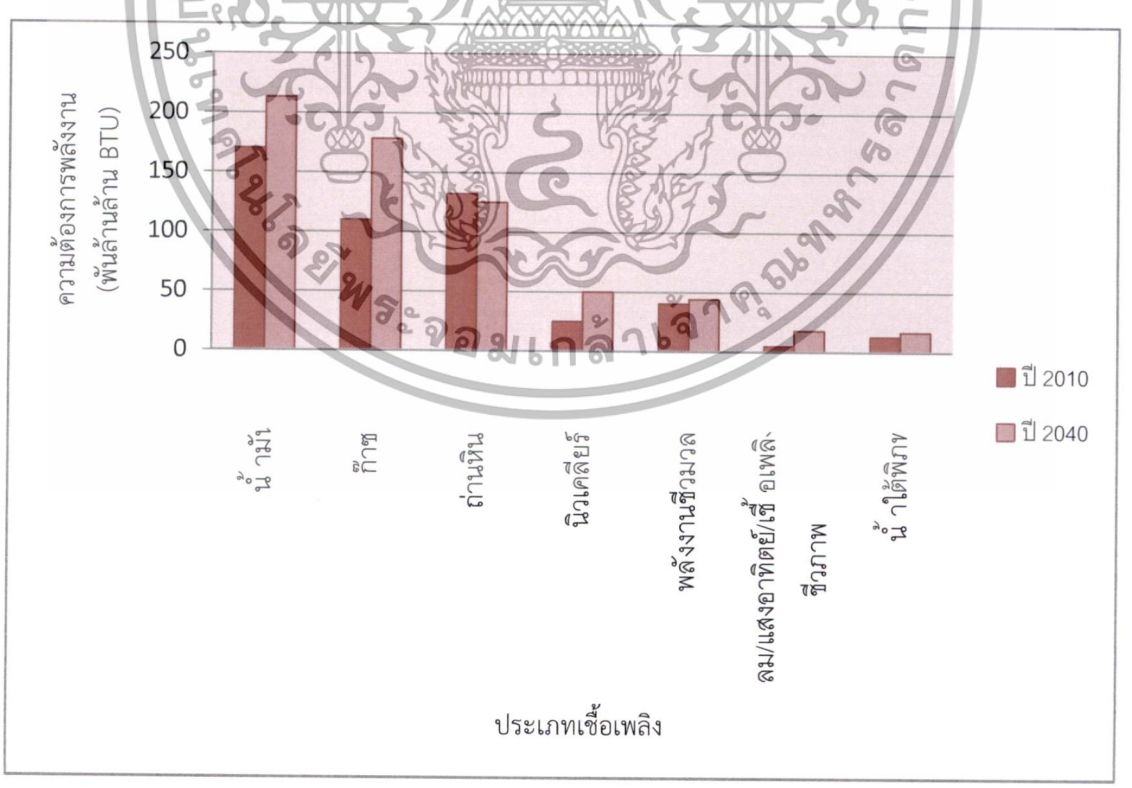
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

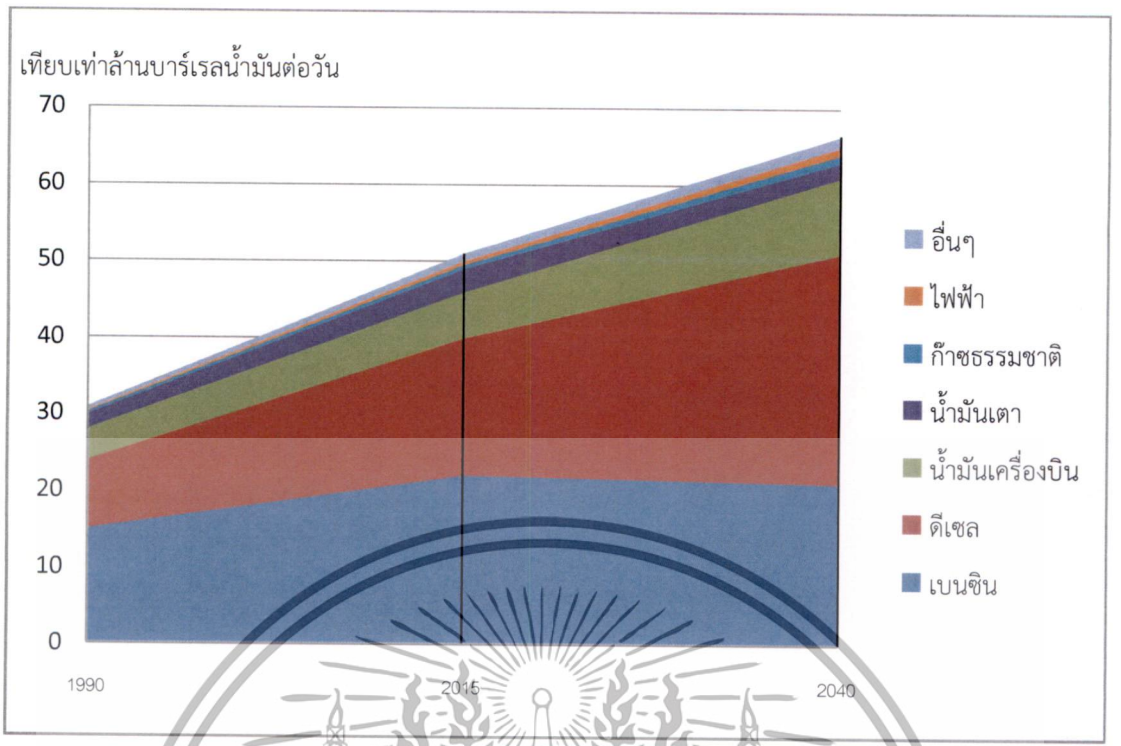
ความต้องการพลังงานทั่วโลกในปี 2040 จะเพิ่มขึ้นประมาณ 30% เมื่อเทียบกับปี 2010 ที่แสดงในรูปที่ 1.1 ในขณะเดียวกันเศรษฐกิจจะเติบโตเป็นสองเท่าและความเจริญมั่งคั่งจะกระจายไปทั่วโลกด้วยประชากรเกือบ 9 พันล้านคน เพิ่มขึ้นจาก 7 พันล้านคนในปี 2012 การเติบโตของความต้องการพลังงานจะช้าลง ในขณะที่การเติบโตของเศรษฐกิจคงที่ ความมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง การเติบโตของเศรษฐกิจโลกขับเคลื่อนความต้องการให้พุ่งสูงขึ้นในการขนส่งเชิงพาณิชย์ ในช่วง ปี 2010-2040 ดังนั้นความต้องการพลังงานของภาคขนส่งเชิงพาณิชย์จะเพิ่มขึ้นทั่วทุกมุมโลก ในปี 2040 ที่แสดงในรูปที่ 1.2 และจะสูงสุดในประเทศ Non OECD ซึ่งเศรษฐกิจจะขยายตัวเร็วกว่าประเทศ OECD ส่วนยานยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซินและดีเซลจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ ในทศวรรษหน้า (ปี 2025) แล้วจะลดลงในปี 2040 จะมียานยนต์ทันสมัยและไฮบริดเกือบ 50% ของยานยนต์บนท้องถนน ที่แสดงในรูปที่ 1.3

ดังนั้นพลังงาน เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตผู้คนในยุคปัจจุบัน และที่ปฏิเสธไม่ได้คือ “น้ำมัน” น้ำมันเป็นพลังงานหลักที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันทั้งส่วนภาคครัวเรือนและการพาณิชย์ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (fossil fuels) และอาจจะหมดไปได้ในอนาคต แต่ยังมีพลังงานบางชนิดที่สามารถนำมาทดแทนแหล่งพลังงานจากน้ำมันได้ นั่นคือ พลังงานจากเอทานอล หรือ พลังงานชีวมวล อาจเรียกพลังงานนี้ว่า “พลังงานหมุนเวียน (renewable energy)”

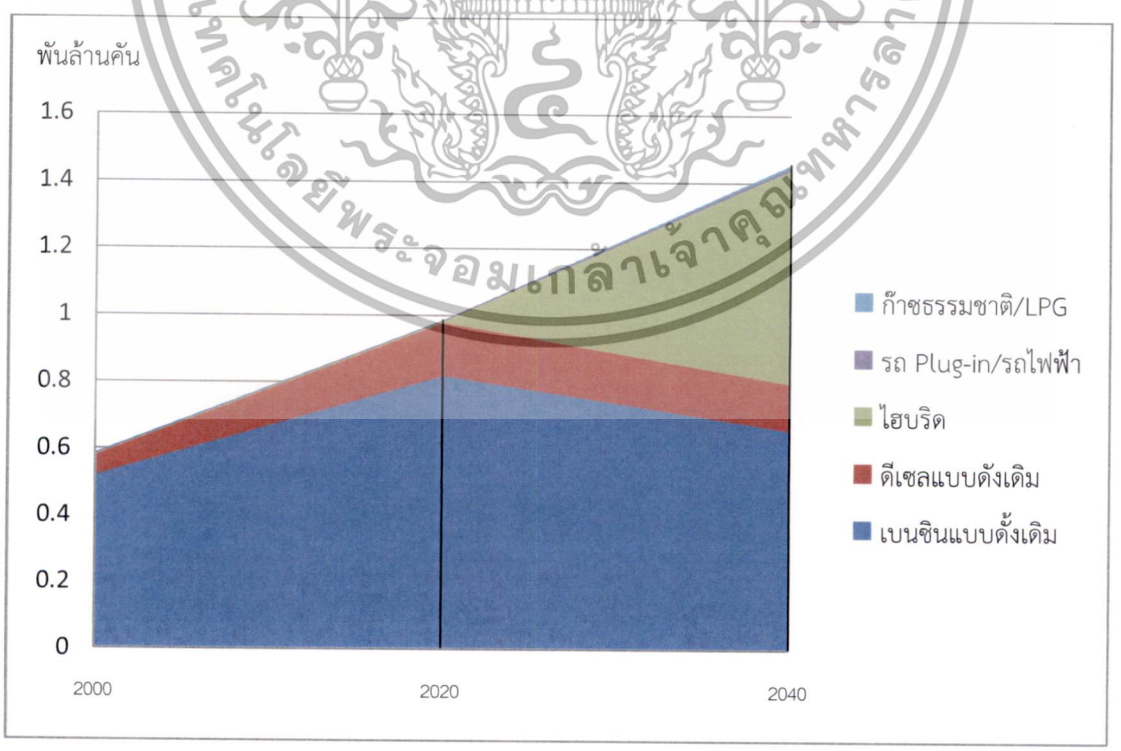


รูปที่ 1.1 ความต้องการพลังงานโลก ตามประเภทเชื้อเพลิง ปี 2010 กับ 2040
ที่มา : Exxon Mobil Corparation พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 ความต้องการเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง
ที่มา : Exxon Mobil Corparation พ.ศ. 2555

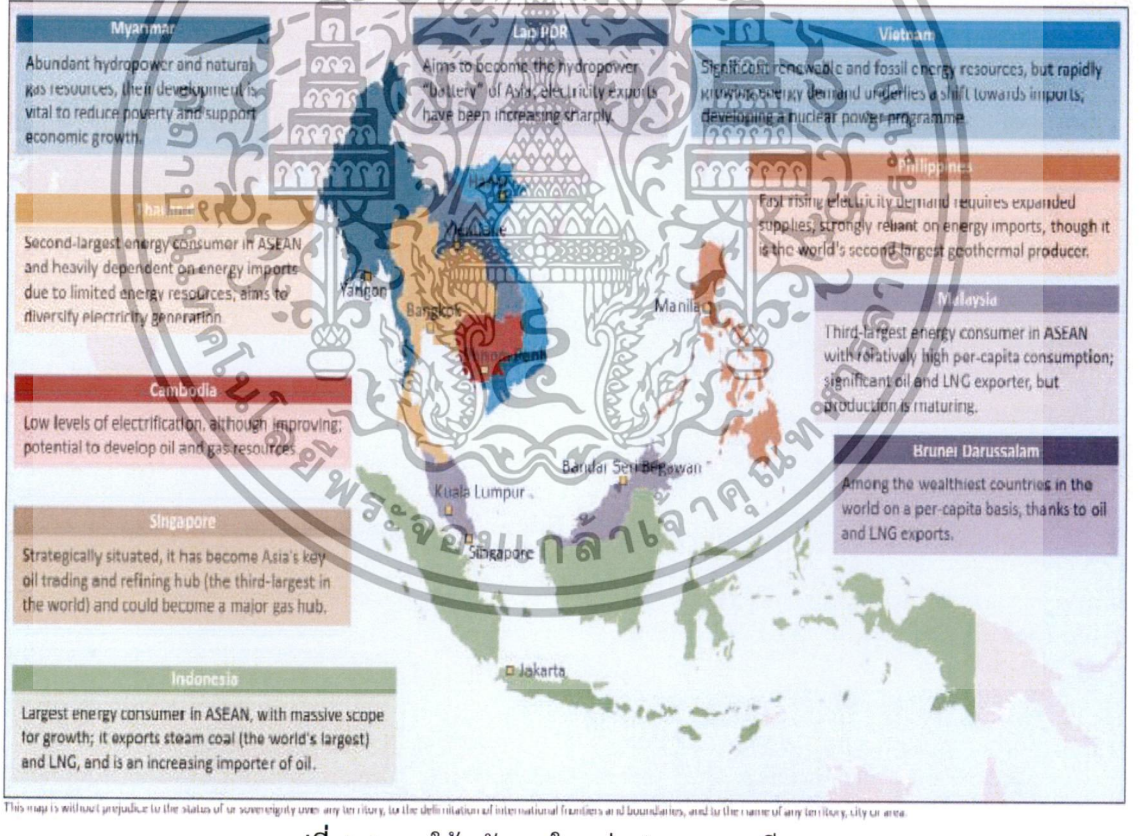


รูปที่ 1.3 พาหนะส่วนบุคคลแบ่งตามประเภท
ที่มา : Exxon Mobil Corparation พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการบริโภคพลังงานประเภทต่างๆ มากเป็นลำดับที่สองในกลุ่มประเทศอาเซียน (รองจากประเทศอินโดนีเซีย) ที่แสดงในรูปที่ 1.4 ดังนั้นนโยบายทางด้านการผลิตและใช้พลังงานภายในประเทศ รวมทั้งการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศจึงต้องมีการปรับเปลี่ยน ให้สอดรับกับจำนวนประชากร ความต้องการการใช้งานของประชากร โดยสรุปนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศไทย OECA/IEA ได้กล่าวไว้ว่า

- ประเทศไทยต้องเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็น 71 GW เป้าหมายในปี 2030 ด้วยการลดแหล่งวัตถุดิบจำพวกก๊าซธรรมชาติลง และนำเอาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากนิวเคลียร์มาใช้
- ประเทศไทยต้องเพิ่มการใช้พลังงานจำพวกพลังงานหมุนเวียนให้แก่ผู้บริโภคสุดท้าย เป็นสัดส่วนร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานทั้งหมด เป้าหมายในปี 2021 โดยเพิ่มการใช้พลังงานจากชีวภาพเหลว ได้แก่ เอทานอล เพิ่มการใช้งานเป็น 9 ล้านลิตรต่อวัน และ ไบโอดีเซลเพิ่มการใช้งานเป็น 5.97 ล้านลิตรต่อวัน
- ประเทศไทยต้องลดการใช้พลังงานร้อยละ 25 ภายในปี 2030 เมื่อเทียบกับการใช้งานในปี 2005
- ประเทศไทยต้องเพิ่มปริมาณการเก็บน้ำมันสำรองเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งาน 45 วันและต้องเพิ่มเป็น 90 วันในระยะยาว



รูปที่ 1.4 การใช้พลังงานในกลุ่มประเทศอาเซียน

จะเห็นได้ว่านโยบายดังกล่าวนี้มีการสนับสนุนให้เพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนจำพวกเอทานอลขึ้นสูงถึง 9 ล้านลิตรต่อวัน แต่ในสถานการณ์ปัจจุบัน ปี 2558 ประเทศไทยมีการผลิตและใช้งาน เอทานอล เพียง 3.6 ล้านลิตรต่อวัน เท่านั้น การเพิ่มปริมาณผลิตจึงเป็นเป้าหมายหลักเพื่อรองรับนโยบายทางด้านพลังงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลในประเทศไทย ได้แก่ น้ำอ้อย กากน้ำตาล และ มันสำปะหลัง และในปัจจุบันรัฐบาลได้อนุมัติให้มีโรงงานผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นปริมาณหลายโรง หากแต่ปัญหาสำคัญในการผลิตเอทานอลยังคงต้องศึกษาและหาทางแก้ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบต่างๆ ไม่เพียงพอต่อการผลิต เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจำพวก อ้อย กากน้ำตาล และ มันสำปะหลัง นั้นสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลังในการผลิตอาหารคนและสัตว์ เช่น อ้อยนำไปผลิตน้ำตาล (ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลรายใหญ่รายหนึ่งของโลก) กากน้ำตาลนำไปผลิตเป็นสารปรุงแต่งอาหารมนุษย์ และ ผลิตอาหารสัตว์ อีกทั้งมันสำปะหลังสามารถนำไปผลิตเป็นแป้ง เพื่อให้มนุษย์บริโภค การตัดสินใจของเกษตรกรผู้ผลิตอ้อย น้ำตาล และมันสำปะหลังในการขายผลิตภัณฑ์ของตนเองให้แก่ผู้ผลิตอาหาร หรือ ผู้ผลิตเอทานอล จึงอยู่ที่ราคา ความพึงพอใจ และความสะดวกสบาย ไม่สามารถควบคุมได้ อีกทั้งพื้นที่ในการเกษตรกรที่คาดการณ์ว่าจะเป็นพื้นที่ในการเพาะปลูก อ้อย และ มันสำปะหลัง ยังคงไม่ได้ทำการเพาะปลูกอย่างเต็มพื้นที่ โรงงานผลิตเอทานอลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ยังคงต้องพิจารณากล่าวคือโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ผลิตเอทานอลมีบางโรงงานยังไม่ได้เริ่มผลิตเอทานอล

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประเมินค่าที่เหมาะสมของปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อย และ มันสำปะหลัง โดยคำนึงถึงขอบเขตเรื่อง วัตถุดิบ โรงงานผลิต ราคาขายและต้นทุนการผลิตของน้ำตาล แป้ง เอทานอล และ กำไรจากการผลิตและขายเอทานอล ผลจากการศึกษาผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ และ ผู้วางนโยบายทางด้านพลังงาน สามารถนำเอาไปใช้เป็นแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกรเลือกปลูกพืช เลือกขาย โรงงานอุตสาหกรรมสามารถตัดสินใจผลิตเอทานอล อีกทั้ง เป็นการตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานรวมของประเทศ

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาความต้องการผลิตเอทานอล 9 ล้านลิตรต่อวัน

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1. แบ่งพื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบเพื่อผลิตอาหารและด้านพลังงาน ออกเป็นอย่างละ 50% ของพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด
2. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลมากที่สุด คือ กากน้ำตาล
3. มูลค่าของวัตถุดิบจากอ้อยและมันสำปะหลังมีมูลค่าของวัตถุดิบที่เท่ากัน
4. ปริมาณการผลิตน้ำตาลจากอ้อย มีปริมาณมากกว่าเท่ากับ 10 ล้านตัน เพื่อต้องการเป็นประเทศส่งออกน้ำตาลลำดับต้นๆ ของโลก

1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1. สร้างความสมดุลของสินค้าทางการเกษตรและเอทานอล (Ethanol) ในด้านอุประสงค์ (Demand) และ อุปทาน (Supply)
2. เป็นข้อมูลในการกำหนดแผนพัฒนาพลังงานทดแทนในอนาคต และเศรษฐกิจของประเทศทั้งการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเพื่อลดดุลทางการค้า
3. ยกระดับราคาพืชผลทางการเกษตรให้เกษตรกรส่งเข้าโรงงานเอทานอล เพื่อช่วยกระจายการลงทุนการจ้างงานสู่ชนบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ ได้จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสารทางวิชาการ เอกสารที่น่าเชื่อถือ และเอกสารของทางราชการ

2. ปริมาณการใช้พลังงานที่ทำการศึกษาเป็นการใช้งานพลังงานของประเทศไทย จากปี พ.ศ. 2549 ถึง ปี พ.ศ. 2558

3. การประเมินค่าทางคณิตศาสตร์สามารถใช้งานในการคาดการณ์ปริมาณการผลิตและใช้งานพลังงานในอนาคต ตามนโยบายทางด้านพลังงาน

4. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองและประเมินค่าทางคณิตศาสตร์

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีขั้นตอนของการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย กำหนดจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
3. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลพร้อมทั้งศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการเขียนแบบจำลองและเขียนลงซอฟแวร์
4. นำผลการทดลองวิจัยจากซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) มาวิเคราะห์
5. บทสรุปของงานวิจัยภายใต้วัตถุประสงค์ และกำหนดข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับงานวิจัย

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยและสรุปการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากการศึกษาวารสารในประเทศ วารสารต่างประเทศ วิทยานิพนธ์ และตำราต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับปัจจัยต่างๆของเอทานอลและที่มา เพื่อเป็นการจัดการเอทานอล การจัดสรรวัตถุดิบและตอบสนองความต้องการอย่างสูงสุด โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประเมินหาค่าที่เหมาะสม โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำแนกได้หลายประเภท สามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม

1. แบบจำลองเฉพาะ (Specific Model)
2. แบบจำลองทางสถิติ (Statistical Model)
3. แบบจำลองเพื่อหาทางเลือกหรือการหาค่าความเหมาะสม (Optimization Model)
4. แบบจำลองด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Model)
5. แบบจำลองแบบผสมผสาน (Mixed Model)

ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นไปตามลักษณะของแบบจำลองเพื่อหาทางเลือกหรือการหาค่าความเหมาะสม (Optimization Model) โดยใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithm) คือ กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ใช้เพื่อวิเคราะห์หาคำตอบที่ดีที่สุด สามารถกระทำได้ด้วยวิธีเชิงกราฟ , วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ , โปรแกรมกระดาษคำนวณ (Spreadsheet) โดยเรียก ใช้ฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือซอฟแวร์ (Software) อื่นๆ ซึ่งในประเมินค่าทางคณิตศาสตร์มีส่วนประกอบการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์หลักๆ มีดังนี้

1. ตัวแปรออกแบบ (design variable) หมายถึง ตัวแปรที่เป็นคำตอบของการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดซึ่งตัวแปรออกแบบจะถูกกำหนดเพื่อใช้อธิบายลักษณะของระบบอย่างชัดเจน

2. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) คือฟังก์ชันที่เราต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด โดยเราจะต้องทำการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่ติดอยู่ในรูปของตัวแปรออกแบบเพื่อที่จะทำการหาค่าของตัวแปรที่เป็นจุด maximum หรือ minimum ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้น

3. เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraints) ของ objective function

โดยหลักการทำ optimization เป็นขบวนการที่จะทำให้ได้รับผลในเชิงปริมาณ (quantity) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนหรือค่าของตัวเลขของปัญหาที่กำหนดดังนั้นปัญหาที่นำมาเลือกใช้ในการทำ optimization จะอยู่ในรูปของ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุดประสงค์ของการทำ optimization คือเพื่อต้องการหาค่าสูงสุด (maximum) หรือค่าต่ำสุด (minimum) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่กำหนด (objective function) และการหาค่าของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์บางครั้งอาจจะมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆที่เรียกว่าข้อจำกัด (constraints) ไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสิ่งที่สำคัญสำหรับการทำ optimization คือการกำหนด objective function และการกำหนด constraints เพื่อใช้ในการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของ objective function ดังนั้นในงานวิจัยนี้เป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดภายใต้วัตถุประสงค์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือ ซอฟแวร์ (Software) เช่น General Algebraic Modeling System (GAMS) โดยที่ผู้วิจัยได้เลือกมาเพื่อประเมินการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดทางคณิตศาสตร์ (Optimization model)

2.3 ระบบทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเส้น

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเทคนิคที่รู้จักกันแพร่หลายและเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ในหลายๆด้าน นักบริหาร วิศวกรหรือนักวิทยาศาสตร์ในหลายๆ หน่วยงานได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยหรือทรัพยากร (allocating resource) โดยที่ปัจจัยหรือทรัพยากรมีความหมายรวมถึงวัตถุดิบ กำลังคน เวลา สถานที่ เงินตรา หรือความรู้ความสามารถต่างๆ ปัญหาการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรเกิดขึ้นเมื่อเราต้องการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดทั้งขนาด ปริมาณ และขอบเขตของการใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โปรแกรมเชิงเส้นเป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เป็นแบบเชิงเส้น โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด)optimal) จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำปัญหามาจัดให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น โดยให้ปัญหาดังกล่าวเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) ซึ่งยังมีข้อจำกัดหรือปัจจัยต่างๆ (constraints) เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือสมการเป้าหมาย โดยจัดสมกาหรืออสมการต่างๆ เป็นแบบเชิงเส้นภายใต้ตัวแปรอออกแบบ (design variable) ตัวแปรต่างๆ จะเป็นตัวแทนจำนวนปริมาณหรือค่าของปัจจัยที่มีอยู่จำกัดโดยการกำหนดของสมการหรืออสมการในขอบข่ายของปัญหา และคำตอบทั้งหมดของสมการแสดงขอบข่าย คำตอบใดเป็นคำตอบที่ดีที่สุด นั่นคือคำตอบนั้นจะทำให้สมการกำหนดเป้าหมายมีค่าที่ดีที่สุด ขั้นตอนการดำเนินของโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) มี 2 ส่วนหลักๆ คือ

1. การจัดรูปแบบแทนระบบของปัญหา ซึ่งจะประกอบด้วย สมการเป้าหมาย, สมการข้อจำกัดเงื่อนไขต่างๆ (Model Formulation)

2. การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Solution)

2.3.1 การจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Formulation)

ในการจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา เราต้องทำความเข้าใจและศึกษาปัญหาอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังต้องสามารถระบุสิ่งต่อไปนี้ในปัญหา 1. ตัวแปรตัดสินใจ หรือเรียกสั้นๆ ว่า ตัวแปรออกแบบ (design variable) ซึ่งคือตัวแปรที่สำหรับใส่เข้าไปในระบบ และเป็นตัวแปรที่เราสามารถจะควบคุมได้ ตัวแปรนี้เป็นสิ่งสำคัญที่เราจะป้อนเข้าไปในระบบเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างเช่น จำนวนสินค้าที่จะผลิตซึ่งเป็นตัวแปรที่เราควบคุมได้ 2. พารามิเตอร์เป็นค่าในระบบที่เราไม่สามารถควบคุมได้ ตัวอย่าง เช่น ราคาสินค้าซึ่งขึ้นอยู่กับกลไกตลาด 3. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) คือ สมการแสดงความสัมพันธ์ต่างๆ เพื่อให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์สูงสุดหรือต่ำสุด 4. ข้อจำกัด (constraints) ซึ่งแสดงข้อจำกัดต่างๆของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการหรืออสมการ แต่โปรแกรมเชิงเส้นก็ต่อเมื่อมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ 1. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะต้องเป็นเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้น นั่นคือ ตัวแปรทุกตัวจะต้องมีกำลังเป็น 1 เท่านั้น นอกจากนี้จะต้องเขียนอยู่ในรูปของ การบวกและการลบของตัวแปรต่างๆ เท่านั้น ตัวอย่างเช่น $2x + y$ เป็นเชิงเส้น เพราะตัวแปร x และ y มีกำลังเท่ากับ 1 และตัวแปรอยู่ในรูปของผลบวก แต่ $3xy$ ไม่เป็นเชิงเส้นเนื่องจากตัวแปรอยู่ในรูปของผลคูณของตัวแปร x และ y 2. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะต้องระบุว่าต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะต้องแสดงถึงจุดประสงค์ในการตัดสินใจ เช่น การหากำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายต่ำสุด ดังนั้นรูปแบบมาตรฐาน สามารถเขียนได้ดังนี้

Objective function

Maximize or Minimize

$$z = \sum_{i=1}^{n} c_i x_i \tag{2.1}$$

Constraints

(Subject to)

$$\sum_{i,j=1}^{n} a_{ij} x_j \geq b_j \tag{2.2}$$

$$x_j \geq 0$$

ตัวอย่างของการจัดปัญหาให้อยู่ในรูปของสมสาร เช่น โรงงานแห่งหนึ่งมีเครื่องจักรชนิดต่างๆ ซึ่งสามารถใช้ในการผลิตสินค้าชนิดต่างๆ ได้ อย่างไรก็ตามเครื่องจักรแต่ละชนิดมีขีดจำกัดไม่เท่ากัน และเครื่องจักรแต่ละชนิดสามารถผลิตสินค้าได้เพียงบางชนิดเท่านั้น โรงงานแห่งนี้ควรจะผลิตของแต่ละชนิดเป็นจำนวนเท่าใดเพื่อให้มีรายได้สูงสุด โดยที่เครื่องจักรแต่ละชนิดไม่ทำงานเกินกำลัง อย่างเช่นโรงงานแห่งหนึ่งมีเครื่องจักรอยู่ 3 ประเภท เครื่องกลึง เครื่องตัดและ เครื่องเจาะ ซึ่งใช้ในการผลิตสินค้า 3 ชนิด ในตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้เครื่องจักรต่างๆ ผลิตสินค้าแต่ละชนิด ขีดจำกัดของการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละวัน โรงงานควรผลิตสินค้าแต่ละชนิดเป็นจำนวนเท่าใดจึงจะมีรายได้สูงสุด

ขั้นตอนแรกคือการกำหนดตัวแปรออกแบบ (design variable) ในตัวอย่าง เรากำหนด x_1, x_2, x_3 เป็นการผลิตสินค้าชนิดที่ 1,2,3 ตามลำดับ จากนั้นกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ในที่นี้คือ โรงงานควรผลิตสินค้าแต่ละชนิดเป็นจำนวนเท่าใดจึงจะมีรายได้สูงสุด แสดงว่าการหายอดขายสูงสุด เขียนเป็นสมการได้ $6,500x_1 + 4,000x_2 + 3,000x_2$ และจะมีปัจจัยต่างๆ มาเป็นตัวกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ นั้นคือ ข้อจำกัด (Constraints) โดยจะมีอยู่ 3 สมการ ดังนี้

$$2x_1 + x_2 + x_3 \leq 15 \tag{2.3}$$

$$3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 20 \tag{2.4}$$

$$1x_1 + 3x_2 + 1x_3 \leq 18 \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้เครื่องจักรต่างๆ ผลิตสินค้าแต่ละชนิด ขีดจำกัดของการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละวัน และรายได้ของการขายสินค้า

	เครื่องกลึง	เครื่องตัด	เครื่องเจาะ	ราคาที่ขายได้
สินค้าชนิดที่ 1	2	3	1	6500
สินค้าชนิดที่ 2	1	1	3	4000
สินค้าชนิดที่ 3	1	2	1	3000
ขีดจำกัดการทำงานของเครื่องจักร	15	20	18	

2.3.2 การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Solution)

หลังจากสร้างรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นสามารถทำได้หลายวิธีในที่นี้จะกล่าวถึง วิธีกราฟ, วิธีการของ simplex (วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์), โปรแกรมกระดาษคำนวณ (Spreadsheet) โดยเรียก ใช้ฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel โดยมากระบบของปัญหาทางการโปรแกรมเชิงเส้น จะมีตัวแปรซึ่งเป็นองค์ประกอบของระบบจำนวนมากซึ่งมีซับซ้อนมาก การหาผลลัพธ์จึงมักจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น เช่น Lindo, LPSolver, GAMS

2.3.2.1 วิธีกราฟ (Graphical Method)

สำหรับปัญหาที่มีเพียง 2 ตัวแปร วิธีกราฟเป็นวิธีง่ายๆ ซึ่งสามารถจะหาคำตอบ วิธีกราฟ (Graphical Method) วิธีกราฟนี้เป็นวิธีที่เข้าใจได้ง่ายสำหรับปัญหาที่มี 1 หรือ 2 ตัวแปร ตัวอย่างการพิจารณาโปรแกรมเชิงเส้น

Maximize or Minimize $z = 2x + y$ (2.6)

Constraints $2x + 3y \leq 18$ (2.7)

$x + y \leq 7$ (2.8)

$x \geq 0, y \geq 0$ (2.9)

นำ Constraints มา plot กราฟ เพื่อลากเส้นเป็นเส้นตรง ที่แสดงในรูปที่ 2.1 แล้วแสดงพื้นที่ของแต่ละ Constraints ที่แสดงในรูปที่ 2.2 เพื่อหา Feasible Region จะสังเกตได้ว่าจะมีจุด Feasible Point บริเวณขอบนอก ของ Feasible Region ทั้งหมด ที่แสดงในรูปที่ 2.3 หลังจากนั้นนำความชันของ objective function มาวาด ลากขึ้น (Move up) และลากลง (Move down) ให้ขนานกันทั้งขึ้นและลง ที่แสดงในรูปที่ 2.4 เพื่อหาคำตอบของ objective function ที่เป็นค่าสูงสุด (Maximize) และค่าต่ำสุด (Minimize) ลำดับสุดท้ายนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยจาก Feasible Point มีทั้งหมด 4 จุด คือ จุด 1, 2, 3 และ4 มีพิกัด (0,0), (0,6), (3,4) และ(7,0) ตามลำดับ เส้นความชันถ้าลางลง (Move down) จะตัด Feasible Point จุดแรก ที่จุดที่ 2 มีพิกัด (0,6) ทำให้ได้ค่าคำตอบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

objective function คือ 6 ต่อมาลากลงไปเรื่อยๆ ไปตัดกับ Feasible Point จุดสุดท้าย ที่พิกัด (0,0) ทำให้ค่าคำตอบของ objective function คือ 0 เมื่อลากลงจนสิ้นสุดขอบเขตของ Feasible Region แล้วนั้น ในทางตรงกันข้าม ลากขึ้น (Move up) และจุดแรกที่ลากขึ้นไปตัดกับ Feasible Point คือ จุดที่ 3 มีพิกัด (3,4) ทำให้ได้ค่าคำตอบของ objective function คือ 10 ลากไปจนสิ้นสุดขอบเขตของ Feasible Region เช่นเดียวกับ ลากลง โดยจุดสุดท้ายที่ตัดกับ Feasible Point คือจุด 4 ทำให้ได้ค่าคำตอบของ objective function คือ 14

ดังนั้นค่าคำตอบสูงสุดของ objective function คือ 14 โดยคำตอบของตัวแปร x=7 และ y=0 ส่วนค่าคำตอบต่ำสุดของ objective function คือ 0 โดยคำตอบของตัวแปร x=0 และ y=0

2.3.2.2 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้น โดยโปรแกรมกระดาษคำนวณ (Spreadsheet) โดยเรียก ใช้ฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel

การแก้ปัญหาในงานวิจัยหรือการแก้ปัญหาในกิจกรรมต่างๆหลายๆอย่าง จะมีข้อกำจัดอยู่มากมาย ซึ่งเมื่อตัวแปรต่างๆเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นให้ต้องมีเครื่องมือเพื่อมาช่วยในการแก้ไขปัญหา เนื่องจากการวาดกราฟ อาจจะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด สะดวกแต่ใช้ได้สำหรับปัญหาที่ไม่ซับซ้อนมาก ตัวแปรไม่เกินสามตัวแปร

เนื่องจาก Solver เป็นฟังก์ชั่นที่ต้อง Add-Ins ตัวหนึ่งที่อยู่ใน Microsoft Excel ทำหน้าที่เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ดีที่สุด (Optimization) จากข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่มีอยู่ ในส่วนของงานวิจัย ดังนั้นเราจึงต้องสั่งการให้เรียกเครื่องมือ Solver ขึ้นมา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม Microsoft Excel แล้วคลิกเมนู File > Option > ได้หน้าต่าง Excel Option > เลือก Add-Ins > คลิกปุ่ม Go... ที่แสดงในรูปที่ 2.5
2. คลิกให้มีเครื่องหมายถูกหน้า Solver Add-in >คลิก OK ที่แสดงดังรูปที่ 2.6
3. ที่เมนู Data ของ Microsoft Excel จะมีเครื่องมือ Solver ปรากฏขึ้นมาตามรูป ที่แสดงในรูปที่ 2.7

ตัวอย่างในการแก้ปัญหาโดยใช้ solver ใน Microsoft Excel

สมมุติ มีบริษัทรับเหมาเจ้าหนึ่งต้องการได้กำไรสูงสุดจากการก่อสร้างอาคารพาณิชย์แล้วขาย โดยอาคารพาณิชย์มี 2 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 ถ้าขายทำให้ได้กำไรต่อหลัง 2 บาท และรูปแบบที่ 2 ถ้าขายทำให้ได้กำไรต่อหลัง 1 บาท แต่การก่อสร้างนั้นมีพื้นที่ 18 ตารางเมตร โดยอาคารพาณิชย์รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 2 ตารางเมตร 3 ตารางเมตร ตามลำดับ และในการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ ทั้ง 2 รูปแบบใช้หน้ากว้าง 1 เมตรต่อหลังในการสร้าง ดังนั้นบริษัทรับเหมาเจ้านี้ควรสร้างอาคารพาณิชย์ รูปแบบละกี่หลัง เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดจากการขาย

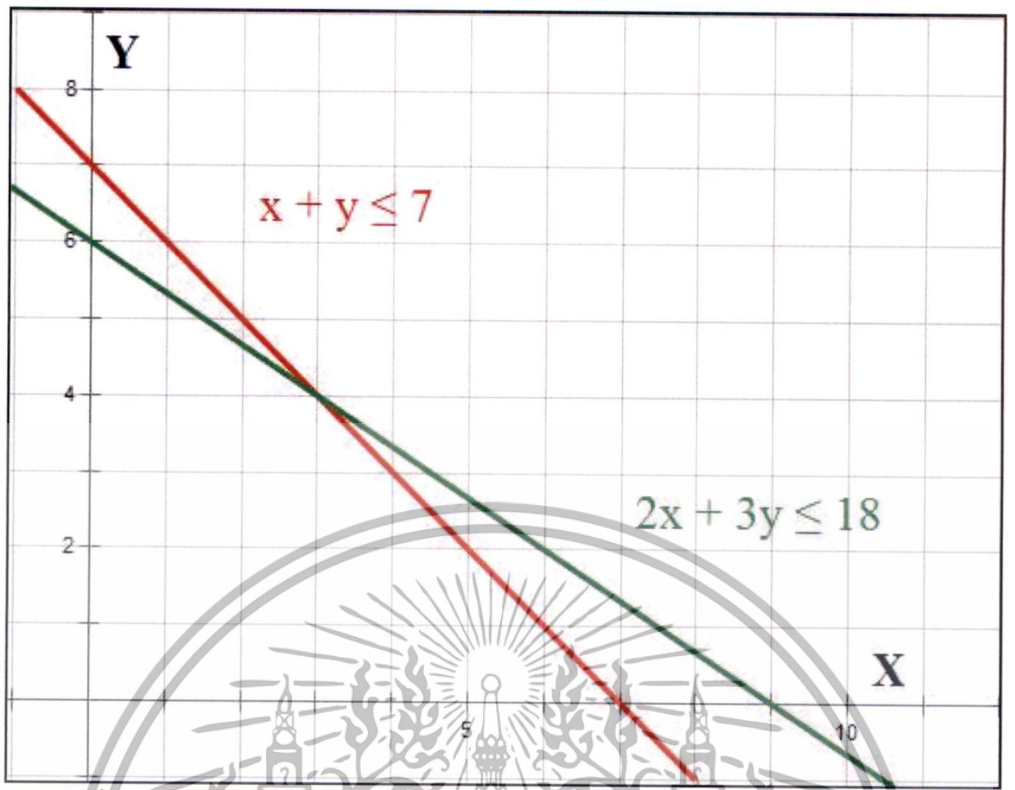
จากตัวอย่าง นำปัญหามาเขียนให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ภายใต้ตัวแปรออกแบบ และมี constraints กำกับข้อจัดของ objective function โดยจะเขียนตัวแปรแทนอาคารพาณิชย์ทั้ง 2 รูปแบบ ได้ดังนี้

x อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 1

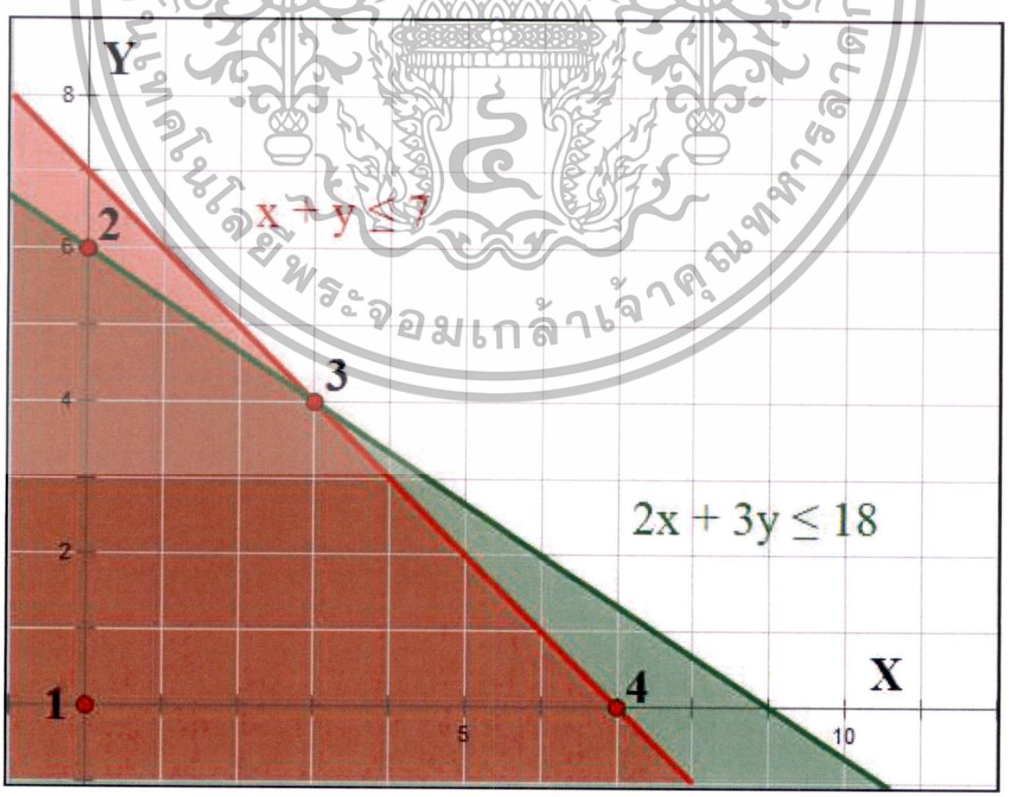
y อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 2

จากนั้นนำปัญหามาเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้ง constraints และ objective function โดยในตัวอย่างเรามี constraints 2 สมการ คือ เรื่องของพื้นที่ในการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ และหน้ากว้างของอาคารพาณิชย์ในการก่อสร้างเช่นกัน ส่วน objective function คือการหากำไรสูงสุดจากการขายอาคารพาณิชย์ เขียนแทนรูปของสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

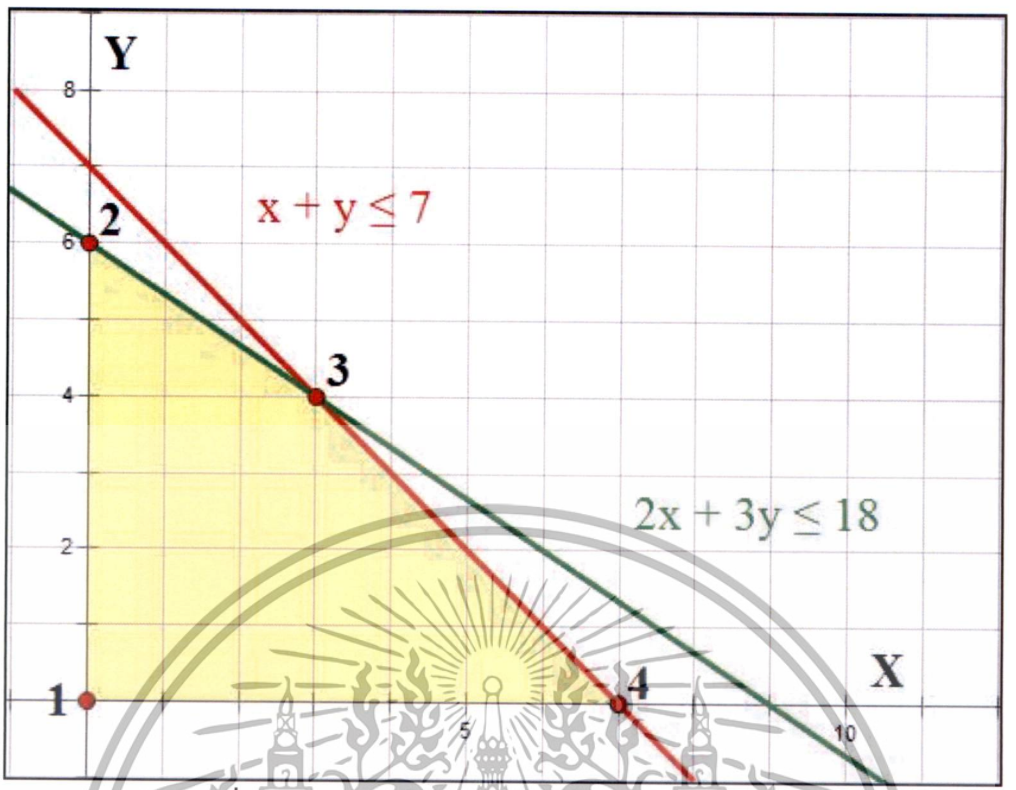


รูปที่ 2.1 แสดงการ plot กราฟตามสมการ ตัวอย่างการแก้ปัญหาโดยวิธีเชิงกราฟ

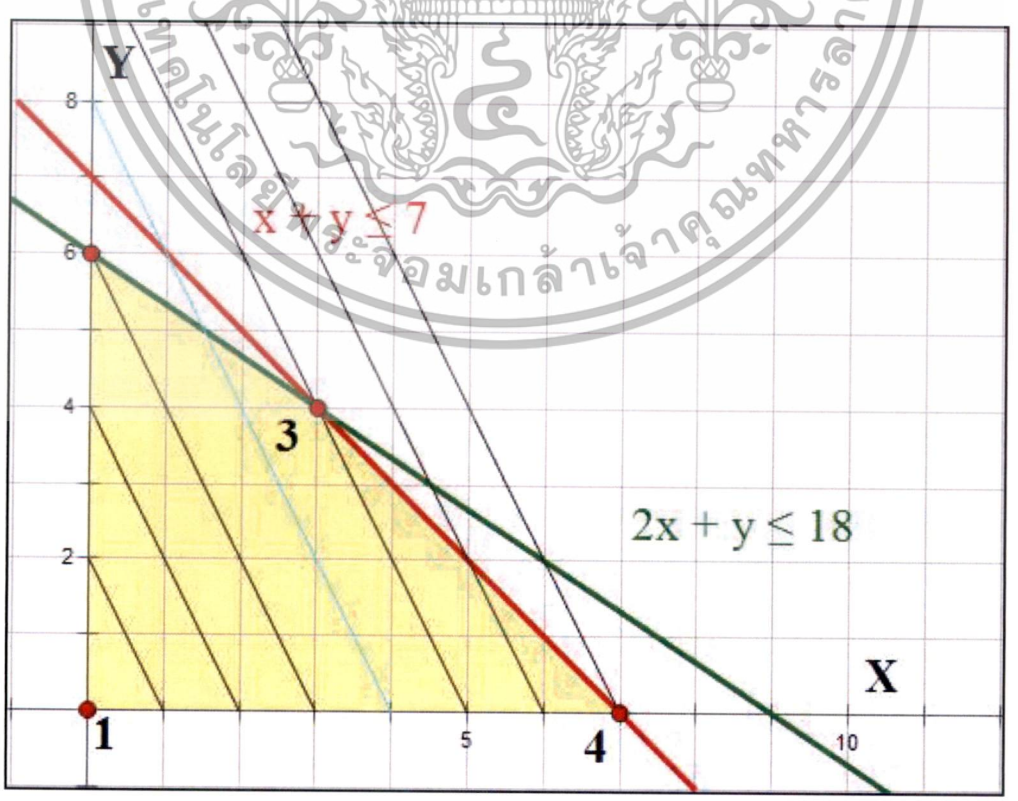


รูปที่ 2.2 แสดงขอบเขตของพื้นที่ของข้อจำกัด (Constraints)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



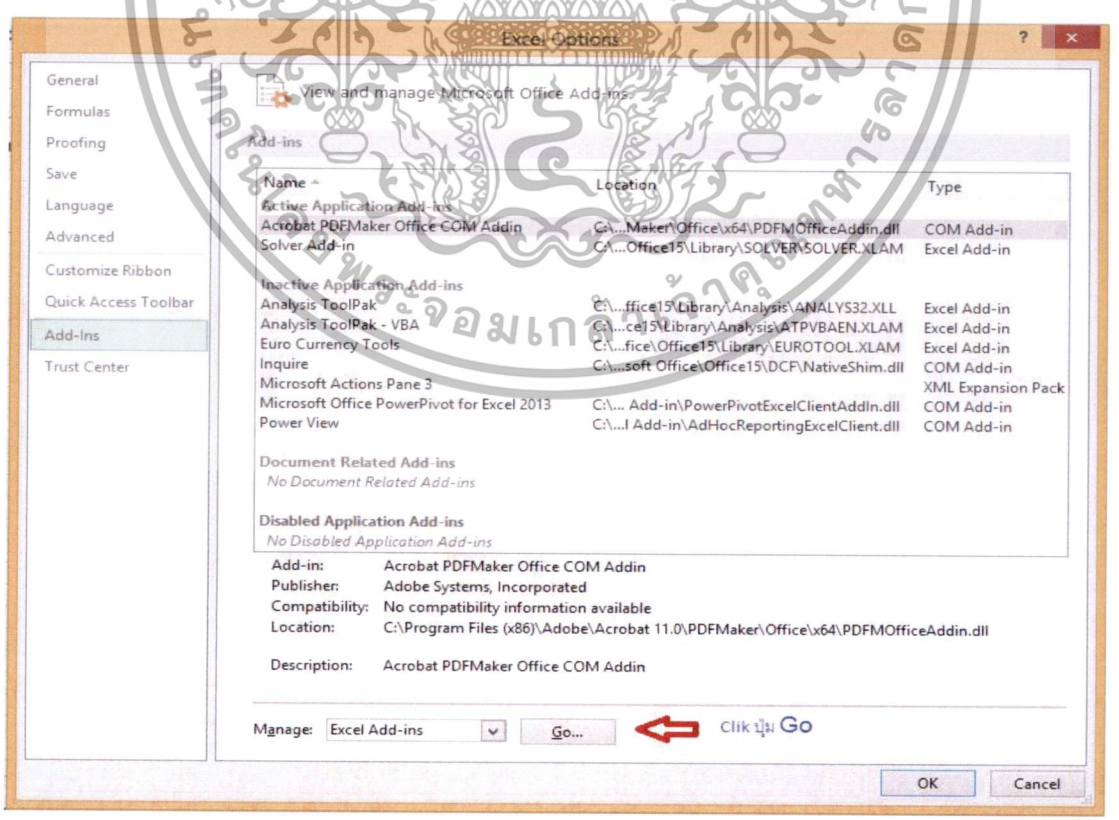
รูปที่ 2.3 แสดง Feasible Region และ Feasible Point



รูปที่ 2.4 แสดงการลากขึ้นและลง ตามความชันของ objective function

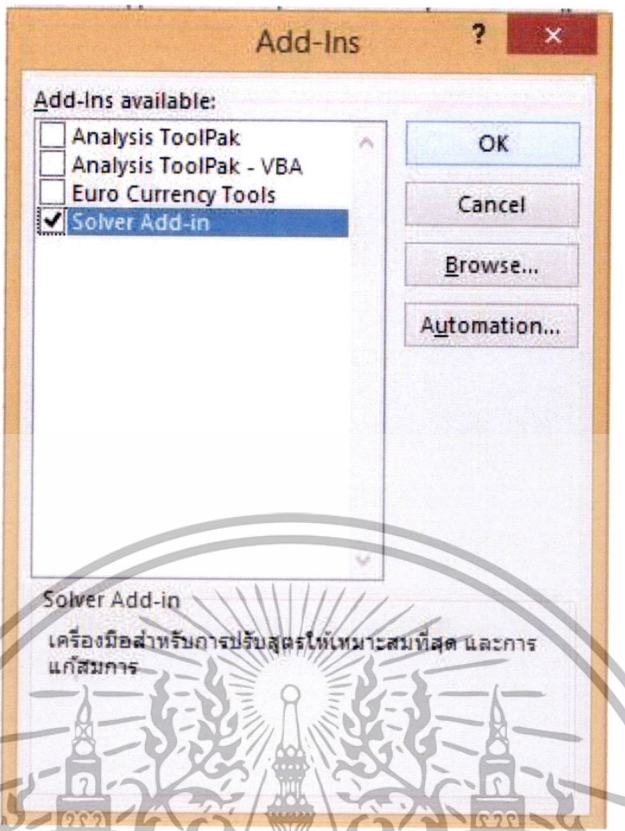
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการเพิ่มฟังก์ชัน Solver ลงใน Microsoft Excel

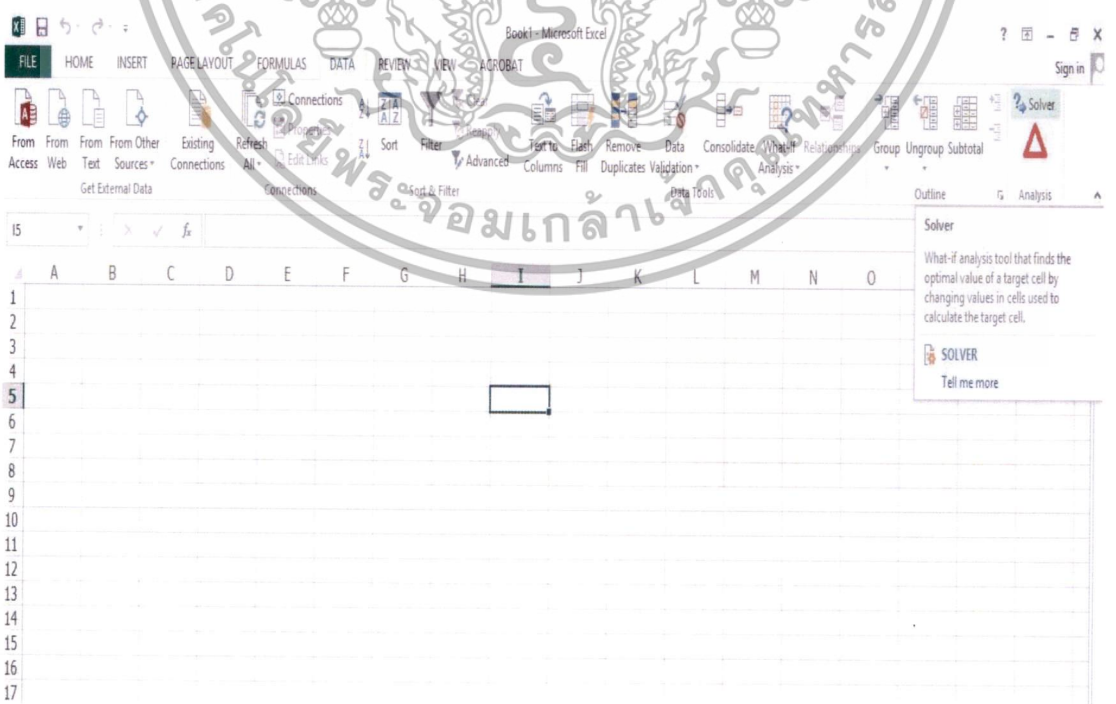


รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการเพิ่มฟังก์ชัน Solver ลงใน Microsoft Exce

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการยืนยันฟังก์ชัน Solver



รูปที่ 2.7 แสดงเครื่องมือ Solver

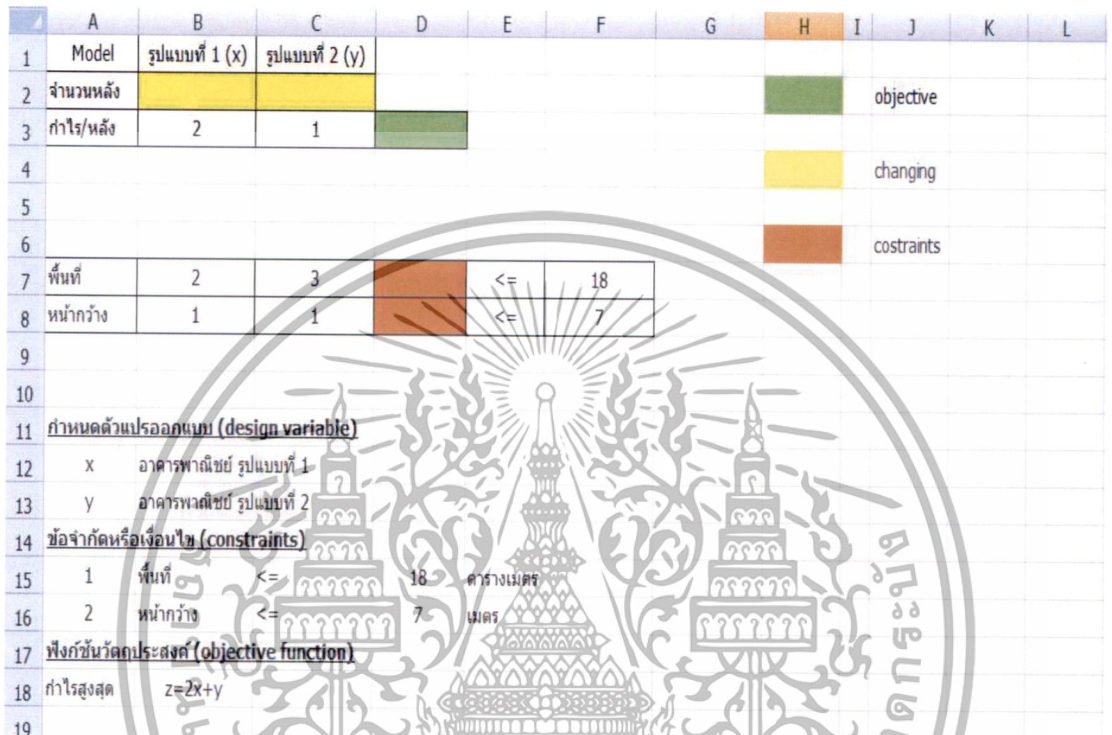
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

objective function (Max) $z = 2x + y$

constraint 1 $2x + 3y \leq 18$

constraint 2 $x + y \leq 7$

ต่อจากนั้น เริ่มต้นด้วยการสร้างตาราง แล้วป้อนข้อมูลต่างๆ ลงในโปรแกรมใน Microsoft Excel ที่แสดงในรูปที่ 2.8

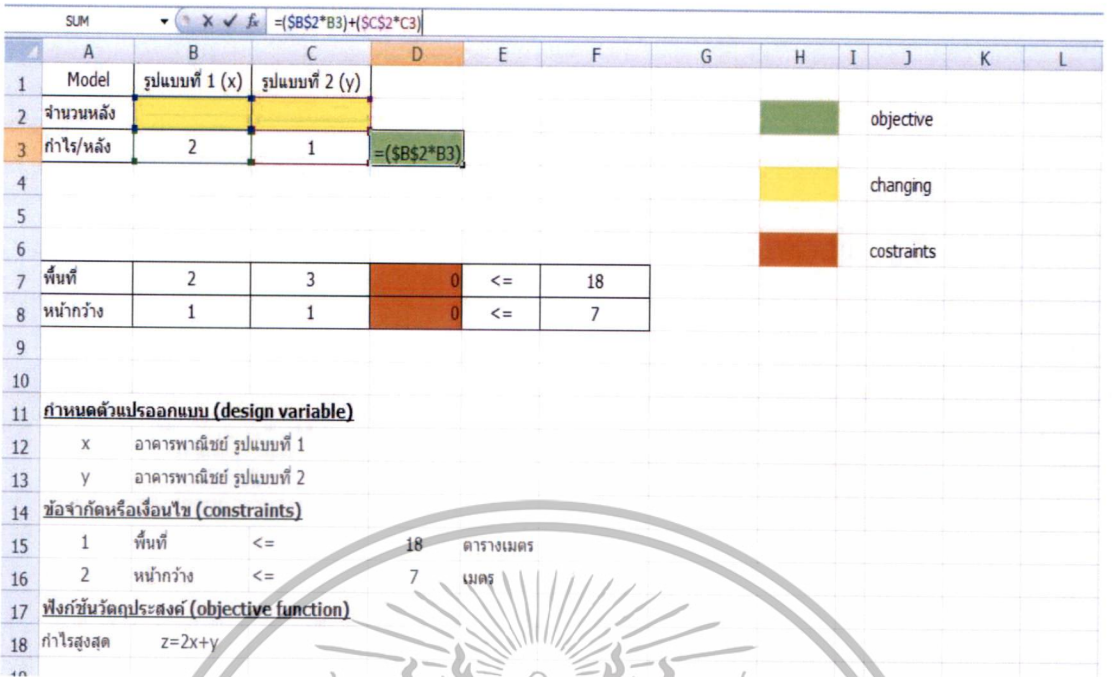


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Model	รูปแบบที่ 1 (x)	รูปแบบที่ 2 (y)									
2	จำนวนหลัง									objective		
3	กำไร/หลัง	2	1									
4										changing		
5												
6										costraints		
7	พื้นที่	2	3		<=	18						
8	หน้ากว้าง	1	1		<=	7						
9												
10												
11	กำหนดตัวแปรออกแบบ (design variable)											
12	x	อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 1										
13	y	อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 2										
14	ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints)											
15	1	พื้นที่	<=	18	ตารางเมตร							
16	2	หน้ากว้าง	<=	7	เมตร							
17	ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)											
18	กำไรสูงสุด	z=2x+y										
19												

รูปที่ 2.8 แสดงการป้อนข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft Excel

เมื่อป้อนข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft Excel เรียบร้อยแล้ว เริ่มต้นโดยการพิมพ์สูตร =(B2*B3)+(C2*C3) ลงใน cell ของ objective (cell D3) จากนั้นทำการ copy สูตร ใน cell D3 มาวางที่ cell D7 และ D8 จะได้ =(B2*B7)+(C2*C7) และ =(B2*B8)+(C2*C8) ตามลำดับ ที่แสดงในรูปที่ 2.9 ต่อมาเราจะใช้ solver ผลลัพธ์ออกมาให้ ดังนั้นให้ไปที่เมนู Data > Solver แล้วทำการกำหนด กำหนด objective cell ในที่คือ cell D3 ซึ่งต้องระบุด้วยว่าจะหาค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด ในที่นี้จะระบุเป็นค่าสูงสุด (Max) (หากำไรสูงสุดจากขายอาคารพาณิชย์) และ กำหนด changing variable cells ในที่นี้คือ cell B2 และ C2 ที่แสดงในรูปที่ 2.10 แล้วคลิกปุ่ม Add เพื่อเพิ่ม constraints ในที่นี้มี constraints 2 ข้อ ดังนั้นทำการแบบเดิมอีกรอบ ที่แสดงในรูปที่ 2.11 เมื่อครบเรียบร้อย คลิกปุ่ม Solve โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ออกมาใน cell ของ objective , changing และ constraints ที่แสดงในรูปที่ 2.12 แต่ผลลัพธ์ที่แสดงออกมานั้น มีค่าที่ติดลบ เพราะไม่ได้กำหนด design variable หรือ cell ของ changing ให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ($x \geq 0, y \geq 0$) ดังนั้นไป คลิกปุ่ม solve อีกรอบ เพื่อเพิ่ม constraints อีก ที่แสดงในรูปที่ 2.13 แล้วคลิกปุ่ม Solve อีกรอบ ทำให้แสดงผลลัพธ์ออกมา โดยค่าที่ได้เป็นค่าที่เป็นบวก ที่แสดงมนรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	A	B	C	D	E	F
1	Model	รูปแบบที่ 1 (x)	รูปแบบที่ 2 (y)			
2	จำนวนหลัง					
3	กำไร/หลัง	2	1	=(B2*B3)		
7	พื้นที่	2	3	0	<=	18
8	หน้ากว้าง	1	1	0	<=	7

objective
changing
costraints

กำหนดตัวแปรออกแบบ (design variable)

x อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 1
y อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 2

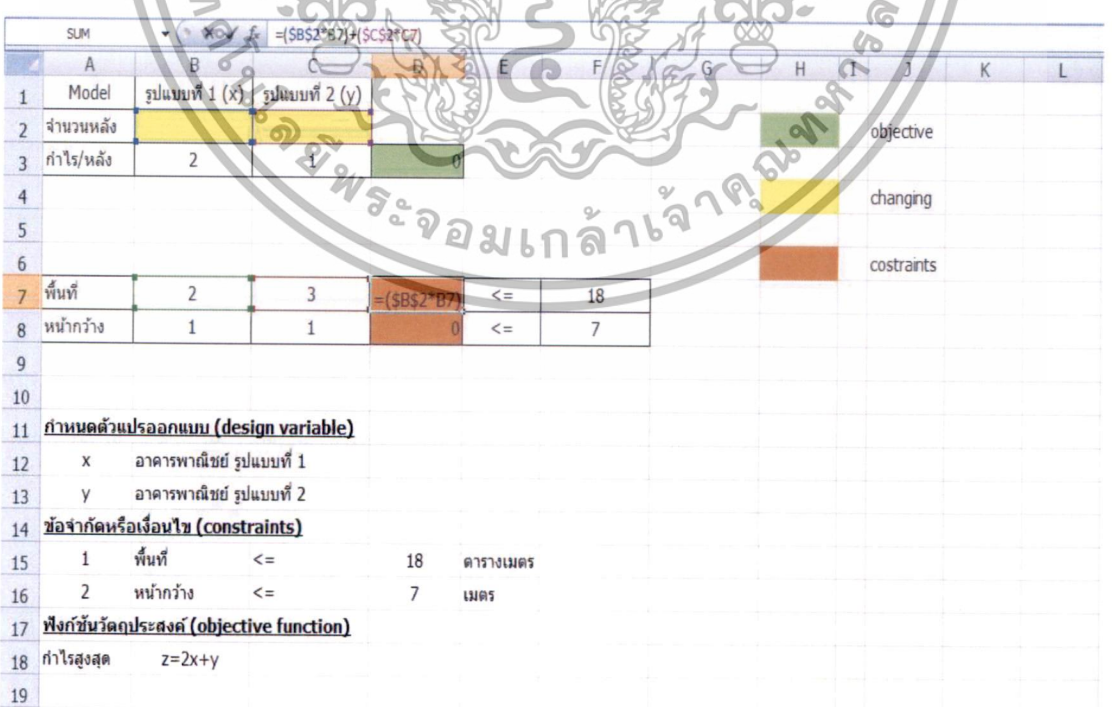
ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints)

1 พื้นที่ <= 18 ตารางเมตร
2 หน้ากว้าง <= 7 เมตร

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)

กำไรสูงสุด z=2x+y

รูปที่ 2.9 แสดงการใส่สูตรใน cell ของ objective และ constraints



	A	B	C	D	E	F
1	Model	รูปแบบที่ 1 (x)	รูปแบบที่ 2 (y)			
2	จำนวนหลัง					
3	กำไร/หลัง	2	1	0		
7	พื้นที่	2	3	=(B2*B7)	<=	18
8	หน้ากว้าง	1	1	0	<=	7

objective
changing
costraints

กำหนดตัวแปรออกแบบ (design variable)

x อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 1
y อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 2

ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints)

1 พื้นที่ <= 18 ตารางเมตร
2 หน้ากว้าง <= 7 เมตร

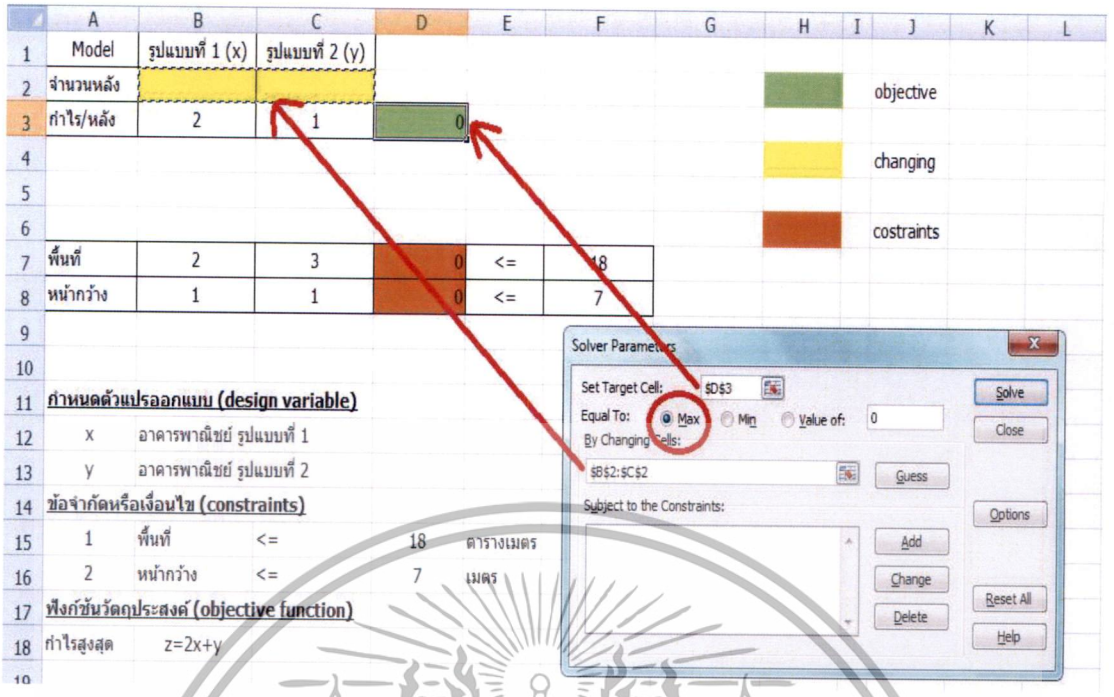
ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)

กำไรสูงสุด z=2x+y

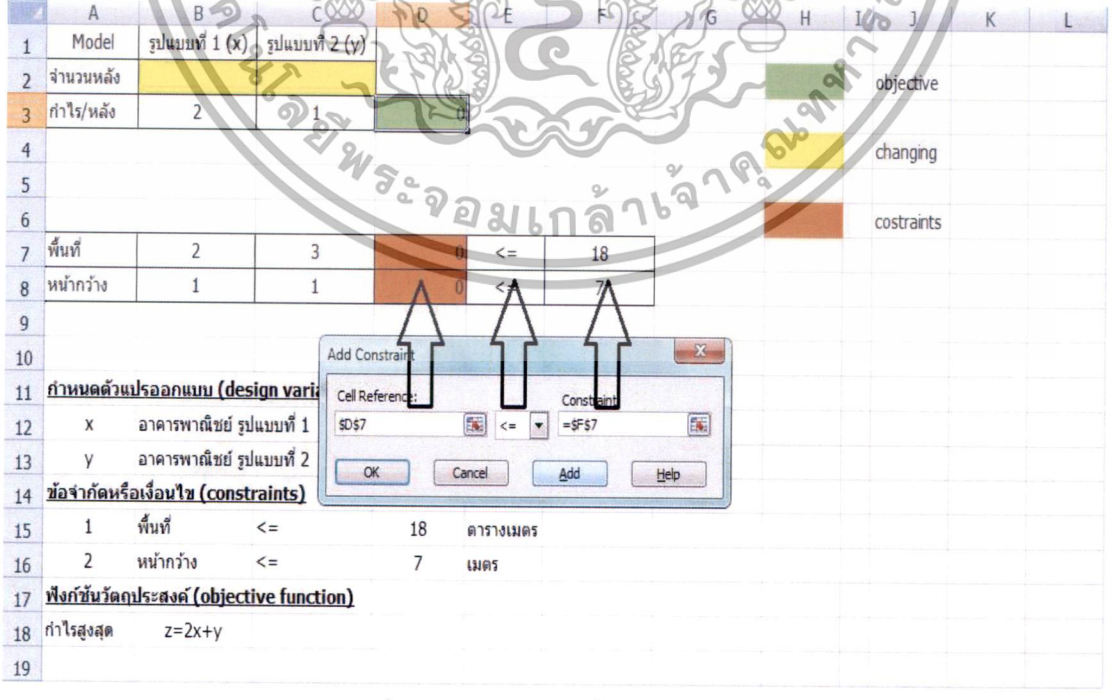
รูปที่ 2.9(ต่อ) แสดงการใส่สูตรใน cell ของ objective และ constraints

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 ใช้ solver ในการคำนวณผลลัพธ์ โดยป้อน objective และ changing



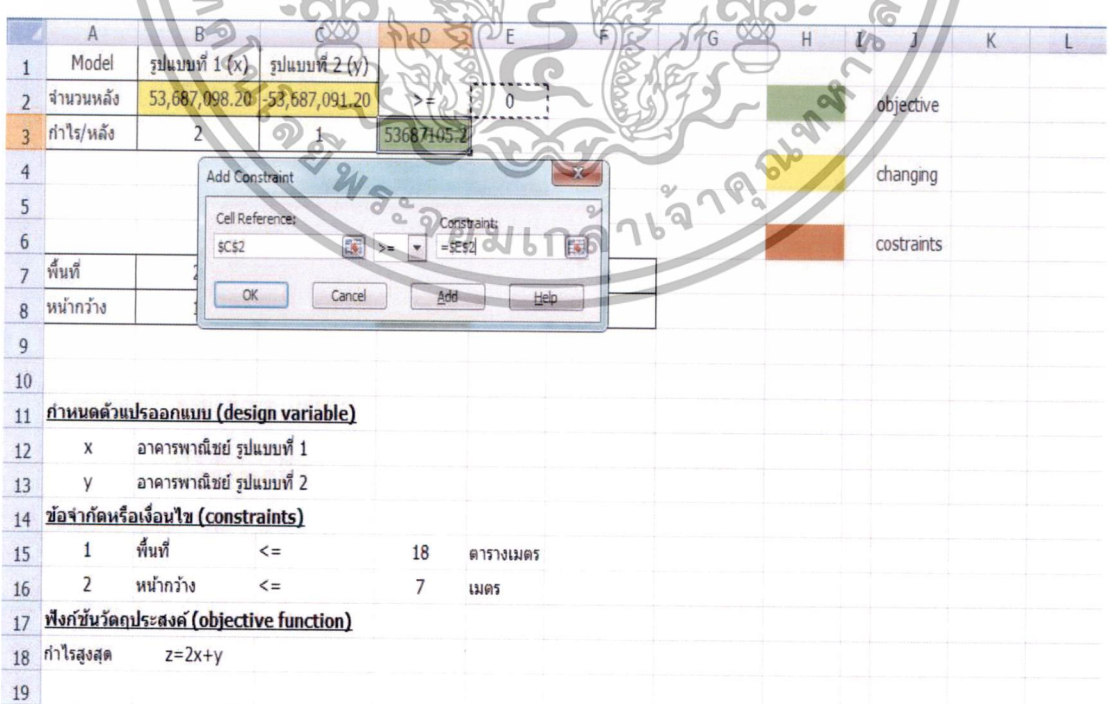
รูปที่ 2.11 แสดงการเพิ่ม constraints

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

144120

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Model	รูปแบบที่ 1 (x)	รูปแบบที่ 2 (y)									
2	จำนวนหลัง	53,687,098.20	-53,687,091.20							objective		
3	กำไร/หลัง	2	1	53687105.2								
4										changing		
5												
6										costraints		
7	พื้นที่	2	3	-53687077	<=	18						
8	หน้ากว้าง	1	1	7	<=	7						
9												
10												
11	**กำหนดตัวแปรออกแบบ (design variable)**											
12	x	อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 1										
13	y	อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 2										
14	**ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints)**											
15	1	พื้นที่	<=	18	ตารางเมตร							
16	2	หน้ากว้าง	<=	7	เมตร							
17	**ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)**											
18	กำไรสูงสุด	z=2x+y										

รูปที่ 2.12 แสดงผลลัพธ์จากการ solver



รูปที่ 2.13 ป้อนข้อมูลเพิ่มลงโปรแกรม Microsoft Excel และ เพิ่ม constraints

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Model	รูปแบบที่ 1 (x)	รูปแบบที่ 2 (y)									
2	จำนวนหลัง	7.00	-	>=	0					objective		
3	กำไร/หลัง	2	1	14								
4										changing		
5												
6										costraints		
7	พื้นที่	2	3	14	<=	18						
8	หน้ากว้าง	1	1	7	<=	7						
9												
10												
11	กำหนดตัวแปรออกแบบ (design variable)											
12	x	อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 1										
13	y	อาคารพาณิชย์ รูปแบบที่ 2										
14	ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints)											
15	1	พื้นที่	<=	18	ตารางเมตร							
16	2	หน้ากว้าง	<=	7	เมตร							
17	ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)											
18	กำไรสูงสุด	z=2x+y										

รูปที่ 2.14 แสดงผลลัพธ์จากการ solver หลังเพิ่ม constraints

2.3.2.3 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้น โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ หรือ วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method)

Simplex Method เป็นการแก้ปัญหาระบบสมการโดยการกระทำซ้ำๆ กัน เริ่มจากคำตอบมูลฐานเริ่มต้นที่เป็นไปได้ แล้วเปลี่ยนตัวแปรมูลฐานใหม่ครั้งละ 1 ตัว โดยพิจารณาจากตัวแปรที่ไม่เป็นมูลฐาน เรียกตัวแปรมูลฐานใหม่นี้ว่า ตัวแปรมูลฐานเข้า (Entering Basic Variable) สำหรับตัวแปรมูลฐานเดิมที่ถูกแทนที่ด้วยตัวแปรมูลฐานใหม่จะกำหนดให้เป็นตัวที่ไม่เป็นมูลฐาน เรียกตัวแปรนี้ว่า ตัวแปรมูลฐานออก (Leaving Basic Variable)

การแก้ปัญหาโดยวิธีซิมเพล็กซ์ จะต้องมีการสร้างรูปแบบกำหนดการเชิงเส้นให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน คือ เปลี่ยนข้อจำกัดที่อยู่ในรูปอสมการให้เป็นสมการที่สมมูลกัน โดยนำตัวอย่างจาก การเรียกใช้ solver ในโปรแกรม Microsoft Excel มาเป็นตัวอย่างของวิธีการซิมเพล็กซ์ดังนี้

objective function (Max) $z = 2x + y$

constraint 1 $2x + 3y \leq 18$

constraint 2 $x + y \leq 7$

เขียน constraints ให้อยู่ในรูปสมการข้อจำกัดที่สมมูลกันโดยใช้ตัวแปรขาด (Slack Variable) ดังนี้ ให้ $s_1, s_2 \geq 0$ เป็นตัวแปรขาด constraints ที่สมมูลกับข้อจำกัด คือ

$$2x + 3y + s_1 = 18$$

$$x + y + s_2 = 7$$

ขั้นตอนของวิธีซิมเพล็กซ์

ขั้นตอนเริ่มต้น (Initialization Step) ให้ x , y เป็นตัวแปร ไม่เป็นมูลฐานเริ่มต้นและมีค่าเป็น 0 ดังนั้นตัวแปรขาด (s_1 , s_2) จะเป็นตัวแปรมูลฐานเริ่มต้น เพื่อความสะดวกในการหาคำตอบจึงสร้างรูปแบบของตารางซิมเพล็กซ์ เพื่อบันทึกข้อมูลที่สำคัญดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

2. ค่าคงที่ทางขวามือของแต่ละสมการ

3. ตัวแปรมูลฐานที่ปรากฏในแต่ละสมการขณะที่ทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปร

ตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าแต่ละสมการข้อจำกัดจะมีตัวแปรมูลฐาน 1 ตัว และมีสัมประสิทธิ์เป็น +1 ตัวแปรมูลฐานแต่ละตัวมีค่าเท่ากับค่าคงที่ทางขวามือของสมการ ดังนั้นตัวแปรมูลฐานที่เป็นไปได้เริ่มต้น (Initial Basic Feasible Solution) คือ (x , y , s_1 , s_2) = (0 , 0 , 18 , 7)

ตารางที่ 2.2 นำสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจากสมการที่จัดรูปมาสร้างเป็นตารางซิมเพล็กซ์

ตัวแปรมูลฐาน	สมการที่	สัมประสิทธิ์ของ					ค่าคงที่ขวามือ
		z	x	y	s_1	s_2	
z	0	1	-2	-1	0	0	0
s_1	1	0	2	3	1	0	18
s_2	2	0	1	1	0	1	7

ต่อไปเป็น ขั้นตอนที่ต้องกระทำซ้ำๆ (Interation Step) ต้องมีการปับปรุงคำตอบให้ดีขึ้นเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสม โดยการเพิ่มค่าตัวแปรขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นที่ 1 ตัวแปรมูลฐานเข้า (Entering Basic Variable) ในกรณีปัญหาที่ต้องการหาค่าสูงสุดจะพิจารณาเลือกตัวแปรไม่เป็นมูลฐานที่มีสัมประสิทธิ์ในสมการที่ 0 ติดลบมากที่สุด (แต่ถ้าเป็นการหาค่าต่ำสุดจะเป็นค่าที่ติดลบน้อยที่สุด) เพราะเมื่อตัวแปรเพิ่มค่าจาก 0 เป็นค่าบวกจะทำให้เพิ่มค่า z ได้เร็วที่สุด เช่น $z - 2x - y = 0$ เริ่มต้นให้ x=0 และ y=0 จะมีผลทำให้ z=0 เมื่อเพิ่มของตัวแปร x , y จะมีผลทำให้ z สูงขึ้น เช่น

ถ้าเพิ่มค่า x โดยที่ y=0 จะมีผลทำให้ z=2x

ถ้าเพิ่มค่า y โดยที่ x=0 จะมีผลทำให้ z=y

การเพิ่มค่าตัวแปรใดจึงต้องดูค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นลบ เพราะเมื่อย้ายข้างจะเป็นบวก และจากสมการ $z - 2x - y = 0$ จะได้ว่าต่อ 1 หน่วยที่เพิ่มค่า x จะได้ค่า z เพิ่มขึ้นเร็วกว่าเพิ่มค่า y 1 หน่วย ดังนั้นเพื่อให้ค่า z ถึงจุดเป้าหมายเร็วที่สุดจึงเลือกตัวแปรเข้าที่มีสัมประสิทธิ์ ติดลบมากที่สุด (กรณีหาค่าต่ำสุดความหมายตรงข้าม) จากตารางที่ 2.3 สัมประสิทธิ์ x ติดลบมากที่สุด คือ -2 จึงเลือกเป็นตัวแปรมูลฐานเข้า คือเปลี่ยนจากตัวแปรที่ไม่เป็นมูลฐานเป็นตัวแปรมูลฐาน สดมภ์ (column) ที่อยู่ภายใต้ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ของ ในข้อจำกัด เรียกว่า สดมภ์หลัก (Pivot Column) ที่แสดงในตารางที่ 2.3 และถ้าสมการที่ 0 มีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเป็น 0 หรือเป็นบวก แสดงว่าไม่สามารถหาตัวแปรมูลฐานเข้าเพื่อเพิ่มค่า z ได้อีก

ขั้นที่ 2 หาตัวแปรมูลฐานออก (Leaving Basic Variable)

1. เลือกสัมประสิทธิ์ในสดมภ์หลักที่มีค่ามากกว่า 0

2. หารค่าคงที่ทางขวามือด้วยสัมประสิทธิ์ในสดมภ์หลักที่มีค่ามากกว่า 0 และอยู่ในแถวเดียวกัน

3. เลือกสมการที่ให้ผลหารน้อยที่สุด แถวที่ให้ผลหารน้อยที่สุดเรียกว่า แถวหลัก (Pivot Row) ค่าตัวเลขในแถวนั้นเรียกว่า เลขหลัก (Pivot Number) โดยแถวที่ได้คือ 7/1 = 7 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่า 18/2 = 9 ทำให้ได้เลขหลักคือ 1 แสดงในตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 หาสดมภ์หลัก (Pivot Column)

ตัวแปรมูลฐาน	สมการที่	สัมประสิทธิ์ของ					ค่าคงที่ขวามือ
		z	x	y	s_1	s_2	
z	0	1	(-2)	-1	0	0	0
s_1	1	0	2	3	1	0	18
s_2	2	0	1	1	0	1	7

ตารางที่ 2.4 หาแถวหลัก (Pivot Row) และเลือกตัวแปรมูลฐานออกจากแถว

ตัวแปรมูลฐาน	สมการที่	สัมประสิทธิ์ของ					ค่าคงที่ขวามือ
		z	x	y	s_1	s_2	
z	0	1	-2	-1	0	0	0
s_1	1	0	2	3	1	0	18
← s_2	2	0	(1)	1	0	1	7

4. เลือกตัวแปรมูลฐานออกจากแถวนี้ คือตัวแปร s_2

ขั้นที่ 3 หาคำตอบมูลฐานที่เป็นไปได้ชุดใหม่ โดยสร้างตารางใหม่ดังนี้ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรมูลฐานใหม่ในแถวหลักทำให้เป็น +1 โดยหารแถวหลักด้วยเลขหลัก แสดงในตารางที่ 2.5

$$\text{สัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรในแถวหลักใหม่} = \frac{\text{สัมประสิทธิ์เดิมในแถวหลัก}}{\text{เลขหลัก}}$$

ตารางที่ 2.5 แสดงสัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรในแถวหลักใหม่

ตัวแปรมูลฐาน	สมการที่	สัมประสิทธิ์ของ					ค่าคงที่ขวามือ
		z	x	y	s_1	s_2	
z	0	1					
s_1	1	0					
x	2	0	1	1	0	1	7

ต่อไปทำให้สัมประสิทธิ์ x ในแถวอื่นเป็น 0 ทั้งหมด ซึ่งทำได้โดยใช้สูตร ดังนี้

แถวใหม่ = แถวเดิม – (สัมประสิทธิ์ในสดมภ์หลัก x แถวหลักใหม่)

พิจารณาสมการที่ 0 สัมประสิทธิ์ที่ตรงกับสดมภ์หลักหรือสัมประสิทธิ์ที่ตรงกับ x คือ -2

แถวเดิม	-2	-1	0	0	0
-2 x แถวหลักใหม่	-2	-2	0	-2	-14
แถวใหม่	0	1	0	2	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาสมการที่ 1 สัมประสิทธิ์ที่ตรงกับสดมภ์หลักหรือสัมประสิทธิ์ที่ตรงกับ x คือ 2

แถวเดิม	2	3	1	0	18
2 x แถวหลักใหม่	2	2	0	2	14
แถวใหม่	0	1	0	-2	4

ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนตัวแปรเข้าและตัวแปรออก 1 ครั้ง จะได้ตารางใหม่ เป็นตารางที่ 2.6 ค่าของตัวแปรมูลฐานยังคงเท่ากับค่าคงที่ขวามือ คำตอบมูลฐานที่เป็นไปได้ชุดใหม่คือ $(x , y , s_1 , s_2) = (7 , 0 , 4 , 0)$ ค่า $z = 14$

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าตัวแปรมูลฐานใหม่

ตัวแปรมูลฐาน	สมการที่	สัมประสิทธิ์ของ					ค่าคงที่ขวามือ
		z	x	y	s_1	s_2	
z	0	1	0	1	0	2	14
s_1	1	0	0	1	0	-2	4
x	2	0	1	1	0	1	7

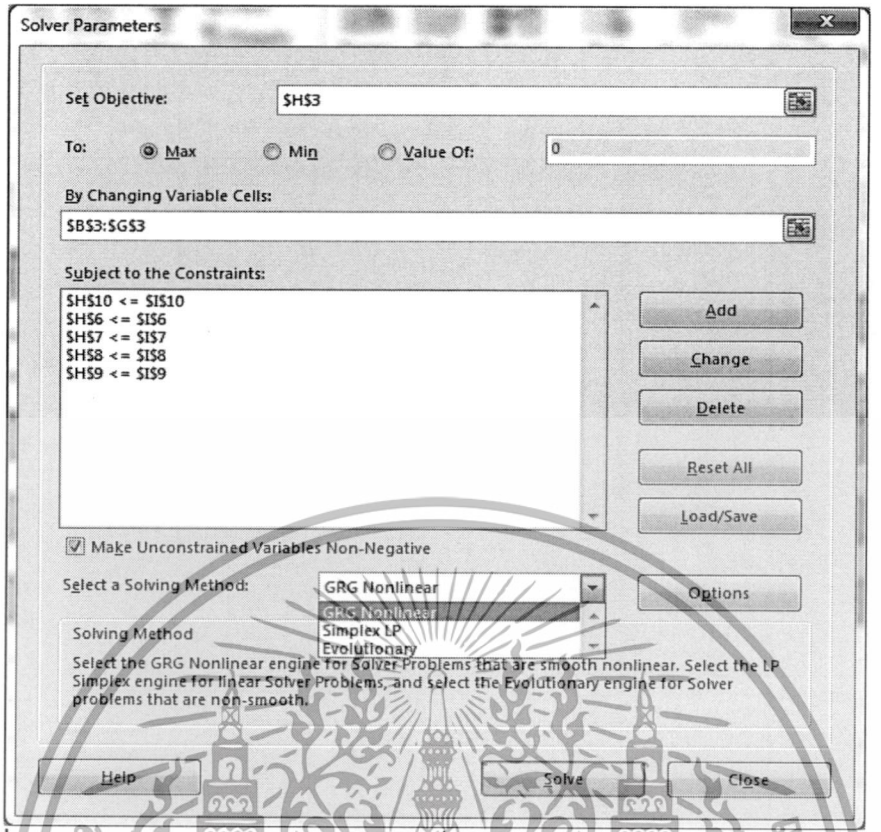
จากตารางที่ 2.6 จะเห็นได้ว่า x เป็นตัวแปรมูลฐานเข้าซึ่งเพิ่มค่าจาก 0 เป็น 7 ขณะที่ s_2 เป็นตัวแปรมูลฐานออกซึ่งลดค่าเป็น 0 การที่เลือกตัวแปรมูลฐานออกคือ s_2 ซึ่งได้จากแถวที่ให้ผลหารของค่าคงที่ขวามือซึ่งหารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ในสดมภ์หลักมีค่าน้อยที่สุดนั้น เพราะว่าค่า x ที่เพิ่มขึ้นนี้จะต้องสอดคล้องกับทุกๆข้อจำกัด ถ้าเลือกตัวแปรมูลฐานออกจากแถวที่ให้ผลหารมากที่สุด จะได้ว่าตัวแปรที่เพิ่มค่าจะไม่สอดคล้องกับทุกข้อจำกัดเดิม ตัว

ขั้นที่ 4 เมื่อได้คำตอบมูลฐานที่เป็นไปได้ชุดใหม่แล้ว ต่อไปตรวจสอบดูว่าคำตอบที่ได้เหมาะสมหรือไม่ จากสมการที่ 0 จะเห็นได้ว่า ไม่มีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เป็นลบแล้ว แต่ถ้ายังมีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เป็นลบ แสดงว่ายังสามารถเพิ่มค่า z ได้อีกโดยพิจารณาตัวแปรเข้าและตัวแปรออกใหม่ เหมือนขั้นที่ 2 ถึง ขั้นที่ 4 จนไม่มีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เป็นลบแล้วมการที่ 0

ดังนั้นคำตอบมูลฐานที่เป็นไปได้คือ $(x , y , s_1 , s_2) = (7 , 0 , 4 , 0)$ ค่า $z = 14$ ดังนั้นคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหานี้คือ $x = 7$, $y = 0$ และ $z = 14$

การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้น โดยโปรแกรมกระดาษคำนวณ (Spreadsheet) โดยเรียก ใช้ฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel สามารถเลือก Simplex LP เป็นการเลือกวิธีในการหาคำตอบหลังจากนั้นเมื่อทำการกด Solver แล้ว Excel จะแสดงคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้กับเราตามเงื่อนไข แสดงในรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 เลือกวิธีแบบ Simplex บนฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel

2.3.2.4 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้น โดยซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ General Algebraic Modeling System (GAMS)

ในกรณีที่ปัญญาหามีขนาดใหญ่ขึ้นการ เพิ่มข้อมูลในเพื่อคำนวณในโดย วิธี Solver Excel หรือวิธีเชิงกราฟ อาจจะทำไม่ได้จึงมีผู้พัฒนาโปรแกรม ที่สามารถเพิ่มข้อมูลหรือภาษาที่คล้ายคลึงกับสมการคณิตศาสตร์เพื่อให้การทำงานสะดวกขึ้น โดยขั้นตอนการหาค่าที่เหมาะสม มีส่วนประกอบการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์หลักๆ ดังที่กล่าวมาในข้างต้นคือ

1. ตัวแปรออกแบบ (design variable)

ในการนิยามตัวแปรจำเป็นต้อง กำหนดให้สอดคล้องกับปัญหา ที่เรากำลังสนใจเพื่อง่ายต่อความเข้าใจและแก้ไข โดยตัวแปรจำทำหน้าที่เก็บข้อมูลผลหรือเฉลย ซึ่งเป็นค่าที่เราต้องการทราบหลังจากทำการ Solve เพื่อหาคำตอบ โดยรูปแบบของการสร้างตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ Free คือ ตัวแปรสามารถเป็นได้ทั้งค่าบวกหรือค่าลบ , Positive ตัวแปรจะมีค่าเป็นบวกอย่างเดียว และ Binary ตัวแปรจะมีค่า 1 หรือ 0 เท่านั้น สำหรับชื่อของตัวแปรต้องไม่เกิน 10 ตัวอักษร และคำอธิบายต้องไม่เกิน 80 ตัวอักษรและมี Parameter ของข้อมูล โดยการนิยามแบบ Parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
positive variable
Land_T
Land_S
Land_C
Land_SF
Land_InSF

variable
z objective solution
```

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการสร้างตัวแปร (Variable) ในโปรแกรม

```
parameter
f_sl sugarcane from land (rai|ton) /0.088/
f_sul sugar from land (rai|ton) /0.880/
f_ce cassava is ethanol (ton-cassava|liter) /160/
f_cl cassava from land (rai|ton) /0.288/
f_cpl cassava processing from land (rai|ton) /0.922/
f_me molass is ethanol (ton-molass|liter) /240/
f_sp sugarcane price to weight (bath|ton) /917/
f_mp molass price to weight (bath|ton) /5000/
f_cp cassava prive to weight (bath|ton) /2120/
```

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการสร้าง Parameter ในโปรแกรม

2. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)

ฟังก์ชันที่เราต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของปัญหาที่สนใจ ตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือต้องการการผลิตเอทานอลสูงสุด โดยกำหนดสมการ และเขียนสมการ จะกล่าวในหัวข้อต่อไป ตัวอย่างของการเขียน ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) ภายใต้เส้นใต้สีแดง

3. เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraints)

ในสมการจะประกอบไปด้วย นิพจน์ซ้ายและขวา และจะมีเครื่องหมายในสมการทั้งหมด 3 ประเภท คือมากกว่าเท่ากับ น้อยกว่าเท่ากับ และเท่ากับ แทนสูตรคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรและข้อมูลโดยเครื่องหมายการเปรียบเทียบของสมการจะประกอบด้วย =E=, =L= และ =G=

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cons33.. A*(E-z)=e=f_se*InSOE;
cons34.. B*(E-z)=e=f_me*InMOE;
cons35.. C*(E-z)=e=f_ce*InCOE;
cons36.. InSOF=e=f_sus*InSugar;
cons37.. InMOE=e=f_sum*InSugar;

cons38.. Land_InSE=e=f_sl*InSOE;
cons39.. Land_InSF=e=f_sul*InSugar;
cons40.. Land_InCE=e=f_cl*InCOE;

obj.. z=e=f_se*SOE+f_me*MOE+f_ce*COE;
```

รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)

```
equation
cons1
cons2
cons3
cons4
cons5
cons6
cons7
cons8
cons9
cons10
```

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการกำหนด เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraints)

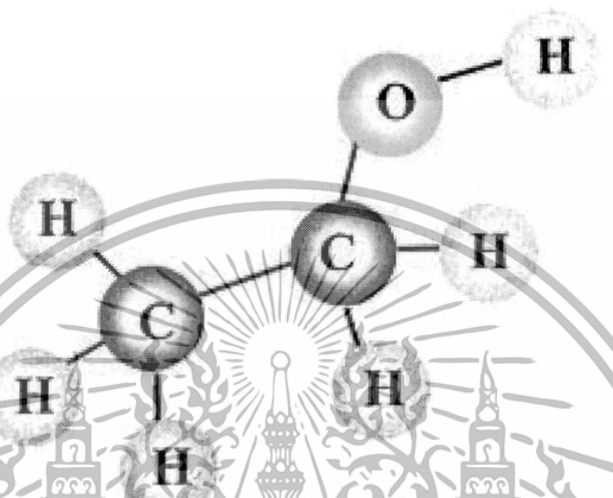
```
cons1.. Land_T=e=Land_S+Land_C;
cons2.. Land_S=e=Land_SF+Land_SE;
cons3.. Land_C=e=Land_CF+Land_CE;

cons4.. Land_SF=e=f_sul*Sugar;
cons5.. Land_SE=e=f_sl*SOE;
cons6.. Sugarcane=e=SOF+SOE;
cons7.. SOF=e=f_sus*Sugar;
cons8.. Sugar=e=RS+WS+800000;
cons9.. RS=e=RS_D+RS_E;
cons10.. WS=e=WS_D+WS_E;
```

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเขียน เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraints)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เอทาอนอล

เอทานอล (Etnanol) หรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) หรือเกรนแอลกอฮอล์ (Grain alcohol) หรือแอลกอฮอล์ เป็นสารระกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ต่ออยู่กับสายโซ่ของไฮโดรคาร์บอน ดังแสดงในรูปที่ 2.21 มีสูตรทางเคมีคือ C_2H_5OH มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย มีความไวไฟและค่าออกเทนสูง เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.8 มีค่าออกเทนสูงถึง 113)



รูปที่ 2.21 แสดง Ethanol straight-chain ประกอบด้วยโมเลกุลของ Hydroxyl (-OH) ที่ยึดเหนี่ยวกับอะตอมของคาร์บอน (C)

2.4.1 การผลิตเอทานอล

เอทานอลผลิตได้ทั้งจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี โดยมีเอทิลีนเป็นวัตถุดิบ และกระบวนการทางชีวเคมี โดยใช้พืชผลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีแป้งและน้ำตาลสูงเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมและมีวัตถุดิบที่สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายชนิดตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีความพยายามพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบที่มี เซลลูโลสสูง เช่น ฟางข้าว ขี้เลื่อย หญ้า เป็นต้น

2.4.1.1 การสังเคราะห์ทางเคมี (Chemical Synthesis)

การสังเคราะห์ทางเคมีโดยใช้เอทิลีน (Ethylene , C_2H_4) ที่เป็นผลิตผลพลอยได้จากปิโตรเลียมเป็นวัตถุดิบ ด้วย 2 วิธี (เอทานอลที่ผลิตโดยวิธีไม่สามารถนำมาบริโภคได้)

1. ไดเรคไฮเดรชันเอธิลีน ด้วยการทำปฏิกิริยาของเอทิลีนกับไอน้ำที่ความเข้มข้นเท่ากัน ที่ความดัน 5-8 เมกกะพลาสคาล อุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ กรดฟอสฟอริค-ซิลิกาเจล และทังสเตนออกไซด์-ซิลิกาเจล ทำให้ได้แอลกอฮอล์เข้มข้น 10-25% ดังสมการ

$$C_2H_4 + H_2O = CH_3CH_2OH$$

$$2CH_3CH_2OH = (CH_3CH_2)_2O + H_2O$$

2. อินไดเรคไฮเดรชันเอธิลีน โดยขั้นแรก ใช้เอทิลีนความบริสุทธิ์ 35-95% ทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถันทำให้ได้เอทานอลความเข้มข้นไม่เกิน 35% ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_2H_4 + H_2SO_4 = CH_3CH_2OSO_3H$$

$$2(C_2H_4) + H_2SO_4 = (CH_3CH_2O)_2SO_2$$

ขั้นที่.2 การทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเอทิลซัลเฟตใน 2 แบบ จนได้เอทานอล

$$CH_3CH_2OSO_3H + H_2O = CH_3CH_2OH + H_2SO_4$$

$$(CH_3CH_2O)_2SO_2 + H_2O = 2(CH_3CH_2O) + H_2SO_4$$

การสังเคราะห์วิธีนี้สามารถเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอลได้ 50-60% ด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก ทั้งนี้ วิธีการผลิตเอทานอลด้วยการสังเคราะห์นี้ปัจจุบันไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีต้นทุนสูง และไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

2.4.1.2 วิธีการทางชีวเคมี

เอทานอลที่ได้เรียกว่า "ไบโอเอทานอล (bio-ethanol)" โดยการหมักใช้เชื้อจุลินทรีย์ (Yeast Fermentation) โดยเชื้อยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสเป็นอาหารและเปลี่ยนเป็นเอทานอลโดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่าไกลโคไลซิส (Glycolysis) ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน วัตถุดิบที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ วัตถุดิบประเภทน้ำตาล เช่น อ้อยและกากน้ำตาล (ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล) วัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าว ข้าวโพด และอื่นๆ และประเภทสุดท้ายคือวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulosic material) ที่ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เช่น ฟางข้าว กากอ้อย และซังข้าวโพด เป็นต้น

2.4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้คือ

1. วัตถุดิบประเภทแป้ง ได้แก่ ธัญพืช ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง และพวกพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ เป็นต้น

2. วัตถุดิบประเทถน้ำตาล ได้แก่ อ้อย กากน้ำตาล (พลพลอยได้จากการะบวนการผลิตน้ำตาล) บีตรูต ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น

3. วัตถุดิบประเภทเส้นใย ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าวฟ่างชานอ้อย ซังข้าวโพด รำข้าว เศษไม้ เศษกระดาษ ขี้เลื่อย วัชพืช รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ เป็นต้น

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ผลิตเอทานอลจะมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุดิบและให้ผลผลิตเอทานอลที่แตกต่างกันตามตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.7

การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง (Conventional Process) สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ มันสำปะหลังที่ผ่านการแยกเหง้าจะถูกล้างให้สะอาดแล้วบดให้ละเอียดเป็นแป้ง ได้วัตถุดิบแป้งมันสำปะหลัง

ขั้นตอนที่ 2 การย่อยแป้ง เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนให้น้ำตาล (น้ำตาลกลูโคส) เพื่อให้มีสภาพเหมาะกับการหมักเอทานอลด้วยยีสต์ในขั้นต่อไป โดยวิธีการย่อยแป้งอาจใช้กรดย่อยแป้ง (Acid Hydrolysis) หรือใช้เอนไซน์ (Enzymatic Hydrolysis) ซึ่งวิธีการที่ใช้เอนไซน์เพื่อย่อยแป้งนั้นจะได้รับความนิยมมากกว่า เนื่องจากสะดวกและประหยัดต้นทุน ขั้นตอนนี้จะทำการย่อย 2 ครั้งด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบปริมาณเอทานอล ที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

วัตถุดิบที่มี น้ำหนัก 1 ตัน	ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ (ลิตร)
กากน้ำตาล	240
อ้อย	70
หัวมันสำปะหลังสด	160
ข้าวฟาง	70
ธัญพืช (เช่น ข้าว ข้าวโพด)	375
น้ำมะพร้าว	83

ที่มา : คณะกรรมการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร พลังงานทดแทน เอทานอลและไบโอดีดีเซล, 2545

ครั้งที่ 1 ย่อยแป้งเพื่อทำให้แป้งมีโมเลกุลเล็กหรือทำให้เหลว (Liquefaction) เป็นการเตรียมแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีการต้มเคี่ยวน้ำแป้งสำปะหลังด้วยเอนไซม์ที่ 1 คือ เอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส (alfa-amylase) ใช้การเคี่ยวรักษาอุณหภูมิที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่ 2 ย่อยแป้งทำให้ได้กลูโคสหรือย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล (Saccharification) โดยทำให้น้ำแป้งสุก ก่อนผสมเอนไซม์ตัวที่ 2 คือ กลูโคส-อะไมเลส (Gluco-amylase) หรือ เบต้า-อะไมเลส (bata-amylase) เพื่อย่อยแป้งสุกให้เป็นน้ำตาลก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก

ขั้นตอนที่ 3 กระบวนเตรียมหัวเชื้อและการหมัก (fermentation) การเตรียมหัวเชื้อ (inoculum) เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่แข็งแรงและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับใช้ในการหมัก เมื่อเตรียมหัวเชื้อพร้อมแล้ว ก็เข้าสู่ขั้นตอนการหมัก โดยใช้เชื้อยีสต์ Saccaromyces cerevisiae จากนั้นทำการปรับและควบคุมสภาวะของการหมัก เช่น อัตราการให้อากาศ อัตราการกวน ค่าพีเอชและอุณหภูมิ ใช้ระยะเวลาการหมัก ประมาณ 48 ชม. ที่ pH 4-5 โดยทำการหมักในถังหมักที่ได้เตรียมไว้ และใช้เครื่องควบคุมการหมัก (Biostat B) ยีสต์สายพันธุ์นี้ สามารถผลิตเอทานอลได้สูง

ขั้นตอนที่ 4 การกลั่นเอทาอนอล ขั้นตอนนี้เป็นการกลั่นเพื่อผลิตเอทานอลและทำให้บริสุทธิ์ เป็นการแยกเอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร ออกจากน้ำหมักและนำส่า โดยการกลั่นลำดับส่วนซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้บริสุทธิ์ร้อยละ 95.6 โดยปริมาตร แต่การนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง (แก๊สโซฮอล์) นั้นจะต้องทำให้เอทานอลมีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร ซึ่งจำเป็นต้องใช้เทคนิค หรือ เทคโนโลยีในการกลั่นเพื่อแยกน้ำให้ได้เอทานอลที่บริสุทธิ์ ที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 วิธี คือ

1. การดูดซับ (Molecular sieve)
2. การกลั่นอะซีโอโทรป (Azeotropic distillation)
3. เทคโนโลยีแผ่นเยื่อบาง (Membrane technology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล (Molasses) สรุปได้ดังนี้

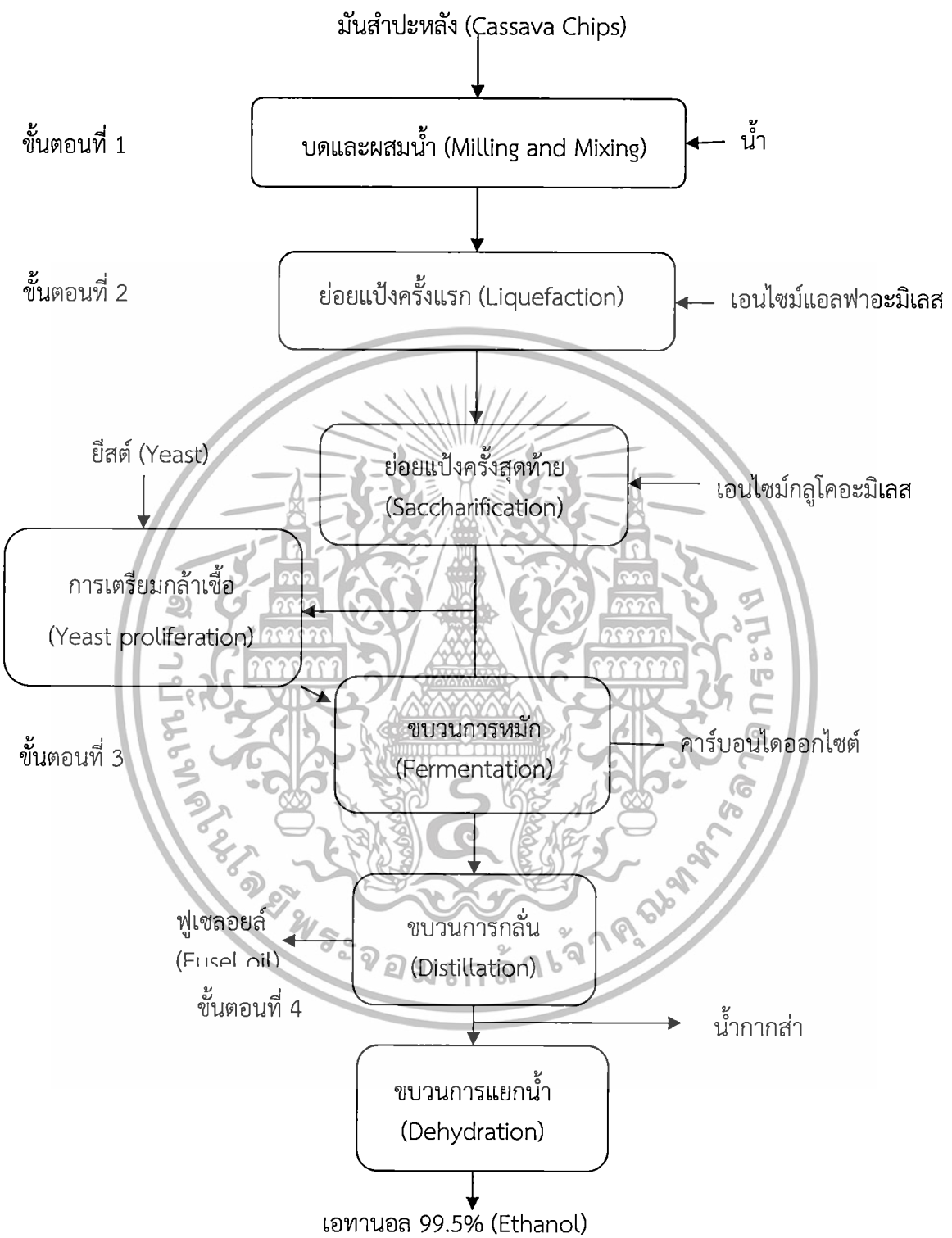
ประเทศไทยได้นำกากน้ำตาลใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นส่วนผสมในแก๊สโซฮอล์ และประเทศไทยถือเป็นผู้ส่งออกกากน้ำตาลรายใหญ่ของโลก เนื่องจากมีการเพาะปลูกอ้อยและทำการผลิตน้ำตาลส่งออกสูงเป็นอันดับต้นๆของโลก กากน้ำตาลเป็นพลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล โดยทั่วไปแล้ว อ้อย 1 ตัน จะได้ กากน้ำตาลประมาณ 45-50 กิโลกรัม แม้ว่ากากน้ำตาลจะเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตเอทานอล แต่ก็มีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนวัตถุดิบเพราะมีตลาดรองรับทั้งภายในและต่างประเทศ และขึ้นอยู่กับปริมาณอ้อยและปริมาณการผลิตน้ำตาลในแต่ละปีอีกด้วย

การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล โดยนำกากน้ำตาลมาเจือจางด้วยน้ำร้อน และนำไปหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ให้ได้แอลกอฮอล์ จากนั้นนำไปเข้ากระบวนการกลั่นเพื่อให้เอทานอลร้อยละ 95 ซึ่งหลังจากนำไปผ่านกระบวนการแยกน้ำและแอลกอฮอล์จะได้แอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์

อุตสาหกรรมเกษตร นำวัตถุดิบเหล่านี้ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำตาลที่ได้จากวัตถุดิบประเภทอ้อย, มันเส้นและแป้งมันได้จากวัตถุดิบประเภทมันสำปะหลัง เป็นต้น โดยผู้ผู้วิจัยได้ทำตารางเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไว้ที่แสดงในตารางที่ 3.1 และยังมีผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล นั่นคือ กากน้ำตาล ด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

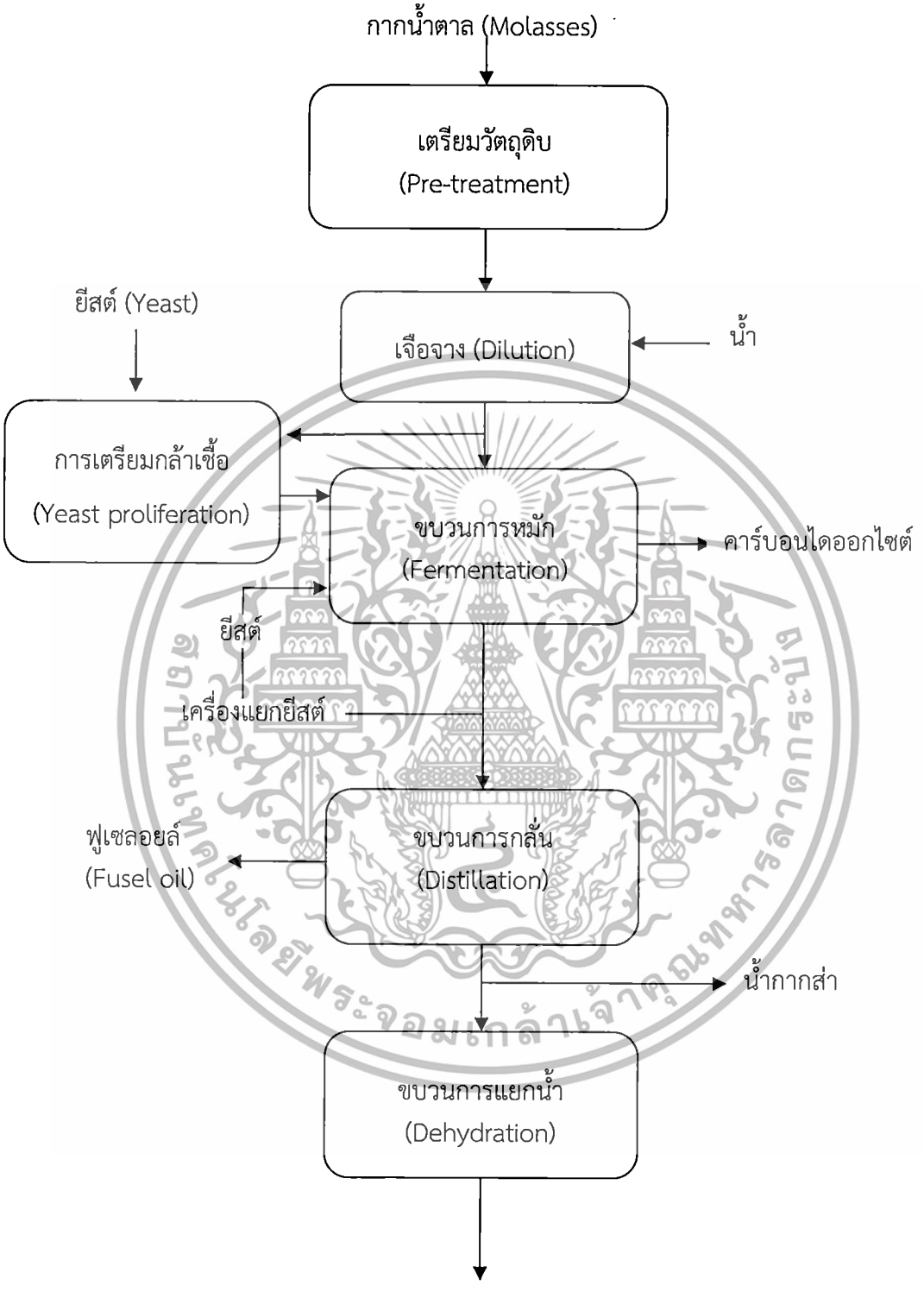


รูปที่ 2.22 กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

ที่มา "นวัตกรรมพลังงานทดแทนไทย" เอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลัง โดย สิริวุทธิ์ เสียมภักดี สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย ปี 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล



รูปที่ 2.23 กระบวนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

ที่มา “นวัตกรรมพลังงานทดแทนไทย” เอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลัง โดย สิริวุทธิ์ เสียมภักดี สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย ปี 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง สามารถทำได้หลายระดับ ตั้งแต่นำไปผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วน 10 : 90 เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 จนถึง E100 ซึ่งเป็นการใช้เอทานอล 100% เป็นเชื้อเพลิง ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติและประชาชนคนไทยมากมหาศาล ดังนี้

1. การใช้เอทานอลมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ลดการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิด Greenhouse Effect ที่ทำให้อากาศโลกร้อนขึ้น ส่งผลกระทบต่อการเกษตรกรรม การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น และการเกิดอุทกภัยบ่อยครั้งในพื้นที่ชายฝั่งทะเล

2. การใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงจะทำให้ปริมาณก๊าซพิษในบรรยากาศลดลง ช่วยให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น

3. การใช้เอทานอลที่ผลิตจากพืชผลการเกษตร ช่วยลดการนำเข้า และการพึ่งพาเชื้อเพลิงปิโตรเลียมจากต่างประเทศ ช่วยพยุงเศรษฐกิจในระดับไร่นา สร้างความมั่นคงทางด้านอาชีพและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

4. ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งในด้านการผลิตและการใช้ประโยชน์ สร้างงานและสร้างรายได้ให้กับเศรษฐกิจครัวเรือนภาคการเกษตร สร้างผลตอบแทนทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ

ปัจจุบันในประเทศนั้นมีการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 คือน้ำน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซิลพื้นฐานกับเอทานอล อัตราส่วน 90 : 10 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นและแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แก๊สโซฮอล์อี 10 ออกเทน 91 (แก๊สโซฮอล์ 91) และ แก๊สโซฮอล์อี 10 ออกเทน 95 (แก๊สโซฮอล์ 95) แก๊สโซฮอล์อี 20 คือน้ำน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซิลพื้นฐานกับเอทานอล อัตราส่วน 80 : 20 มี 1 ชนิด คือ แก๊สโซฮอล์อี 20 หรือทั่วไปเรียกว่า “อี20” และสุดท้าย แก๊สโซฮอล์อี 85 คือน้ำน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซิลพื้นฐานกับเอทานอล อัตราส่วน 15 : 85 มี 1 ชนิด คือ แก๊สโซฮอล์อี 85 หรือทั่วไปเรียกว่า “อี85” แต่ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 เป็นต้นไป จะไม่มีการผลิตน้ำมันเบนซิลออกเทน 91 อีกแล้ว

ดังนั้นอุตสาหกรรมเอทานอลไทย ยังมีปัญหาอุปสรรคอีกมากมายหลายประการ ซึ่งต้องพึ่งพาภาครัฐในการแก้ไข ส่งเสริมพัฒนาให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ และก้าวไกลออกไปเป็นผู้นำในภูมิภาค ปัญหาอุปสรรคดังกล่าวได้แก่

1. ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล 2 ชนิด ได้แก่ อ้อยและมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูการผลิต ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่ายเอทานอล

2. เอทานอลที่ผลิตขึ้นและจำหน่ายภายในประเทศ ต้องใช้เป็นเชื้อเพลิง ไม่มีมาตรการเปิดกว้างให้ผู้ผลิตสามารถขายให้กับลูกค้าในอุตสาหกรรมอื่นได้ ผู้ผลิตจึงมีข้อจำกัด ต้องจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าตามมาตรา 7 แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิงเท่านั้น เอทานอลจึงอยู่ในสภาพล้นตลาด ต้องระบายออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ในขณะที่สิ่งอำนวยความสะดวกในการส่งออกยังไม่มีความพร้อมเท่าที่ควร

3. การส่งเสริมการใช้เอทานอลภายในประเทศ ยังขาดนโยบายเชิงรุกเพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้น ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว และเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เกี่ยวข้อง ทั้งเกษตรกร ผู้ผลิตเอทานอล บริษัทน้ำมัน ผู้ผลิตรถยนต์ สถานีจำหน่ายน้ำมัน และผู้บริโภคประชาชนทั่วไป

4. โครงสร้างราคาเอทานอลที่ผ่านมา ถูกกำหนดโดยการนำเอาราคาบราซิลเป็นราคาอ้างอิง ซึ่งไม่สะท้อนถึงต้นทุนการผลิต ราคาวัตถุดิบ และค่าใช้จ่ายในการผลิตเอทานอล อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหาของระบบการขนส่ง (Logistic) และค่าใช้จ่าย ทั้งการขนส่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต การขนส่งเอทานอลและน้ำมันแก๊สโซฮอล์ไปยังสถานีผสมน้ำมันและสถานีจำหน่ายน้ำมัน ที่ไม่สะดวก มีค่าใช้จ่ายสูง ทำให้มีภาระต้นทุนการผลิตโดยรวมของระบบสูงเกินความจำเป็น

6. เอทานอล ถูกจัดให้เป็นสุราประเภทหนึ่ง ต้องอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติการสุรา ซึ่งต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบโดยเคร่งครัด ไม่มีพระราชบัญญัติเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นการเฉพาะ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Adiel Teixeira de Almeida Fiho, Fernando Meneze Campello de Souza Adiel Teixeira de Almeida : 2006 ได้เสนอการตัดสินใจแก้ไขของปัญหา หลายกฎเกณฑ์ของปัญหาการวางแผนการผลิตรวมที่มุ่งที่จะขยายการจัดลำดับความสำคัญของกลยุทธ์การผลิต เพื่อการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตรวม การประยุกต์กลยุทธ์นั้นสำหรับแก้ไขปัญหาการกำหนดกฎเกณฑ์ในการพิจารณาสำหรับการตัดสินใจโดยกำหนดทางเลือกมากมาย ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ Excel ในการแก้ปัญหาตัวแบบการวางแผนการผลิตรวม

J. Hayer ทำการวิเคราะห์ผลผลิตฟาร์มของชาวนาในชนบทภายใต้สถานการณ์แห่งความไม่แน่นอน โดยใช้ Linear Programming นั่นคือ ได้แบ่งภาวะธรรมชาติออกเป็น 2 ภาวะคือ ภาวะธรรมชาติที่ดีและไม่ดี โดยทำการแก้ปัญหา ไว้ 3 แบบ คือ 1. Maximax โดยการทำค่ารายได้สุทธิสูงที่สุดภายใต้ภาวะธรรมชาติที่ดี 2. Maximin โดยการทำค่ารายได้สุทธิสูงที่สุดภายใต้ภาวะธรรมชาติที่ไม่ดี 3. Standard Solution เป็นการทำค่ารายได้สูงที่สุดโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยของภาวะธรรมชาติทั้งสองแล้วทำการเปรียบเทียบผลจากทั้ง 3 วิธีนี้ ผลของการศึกษาสรุปได้ว่าได้ข้อมูลตรงกันกับความเป็นจริงมากกว่าการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเพียงค่าเดียว

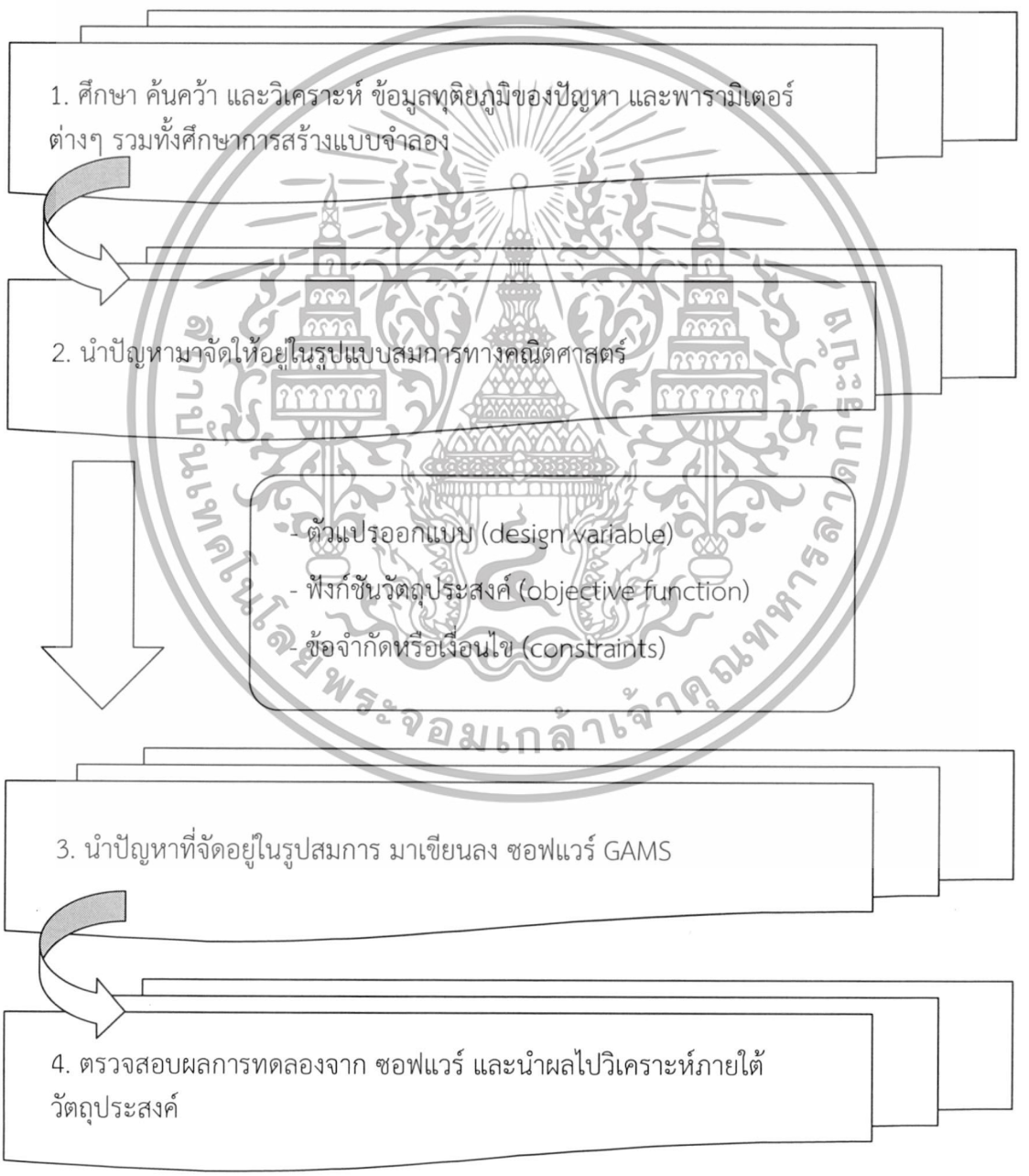
Atthawit Techawiboonwong and Pisal Yenradee : 2002 ในงานวิจัยนี้สร้างตัวแบบการวางแผนการผลิตรวมจะเกิดประโยชน์สูงสุด ได้ด้วยการหาค่าที่ดีที่สุดของจำนวนการจ้างงานพนักงานชั่วครวในการเริ่มต้นของแต่ละช่วงเวลา, การหาค่ามี่ดีมี่สุดของจำนวนพนักงานชั่วคราวที่จะถูกเลิกจ้างในช่วงสิ้นสุดของแต่ละช่วงเวลา และจำนวนพนักงานชั่วคราวที่สามารถทำงานได้ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะเป็นการจัดการด้านทรัพยากรแรงงานของบริษัท จากการสร้างตัวแบบ มี 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา คือ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล 2. การกำหนดปัญหาลงในภาพแบบของ Spreadsheet และการแก้ปัญหาด้วย Solver 3. การประเมินผลการแก้ปัญหาและปรับปรุงจนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ แล้วจึงไป ในขั้นตอนสุดท้าย คือ การดำเนินการวางแผนการผลิตรวม ซึ่งในการดำเนินการวางแผนการผลิตรวมอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการลดต้นทุนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการทดลองวิจัย

3.1 กล่าวนำ

บทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองวิจัย โดยเริ่มจากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งเก็บและรวบรวมพารามิเตอร์ที่สำคัญต่างๆของการผลิตเอทานอล จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมและเป็นค่าการผลิตเอทานอลสูงสุด โดยใช้ซอฟแวร์ GAMS ประมวลผลและนำผลการการทดลองมาวิเคราะห์ ตลาดพลังงานเอทานอลและทรัพยากรในการผลิต เป็นต้น



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องค้นคว้าหาข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือ วารสาร เว็บไซต์ เป็นต้น และจำเป็นต้องนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างแบบจำลองดังกล่าว คือ โปรแกรม Microsoft Visio 2010 เป็นโปรมแกรมที่ช่วยในการวางโครงข่ายของแบบจำลอง โดยการนำมาเขียนเป็น Flow Chart ดังรูปที่แสดงใน รูปที่ 3.5 และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เขียนแผนภาพต่างๆ เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน , โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 เป็นโปรแกรมที่นำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้วสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ มาเขียนกราฟต่างๆ เพื่อดูแนวโน้มและความถูกต้องของข้อมูล ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มและความถูกต้องของข้อมูล

โปรแกรมต่อมา คือ โปรแกรม Microsoft Office Word 2007 เป็นโปรแกรมที่นำมาเขียนงานวิจัยเพื่อทำเป็น อิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ และสะดวกต่อการแก้ไขรวมไปถึงการเก็บข้อมูลต่างๆ ของเล่มงานวิจัยนี้ . โปรแกรม Microsoft Office Power Point 2007 เป็นโปรแกรมที่นำข้อมูล รูปแบบวัตถุประสงค์ ผลการทดลอง ฯลฯ ของงานวิจัยนี้มานำเสนอ และโปรแกรมสุดท้าย คือโปรแกรมหลักของการสร้างจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้ คือ โปรแกรม General Algebraic Modeling System (GAMS) เป็นโปรแกรมที่สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยจัดข้อมูลหรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ แล้วป้อนข้อมูลหรือปัญหาลงไปในโปรแกรม General Algebraic Modeling System (GAMS) จากนั้น โปรแกรม General Algebraic Modeling System (GAMS) แสดงผลการทดลองเพื่อนำมาสรุปและวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทุติยภูมิและแบบจำลอง

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสารทางวิชาการ เอกสารที่น่าเชื่อถือ และเอกสารของทางราชการ โดยศึกษาหาข้อมูลของเอทานอลรวมทั้งวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นเอทานอลในประเทศและต่างประเทศการผลิตเอทานอลของประเทศ ด้านนโยบายพลังงานของประเทศโดย การผลิตและปริมาณวัตถุดิบ โรงงานผลิตเอทานอล การใช้งานวัตถุดิบในด้านพลังงานและการผลิตอาหาร รวมทั้งศึกษาการสร้างแบบจำลอง

3.3.1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและพารามิเตอร์

วัตถุดิบที่นำไปผลิตเอทานอลนั้น มี 3 ประเภท คือ ประเภทแป้ง , ประเภทน้ำตาล และประเภทเส้นใย ที่กล่าวมาในบทที่ 2 แต่ประเทศนั้นมีวัตถุดิบหลักที่นำไปผลิตเอทานอล คือ อ้อย , มันสำปะหลัง และกากน้ำตาล เพราะภูมิประเทศของประเทศไทยนั้นเหมาะสมแก่การเพาะปลูกวัตถุดิบเหล่านี้ และนอกจากที่นำวัตถุดิบเหล่านี้ไปผลิตด้านพลังงานแล้ว ประเทศไทยนั้นยังนำวัตถุดิบนี้ไปผลิตด้านอาหารเช่นกัน โดยไปเป็นผู้ส่งออก น้ำตาลและมันสำปะหลัง ลำดับต้นๆของโลก ดังนั้นผู้วิจัยได้ค้นคว้าหาพารามิเตอร์ของวัตถุดิบในประเทศที่นำไปผลิตเป็นเอทานอล โดย อ้อย 1 ตัน สามารถผลิตเอทานอลได้ 70 ลิตร , กากน้ำตาล 1 ตัน สามารถผลิตเอทานอลได้ 240 ลิตร และมันสำปะหลัง 1 ตัน สามารถผลิตเอทานอลได้ 160 ลิตร ที่แสดงในตารางที่ 2.7

พร้อมทั้งศึกษาปริมาณ ราคา ของวัตถุดิบขั้นพื้นฐานของอ้อย และมันสำปะหลัง ณ ไร่นา ข้อมูลจะแสดงในภาคผนวก ก จากนั้นศึกษาวัตถุดิบแปรรูปและพารามิเตอร์ ของวัตถุดิบหลักที่นำไปผลิตเอทานอล ที่แสดงในตารางที่ 3.1 และศึกษาต่อไปอีกว่า ความต้องการของวัตุดิบแปรรูปเหล่านี้ในประเทศและส่งออก รวมทั้งข้อมูลค่า และราคาต่อหน่วย เพื่อนำพารามิเตอร์เหล่านี้มากำหนดสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลจะแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบสัดส่วนผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

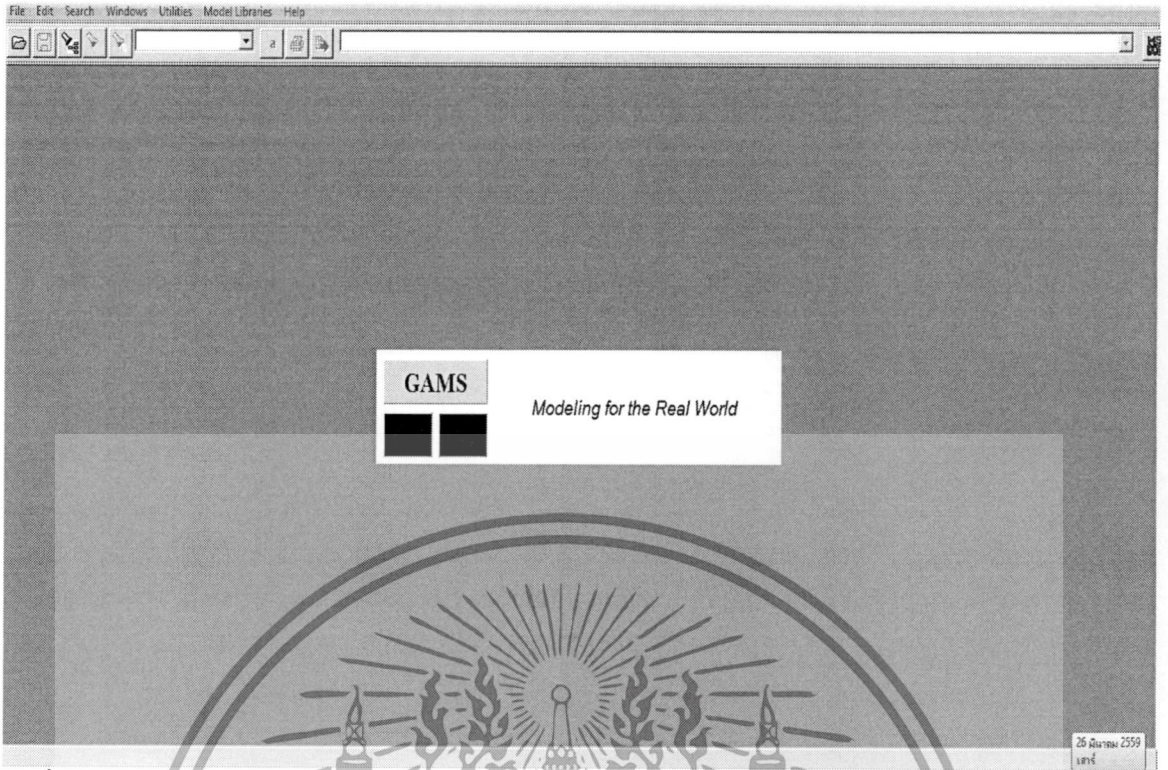
วัตถุดิบที่มี น้ำหนัก 1 ตัน	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ตัน)
อ้อย	น้ำตาล = 0.10
น้ำตาล	กากน้ำตาล = 0.46
หัวมันสำปะหลังสด	มันเส้น = 0.40
หัวมันสำปะหลังสด	แป้งมัน = 0.20

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย , สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย , 2555

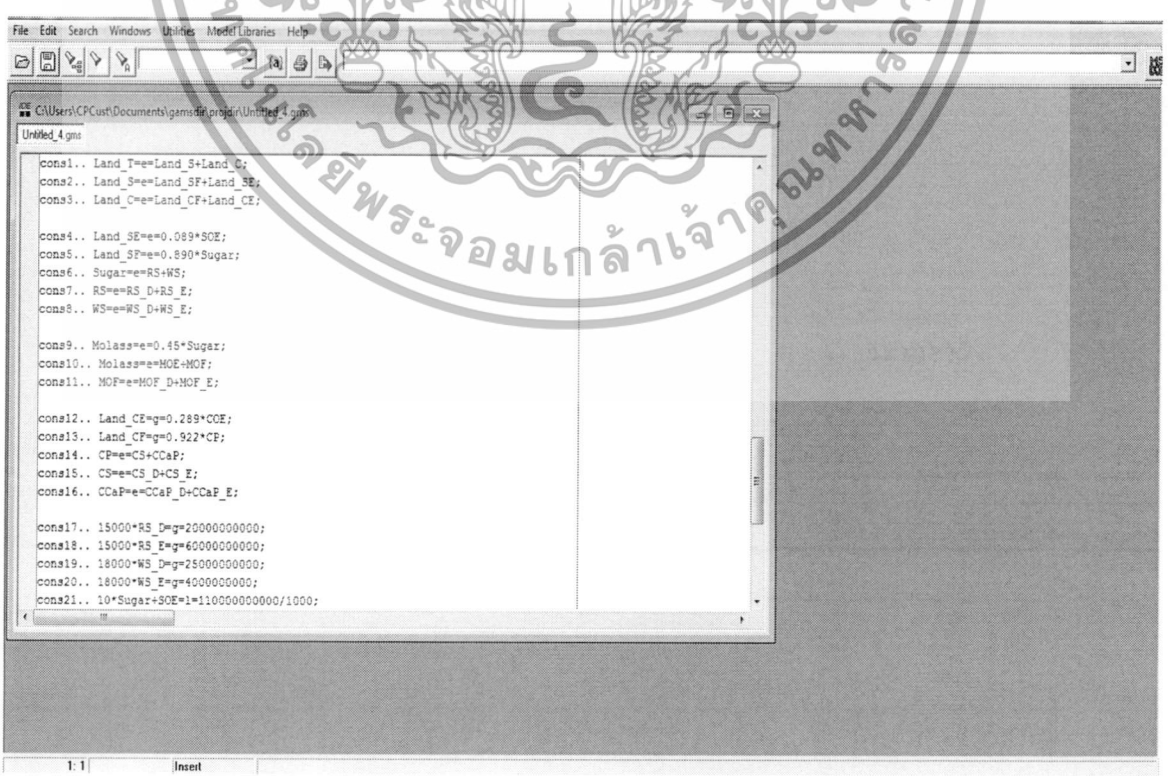
3.3.2 ศึกษาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ศึกษาการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์รวมทั้งซอฟแวร์ที่จะมาเป็นเครื่องมือในการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) ที่แสดงในรูปที่ 3.2 และศึกษาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ซอฟแวร์ดังกล่าวซึ่งการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้องมีหน้าต่างป้อนข้อมูล ตัวแปรออกแบบ (design variable), ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) และข้อจำกัด (constraints) ที่แสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

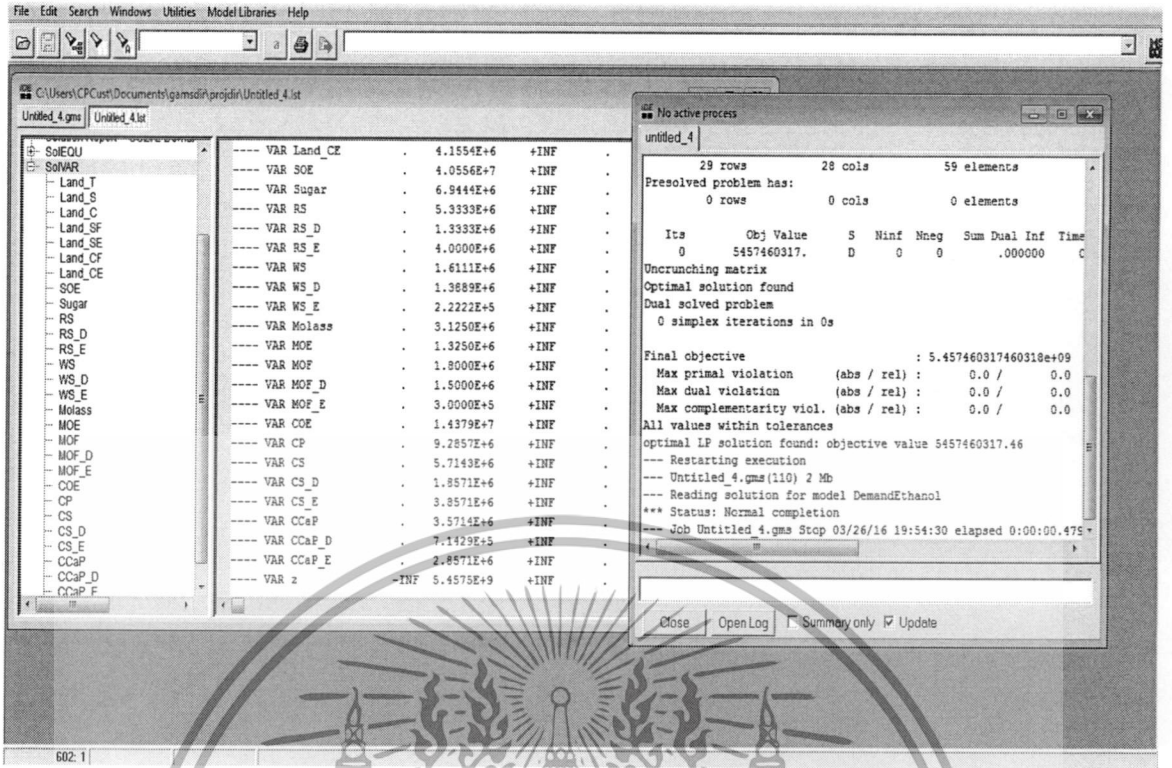


รูปที่ 3.3 การประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System



รูปที่ 3.4 หน้าต่างป้อนข้อมูล General Algebraic Modeling System (GAMS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 หน้าต่างแสดงผล General Algebraic Modeling System (GAMS)

ดังนั้นเมื่อมีหน้าต่างป้อนข้อมูล ตัวแปรออกแบบ (design variable), ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) และข้อจำกัด (constraints) แล้ว ก็มีหน้าต่างแสดงผล ที่แสดงในรูปที่ 3.5 เพื่อนำผลมาเหล่านี้วิเคราะห์ต่อไป

3.4 จัดปัญหาให้อยู่ในรูปสมการคณิตศาสตร์และสร้างแบบจำลองลงซอฟแวร์ GAMS

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อหาค่าปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังที่เหมาะสมเพื่อตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจปริมาณของวัตถุดิบที่จะนำไปผลิตเป็นเอทานอล ขั้นตอนแรก คือ การออกแบบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาข้างต้น มีตัวแปรทั้งหมด 41 ตัวแปร และพารามิเตอร์ทั้งหมด 39 ตัว ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวแปรออกแบบ (variable design)

ตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
Land_T	พื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบทั้งหมด	ไร่
Land_S	พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อย	ไร่
Land_SF	พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่ออุตสาหกรรมด้านอาหาร (น้ำตาล)	ไร่
Land_InSF	การเพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่ออุตสาหกรรมด้านอาหาร (น้ำตาล) ในการนำไปผลิตเอทานอล	ไร่
Land_SE	พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่ออุตสาหกรรมด้านพลังงาน (เอทานอล)	ไร่
Land_InSE	การเพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่ออุตสาหกรรมด้านพลังงาน (เอทานอล) ในการนำไปผลิตเอทานอล	ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
Land_C	พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง	ไร่
Land_CF	พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมด้านอาหาร (มันอัดเม็ด,มันเส้น,แป้งมัน)	ไร่
Land_CE	พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมด้านพลังงาน (เอทานอล)	ไร่
Land_InCE	การเพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมด้านพลังงาน (เอทานอล) ในการนำไปผลิตเอทานอล	ไร่
Sugarcane	ปริมาณผลผลิตอ้อยทั้งหมด	ตัน
SOF	ปริมาณผลผลิตอ้อยเพื่อเพื่ออุตสาหกรรมด้านอาหาร (น้ำตาล)	ตัน
InSOF	ปริมาณการเพิ่มผลผลิตอ้อยเพื่อเพื่ออุตสาหกรรมด้านอาหาร (น้ำตาล) ในการนำไปผลิตเอทานอล	ตัน
Sugar	ปริมาณผลผลิตน้ำตาล	ตัน
InSugar	การเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำตาล ในการนำไปผลิตเอทานอล	ตัน
RS	ปริมาณผลผลิตน้ำตาลดิบ	ตัน
RS_D	ปริมาณผลผลิตน้ำตาลดิบสำหรับใช้ในประเทศ	ตัน
RS_E	ปริมาณผลผลิตน้ำตาลดิบสำหรับส่งออกต่างประเทศ	ตัน
WS	ปริมาณผลผลิตน้ำตาลทราย	ตัน
WS_D	ปริมาณผลผลิตน้ำตาลทรายสำหรับใช้ในประเทศ	ตัน
WS_E	ปริมาณผลผลิตน้ำตาลทรายสำหรับส่งออกต่างประเทศ	ตัน
SOE	ปริมาณผลผลิตอ้อยที่ไปผลิตเป็นเอทานอล	ตัน
InSOE	การเพิ่มปริมาณผลผลิตอ้อยที่ไปผลิตเป็นเอทานอล	ตัน
Molass	ปริมาณผลผลิตกากน้ำตาล	ตัน
MOF	ปริมาณผลผลิตกากน้ำตาลที่ไปใช้ในอุตสาหกรรมด้านอาหาร	ตัน
MOF_D	ปริมาณผลผลิตกากน้ำตาลที่ไปใช้ในอุตสาหกรรมด้านอาหารสำหรับใช้ในประเทศ	ตัน
MOF_E	ปริมาณผลผลิตกากน้ำตาลที่ไปใช้ในอุตสาหกรรมด้านอาหารสำหรับส่งออกต่างประเทศ	ตัน
MOE	ปริมาณผลผลิตกากน้ำตาลที่ไปผลิตเป็นเอทานอล	ตัน
InMOE	การเพิ่มปริมาณผลผลิตกากน้ำตาลที่ไปผลิตเป็นเอทานอล	ตัน
Cassava	ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง	ตัน
COF	ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังที่ไปใช้ในอุตสาหกรรมด้านอาหาร	ตัน
CP	ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังแปรรูป	ตัน
CS	ปริมาณผลผลิตแป้งมันสำปะหลัง	ตัน
CS_D	ปริมาณผลผลิตแป้งมันสำปะหลังสำหรับใช้ในประเทศ	ตัน
CS_E	ปริมาณผลผลิตแป้งมันสำปะหลังสำหรับส่งออกต่างประเทศ	ตัน
CCaP	ปริมาณผลผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด	ตัน
CCaP_D	ปริมาณผลผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ดสำหรับใช้ในประเทศ	ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
CCaP_E	ปริมาณผลผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ดสำหรับส่งออกต่างประเทศ	ตัน
COE	ปริมาณมันสำปะหลังที่ไปผลิตเป็นเอทานอล	ตัน
lnCOE	การเพิ่มปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังที่ไปผลิตเป็นเอทานอล	ตัน
z	ปริมาณการผลิตเอทานอลสูงสุด	ลิตร

ตารางที่ 3.3 แสดงพารามิเตอร์ (Parameter)

ตัวแปร	คำอธิบาย	ค่า	หน่วย
f_se	[1] อ้อย 1 ตัน นำไปผลิตเป็นเอทานอลได้ 70 ลิตร	70	ลิตรต่อตัน
f_sl	[2] อ้อย 1 ตัน ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 0.088 ไร่	0.088	ไร่ต่อตัน
f_sul	[2] น้ำตาล 1 ตัน ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อย 0.888 ไร่	0.888	ไร่ต่อตัน
f_sus	[2] น้ำตาล 1 ตัน ใช้อ้อยเพื่อไปผลิต 10 ตัน	10	ตันอ้อยต่อตันน้ำตาล

[1] คณะกรรมการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร พลังงานทดแทน เอทานอลและไบโอดีดีเซล, 2545 http://dl.kids-d.org/handle/123456789/2054

[2] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555 http://www.ocsb.go.th/th/cms/index.php?SystemModuleKey=journal

[3] สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย, 2555 http://www.nettathai.org/index.php/2012-01-18-08-26-04

[4] มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี http://www.tapiocathai.org/M2.html

[5] สถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557 http://www.oae.go.th/main.php?filename=journal_all

[6] ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export.php

[7] แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. 2551-2565 กระทรวงพลังงาน www.enconfund.go.th/pdf/index/REDP_15_yrs.pdf

[8] มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี http://www.tapiocathai.org/L1.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	คำอธิบาย	ค่า	หน่วย
f_sus	[2] น้ำตาล 1 ตัน ใช้อ้อยเพื่อไปผลิต 10 ตัน	10	ตันอ้อยต่อตันน้ำตาล
f_sum	[2] น้ำตาล 1 ตัน สามารถได้กากน้ำตาล 0.46 ตัน	0.46	ตันกากน้ำตาลต่อตันน้ำตาล
f_ce	[1] มันสำปะหลัง 1 ตัน นำไปผลิตเป็นเอทานอลได้ 160 ลิตร	160	ลิตรต่อตัน
f_cl	[4] มันสำปะหลัง 1 ตัน ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 2.888 ไร่	0.288	ไร่ต่อตัน
f_cpl	[3] ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแปรรูป 1 ตัน ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 0.922 ไร่	0.922	ไร่ต่อตัน
f_cpc	[3] ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแปรรูป 1 ตัน ใช้มันสำปะหลังเพื่อไปผลิต 3.19 ตัน	3.19	ตันมันฯต่อตันมันฯแปรรูป
f_me	[1] กากน้ำตาล 1 ตัน นำไปผลิตเป็นเอทานอลได้ 240 ลิตร	240	ลิตรต่อตัน
f_sp	[2] อ้อย 1 ตัน ราคา 917 บาท	917	บาทต่อตัน
f_mp	[2] กากน้ำตาล 1 ตัน ราคา 5,000 บาท	5,000	บาทต่อตัน
f_cp	[3] มันสำปะหลัง 1 ตัน ราคา 2,120 บาท	2,120	บาทต่อตัน
f_rsdp	[2] น้ำตาลดิบภายในประเทศ 1 ตัน ราคา 15,000 บาท	15,000	บาทต่อตัน
f_rsep	[6] น้ำตาลดิบส่งออก 1 ตัน ราคา 13,167 บาท	13,167	บาทต่อตัน
f_wsdp	[2] น้ำตาลทรายขาวภายในประเทศ 1 ตัน ราคา 20,734 บาท	20,734	บาทต่อตัน
f_wsep	[6] น้ำตาลทรายขาวส่งออก 1 ตัน ราคา 15,455 บาท	15,455	บาทต่อตัน
f_mdp	[2] กากน้ำตาลภายในประเทศ 1 ตัน ราคา 5,000 บาท	5,000	บาทต่อตัน
f_mep	[6] กากน้ำตาลส่งออก 1 ตัน ราคา 3,125 บาท	3,125	บาทต่อตัน
f_csdp	[3] แป้งมันสำปะหลังภายในประเทศ 1 ตัน ราคา 13,765 บาท	13,765	บาทต่อตัน
f_csep	[6] แป้งมันสำปะหลังส่งออก 1 ตัน ราคา 14,262 บาท	14,262	บาทต่อตัน

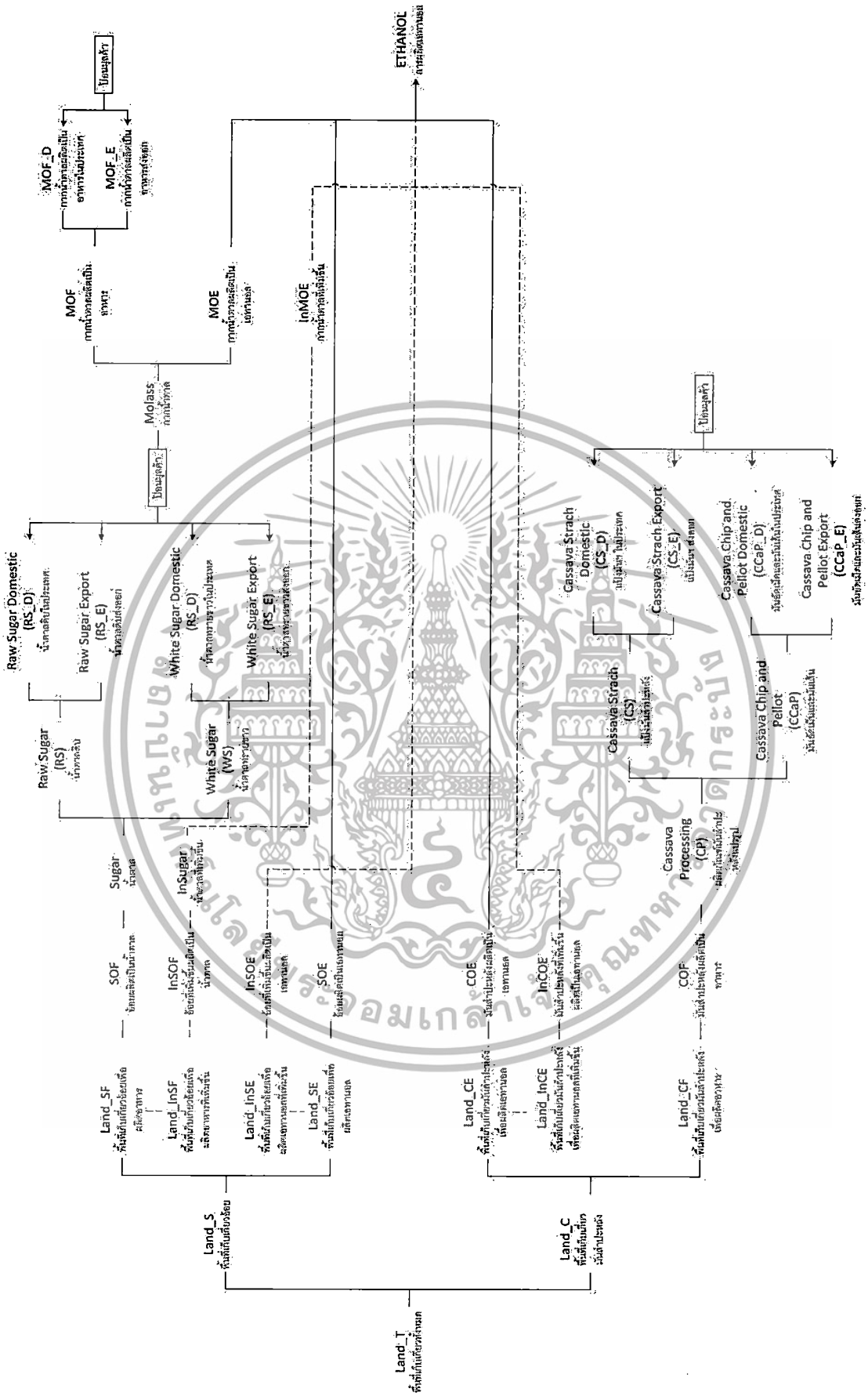
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	คำอธิบาย	ค่า	หน่วย
f_ccapdp	[3] มันอัดเม็ดและมันเส้นภายในประเทศ 1 ตัน ราคา 6,700 บาท	6,700	บาทต่อตัน
f_ccapep	[6] มันอัดเม็ดและมันเส้นส่งออก 1 ตัน ราคา 7,000บาท	7,000	บาทต่อตัน
E	[7] การผลิตเอทานอลที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน หรือ 3,285,000,000 ลิตร	3,285,000,000	ลิตร
V_rsd	[2] มูลค่าของน้ำตาลดิบภายในปะเทศ	1,060,000,000	บาท
V_rse	[6] มูลค่าของน้ำตาลดิบส่งออก	48,000,000,000	บาท
V_wsd	[2] มูลค่าของน้ำทรายขาวภายในประเทศ	51,000,000,000	บาท
V_wse	[6] มูลค่าของน้ำทรายขาวส่งออก	46,000,000,000	บาท
V_s	[5] มูลค่าอ้อย ณ ไร่นา	92,000,000,000	บาท
V_mofd	[4] มูลค่าของกากน้ำตาลภายในประเทศ	7,400,000,000	บาท
V_mofe	[6] มูลค่าของกากน้ำตาลส่งออก	1,702,000,000	บาท
V_csd	[8] มูลค่าของแป้งมันสำปะหลังภายในประเทศ	5,500,000,000	บาท
V_cse	[6] มูลค่าของแป้งมันสำปะหลังส่งออก	35,000,000,000	บาท
V_ccapd	[8] มูลค่าของมันอัดเม็ดและมันเส้นภายในประเทศ	2,500,000,000	บาท
V_ccape	[6] มูลค่าของมันอัดเม็ดและมันเส้นส่งออก	35,000,000,000	บาท
V_c	[5] มูลค่ามันสำปะหลัง ณ ไร่นา	64,085,000,000	บาท
A	เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบประเภทอ้อย เพื่อเพิ่มให้เอทานอลถึงเป้าหมาย (9 ล้านลิตรต่อวัน)	เปลี่ยนแปลง	%
B	เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบประเภทกากน้ำตาล เพื่อเพิ่มให้เอทานอลถึงเป้าหมาย (9 ล้านลิตรต่อวัน)	เปลี่ยนแปลง	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	คำอธิบาย	ค่า	หน่วย
C	เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบประเภทมันสำปะหลังอ้อย เพื่อเพิ่มให้เอทานอลถึงเป้าหมาย (9 ล้านลิตรต่อวัน)	เปลี่ยนแปลง	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนผังการไหลของตัวแปรออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสามารถสรุปตัวแปรออกแบบเป็นแผนผังการไหลได้ ที่แสดงในรูปที่ 3.6 และเมื่อกำหนดตัวแปรออกแบบที่เกี่ยวข้องครบแล้ว ต่อจากนั้นทำการสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่ติดอยู่ในรูปของตัวแปรออกแบบเพื่อที่จะทำการหาค่าที่เหมาะสมของปริมาณเอทานอลภายใต้ข้อจำกัดที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา มีทั้งหมด 40 ข้อจำกัด ที่อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ และอีก 1 สมการของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Z) มีทั้งหมดดังนี้ โดยจะอธิบายว่า Consxx.. หมายถึง ข้อจำกัดที่ xx และ Objective f. หมายถึงฟังก์ชันวัตถุประสงค์ โดยแทนค่า z จะแสดงผลเชิงปริมาณออกมา

Objective f. $z = f_se \times SOE + f_me \times MOE + f_ce \times COE$

- ปริมาณการผลิตเอทานอล (z) จาก อ้อย (SOE) 1 ตัน ให้เอทานอล 70 ลิตร , กากน้ำตาล(MOE) 1 ตัน ให้เอทานอล 240 ลิตร และ มันสำปะหลัง (COE) 1 ตัน ให้เอทานอล 160 ลิตร

Cons1.. $Land_T = Land_S + Land_C$

- พื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบทั้งหมดแบ่งได้ พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยและมันสำปะหลัง

Cons2.. $Land_S = Land_SF + Land_SE$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยแบ่งเป็น พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อไปผลิตด้านอาหารและด้านพลังงาน

Cons3.. $Land_C = Land_CF + Land_CE$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบ่งเป็น พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่อไปผลิตด้านอาหารและด้านพลังงาน

Cons4.. $Land_SF = f_sul \times Sugar$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อผลิตด้านอาหารนำไปผลิตเป็นน้ำตาล

Cons5.. $Land_SE = f_sl \times SOE$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อผลิตด้านพลังงานนำไปผลิตเป็นเอทานอล

Cons6.. $Sugarcane = SOF + SOE$

- วัตถุดิบประเภทอ้อยแบ่งเป็นอ้อยเพื่อผลิตด้านอาหารและอ้อยเพื่อด้านผลิตพลังงาน

Cons7.. $SOF = f_sus \times Sugar$

- อ้อยเพื่อไปผลิตด้านอาหารนำไปผลิตเป็นน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cons8.. $Sugar = RS + WS + 800,000$

- น้ำตาลแบ่งได้ น้ำตาลดิบ,น้ำตาลทรายขาว และ น้ำตาลชนิดอื่นๆประมาณ 800,000 ตัน

Cons9.. $RS = RS_D + RS_E$

- น้ำตาลดิบแบ่งได้เป็นน้ำตาลดิบใช้ในประเทศและน้ำตาลดิบส่งออก

Cons10.. $WS = WS_D + WS_E$

- น้ำตาลทรายขาวแบ่งได้เป็นน้ำตาลทรายขาวใช้ในประเทศและน้ำตาลทรายขาวเพื่อส่งออก

Cons11.. $Molass = f_sum \times Sugar$

- กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล

Cons12.. $Molass = MOF + MOE$

- วัตถุดิบประเภทกากน้ำตาลแบ่งเป็นกากน้ำตาลเพื่อผลิตด้านอาหารและกากน้ำตาลเพื่อผลิตด้านพลังงาน

Cons13.. $MOF = MOF_D + MOF_E$

- กากน้ำตาลแบ่งได้เป็นกากน้ำตาลใช้ในประเทศและกากน้ำตาลส่งออก

Cons14.. $Land_CF = f_cpl \times CP$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่อผลิตด้านอาหารนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแปรรูป

Cons15.. $Land_CE = f_cl \times COE$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่อผลิตด้านพลังงานนำไปผลิตเป็นเอทานอล

Cons16.. $Cassava = COF + COE$

- วัตถุดิบประเภทมันสำปะหลังแบ่งเป็นมันสำปะหลังเพื่อผลิตด้านอาหารและมันสำปะหลังเพื่อผลิตด้านพลังงาน

Cons17.. $COF = f_cpc \times CP$

- มันสำปะหลังเพื่อไปผลิตด้านอาหารนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cons18.. $CP = CS + CCaP$

- ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแปรรูปแบ่งได้เป็นแป้งมันสำปะหลังและมันอัดเม็ด/มันเส้น

Cons19.. $CS = CS_D + CS_E$

- แป้งมันสำปะหลังแบ่งได้เป็นแป้งมันสำปะหลังใช้ในประเทศและแป้งมันสำปะหลังเพื่อส่งออก

Cons20.. $CCaP = CCaP_D + CCaP_E$

- มันอัดเม็ด/มันเส้นแบ่งได้เป็นมันอัดเม็ด/มันเส้นใช้ในประเทศและมันอัดเม็ด/มันเส้นเพื่อส่งออก

Cons21.. $f_rsdp \times RS_D \geq V_rsd$

- มูลค่าน้ำตาลดิบใช้ในประเทศ

Cons22.. $f_rsep \times RS_E \geq V_rse$

- มูลค่าน้ำตาลดิบเพื่อส่งออก

Cons23.. $f_wsdp \times WS_D \geq V_wsd$

- มูลค่าน้ำตาลทรายขาวใช้ในประเทศ

Cons24.. $f_wsep \times WS_E \geq V_wse$

- มูลค่าน้ำตาลทรายขาวเพื่อส่งออก

Cons25.. $f_sp \times SOF + f_sp \times SOE \leq V_s$

- มูลค่าวัตถุดิบประเภทอ้อย

Cons26.. $f_mdp \times MOF_D \geq V_mofd$

- มูลค่ากากน้ำตาลใช้ในประเทศ

Cons27.. $f_mep \times MOF_E \geq V_mofe$

- มูลค่ากากน้ำตาลเพื่อส่งออก

Cons28.. $f_csdp \times CS_D \geq V_csd$

- มูลค่าแป้งมันสำปะหลังใช้ในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cons29.. $f_csep \times CS_E \geq V_cse$

- มูลค่าแป้งมันสำปะหลังเพื่อส่งออก

Cons30.. $f_ccapdp \times CCaP_D \geq V_ccapd$

- มูลค่ามันอัดเม็ด/มันเส้นใช้ในประเทศ

Cons31.. $f_ccapep \times CCaP_E = V_ccape$

- มูลค่ามันอัดเม็ด/มันเส้นเพื่อส่งออก

Cons32.. $f_cp \times COF + f_cp \times COE = V_c$

- มูลค่าวัตถุดิบประเภทมันสำปะหลัง

Cons33.. $A \times (E - z) = f_se \times InSOE$

- ปริมาณการเพิ่มวัตถุดิบประเภทอ้อยเพื่อนำไปผลิตเอทานอล ตามสัดส่วน

Cons34.. $B \times (E - z) = f_me \times InMOE$

- ปริมาณการเพิ่มวัตถุดิบประเภทกากน้ำตาลเพื่อนำไปผลิตเอทานอล ตามสัดส่วน

Cons35.. $C \times (E - z) = f_ce \times InCOE$

- ปริมาณการเพิ่มวัตถุดิบประเภทมันสำปะหลังเพื่อนำไปผลิตเอทานอล ตามสัดส่วน

Cons36.. $InSOF = f_sus \times InSugar$

- ปริมาณอ้อยเพื่อผลิตด้านอาหารเพิ่มขึ้นเนื่องจาก การเพิ่มปริมาณของกากน้ำตาล

Cons37.. $InMOE = f_sum \times InSugar$

- ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเนื่องจาก การเพิ่มปริมาณของกากน้ำตาล

Cons38.. $Land_InSE = f_sl \times InSOE$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากอ้อยเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cons39.. $Land_SF = f_sul \times lnSugar$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากอ้อยเพื่อผลิตด้านพลังงานที่เพิ่มขึ้น

Cons40.. $Land_CE = f_cl \times lnCOE$

- พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมันสำปะหลังเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น

3.5 ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำผลจากซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) มาสรุปและวิเคราะห์เพื่อนำผลไปตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศแล้วจัดทำรายงานเพื่อนำเสนอและจัดทำผลงานวิจัยเพื่อนำเสนองานประชุมวิชาการระดับชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองวิจัย

4.1 กล่าวนำ

บทนี้กล่าวถึงผลการทดลองวิจัย และผลการวิเคราะห์ของปริมาณการผลิตเอทานอลสูงสุด โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (General Algebraic Modeling System (GAMS)) เพื่อประเมินค่าที่เหมาะสมทางคณิตศาสตร์ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 วัตถุดิบชั้นพื้นฐานและแปรรูป ส่วนที่ 2 พื้นที่การเก็บเกี่ยววัตถุดิบ

4.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองจากการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ ทำให้ทราบวัตถุดิบที่เกษตรกรส่งให้กับโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ คือ อ้อย 100.33 ล้านตัน มูลค่าทั้งสิ้น 92,000,000,000 บาท และมันสำปะหลัง 30.23 ล้านตัน มูลค้าทั้งสิ้น 64,085,000,000 บาท โดยอ้อยที่ไปผลิตด้านอาหาร (ผลิตน้ำตาล) 99.53 ล้านตัน และ มันสำปะหลัง (แป้งมัน,มันเส้นและมันอัดเม็ด) 28.52 ล้านตัน โดยความต้องการนี้เป็นความต้องการพื้นฐานของปี พ.ศ. 2556 นั้นหมายความว่า เหลือวัตถุดิบที่จะไปผลิตด้านพลังงาน (เอทานอล) ตามที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลตามวัตถุดิบประเภทต่างๆ

ประเภทของวัตถุดิบ	ปริมาณการนำวัตถุดิบไปผลิตเอทานอล (ล้านตัน)	ปริมาณเอทานอลจากวัตถุดิบ (ล้านลิตร)	ปริมาณเอทานอลสะสม (ล้านลิตร)
อ้อย	0.80	56	56
กากน้ำตาล	2.55	612	668
มันสำปะหลัง	1.71	274	942

ดังนั้นปริมาณการผลิตเอทานอลสูงสุดอยู่ที่ 942 ล้านลิตร หรือ 2.85 ล้านลิตรต่อวัน ทั้งนี้ระยะเวลาการผลิตต่อปีประมาณ 330 วัน และระยะเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องจักร 30 วัน และสามารถสรุปผลจากการประเมินค่าจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) ที่แสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลจากซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS)

ตัวแปรออกแบบ	คำอธิบาย	ค่าจากการประเมิน $x10^6$	หน่วย
Land_T	พื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด	17.56	ไร่
Land_S	พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อย	8.83	ไร่
Land_C	พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง	8.73	ไร่
Land_SF	พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านอาหาร	8.76	ไร่
Land_InSF	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านอาหาร A=1 , B=0 ,C=0	0	ไร่
Land_InSF	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านอาหาร A=0 , B=1 ,C=0	18.67	ไร่
Land_InSF	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านอาหาร A=0 , B=0 ,C=1	0	ไร่
Land_InSF	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านอาหาร A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	12.14	ไร่
Land_SE	พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านเอทานอล	0.07	ไร่
Land_InSE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านเอทานอล A=1 , B=0 ,C=0	2.95	ไร่
Land_InSE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านเอทานอล A=0 , B=1 ,C=0	0	ไร่
Land_InSE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านเอทานอล A=0 , B=0 ,C=1	0	ไร่
Land_InSE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยด้านเอทานอล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	0.18	ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรออกแบบ	คำอธิบาย	ค่าจากการประเมิน $x10^6$	หน่วย
Land_CF	พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังด้านอาหาร	8.24	ไร่
Land_CE	พื้นที่เก็บเกี่ยวมันฯด้านเอทานอล	0.49	ไร่
Land_InCE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวมันฯานเอทานอล A=1 , B=0 ,C=0	0	ไร่
Land_InCE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวมันฯานเอทานอล A=0 , B=1 ,C=0	0	ไร่
Land_InCE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวมันฯานเอทานอล A=0 , B=0 ,C=1	4.22	ไร่
Land_InCE	เพิ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวมันฯานเอทานอล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	1.22	ไร่
Sugarcane	ผลผลิตอ้อยทั้งหมด	100.33	ตัน
SOE	อ้อยไปผลิตเอทานอล	0.80	ตัน
InSOE	เพิ่มอ้อยไปผลิตเอทานอล A=1 , B=0 ,C=0	33.47	ตัน
InSOE	เพิ่มอ้อยไปผลิตเอทานอล A=0 , B=1 ,C=0	0	ตัน
InSOE	เพิ่มอ้อยไปผลิตเอทานอล A=0 , B=0 ,C=1	0	ตัน
InSOE	เพิ่มอ้อยไปผลิตเอทานอล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	2.01	ตัน
SOF	อ้อยไปผลิตอาหาร	99.53	ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรออกแบบ	คำอธิบาย	ค่าจากการประเมิน $x10^6$	หน่วย
InSOF	เพิ่มอ้อยไปผลิตอาหาร A=1 , B=0 ,C=0	0	ตัน
InSOF	เพิ่มอ้อยไปผลิตอาหาร A=0 , B=1 ,C=0	212.21	ตัน
InSOF	เพิ่มอ้อยไปผลิตอาหาร A=0 , B=0 ,C=1	0	ตัน
InSOF	เพิ่มอ้อยไปผลิตอาหาร A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	137.94	ตัน
Sugar	น้ำตาล	9.95	ตัน
InSugar	เพิ่มน้ำตาล A=1 , B=0 ,C=0	0	ตัน
InSugar	เพิ่มน้ำตาล A=0 , B=1 ,C=0	21.22	ตัน
InSugar	เพิ่มน้ำตาล A=0 , B=0 ,C=1	0	ตัน
InSugar	เพิ่มน้ำตาล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	13.79	ตัน
RS	น้ำตาลดิบ	3.72	ตัน
RS_D	น้ำตาลดิบใช้ในประเทศ	0.71	ตัน
RS_E	น้ำตาลดิบส่งออก	3.65	ตัน
WS	น้ำตาลทราย	5.44	ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรออกแบบ	คำอธิบาย	ค่าจากการประเมิน $x10^6$	หน่วย
WS_D	น้ำตาลทรายใช้ในประเทศ	2.46	ตัน
WS_E	น้ำตาลทรายส่งออก	2.98	ตัน
Molass	กากน้ำตาล	4.56	ตัน
MOE	กากน้ำตาลผลิตเอทานอล	2.55	ตัน
InMOE	เพิ่มกากน้ำตาลผลิตเอทานอล A=1 , B=0 ,C=0	0	ตัน
InMOE	เพิ่มกากน้ำตาลผลิตเอทานอล A=0 , B=1 ,C=0	9.76	ตัน
InMOE	เพิ่มกากน้ำตาลผลิตเอทานอล A=0 , B=0 ,C=1	0	ตัน
InMOE	เพิ่มกากน้ำตาลผลิตเอทานอล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	6.34	ตัน
MOF	กากน้ำตาลผลิตอาหาร	2.02	ตัน
MOF_D	กากน้ำตาลผลิตอาหารใช้ในประเทศ	1.48	ตัน
MOF_E	กากน้ำตาลผลิตอาหารส่งออก	0.54	ตัน
Cassava	มันสำปะหลัง	30.23	ตัน
COE	มันสำปะหลังผลิตเอทานอล	1.71	ตัน
InCOE	เพิ่มมันสำปะหลังผลิตเอทานอล A=1 , B=0 ,C=0	0	ตัน
InCOE	เพิ่มมันสำปะหลังผลิตเอทานอล A=0 , B=1 ,C=0		ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรออกแบบ	คำอธิบาย	ค่าจากการประเมิน $x10^6$	หน่วย
InCOE	เพิ่มมันสำปะหลังผลิตเอทานอล A=0 , B=0 ,C=1	14.64	ตัน
InCOE	เพิ่มมันสำปะหลังผลิตเอทานอล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	4.25	ตัน
COF	มันสำปะหลังผลิตอาหาร	28.52	ตัน
CP	มันสำปะหลังแปรรูป	8.94	ตัน
CS	แป้งมัน	2.85	ตัน
CS_D	แป้งมันใช้ในประเทศ	0.40	ตัน
CS_E	แป้งมันส่งออก	2.45	ตัน
CCaP	มันเส้นและมันอัดเม็ด	6.09	ตัน
CCaP_D	มันเส้นและมันอัดเม็ดใช้ในประเทศ	0.37	ตัน
CCaP_E	มันเส้นและมันอัดเม็ดส่งออก	5.71	ตัน
z	ปริมาณผลิตเอทานอลสูงสุด	942.23	ลิตร
E-z	เพิ่มปริมาณผลิตเอทานอล A=1 , B=0 ,C=0	2342.77	ลิตร
E-z	เพิ่มปริมาณผลิตเอทานอล A=0 , B=1 ,C=0	2342.77	ลิตร
E-z	เพิ่มปริมาณผลิตเอทานอล A=0 , B=0 ,C=1	2342.77	ลิตร
E-z	เพิ่มปริมาณผลิตเอทานอล A=0.06 , B=0.65 ,C=0.29	2342.77	ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A หมายถึง สัดส่วนในการเพิ่มวัตถุดิบประเภทอ้อยเพื่อให้ผลิตเอทานอลส่วนที่เหลือ ได้ตามเป้าหมายที่ 9 ล้าน ลิตรต่อวัน

B หมายถึง สัดส่วนในการเพิ่มวัตถุดิบประเภทอ้อยเพื่อให้ผลิตเอทานอลส่วนที่เหลือ ได้ตามเป้าหมายที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน

C หมายถึง สัดส่วนในการเพิ่มวัตถุดิบประเภทอ้อยเพื่อให้ผลิตเอทานอลส่วนที่เหลือ ได้ตามเป้าหมายที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน

E-z หมายถึง ปริมาณการผลิตเอทานอลส่วนที่เหลือจากการผลิตเดิม เมื่อเทียบจาก ปี พ.ศ. 2556 เพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน

4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองทำให้ทราบพื้นที่เก็บเกี่ยวที่เกิดจากการนำวัตถุดิบไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ และสามารถบอกได้ในเชิงปริมาณว่าวัตถุดิบทั้งหมดมีปริมาณมากน้อยเพียงใดจากพื้นที่เก็บเกี่ยวดังกล่าว โดยจากผลการทดลองนี้ มีพื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบ 2 ประเภท คือ พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อย 8.83 ล้านไร่ และพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 8.73 ล้านไร่ ทำให้มีพื้นที่ในการเก็บเกี่ยววัตถุดิบทั้งหมดมี 17.56 ล้านไร่ โดยสามารถแบ่งแยกย่อยไปได้อีกว่า เป็นพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อไปผลิตด้านอาหาร 8.76 ล้านไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อไปผลิตด้านพลังงาน 0.07 ล้านไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่อไปผลิตด้านอาหาร 8.24 ล้านไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่อไปผลิตด้านพลังงาน 0.49 ล้านไร่

ดังนั้นการผลิตเอทานอลในประเทศไทยนั้น เกิดจาก กากน้ำตาล เป็นส่วนใหญ่ เพราะกากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลและเอทานอลรองลงมาคือ มันสำปะหลัง อ้อย ตามลำดับ โดยแบ่งเป็นสัดส่วนการนำวัตถุดิบไปผลิตเอทานอลได้ดังนี้ กากน้ำตาล 65 % , มันสำปะหลัง 29 % และ อ้อย 6 % ของปริมาณการผลิตเอทานอลทั้งหมดตาม ปี พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

บทนี้กล่าวถึงบทสรุปของงานวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อบริหารจัดการทรัพยากร กรณีศึกษา การจัดการตลาดพลังงานเอทานอล โดยการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ด้านนโยบายพลังงานของประเทศ การผลิตและปริมาณวัตถุดิบ โรงงานผลิตเอทานอล การใช้งานวัตถุดิบในด้านพลังงานและการผลิตอาหาร เป็นต้น จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินหาค่าปริมาณการผลิตเอทานอลสูงสุดที่เหมาะสม โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 5 บท คือ บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย หลักการที่ได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ส่วนบทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการนำมาสร้างแบบจำลองดังกล่าว ในบทที่ 3 บทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองวิจัยการดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ บทที่ 4 บทนี้กล่าวถึงผลการทดลองวิจัย และผลการวิเคราะห์ในซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) และบทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปของงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.2 สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์นี้เพื่อหาค่าปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังสูงสุดเพื่อตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ โดยการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินหาค่าที่เหมาะสม จากซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) โดยผลการทดลองที่ได้นั้น คือ ปริมาณการผลิตเอทานอลสูงสุด อยู่ที่ 942 ล้านลิตร หรือ 2.85 ล้านลิตรต่อวัน นั้นหมายความว่า การผลิตเอทานอลยังไม่เพียงพอ กับความต้องการใช้เอทานอล ที่ 3,285 ล้านลิตร หรือ 9 ล้านลิตรต่อวัน ตามนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการผลิตเอทานอลยังไม่เพียงพอ ตามความต้องการใช้เอทานอล ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำข้อเสนอแนะในการเพิ่มวัตถุดิบ เพื่อในเพียงพอตามนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ รัฐบาลอาจจะนำไปเป็นฐานข้อมูลหรือเป็นแนวทางเพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ ที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน โดยผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 กรณี โดยไม่คำนึงถึงพื้นที่เก็บเกี่ยว ดังนี้

1. การนำวัตถุดิบประเภทอ้อยมาใช้ 100 % เพื่อเพิ่มการผลิตเอทานอลให้ได้ตามนโยบาย ที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน
2. การนำวัตถุดิบประเภทกากน้ำตาลมาใช้ 100 % เพื่อเพิ่มการผลิตเอทานอลให้ได้ตามนโยบาย ที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน (กรณีนี้ จะได้จากการเพิ่มผลผลิตของน้ำตาล)
3. การนำวัตถุดิบประเภทมันสำปะหลังมาใช้ 100 % เพื่อเพิ่มการผลิตเอทานอลให้ได้ตามนโยบาย ที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน
4. การนำวัตถุดิบประเภทอ้อยมาใช้ 6 % , กากน้ำตาล 65 % และมันสำปะหลัง 29 % เพื่อเพิ่มการผลิตเอทานอลให้ได้ตามนโยบาย ที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเอทานอลเพื่อให้เป็นไปตามนโยบายของประเทศ ที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน ทั้ง 4 กรณีนี้ สามารถสรุปได้ ที่แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปริมาณวัตถุดิบ และพื้นที่เก็บเกี่ยว ที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้การผลิตเอทานอลเพียงพอตามนโยบาย

กรณีเพิ่มวัตถุดิบ 100 %

ประเภทของวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบใช้ผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (ล้านตัน)	พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (ล้านไร่)
อ้อย 100 %	33.47	2.95
กากน้ำตาล 100 %	9.76	18.67
- น้ำตาลที่เพิ่มขึ้น	21.22	
มันสำปะหลัง 100 %	14.64	4.22

กรณีเพิ่มวัตถุดิบตามสัดส่วน

ประเภทของวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบใช้ผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (ล้านตัน)	พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (ล้านไร่)
อ้อย 6 %	2.01	0.18
กากน้ำตาล 65 %	6.34	12.14
- น้ำตาลที่เพิ่มขึ้น	13.79	
มันสำปะหลัง 29 %	4.25	1.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรุง สินอภิรมย์สราญ. 2545. **“การแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในเชิงปฏิบัติสำหรับอุตสาหกรรม”** กรุงเทพฯ: สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2556. **“รายงานสถานการณ์เอทานอล ปี 2556 และแนวโน้มปี 2557”** [Online]. Available : http://www.bot.or.th/sites

สำนักงานเศษรฐกิจการเกษตร. 2557. **“สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557”** [Online]. Available : http://www.oae.go.th

กองนโยบายและแผนอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล. 2556. **“สรุปสถานการณ์อ้อยและน้ำตาลทราย ของประเทศไทย ประจำปีการผลิต 2555/2556 (มกราคม – ธันวาคม 2556)”** กรุงเทพฯ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล.

กระทรวงพลังงาน. 2557. **“ผลการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการในหัวข้อ (ASEAN Energy Outlook)”** [Online]. Available : http://www.loei.energy.go.th/

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2555. **“แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551 - 2565)”** [Online]. Available : http://www.eppo.go.th/ccep/

Dieleman, B. 2015. **“LMOP Workshop: LFG Energy Project Development Discussion”** [Online]. Available : http://www3.epa.gov/ lmop/.2014

Beneke, R.S. and Ronald Winerboer. 1973. **“Linear Programming: Application to Agriculture”,** The lowa State University Pree, Ames, lowa

Chiange, A.C. 1984. **“Fundamental Method of Mathematical Economics”,** McGraw-Hill Book Co.,Singapore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

- ข้อมูลผลผลิตของวัตถุดิบขั้นพื้นฐาน ราคา พื้นที่เพาะปลูก
- ข้อมูลปริมาณของวัตถุดิบราคา ทั้งภายในประเทศและส่งออก
- สถานการณ์เอทานอล ปี พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลผลผลิตของวัตถุดิบขั้นพื้นฐาน ราคา พื้นที่เพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันสำปะหลังโรงงาน : Cassava

ตารางที่ 10 มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 10 อันดับแรก ปี 2554-2556
Table 10 Cassava : Harvested area, production and yield per rai of major countries, 2011-2013

ประเทศ	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)			ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Country
	2554 2011	2555 2012	2556 2013	2554 2011	2555 2012	2556 2013	2554 2011	2555 2012	2556 2013	
รวมทั้งโลก	**128,675**	**143,111**	**127,455**	**255,396**	**266,129**	**276,762**	**1,985**	**1,860**	**2,171**	**World Total**
ไนจีเรีย	25,751	40,013	23,750	46,190	50,950	53,000	1,794	1,273	2,232	Nigeria
ไทย [1/]	7,096	8,513	8,657	21,912	29,848	30,228	3,088	3,506	3,492	Thailand [1/]
อินโดนีเซีย	7,404	7,061	6,661	24,044	24,177	23,937	3,247	3,424	3,594	Indonesia
บราซิล	10,835	10,581	9,537	25,350	23,045	21,484	2,340	2,178	2,253	Brazil
คองโก	11,625	12,375	12,813	15,024	16,000	16,500	1,292	1,293	1,288	Congo
แองโกลา	6,703	6,643	7,300	14,334	10,636	16,412	2,138	1,601	2,248	Angola
กานา	5,559	5,428	5,470	14,241	14,547	15,990	2,562	2,680	2,923	Ghana
โมซัมบิก	8,085	4,766	4,875	10,094	10,051	10,000	1,248	2,109	2,051	Mozambique
เวียดนาม	3,489	3,443	3,401	9,898	9,746	9,758	2,837	2,831	2,869	Vietnam
กัมพูชา	2,309	2,107	2,188	8,034	7,614	8,000	3,479	3,614	3,656	Cambodia
อื่น ๆ	39,819	42,181	42,803	66,275	69,515	71,453	1,664	1,648	1,669	Others

ที่มา : องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ
หมายเหตุ : [1/] ปรับปรุงโดย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ข้อมูล ณ ก.พ. 2558

Source : Food and Agriculture Organization of the United Nations
Remark : [1/] Update by Office of Agricultural Economics Data at Feb 2015

รูปที่ 10 มันสำปะหลัง : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 10 อันดับแรก ปี 2556
Figure 10 Cassava : Harvested area, production and yield per rai of major countries, 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

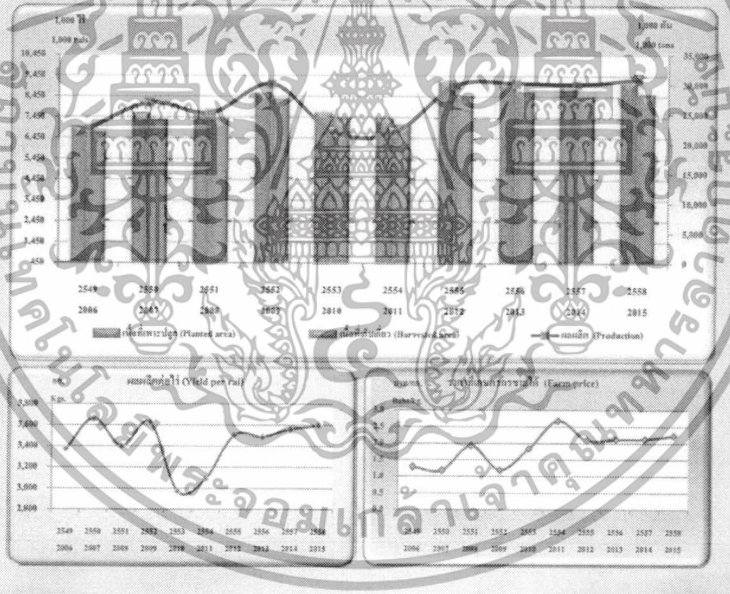
ตารางที่ 11 มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ ปี 2549-2558
Table 11 Cassava : Area, production, yield per rai, farm price and farm value, 2006-2015

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)	Year
2549	6,933	6,693	22,584	3,375	1.29	29,134	2006
2550	7,623	7,339	26,916	3,668	1.18	31,760	2007
2551	7,750	7,397	25,156	3,401	1.93	48,551	2008
2552	8,584	8,292	30,088	3,628	1.19	35,805	2009
2553	7,669	7,405	22,006	2,972	1.84	40,491	2010
2554	7,400	7,096	21,912	3,088	2.68	58,725	2011
2555	9,242	8,513	29,848	3,506	2.09	62,382	2012
2556	9,037	8,657	30,228	3,492	2.12	64,082	2013
(p) 2557	8,976	8,431	30,022	3,561	2.13	63,947	(p) 2014
(f) 2558	9,154	8,592	30,910	3,598	2.23	68,929	(f) 2015

หมายเหตุ : (p) และ (f) ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่
ราคา ปี 2558 คือ ราคาเฉลี่ยเดือน ม.ค. - มี.ค. สัปดาห์ที่ 1

Remark : (p) and (f) refer to planted area, harvested area, production and yield per rai
Price 2015 refer to average price from Jan. - Mar. week 1

รูปที่ 11 มันสำปะหลัง : เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ และราคาที่เกษตรกรขายได้ ปี 2549-2558
Figure 11 Cassava : Area, production, yield per rai and farm price, 2006-2015



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์มันสำปะหลัง ปี 2557

การผลิต

เนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังลดลง เนื่องจากเกษตรกรเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า ได้แก่ อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเกษตรกรมีการดูแลรักษาดีขึ้น มีการแซ่ท่อนพันธุ์และใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น

การผลิตของโลก ปี 2557 FAO คาดการณ์ว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากปี 2556 ร้อยละ 4.55 โดยทวีปแอฟริกา ละตินอเมริกา เอเชีย และโอเชียเนีย มีผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.99 ร้อยละ 6.94 ร้อยละ 2.89 และร้อยละ 1.22 ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่อยู่ในทวีปแอฟริกา ประมาณร้อยละ 59 รองลงมาคือ เอเชีย ร้อยละ 30 ละตินอเมริกา ร้อยละ 10 และ โอเชียเนีย ร้อยละ 1 ตามลำดับ ทั้งนี้ในทวีปแอฟริกา มันสำปะหลังยังคงเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญต่อความมั่นคงด้านอาหารและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของคนชนบท สำหรับทวีปเอเชีย มีความต้องการใช้มันสำปะหลังในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ เอทานอล อาหาร และอาหารสัตว์ เป็นต้น โดยผู้ผลิตรายใหญ่ 5 อันดับแรก คือ ไนจีเรีย ไทย อินโดนีเซีย บราซิล และกองโก

การตลาด

ความต้องการใช้มันสำปะหลังในประเทศของไทย ปี 2557 เพิ่มขึ้นจากปี 2556 ร้อยละ 4.93 เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อผลิตเอทานอลเพิ่มสูงขึ้น จากนโยบายยกเลิกน้ำมันเบนซิน 91 ปัจจุบันมีโรงงานที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล 6 แห่ง ส่วนความต้องการใช้เพื่อผลิตแป้งมันสำปะหลังและมันเส้นเพิ่มขึ้นไม่มากนัก โดยความต้องการใช้ภายในประเทศ มีประมาณร้อยละ 20-25 ที่เหลือร้อยละ 75-80 เพื่อการส่งออก

มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทย ปี 2557 เพิ่มขึ้นจากปี 2556 ร้อยละ 17.78 เนื่องจากมีการส่งมอบสต็อกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังจากโครงการแทรกแซงตลาดมันสำปะหลังของรัฐบาล ประกอบกับประเทศคู่ค้ายังมีความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้การส่งออกมันเส้นขึ้นอยู่กับราคาธัญพืชของประเทศคู่ค้า ส่วนแป้งมันสำปะหลัง มีการใช้ในอุตสาหกรรมที่หลากหลายมากขึ้นทำให้ความต้องการใช้ขยายตัว ปัจจุบันจีนเป็นประเทศผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของไทย เนื่องจากมีความต้องการใช้มันเส้นเพื่อนำไปผลิตแอลกอฮอล์ และแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cassava Situation in 2013

Production

The harvested area and production decreased because farmers changed to plant other crops which provided higher yield; for example sugarcane and maize. The yield per rai increased due to good practices and suitable weather.

For the world situation in 2014, FAO estimated that the production increased by 4.55 percent compared to year 2013. The rising number of the production estimated in Africa, Latin America, Asia and Oceania were 4.99 percent, 6.94 percent, 2.89 percent and 1.22 percent respectively. The cultivated areas were mostly in Africa, around 59 percent, in Asia around 30 percent, in Latin America around 10 percent and in Oceania around 1 percent. In Africa, cassava remained the staple food crop and better livelihood of rural community. In Asia, the demands for using cassava were in the whole chain of industries such as in alcohol, ethanol, food and animal feed industries. The five largest producers were Nigeria, Thailand, Indonesia, Brazil and Congo.

Trade

In year 2014, demand for using cassava in Thailand increased 4.93 percent compared to year 2013 due to high demand of producing ethanol as the result from cancelling benzene 91 policy. There were six ethanol industrial producers using cassava for ethanol production. Demand for cassava to produce tapioca starch and tapioca chip was not much increasing. The demand for domestic using was approximately 20-25 percent while the rest were exported.

The values of cassava export in year 2014 increased 17.78 percent compared to year 2013 due to increasing in cassava stock from government's cassava market interference scheme and highly demand of cassava from trade partners. The export of cassava relied on grain price of trade partner. Since Tapioca starch was used in various industries, demand of using Tapioca starch was increased. China was the largest importer of cassava products of Thailand because China had demand of using Tapioca chip for producing ethanol and using Tapioca starch in paper and textile industry.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันสำปะหลังโรงงาน : Cassava

ตารางที่ 12 มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2556-2558
Table 12 Cassava : Area, production and yield per rai by region and province, 2013-2015

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) Planted area (Rais)			เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (Rais)			ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Region/ Province
	2556 2013	2557 (p) 2014	2558 (f) 2015	2556 2013	2557 (p) 2014	2558 (f) 2015	2556 2013	2557 (p) 2014	2558 (f) 2015	2556 2013	2557 (p) 2014	2558 (f) 2015	
รวมทั้งประเทศ	**9,037,273**	**8,975,865**	**9,154,029**	**8,656,942**	**8,431,223**	**8,591,761**	**30,227,542**	**30,022,052**	**30,908,720**	**3,492**	**3,561**	**3,596**	**Whole Kingdom**
เหนือ	**1,947,213**	**1,961,992**	**2,014,053**	**1,876,311**	**1,843,080**	**1,887,776**	**6,714,546**	**6,700,328**	**6,930,341**	**3,579**	**3,635**	**3,671**	**Northern**
ตะวันออกเฉียงเหนือ	**4,714,713**	**4,604,972**	**4,715,661**	**4,493,264**	**4,359,677**	**4,458,954**	**15,387,256**	**15,465,916**	**16,019,083**	**3,425**	**3,547**	**3,593**	**Northeastern**
กลาง	2,375,347	2,408,901	2,424,315	2,287,367	2,228,466	2,245,031	8,125,740	7,855,808	7,960,296	3,552	3,525	3,548	Central
เชียงราย	59,321	63,494	70,701	55,450	61,535	68,298	180,735	201,708	227,285	3,259	3,278	3,328	Chiang Rai
พะเยา	8,160	7,855	8,278	8,056	7,855	8,132	26,596	26,717	27,965	3,301	3,401	3,439	Phayao
ลำปาง	23,666	25,157	26,227	23,432	24,624	25,914	72,008	80,136	85,762	3,073	3,254	3,309	Lampang
ลำพูน	6,372	4,670	4,518	6,256	4,613	4,491	17,847	13,587	13,503	2,853	2,945	3,007	Lamphun
เชียงใหม่	2,310	1,924	1,820	2,264	1,861	1,738	7,676	6,243	5,842	3,390	3,355	3,361	Chiang Mai
ตาก	113,370	131,513	140,443	104,403	128,538	135,209	394,614	475,621	505,775	3,780	3,700	3,741	Tak
กำแพงเพชร	669,667	667,643	687,061	667,225	646,254	654,869	2,561,214	2,557,765	2,624,778	3,839	3,958	4,008	Kamphaeng Phet
สุโขทัย	60,059	59,511	60,740	58,445	58,183	59,702	182,254	187,222	194,243	3,118	3,218	3,254	Sukhothai
แพร่	17,678	18,953	19,050	16,238	17,935	18,480	49,716	55,725	57,982	3,062	3,107	3,138	Phrae
น่าน	1,745	1,062	1,054	1,664	1,054	1,033	5,168	3,153	3,105	3,106	2,991	3,006	Nan
อุตรดิตถ์	28,278	26,549	26,864	27,562	25,040	26,265	91,343	83,430	85,983	3,314	3,332	3,403	Uttaradit
พิษณุโลก	175,203	164,192	168,751	171,065	161,449	160,561	580,846	539,459	549,160	3,395	3,341	3,420	Phitsanulok
พิจิตร	24,723	23,464	23,823	23,182	22,469	22,955	76,033	76,512	78,728	3,369	3,402	3,430	Phichit
นครสวรรค์	414,009	436,809	445,451	374,973	359,614	368,835	1,261,286	1,235,909	1,277,693	3,654	3,437	3,464	Nakhon Sawan
อุทัยธานี	148,064	139,587	138,212	144,810	136,658	135,715	511,731	492,697	496,499	3,533	3,605	3,585	Uthai Thani
เพชรบูรณ์	194,588	189,609	196,060	191,465	185,368	185,489	691,419	684,463	708,058	3,622	3,585	3,612	Phetchabun
เลย	300,858	302,685	300,163	283,601	285,064	290,491	953,059	1,030,816	1,042,778	3,343	3,494	3,560	Loei
หนองบัวลำภู	74,357	68,931	67,923	71,918	65,580	64,930	226,013	206,984	203,099	3,147	3,155	3,125	Nong Bua Lam Phu
อุดรธานี	267,573	259,345	266,054	256,264	245,207	252,218	843,495	848,551	876,099	3,292	3,460	3,473	Udon Thani
หนองคาย	21,244	17,911	17,205	19,570	16,881	16,533	53,304	51,429	51,114	3,030	3,029	3,091	Nong Khai
บึงกาฬ	23,823	11,365	11,103	21,219	10,969	10,859	54,731	31,008	30,687	3,051	2,827	2,824	Bueng Kan
สกลนคร	135,749	120,371	124,180	132,960	117,123	121,838	385,318	354,251	369,869	2,909	3,025	3,036	Sakon Nakhon
นครพนม	58,635	49,561	49,601	56,915	47,773	47,329	162,700	144,899	152,132	2,862	3,108	3,214	Nakhon Phanom
มุกดาหาร	161,887	149,180	147,173	157,869	144,927	142,923	505,471	477,777	479,685	3,202	3,306	3,343	Mukdahan
ยโสธร	88,255	87,917	91,067	83,535	83,823	86,257	274,307	280,123	295,180	3,284	3,343	3,422	Yasothon
อำนาจเจริญ	92,564	56,664	57,948	56,851	53,067	54,038	167,842	174,536	178,724	3,301	3,290	3,307	Amnat Charoen
อุบลราชธานี	424,132	410,942	422,241	400,152	401,561	415,214	1,283,224	1,365,801	1,432,725	3,207	3,401	3,451	Ubon Ratchathani
ศรีสะเกษ	150,920	145,333	149,074	145,490	141,351	144,927	488,206	495,355	514,026	3,431	3,505	3,547	Si Sa Ket
สุรินทร์	89,251	76,119	78,459	79,385	53,442	55,109	258,771	169,637	175,558	3,261	3,175	3,186	Surin
บุรีรัมย์	210,006	167,834	200,635	205,739	127,834	199,872	825,041	517,115	841,055	4,010	4,130	4,212	Buri Ram
มหาสารคาม	105,141	93,307	96,232	100,259	91,566	93,081	303,501	287,962	296,188	3,078	3,145	3,184	Maha Sarakham
ร้อยเอ็ด	40,973	42,982	43,157	38,767	40,877	41,327	117,943	128,218	132,654	3,019	3,137	3,210	Roi Et
กาฬสินธุ์	248,801	203,582	209,166	229,169	197,819	202,705	752,259	671,394	693,921	3,283	3,394	3,448	Kalasin
ขอนแก่น	199,463	182,653	182,869	197,079	180,138	181,795	624,636	577,221	588,708	3,169	3,204	3,238	Khon Kaen
ชัยภูมิ	422,766	454,228	479,952	406,468	435,883	456,718	1,404,289	1,570,307	1,627,780	3,456	3,603	3,564	Chaiyaphum
นครราชสีมา	1,598,405	1,674,339	1,723,316	1,546,076	1,536,026	1,580,724	5,643,177	5,776,880	6,032,218	3,650	3,761	3,816	Nakhon Ratchasima

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2556-2558 (ต่อ)
Table 12 Cassava : Area, production and yield per rai by region and province, 2013-2015 (Continued)

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) Planted area (Rais)			เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (Rais)			ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Region/ Province
	2556	2557 (p)	2558 (f)	2556	2557 (p)	2558 (f)	2556	2557 (p)	2558 (f)	2556	2557 (p)	2558 (f)	
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
สระบุรี	35,050	33,201	33,830	34,420	31,797	32,786	129,322	115,314	118,255	3,757	3,627	3,607	Saraburi
ลพบุรี	206,972	249,889	257,423	205,160	220,847	228,201	704,767	767,454	785,105	3,435	3,475	3,440	Lop Buri
ชัยนาท	65,424	64,434	65,119	64,441	63,021	63,374	211,035	203,918	204,122	3,275	3,236	3,221	Chai Nat
สุพรรณบุรี	36,478	37,647	38,142	35,853	37,328	37,742	112,197	121,200	122,048	3,129	3,247	3,234	Suphan Buri
ปราจีนบุรี	159,069	156,780	153,793	156,395	150,038	148,563	531,619	498,784	501,827	3,399	3,324	3,377	Prachin Buri
ฉะเชิงเทรา	305,787	294,273	295,701	283,198	275,890	276,718	1,059,720	999,980	1,004,379	3,742	3,624	3,630	Chachoengsao
สระแก้ว	430,019	452,652	468,600	397,215	366,477	376,315	1,352,383	1,233,831	1,282,788	3,430	3,365	3,411	Sa Kaeo
จันทบุรี	260,398	239,688	232,518	251,106	228,584	224,424	890,804	799,050	796,493	3,548	3,496	3,549	Chanthaburi
ระยอง	59,598	52,863	51,721	59,493	44,225	43,579	237,873	187,511	186,778	3,998	4,247	4,286	Rayong
ชลบุรี	284,714	279,476	276,111	281,858	274,122	273,656	1,182,641	1,158,402	1,165,468	4,221	4,226	4,259	Chon Buri
กาญจนบุรี	452,758	468,448	471,357	443,241	460,146	463,527	1,481,582	1,530,103	1,551,579	3,258	3,325	3,347	Kanchanaburi
ราชบุรี	76,384	77,685	78,177	72,291	74,175	74,472	225,787	234,426	235,270	3,123	3,160	3,159	Ratchaburi
เพชรบุรี	1,608	1,085	1,054	1,605	1,043	1,018	5,274	3,447	3,418	3,284	3,305	3,358	Phetchaburi
ประจวบคีรีขันธ์	1,090	478	769	1,090	773	766	3,626	2,689	2,668	3,327	3,475	3,480	Prachuap Khiri Khan

รูปที่ 12 มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค ปี 2558
Figure 12 Cassava : Harvested area production and yield per rai by region, 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้อยโรงงาน : Sugarcane

ตารางที่ 13 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 10 อันดับแรก ปี 2554-2556
Table 13 Sugarcane : Harvested area, production and yield per rai of major countries, 2011-2013

ประเทศ	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)			ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Country
	2554 2011	2555 2012	2556 2013	2554 2011	2555 2012	2556 2013	2554 2011	2555 2012	2556 2013	
รวมทั้งโลก	**159,770**	**163,029**	**168,392**	**1,800,800**	**1,838,535**	**1,911,179**	**11,271**	**11,277**	**11,350**	**World Total**
บราซิล	60,008	60,659	63,720	734,006	721,077	768,090	12,232	11,887	12,054	Brazil
อินเดีย	30,902	31,813	31,625	342,382	361,037	341,200	11,080	11,349	10,789	India
จีน	10,815	11,270	11,409	115,124	124,038	128,851	10,645	11,006	11,294	China
ไทย 1/	7,870	8,013	8,260	95,950	98,400	100,096	12,192	12,280	12,118	Thailand 1/
ปากีสถาน	6,173	6,538	7,055	55,309	58,397	63,750	8,960	8,932	9,036	Pakistan
เม็กซิโก	4,461	4,595	4,893	49,735	50,947	61,182	11,149	11,087	12,504	Mexico
โคลัมเบีย	2,387	2,555	2,536	34,880	33,364	34,676	14,617	13,058	13,752	Colombia
อินโดนีเซีย	2,719	2,563	2,613	24,000	28,700	33,700	8,827	11,198	11,980	Indonesia
ฟิลิปปินส์	2,748	2,708	2,721	30,000	32,000	31,874	10,917	11,817	11,714	Philippines
สหรัฐอเมริกา	2,207	2,282	2,304	26,656	29,286	27,906	12,078	12,812	12,112	USA
อื่น ๆ	29,480	30,033	31,053	292,748	301,339	319,654	9,930	10,034	10,293	Others

ที่มา : องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ
หมายเหตุ : 1/ ปรับปรุงโดย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ข้อมูล ณ ก.พ. 2558

Source : Food and Agriculture Organization of the United Nations
Remark : 1/ Update by Office of Agricultural Economics Data at Feb. 2015

รูปที่ 13 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 10 อันดับแรก ปี 2556
Figure 13 Sugarcane : Harvested, ared, production and yield per rai of major countries, 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

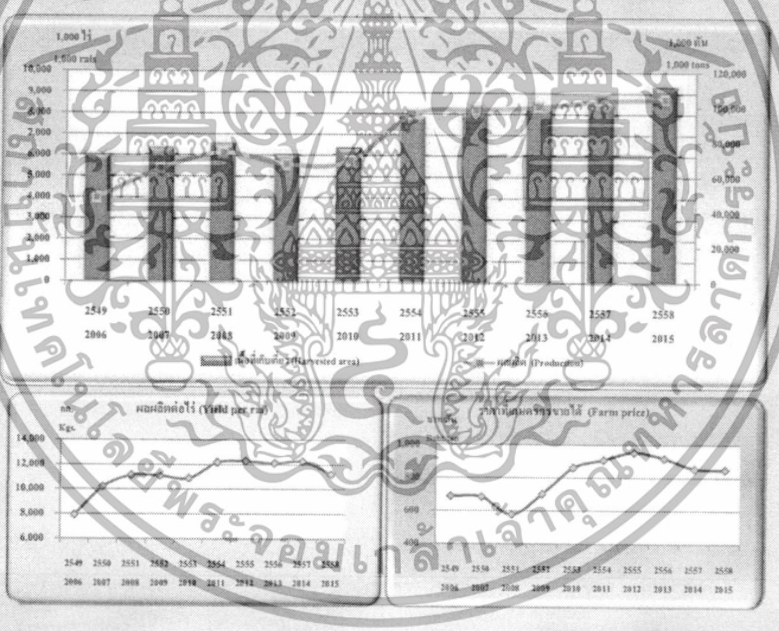
ตารางที่ 14 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ ปี 2549-2558
Table 14 Sugarcane : Harvested area, production, yield per rai, farm price and farm value, 2006-2015

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน) Farm price (Baht per ton)	มูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)	Year
2549	6,033	47,658	7,899	688	32,789	2006
2550	6,314	64,365	10,194	683	43,962	2007
2551	6,588	73,502	11,157	577	42,410	2008
2552	6,023	66,816	11,094	700	46,772	2009
2553	6,310	68,808	10,905	861	59,244	2010
2554	7,870	95,950	12,192	908	87,123	2011
2555	8,013	98,400	12,280	954	93,874	2012
2556	8,260	100,096	12,118	917	91,788	2013
2557	8,456	103,697	12,263	855	88,661	2014
2558	9,305	104,589	11,240	849	88,796	2015

ที่มา : ปี 2558 สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย
หมายเหตุ : ราคาปี 2558 คือ ราคาเฉลี่ยเดือน ม.ค.-มี.ค. สัปดาห์ที่ 1

Source : 2015 data from the Office of the Cane and Sugar Board
Remark : Price 2015 refer to average from Jan.-Mar. week 1

รูปที่ 14 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ และราคาที่เกษตรกรขายได้ ปี 2549-2558
Figure 14 Sugarcane : Harvested area, production, yield per rai and farm price, 2006-2015



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์อ้อยโรงงาน ปี 2557

การผลิต

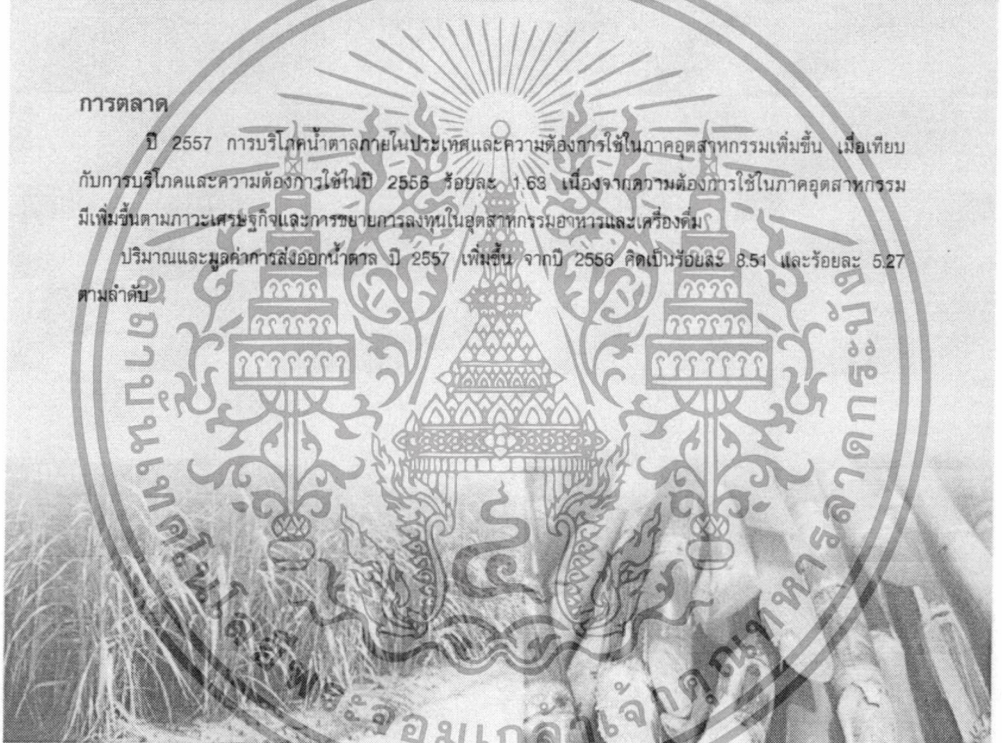
เนื้อที่เก็บเกี่ยวทั้งประเทศเพิ่มขึ้น เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้ในปีที่แล้วยังเป็นที่พอใจ ประกอบกับมีการส่งเสริมการปลูกอ้อยโรงงานจากผู้ประกอบการจึงทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกแทนนาข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมันสำปะหลัง สำหรับผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอ ไม่มีโรคหรือแมลงรบกวน มีการดูแลรักษาดีขึ้น

ส่วนการผลิตน้ำตาลทรายดิบของโลกปี 2557 ผลผลิตน้ำตาลทรายดิบของโลกลดลง จากปี 2556 เนื่องจากราคาน้ำตาลทรายในตลาดโลกมีแนวโน้มลดลง ประกอบกับประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ ได้แก่ บราซิล อินเดีย จีน ไทย สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก ปากีสถาน และออสเตรเลีย ผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น

การตลาด

ปี 2557 การบริโภคน้ำตาลภายในประเทศและความต้องการใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการบริโภคและความต้องการใช้ในปี 2556 ร้อยละ 1.63 เนื่องจากความต้องการใช้ในภาคอุตสาหกรรมมีเพิ่มขึ้นตามภาวะเศรษฐกิจและการขยายการลงทุนในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

ปริมาณและมูลค่าการส่งออกน้ำตาล ปี 2557 เพิ่มขึ้น จากปี 2556 คิดเป็นร้อยละ 8.51 และร้อยละ 5.27 ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sugarcane Situation in 2014

Production

In 2014, total harvested area of the country increased, since farm price in the previous year was satisfying, so the production area was expanded. Moreover, sugarcane planting was promoted by entrepreneurs, encouraging certain farmers to increase their production areas by taking the place of rice, maize, and cassava planting area. The yield was higher than that in the year before because there was enough precipitation with no disease and pest. In addition, farmers used good ratoon, had water supply, better taking care, as well as put much more fertilizers.

In 2014, raw sugar production of the world decreased from the production in 2013, since world price tended to decrease, and major producers, Brazil, India, China, Thailand, USA, Mexico, Pakistan, and Australia, increased their production.

Trade

In 2014, domestic consumption and industrial demand was higher than that in 2013 by 1.63 percent, because industrial demand increased, which corresponded to economy and the expansion in industrial and beverage investment. The volume and value of sugar exporting in 2014 were higher than those in 2013 about 8.51 and 5.27 percent respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้อยโรงงาน : Sugarcane

ตารางที่ 15 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2556-2558
Table 15 Sugarcane : Harvested area, production and yield per rai by region and province, 2013-2015

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (Rais)			ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Region/ Province
	2556 2013	2557 2014	2558 2015	2556 2013	2557 2014	2558 2015	2556 2013	2557 2014	2558 2015	
รวมทั้งประเทศ	**8,259,969**	**8,456,409**	**9,305,066**	**100,095,580**	**103,697,005**	**104,589,449**	**12,118**	**12,263**	**11,240**	**Whole Kingdom**
เหนือ	**2,161,660**	**2,192,888**	**2,474,677**	**28,681,617**	**29,338,263**	**27,694,688**	**13,268**	**13,379**	**11,191**	**Northern**
ตะวันออกเฉียงเหนือ	3,554,780	3,780,963	4,018,989	40,267,762	43,613,650	44,914,001	11,328	11,535	11,175	Northeastern
กลาง	2,543,529	2,482,558	2,811,400	31,146,201	30,745,092	31,980,761	12,245	12,384	11,375	Central
ลำปาง	11,165	6,362	2,732	83,522	48,061	27,452	7,481	7,554	10,050	Lampang
เชียงใหม่	2,864	2,709	-	26,639	25,384	-	9,301	9,370	-	Chiang Mai
ตาก	9,391	9,557	9,198	93,748	99,362	97,871	9,983	10,680	10,641	Tak
กำแพงเพชร	446,338	452,833	643,250	6,097,926	6,231,229	7,185,103	13,662	13,761	11,170	Kamphaeng Phet
สุโขทัย	194,171	197,598	247,705	2,378,400	2,445,864	2,771,815	12,249	12,378	11,190	Sukhothai
แพร่	2,242	2,305	1,041	25,412	26,480	10,896	11,335	11,488	10,467	Phrae
อุตรดิตถ์	93,052	95,137	81,904	1,153,293	1,069,333	899,307	12,393	12,560	10,980	Uttaradit
พิษณุโลก	130,976	130,600	113,525	1,579,611	1,590,684	1,236,671	12,060	12,180	11,040	Phitsanulok
พิจิตร	54,552	55,312	60,614	648,321	660,300	712,211	11,204	11,938	11,750	Phichit
นครสวรรค์	605,602	618,424	856,134	8,283,369	8,506,665	7,269,643	13,678	13,753	11,110	Nakhon Sawan
อุทัยธานี	264,734	269,727	304,363	3,830,530	3,968,196	3,478,470	13,023	13,134	11,410	Uthai Thani
เพชรบูรณ์	317,163	327,319	353,409	4,485,246	4,645,608	3,965,248	14,142	14,096	11,220	Phetchabun
เลย	131,312	160,637	193,196	1,491,461	1,733,592	2,272,821	11,358	11,496	11,410	Loei
หนองบัวลำภู	187,513	177,127	205,822	1,552,947	2,023,904	2,301,560	11,293	11,426	11,210	Nong Bua Lam Phu
อุดรธานี	474,986	521,539	598,073	5,159,341	5,765,418	6,868,511	10,862	11,055	11,150	Udon Thani
หนองคาย	4,953	3,646	37,470	57,652	42,522	483,990	11,636	11,590	11,180	Nong Khai
บึงกาฬ	1,571	1,501	2,137	18,671	17,907	24,413	11,885	11,930	11,161	Bueng Kan
สกลนคร	54,043	53,101	58,903	619,048	612,127	653,791	11,344	11,528	11,100	Sakon Nakhon
นครพนม	5,306	5,006	1,477	63,571	60,622	16,510	11,961	12,110	11,178	Nakhon Phanom
มุกดาหาร	133,524	135,551	165,843	1,592,347	1,640,896	1,847,490	11,926	12,105	11,140	Mukdahan
ยโสธร	20,671	21,348	33,547	235,822	248,401	368,638	11,457	11,635	11,020	Yasothon
อำนาจเจริญ	15,539	16,327	29,261	173,945	190,617	325,814	11,508	11,675	11,060	Amnat Charoen
อุบลราชธานี	12,187	11,453	13,017	142,355	135,836	143,535	11,730	11,854	10,280	Ubon Ratchathani
ศรีสะเกษ	6,252	5,405	19,101	69,142	71,341	197,119	11,059	11,216	10,320	Si Sa Ket
สุรินทร์	208,051	212,100	189,773	2,229,536	2,372,504	2,040,059	10,716	11,185	10,750	Surin
บุรีรัมย์	206,388	211,168	182,917	2,331,666	2,416,988	2,065,133	11,297	11,446	11,290	Buri Ram
มหาสารคาม	128,147	131,003	143,456	1,316,714	1,370,838	1,546,456	10,275	10,464	10,780	Maha Sarakham
ร้อยเอ็ด	53,161	54,240	100,257	627,675	651,531	1,089,780	11,907	12,012	10,870	Roi Et

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2556-2558 (ต่อ)
Table 15 Sugarcane : Harvested area, production and yield per rai by region and province, 2013-2015 (Continued)

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (Rais)			ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Region/ Province
	2556 2013	2557 2014	2558 2015	2556 2013	2557 2014	2558 2015	2556 2013	2557 2014	2558 2015	
กาฬสินธุ์	297,578	304,247	368,316	3,578,335	3,708,766	4,117,770	12,025	12,190	11,180	Kalasin
ขอนแก่น	575,671	585,694	560,227	7,248,278	7,455,854	6,336,170	12,591	12,730	11,310	Khon Kaen
ชัยภูมิ	429,194	513,130	513,406	4,717,023	5,730,605	5,789,084	10,990	11,168	11,276	Chaiyaphum
นครราชสีมา	658,633	665,534	595,944	7,040,709	7,362,783	6,686,495	10,690	11,063	11,220	Nakhon Ratchasima
สระบุรี	144,186	146,211	119,407	1,782,049	1,832,141	1,393,478	12,359	12,531	11,670	Saraburi
ลพบุรี	353,569	357,358	584,730	4,322,196	4,417,258	6,841,340	12,224	12,361	11,700	Lop Buri
สิงห์บุรี	15,272	12,750	13,160	198,254	168,947	158,446	12,982	13,094	12,040	Sing Buri
ชัยนาท	76,587	78,537	188,807	997,544	1,035,510	1,803,383	13,025	13,185	11,720	Chai Nat
สุพรรณบุรี	486,562	430,662	545,001	7,125,403	7,258,834	8,245,710	14,644	14,794	11,460	Suphan Buri
อ่างทอง	15,288	14,004	18,309	192,952	177,654	221,352	12,491	12,643	12,090	Ang Thong
ปราจีนบุรี	12,633	11,874	17,515	136,167	129,605	188,659	10,779	10,915	10,710	Prachin Buri
ฉะเชิงเทรา	41,850	39,204	25,454	435,816	413,360	258,660	10,416	10,544	10,150	Chachoengsao
สระแก้ว	214,323	200,241	267,940	2,294,289	2,170,091	2,907,145	10,705	10,837	10,850	Sa Kaeo
จันทบุรี	15,308	14,518	5,139	161,670	155,811	52,623	10,561	10,698	10,241	Chanthaburi
ระยอง	8,236	6,113	1,884	86,347	64,143	19,440	10,484	10,493	10,318	Rayong
ชลบุรี	104,084	100,974	117,835	1,124,456	1,107,275	1,215,052	10,800	10,966	10,320	Chon Buri
นครปฐม	83,801	71,233	76,132	1,273,630	954,653	867,142	13,281	13,260	11,390	Nakhon Pathom
กาญจนบุรี	692,733	666,520	650,572	8,129,166	7,864,115	7,403,507	11,735	11,829	11,380	Kanchanaburi
ราชบุรี	231,923	203,201	150,032	2,231,320	2,004,225	1,702,866	11,972	11,226	11,350	Ratchaburi
เพชรบุรี	28,612	29,145	38,069	293,221	295,647	387,402	10,139	10,247	11,110	Phetchaburi
ประจวบคีรีขันธ์	36,862	37,193	48,266	367,596	375,923	533,556	9,972	10,107	11,050	Prachuap Khiri Khan

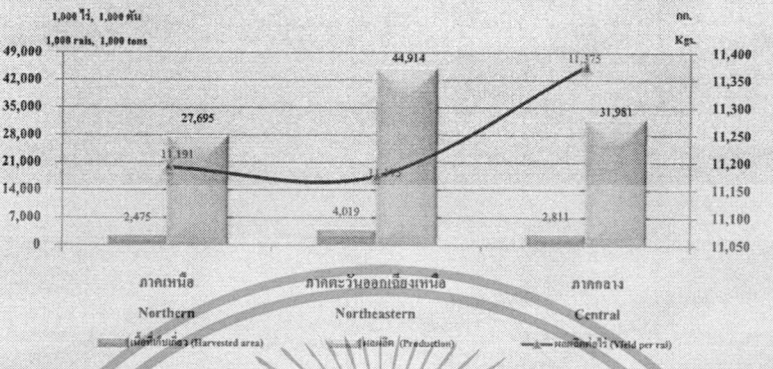
ที่มา : ปี 2558 สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

Source : 2015 data from the Office of the Cane and Sugar Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้อยโรงงาน : Sugarcane

รูปที่ 15 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค ปี 2558
Figure 15 Sugarcane : Harvested area, production and yield per rai by region, 2015



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

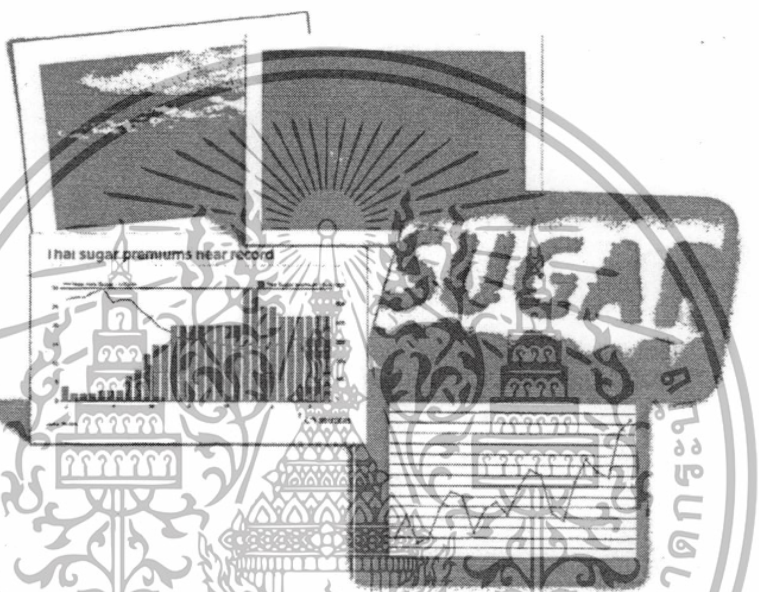
ข้อมูลปริมาณของวัตถุดิบราคา ทั้งภายในประเทศและส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปสถานการณ์อ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทย

ประจำปีการผลิต 2555/2556

(มกราคม – ธันวาคม 2556)



กองนโยบายและแผนอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ

ประจำปีการผลิต 2555/56

(ฉบับปิดหีบ)

* รายงานตลอดฤดูการผลิต (ลบ) *

หน่วย/กระสอบ 100 กก.

ชื่อโรงงาน	เปิดหีบ	ฉบับที่ (*ปิดหีบ)	รวมวัน เดินเครื่อง	ปริมาณอ้อยสั่งหีบ อ้อยสด(ตัน)	อ้อยไฟไหม้(ตัน)	รวมปริมาณอ้อย (ตัน)	เฉลี่ย C.C.S ณ วันนี้	น้ำตาลทรายขาว จากรวมอ่าง(กส.)	จากบริษัทฯ(กส.)	รวม(กส.)	น้ำตาลทรายดิบ กากอง(ตัน)	ตระยอม	รวม(กส.)	* หมักสั่งๆ	รวมทั้งสิ้น	น้ำตาลเฉลี่ยอ้อย กก.	ปริมาณกากหม้อกากน้ำตาล(ตัน)	เฉลี่ยหีบอ้อย กก.
ภาคเหนือ																		
อัทยน้ำตาลทรายพิชัย	15/12/55	7/4/56	114	302,175.89	728,783.34	1,030,959.23	10.08	112,785.50	2,177.00	114,962.50	31,416.402	496,076.61	810,240.83	0.00	925,203.33	89.74	49,868.867	48.37
อัทยน้ำตาลไทยนิล (อุตรดิตถ์)	22/11/55	30/3/56	129	307,353.77	1,318,956.87	1,624,320.44	11.26	139,161.00	151,961.50	291,122.50	25,015.180	982,700.00	1,242,861.70	0.00	1,533,984.20	94.44	76,642.760	47.18
ไทยเอกอุตสาหกรรม	20/11/55	7/4/56	139	1,244,712.97	887,353.83	2,132,066.50	11.65	128,139.50	791,073.50	919,212.00	85,603.920	427,756.60	1,265,796.40	0.00	2,205,008.40	103.42	85,417.000	40.06
น้ำตาลพิษณุโลก	20/11/55	11/4/56	133	160,871.63	1,034,227.00	1,203,098.63	11.11	311,316.00	0.00	311,316.00	76,309.420	0.00	753,094.20	0.00	1,064,410.20	88.47	55,021.000	45.73
เกษตรไทยฯ (รวมผล)	20/11/55	8/4/56	140	629,478.30	1,270,827.51	1,900,305.87	10.72	156,051.00	558,398.00	693,249.00	106,026.940	0.00	1,060,269.40	0.00	1,753,518.40	92.13	87,843.000	46.15
มิตรผล	20/11/55	26/4/56	158	815,546.85	3,352,903.48	4,168,450.33	10.83	312,395.00	258,315.50	570,710.50	331,028.840	0.00	3,310,288.40	0.00	3,880,998.90	93.10	199,159.200	47.78
เกษตรไทยฯ	15/11/55	1/5/56	169	1,744,268.58	4,168,450.39	5,912,720.05	11.06	969,138.50	1,143,177.00	2,112,315.50	325,502.880	14,758.40	3,269,785.20	0.00	5,382,100.70	91.03	275,208.033	46.56
ไทยรุ่งเรือง	7/12/55	7/4/56	122	1,509,119.02	3,031,802.48	4,540,918.50	12.04	268,383.00	1,053,591.75	1,321,974.75	353,171.630	0.00	3,531,716.30	4,932.75	4,858,573.80	107.00	188,615.630	41.10
ตำตูโลก	26/11/55	1/4/56	127	318,000.73	1,764,321.64	2,082,322.37	10.50	109,327.00	550,812.00	660,139.00	123,912.680	0.00	1,239,126.80	1,800.00	1,900,065.80	91.25	90,395.000	43.41
รวม				7,036,624.66	17,561,545.33	24,598,170.13	11.20	2,466,475.50	4,507,478.25	6,993,951.75	1,457,187.552	1,931,301.71	10,503,177.23	6,732.75	23,503,991.73	93.55	1,103,260.560	44.05
ภาคกลาง																		
สิงห์บุรี	20/11/55	12/4/56	144	384,766.09	1,294,869.42	1,679,635.51	10.90	83,676.50	321,810.50	405,486.00	110,765.156	0.00	1,107,651.50	998.11	1,574,338.87	93.73	74,753.140	44.51
สุพรรณบุรี	1/12/55	2/4/56	124	61,680.57	354,397.14	416,077.71	10.62	783.00	1,569.50	2,352.50	35,051.250	0.00	350,512.50	0.00	352,865.00	84.80	19,849.300	47.70
ไร่ไทยน้ำตาลกลอง	20/11/55	25/3/56	114	210,404.86	922,819.80	1,133,324.66	10.22	294,686.00	149,469.00	444,357.00	52,801.940	0.00	528,019.40	688.00	973,258.40	85.88	48,030.000	42.38
ไทยเอี่ยมจุน	24/12/55	18/5/56	146	455,416.65	629,035.34	1,084,451.19	10.92	0.00	870,016.50	870,016.50	20,466.470	0.00	204,664.70	1,011.50	1,076,692.70	99.19	48,655.000	45.05
ไทยอุตสาหกรรม	24/12/55	29/5/56	167	385,530.18	778,503.74	1,164,033.92	10.51	305,490.00	475,477.00	780,967.00	28,661.700	0.00	286,617.00	0.00	1,067,584.00	91.71	53,041.000	45.57
ประจวบอุตา	24/12/55	20/4/56	127	349,739.32	679,097.54	1,028,836.86	10.61	220,743.00	567,677.50	788,420.50	16,202.140	0.00	162,021.40	0.00	950,441.90	92.38	40,447.000	45.15
น้ำมะกา	24/12/55	19/5/56	147	490,507.00	1,137,806.50	1,628,313.50	10.98	303,668.00	771,678.00	1,075,346.00	48,878.750	0.00	488,787.50	0.00	1,564,133.50	96.06	76,445.430	46.18
บ้านกรูไทย	3/12/55	3/5/56	163	769,044.19	2,017,025.32	2,806,069.51	10.54	306,710.00	765,700.00	1,092,410.00	150,868.000	0.00	1,508,680.00	0.00	2,599,309.90	92.63	124,657.679	44.42
อุดร น้ำตาลบ้านไร่	22/11/55	6/4/56	136	652,120.29	2,707,970.73	3,360,091.02	10.74	124,857.00	526,973.48	650,830.48	252,260.000	0.00	2,522,600.00	1,434.76	3,174,866.04	94.49	140,350.070	44.45
ไทยกาญจนบุรี	24/12/55	5/5/56	164	626,391.07	732,062.67	1,360,473.74	10.71	634,444.50	601,763.00	1,236,207.50	426.696	0.00	4,266.96	0.00	1,240,494.46	91.18	62,544.790	45.97
อัดตะเกษตร	24/12/55	25/5/56	163	617,584.38	492,282.64	1,109,876.92	10.91	636,159.50	400,272.50	1,036,432.00	165.330	0.00	1,653.30	0.00	1,038,085.30	93.53	54,200.460	48.83
มิตรผล	20/11/55	10/4/56	142	1,184,671.55	3,950,008.53	5,134,680.09	10.81	336,658.10	1,937,687.61	2,274,345.71	268,055.873	4,310.10	2,684,866.03	4,424.20	4,963,636.74	96.67	223,200.590	43.47
บ้านโป่ง	24/12/55	22/4/56	123	410,999.18	840,817.05	1,050,886.23	10.79	191,300.00	696,620.00	888,920.00	3,479.700	0.00	34,797.00	0.00	924,723.00	87.99	48,149.530	43.91
รวมฤทธิ์	24/12/55	5/5/56	164	889,644.48	416,501.19	1,303,345.65	10.76	281,321.00	892,697.00	1,174,218.00	5,379.315	0.00	53,793.15	0.00	1,228,011.15	94.22	63,732.210	48.90
ที.เอ็น.	8/12/55	24/5/56	162	253,364.64	1,386,932.21	1,639,296.85	11.59	294,951.50	229,943.25	524,894.75	99,403.660	0.00	994,036.60	73,571.20	1,592,502.55	97.15	77,284.760	47.15
ปราณบุรี	24/12/55	18/5/56	148	335,621.62	177,037.97	513,659.59	10.44	101,524.50	253,296.50	434,821.00	4,301.170	0.00	43,011.70	0.00	477,832.70	93.04	27,757.600	54.05
สระบุรี	8/12/55	13/4/56	127	1,174,065.70	2,208,668.00	3,382,773.76	11.60	117,123.50	580,051.50	797,175.00	265,574.910	0.00	2,655,749.10	0.00	3,572,924.10	105.62	145,799.487	43.10
อัดระกษตร (อุทัยธานี)	15/12/55	2/4/56	109	39,649.26	663,199.82	702,848.08	11.55	5,079.50	0.00	5,079.50	70,160.588	0.00	701,605.88	0.00	706,685.38	100.53	33,416.223	47.54
รวม				9,309,499.32	21,189,075.61	30,498,574.93	10.89	4,310,355.60	10,073,902.64	14,393,258.44	1,459,736.596	4,310.10	14,601,676.96	82,310.77	29,077,254.17	95.34	1,377,520.869	45.17

ชื่อโรงงาน	เปิดหีบ	ส.วันนี้ (=วันหีบ)	รวมวัน เดินเครื่อง	ปริมาณซื้อตามบัตรฯ ซื้อตรง(ตัน)	ซื้อโพ้นโรงหีบ(ตัน)	รวมปริมาณอ้อย (ตัน)	เฉลี่ยCCS ถึงวันนี้	น้ำตาลทรายดิบ ขาวรวม(กส.)	ขาวบริสุทธิ์(กส.)	รวม(กส.)	น้ำตาลทรายดิบ เหลือ(ตัน)	สระออย	รวม (กส.)	* หนี้สิ้นๆ	รวมทั้งสิ้น	น้ำตาลต้นอ้อย กก.	ปริมาณการผลิต กากน้ำตาล(ตัน)	เปอร์เซ็นต์อ้อย กก.
ภาคตะวันออก																		
บ้านโป่ง(สุหฤษฎ์)	10/11/55	1/5/56	195	74,089.41	427,106.60	501,196.01	10.49	70,847.00	69,786.00	140,633.00	30,094.640	0.00	300,945.40	0.00	441,579.40	88.11	22,410.540	44.71
สหการนครปฐม	10/12/55	9/4/56	121	131,355.42	641,351.68	772,707.10	9.98	229,555.00	247,880.00	477,535.00	17,500.260	0.00	175,002.60	0.00	652,537.60	84.45	36,169.000	46.81
น้ำตาลมิตรผลอ้อยตรัน(เอก	15/11/55	15/5/56	181	616,618.73	2,112,496.73	2,731,115.46	11.31	397,357.50	260,177.00	657,564.50	145,483.240	530,003.00	1,984,835.40	0.00	2,642,399.90	96.75	122,850.000	44.96
ระยอง	27/11/55	23/4/56	148	130,742.61	550,212.04	680,954.65	10.77	286,101.50	25,009.00	311,110.50	27,004.970	0.00	270,049.70	0.00	581,160.20	85.34	40,623.040	59.65
"รวม"				954,806.37	3,731,166.05	4,685,972.22	10.92	984,521.00	602,572.00	1,588,093.00	220,083.110	530,003.00	2,730,834.10	0.00	4,317,727.10	92.14	222,263.180	47.43
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ																		
สุรินทร์	12/12/55	2/5/56	142	980,349.95	1,700,497.73	2,680,847.68	12.48	45,000.00	1,197,968.40	1,242,968.40	169,354.980	0.00	1,693,549.80	0.00	2,936,518.20	109.54	131,250.010	48.96
อีสาน	20/11/55	3/4/56	127	266,018.61	1,175,087.94	1,441,014.55	13.29	310,159.50	0.00	310,159.50	131,208.400	0.00	1,312,084.00	0.00	1,631,243.50	113.13	58,152.750	40.33
น้ำตาลกาฬสินธุ์	23/11/55	12/4/56	141	1,376,355.38	1,925,684.48	3,301,842.04	13.56	134,734.00	549,050.75	684,703.75	316,728.010	0.00	3,167,280.10	25,481.00	3,877,464.85	117.43	162,756.970	49.29
ร้อยเอ็ด (มหาโพ)	1/12/55	6/4/56	127	474,130.50	461,892.12	936,031.71	13.13	0.00	0.00	0.00	85,560.100	30,092.50	885,893.50	126,953.50	1,012,847.00	108.21	44,208.690	47.29
เกษตรผล	22/11/55	4/4/56	134	374,052.50	1,160,454.34	1,535,323.84	12.69	648,309.25	100,182.50	748,491.75	73,128.410	175,074.60	906,338.80	0.00	1,654,830.35	107.78	73,778.200	48.05
ไทยรวม	1/12/55	6/5/56	157	1,502,565.65	2,010,877.30	3,511,763.15	11.95	696,822.10	1,180,650.50	1,893,512.70	206,880.390	0.00	2,068,803.90	0.00	3,962,316.60	109.43	177,002.510	49.01
รวมเกษตรกร (ชลบุรี-ตาก)	18/11/55	11/4/56	145	2,594,228.35	1,602,232.18	4,196,460.53	12.45	159,225.00	0.00	159,225.00	407,367.546	112,545.00	4,166,220.46	307,747.34	4,653,192.80	110.88	194,515.790	46.35
ห่างเวียน	2/12/55	13/4/56	133	1,343,788.65	1,851,412.87	3,205,212.72	12.65	415,827.40	253,750.50	669,577.90	203,671.060	100,725.50	2,137,436.30	216,119.00	3,022,233.20	104.39	125,692.170	43.41
ตรปฐ์	2/12/55	6/5/56	155	878,322.11	1,684,815.32	2,563,137.43	11.93	191,417.50	1,127,348.90	1,308,766.40	118,779.670	48,705.00	1,236,411.70	21,043.60	2,567,121.60	100.04	120,848.190	47.52
บ้านหุบ	6/12/55	15/3/56	100	268,206.49	894,142.47	1,162,348.96	12.16	312,900.00	107,670.00	420,570.00	70,204.491	0.00	702,044.91	0.00	1,122,614.91	101.84	45,162.040	40.97
คุณภาปี	20/11/55	2/5/56	164	356,133.81	1,209,413.55	1,565,547.36	12.45	519,080.50	482,068.00	1,001,183.50	60,493.650	1,255.53	605,192.03	0.00	1,607,357.53	102.67	61,285.000	51.02
ขอนแก่น	26/11/55	3/4/56	129	685,688.80	1,855,149.61	2,541,038.41	12.29	570,391.30	444,067.50	1,014,476.80	160,563.860	0.00	1,605,638.60	0.00	2,620,117.40	103.11	115,392.760	45.41
สหเรือง	8/12/55	26/3/56	113	450,328.36	1,072,728.52	1,523,057.88	14.20	650,435.50	0.00	650,435.50	109,457.260	0.00	1,094,572.60	0.00	1,945,008.00	127.20	64,467.990	42.17
บุรีรัมย์	25/11/55	6/5/56	162	745,184.45	1,005,306.63	1,750,491.08	12.47	470,024.75	0.00	470,024.75	88,880.330	600,456.00	1,369,359.30	0.00	1,839,384.05	105.08	87,526.690	50.00
รวมเกษตรกร (มัยภูมิ)	22/11/55	12/4/56	142	2,085,423.61	952,031.87	3,037,455.48	12.48	201,855.50	1,227,095.00	1,428,950.50	178,362.701	0.00	1,783,627.01	2,640.00	3,195,517.51	105.20	134,239.302	44.19
ธนารัตน์	15/11/55	16/5/56	185	1,779,531.66	1,431,510.33	3,211,041.99	12.39	895,435.50	460,952.25	1,356,387.75	177,334.630	28,070.00	1,799,416.30	0.00	3,175,606.05	98.90	130,594.030	40.67
น้ำตาลไทยกาญจนบุรี (ดุลย	15/12/55	10/4/56	137	141,530.79	505,545.74	647,076.53	12.72	180,064.50	0.00	180,064.50	40,015.031	0.00	400,150.31	0.00	580,215.31	102.03	25,252.290	39.03
รวมเกษตรกร (ดุลยา)	12/12/55	5/4/56	115	478,404.91	1,022,620.60	1,501,225.51	13.00	0.00	0.00	0.00	170,440.290	0.00	1,704,482.90	0.00	1,704,482.90	113.54	66,335.070	44.19
ขอนแก่น (KK)	20/12/55	19/3/56	81	99,037.95	92,641.00	191,678.95	13.31	0.00	0.00	0.00	16,437.760	0.00	164,377.60	0.00	164,377.60	85.67	12,779.430	66.60
"รวม"				16,917,432.00	23,302,364.58	40,219,796.58	12.56	6,600,658.30	7,158,724.40	13,757,582.70	2,763,693.829	994,924.03	28,883,092.32	701,184.34	43,342,629.36	107.76	1,851,317.912	46.03
รวมทั้งสิ้น				34,218,262.49	65,764,252.37	100,002,514.86	11.64	14,391,010.40	22,340,675.40	36,731,685.80	5,925,001.077	3,490,530.84	52,719,549.61	799,236.66	100,241,472.30	100.24	4,554,352.541	45.54

หมายเหตุ 1.ข้อมูล C.C.S. เฉลี่ยที่ได้เป็นข้อมูลเบื้องต้น

2.ร.ง.กุมภวาปีผลิต H.T.M. จำนวน 210.00 เมตริกตัน และได้แปลงค่าเป็นน้ำตาลทรายดิบได้ 125.553 เมตริกตัน รวมไว้ในช่องน้ำตาลทรายดิบกระผมผลิตเป็นสัดส่วนกากน้ำตาลคุณภาพสูง : น้ำตาลทรายดิบ เท่ากับ 1.6726 : 1

3.ร.ง.รวมเกษตรกร(ชย.) ผลิตน้ำตาลทรายแดง จำนวน 50,470.50 กส. และ Natural จำนวน 257,276.84 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

4.ร.ง.รวมเกษตรกร(ชย.) ผลิตน้ำตาล Castor จำนวน 2,940.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

5.ร.ง.น้ำตาลบิดรผลผลิตน้ำเชื่อม LS จำนวน 473,864.54 กส. (100 กก./กส.) และได้แปลงค่าเป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ได้ จำนวน 317,582.56 กส. คิดเป็นสัดส่วนน้ำเชื่อม LS : น้ำตาลบริสุทธิ์ เท่ากับ 1.492 : 1 รวมไว้ในช่องน้ำตาลบริสุทธิ์

6.ร.ง.น้ำตาลบิดรผลผลิตน้ำเชื่อม MIS จำนวน 68,117.00 กส. และได้แปลงค่าเป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ได้ 51,135.05 กส. คิดเป็นสัดส่วนน้ำเชื่อม MIS : น้ำตาลบริสุทธิ์ เท่ากับ 1.3324 : 1 รวมไว้ในช่องน้ำตาลบริสุทธิ์

7.ร.ง.บิดรผลผลิตคาราเมล จำนวน 19.20 กส. และน้ำตาลกรวด 4,405.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

8.ร.ง.สิงห์เสิมผลิตน้ำตาล Golden Soft จำนวน 998.11 กส. รวมไว้ช่องอื่นๆ

9.ร.ง.บิดรการเกษตรผลิตน้ำตาลคาราเมล จำนวน 25,481.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

10.ร.ง.ไพศาลีผลิตน้ำตาล Castor จำนวน 4,932.75 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

11.ร.ง.กิมฮงโอสถผลิตน้ำตาลคาราเมล จำนวน 1,600.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

12.ร.ง.บ้านไร่ผลิตน้ำตาลกรวด จำนวน 59.76 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

13.ร.ง.บ้านไร่ผลิตน้ำตาล Icing จำนวน 668.00 กส. และ Castor จำนวน 677.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

14.ร.ง.บ้านไร่ผลิตน้ำเชื่อม LS จำนวน 116,127.66 กส. (100 กก./กส.) และได้แปลงค่าเป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ได้ จำนวน 79,179.48 กส. คิดเป็นสัดส่วนน้ำเชื่อม LS : น้ำตาลบริสุทธิ์ เท่ากับ 1.4019 : 1 รวมไว้ในช่องน้ำตาลบริสุทธิ์

15.ร.ง.ไทยเกียรติผลิตน้ำตาล Castor จำนวน 1,011.50 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

16.ร.ง.วิไลย์ขอนแก่นผลิตน้ำตาลแดงเคลือบ จำนวน 330.00 กส. และน้ำตาลคาราเมล จำนวน 550.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

17.ร.ง.ที.เอ็น.ผลิตน้ำตาล Natural 25,938.00 กส. และน้ำตาลทรายกรวด จำนวน 416.50 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

18.ร.ง.ที.เอ็น.ผลิตน้ำตาลทราย Demerara จำนวน 32,742.50 กส. และทรายแดง จำนวน 5,169.20 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

19.ร.ง.ที.เอ็น.ผลิตน้ำตาล Organic จำนวน 8,303.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

20.ร.ง.สังเวียนผลิตน้ำตาล Natural จำนวน 155,504.50 กส. และ Demerara จำนวน 25,059.00 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

21.ร.ง.สังเวียนผลิตน้ำตาล Organic จำนวน 35,555.50 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

22.ร.ง.วังขนายผลิตน้ำตาล Demerara จำนวน 126,953.50 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

23.ร.ง.ครบุรีผลิตน้ำตาล Natural จำนวน 21,943.50 กส. รวมไว้ในช่องอื่นๆ

24.ร.ง.บิดรผลิตน้ำอ้อยไฟ จำนวน 4,633.43 ตัน ไปใช้ในการผลิตเอทานอลได้ส่วนกลางเป็นน้ำตาลทรายดิบได้จำนวน 431.01 ตัน และได้กากจำนวน 363.62 ตัน ตามผลิตผลห่างงานควบคุมได้รวมไว้ในช่องสินทรัพย์อื่น

25.ร.ง.โอราชผลิตน้ำตาลด้วยไฟฟ้าผลิตเป็นน้ำอ้อยสด จำนวน 9,601.34 ตัน ตามหนังสือที่ ร.ง.27/25 ลงวันที่ 11 พฤษภาคม 2556

26.ร.ง.ที่ได้ทำการผลิตน้ำตาลและรับการจดรายชื่อจำนวน 14 ร.ง. ได้แก่ ไทยเพิ่มพูน, พันธุการ, มิตรเกษตร, ปราสาทุ, ที.เอ็น., ราชบุรี, นิวกรุงไทย, ปรีชา, ไทวัฒนา, กุมภวาปี, ไทยอุตร, เกษตรไทยอีสานตะวัน, เอราวัณและไทยกาญจนบุรี ผลผลิตที่ได้จากก้านละลายน้ำตาลได้รวมไว้ในตารางนี้แล้ว

27.ร.ง.น้ำตาลที่ส่งขายน้ำตาลทรายดิบกระบวนการผลิตยอดจากการละลายยังไม่ได้รวมไว้ในตารางนี้มี 11 โรงงาน ได้แก่ พิทย์(ท่าหงษ์เทรด, ทิพย์สุโขทัย, บุรฉัตร, ไทยรุ่งเรือง, ทิพยอุโลก, สิงห์บุรี, สามุย, มิตรเกษตร(ชย.)และอุดรานีสาน

28.ร.ง.น้ำตาลที่ทำการส่งขายช่องเบื้องและได้ปรมาณการน้ำตาลตกค้างมาจากหมุดสินอ้อยของแล้วโรงงานนำมารวมเป็นผลผลิตอยู่ในจบนี้ มี 9 โรงงาน ได้แก่ อุดรน้ำน้ำ, มิตรผล, มิตรภาพสิงห์บุรี, ช่างเรียน, บ่อบุแก้ม, สุวินทร์, โคราช, ครบุรีและสหเรือง

29.ร.ง.มิตรเกษตรบีน้ำตาลทรายนิมเป็นปัญญา จำนวน 304.50 ตัน ตามหนังสือที่ ร.ง.26 050/2556 ลงวันที่ 22 พ.ค. 56 และได้นำไปแปรสภาพเป็นน้ำตาลทรายขาวได้รวมไว้ในตารางนี้แล้ว

รายงานการผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ ประจำปีการผลิต 2540/2541 - 2555/2556

ฉบับปิดหีบ

ปีการผลิต	ปริมาณอ้อยเข้าหีบ		รวมปริมาณอ้อย	เฉลี่ย	น้ำตาลทรายขาว			น้ำตาลทรายดิบ			น้ำตาลชนิดอื่นๆ	รวมทั้งสิ้น	น้ำตาลต่อตันอ้อย	ปริมาณการผลิตกากน้ำตาล (ตัน)	เฉลี่ยต่อตันอ้อย
	อ้อยสด (ตัน)	อ้อยไฟไหม้ (ตัน)	(ตัน)	C.C.S.	ขาวธรรมดา (กส.)	ขาวบริสุทธิ์ (กส.)	รวม (กส.)	เกรดอง (ตัน)	กระสอบ	รวม (กส.)			กก.		กก.
2540/41	17,939,955.015	24,261,021.997	42,200,977.012	11.11	19,688,115.40	6,121,850.50	25,809,965.90	1,417,129.174	841,915.00	15,013,206.74	121,770.54	40,944,943.18	97.02	2,218,066.095	52.56
2541/42	23,886,881.753	26,172,138.877	50,059,020.630	11.66	21,443,582.25	8,923,525.80	30,367,108.05	1,935,882.730	2,066,028.50	21,424,855.80	131,424.20	51,923,388.05	103.72	2,395,835.487	47.86
2542/43	22,610,531.833	30,518,570.498	53,129,102.331	11.70	25,924,872.00	7,835,098.50	33,759,970.50	1,793,612.141	3,296,429.70	21,232,551.11	208,289.70	55,200,811.31	103.90	2,421,048.545	45.57
2543/44	20,488,916.255	28,162,774.814	48,651,691.069	11.62	20,748,707.80	6,116,368.75	26,865,096.55	1,907,586.562	2,590,708.50	21,666,574.12	1,290,637.12	49,822,307.79	102.41	2,266,432.918	46.58
2544/45	25,939,903.492	33,553,494.613	59,493,403.105	11.78	26,665,212.10	12,105,729.95	38,770,942.05	1,818,933.098	4,358,729.48	22,548,060.46	91,541.02	61,410,543.53	103.22	2,803,206.100	47.12
2545/46	29,485,977.803	44,585,973.538	74,071,951.341	11.17	25,816,592.30	13,092,698.50	38,909,290.80	3,126,326.214	2,615,317.10	33,878,579.24	67,923.30	72,855,793.34	98.36	3,536,339.990	47.74
2546/47	35,959,629.511	28,524,733.209	64,484,362.720	12.09	22,013,305.35	9,790,824.90	31,804,130.25	3,560,017.514	2,642,802.15	38,242,977.29	53,489.56	70,100,597.10	108.71	2,934,672.515	45.51
2547/48	25,108,546.996	22,707,546.004	47,816,093.000	12.17	18,984,822.59	6,602,636.82	25,587,459.41	2,513,313.407	1,684,833.00	26,217,967.07	68,135.90	51,873,562.38	108.49	2,261,048.163	47.29
2548/49	22,068,896.210	24,620,826.000	46,689,722.210	11.61	16,838,946.96	7,891,920.25	24,730,867.21	2,267,095.558	622,340.55	23,293,296.13	326,179.25	48,350,342.59	103.56	2,109,634.014	45.18
2549/50	26,461,899.979	37,335,907.597	63,797,807.576	11.91	15,633,986.19	14,927,067.75	30,561,053.94	3,475,451.016	1,732,174.30	36,486,684.46	150,079.53	67,197,817.93	105.33	2,999,190.900	47.01
2550/51	29,332,433.375	43,975,909.455	73,308,342.830	12.09	15,831,846.47	16,655,055.95	32,486,902.42	4,352,027.512	2,153,547.65	45,673,822.77	4,719.82	78,165,445.01	106.63	3,278,343.684	44.72
2551/52	24,212,715.343	42,250,537.461	66,463,252.804	12.28	15,520,015.37	17,278,089.95	32,798,105.32	3,784,081.134	1,181,214.83	39,022,026.17	45,783.90	71,865,915.39	108.13	2,796,306.729	42.07
2552/53	24,717,347.332	43,767,952.488	68,485,299.820	11.58	16,682,418.50	13,977,870.28	30,660,288.78	3,569,977.854	2,862,192.61	38,561,971.15	7,498.42	69,229,758.35	101.09	2,977,474.591	43.48
2553/54	31,690,417.144	63,668,511.116	95,358,928.260	11.78	19,622,408.19	20,673,045.63	40,295,453.82	5,330,796.755	1,735,305.34	55,043,272.89	1,291,360.01	96,630,086.72	101.33	4,235,015.211	44.41
2554/55	33,771,395.709	64,206,294.492	97,979,690.201	12.04	16,563,943.65	20,879,337.57	37,443,281.22	6,089,727.664	3,101,498.18	63,998,774.82	1,070,117.29	102,512,173.32	104.63	4,389,630.338	44.80
2555/56	34,218,262.490	65,784,252.370	100,002,514.860	11.64	14,391,010.40	22,340,675.49	36,731,685.89	5,925,901.077	3,460,538.84	62,719,549.61	790,236.86	100,241,472.36	100.24	4,554,352.541	45.54

ปริมาณและรายได้จากการจำหน่ายน้ำตาลทรายขาวภายในประเทศแยกตามชนิดน้ำตาล

มกราคม - ธันวาคม 2556

หน่วย : กระสอบ (100 กก.)

เดือน	น้ำตาลทรายขาวธรรมดา			น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์			รวม		
	ปริมาณ (กระสอบ)	รายได้ (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กระสอบ)	ปริมาณ (กระสอบ)	รายได้ (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กระสอบ)	ปริมาณ (กระสอบ)	รายได้ (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กระสอบ)
มกราคม	1,557,166.13	3,165,718,742.29	2,033.00	752,909.61	1,611,226,565.40	2,140.00	2,310,075.74	4,776,945,307.69	2,067.87
กุมภาพันธ์	1,137,974.83	2,313,502,829.39	2,033.00	738,676.31	1,580,767,309.82	2,140.00	1,876,651.14	3,894,270,139.21	2,075.12
มีนาคม	1,319,552.66	2,682,650,557.78	2,033.00	821,994.51	1,759,068,253.54	2,140.00	2,141,547.17	4,441,718,811.32	2,074.07
เมษายน	1,339,402.05	2,723,004,367.65	2,033.00	832,760.40	1,782,107,253.86	2,140.00	2,172,162.45	4,505,111,621.51	2,074.02
พฤษภาคม	1,335,790.76	2,715,662,615.08	2,033.00	857,857.83	1,835,815,764.76	2,140.00	2,193,648.59	4,551,478,379.84	2,074.84
มิถุนายน	1,159,164.61	2,356,581,652.13	2,033.00	708,196.57	1,515,540,661.94	2,140.00	1,867,361.18	3,872,122,314.07	2,073.58
กรกฎาคม	1,270,315.20	2,582,550,801.60	2,033.00	746,334.27	1,597,155,337.80	2,140.00	2,016,649.47	4,179,706,139.40	2,072.60
สิงหาคม	1,171,502.02	2,381,663,606.66	2,033.00	781,130.84	1,671,619,999.74	2,140.00	1,952,632.86	4,053,283,606.40	2,075.80
กันยายน	1,275,298.25	2,592,681,342.25	2,033.00	722,519.71	1,546,192,179.40	2,140.00	1,997,817.96	4,138,873,521.65	2,071.70
ตุลาคม	1,235,116.80	2,510,992,454.40	2,033.00	766,755.47	1,640,856,705.80	2,140.00	2,001,872.27	4,151,849,160.20	2,073.98
พฤศจิกายน	1,297,118.85	2,637,042,622.05	2,033.00	841,388.74	1,800,571,912.16	2,140.00	2,138,507.59	4,437,614,534.21	2,075.10
ธันวาคม	1,208,583.46	2,457,050,174.18	2,033.00	711,426.62	1,522,452,960.38	2,140.00	1,920,010.08	3,979,503,134.56	2,072.65
รวมทั้งสิ้น	15,306,985.62	31,119,101,765.46	2,033.00	9,281,950.89	19,863,374,904.60	2,140.00	24,588,936.51	50,982,476,670.06	2,073.39

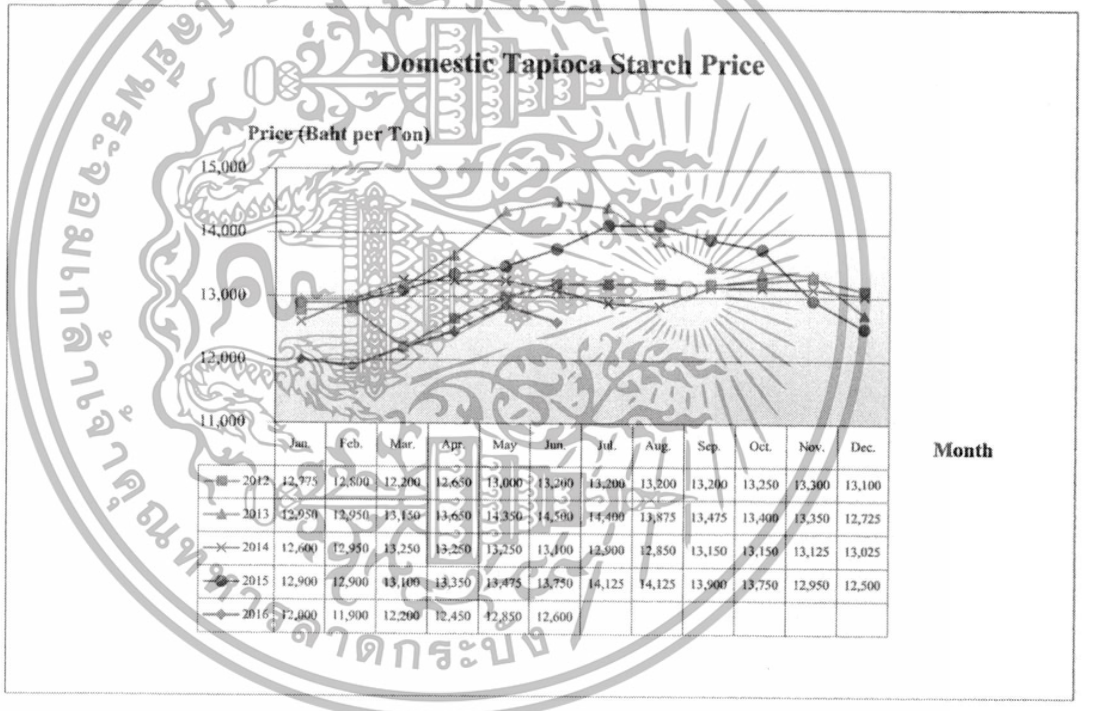
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2012	2,575	2,363	2,225	2,350	2,544	2,750	2,706	2,688	2,786	2,775	2,744	2,588
2013	2,550	2,488	2,613	2,704	2,781	2,819	2,563	2,706	2,663	2,625	2,681	2,594
2014	2,413	2,413	2,488	2,413	2,325	2,275	2,238	2,275	2,319	2,419	2,556	2,475
2015	2,141	2,313	2,306	2,356	2,413	2,438	2,500	2,510	2,468	2,400	2,351	2,250
2016	2,094	2,038	2,138	2,160	2,140	2,040						

Remark Starch content at 25% (start from May, 2014)

Source : The Thai Tapioca Trade Association

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

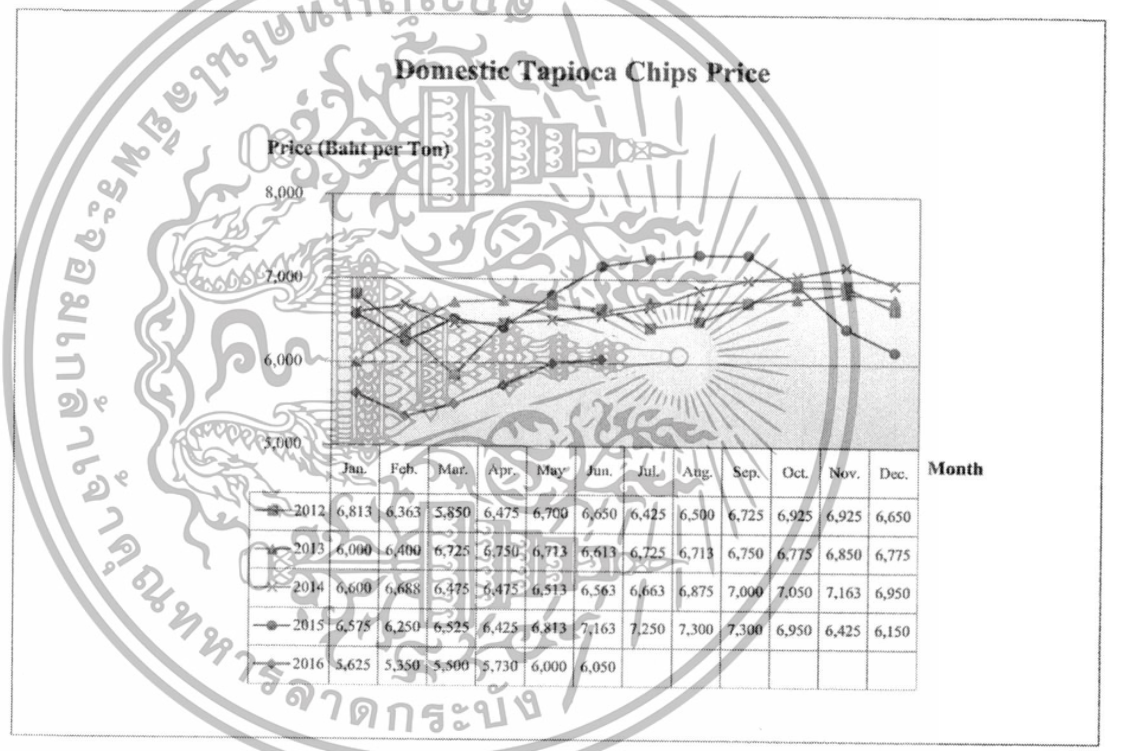
TTDI | Thai Tapioca Development Institute
สถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย



	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2012	12,775	12,800	12,200	12,650	13,000	13,200	13,200	13,200	13,200	13,250	13,300	13,100
2013	12,950	12,950	13,150	13,650	14,350	14,500	14,400	13,875	13,475	13,400	13,350	12,725
2014	12,600	12,950	13,250	13,250	13,250	13,400	12,900	12,850	13,150	13,150	13,125	13,025
2015	12,900	12,900	13,100	13,350	13,475	13,750	14,125	14,125	13,900	13,750	12,950	12,500
2016	12,600	11,900	12,200	12,450	12,850	12,600						

Source : The Thai Tapioca Trade Association

TTDI | Thai Tapioca Development Institute

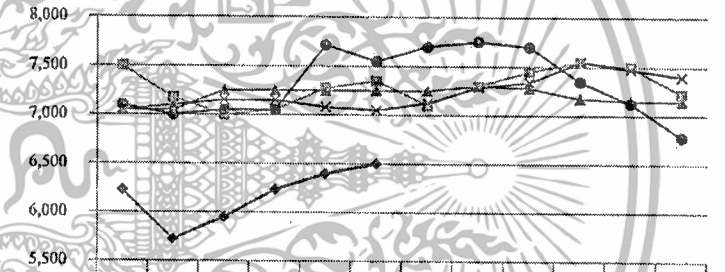


	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2012	6,813	6,363	5,850	6,475	6,700	6,650	6,425	6,500	6,725	6,925	6,925	6,650
2013	6,000	6,400	6,725	6,750	6,713	6,613	6,725	6,713	6,750	6,775	6,850	6,775
2014	6,600	6,688	6,475	6,475	6,513	6,563	6,663	6,875	7,000	7,050	7,163	6,950
2015	6,575	6,250	6,525	6,425	6,813	7,163	7,250	7,300	7,300	6,950	6,425	6,150
2016	5,625	5,350	5,500	5,730	6,000	6,050						

Source : The Thai Tapioca Trade Association

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

Domestic Tapioca Chips Price (Premium grade)



	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2012	7,500	7,175	7,000	7,050	7,275	7,350	7,100	7,300	7,450	7,550	7,500	7,225
2013	7,050	7,050	7,250	7,250	7,250	7,250	7,250	7,300	7,280	7,175	7,150	7,150
2014	7,050	7,100	7,150	7,150	7,080	7,050	7,125	7,287	7,340	7,550	7,475	7,400
2015	7,100	7,000	7,050	7,050	7,715	7,550	7,700	7,750	7,700	7,350	7,125	6,780
2016	6,225	5,725	5,950	6,230	6,400	6,500						

Source : The Thai Tapioca Trade Association

TTDI | Thai Tapioca Development Institute
มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย

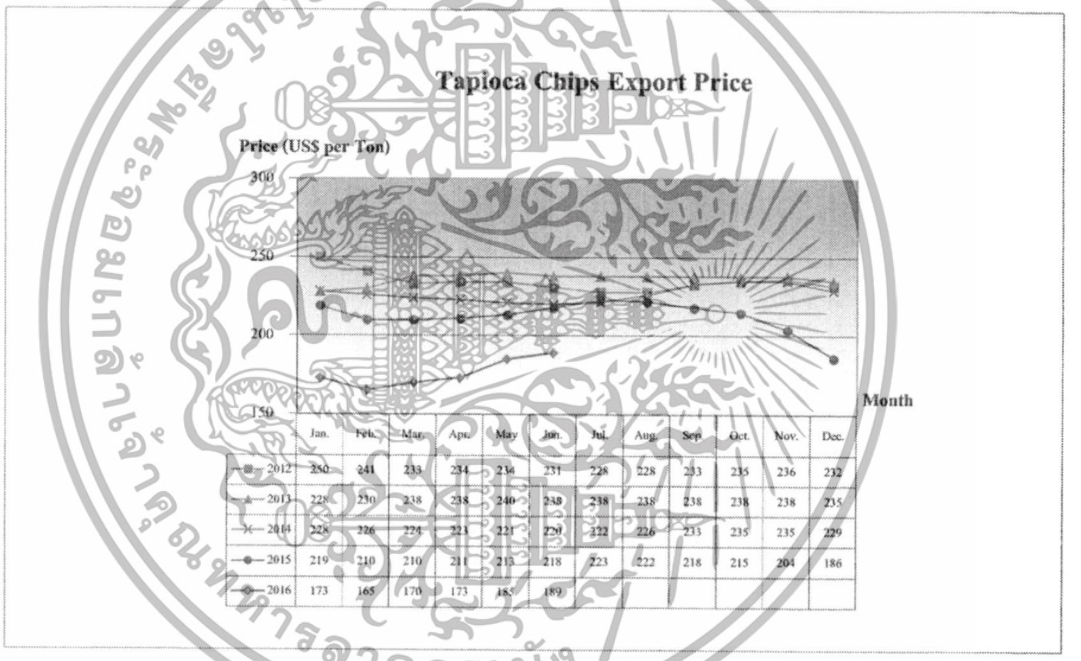
Tapioca Starch (Super High-Grade) Export Price

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2012	433	440	410	433	439	439	439	438	443	453	455	446
2013	455	455	465	483	510	505	495	473	450	450	450	425
2014	411	425	428	435	433	430	425	424	430	433	428	425
2015	418	418	425	433	438	440	441	436	426	418	390	370
2016	358	360	368	378	386	380						

Source : The Thai Tapioca Trade Association

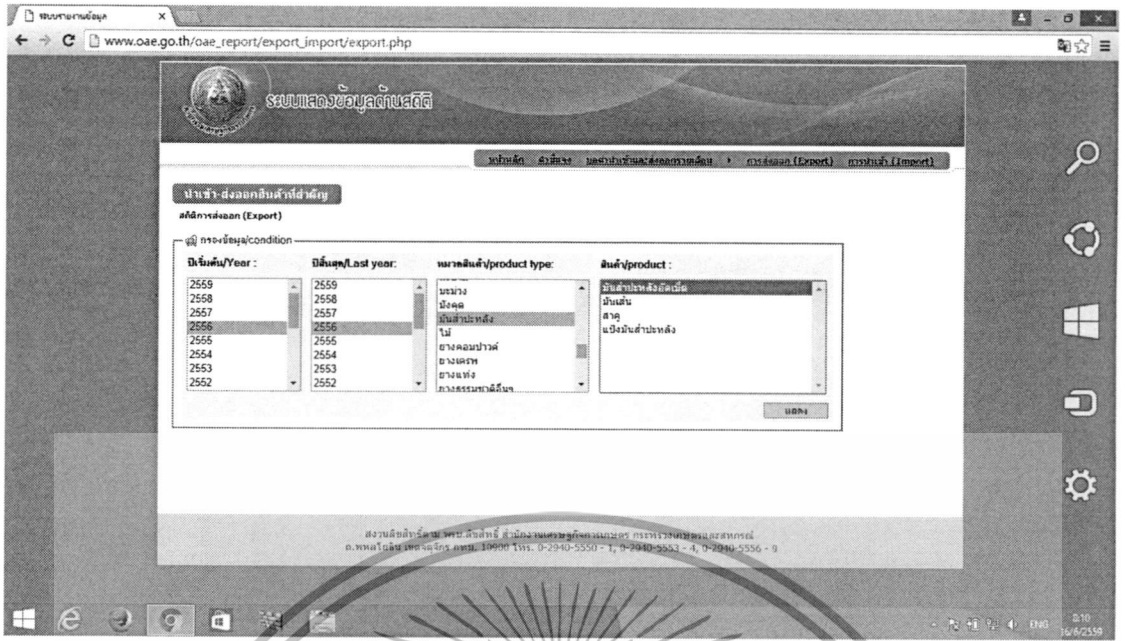
ลิขสิทธิ์ของมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ห้ามนำไปใช้ในการค้าหรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

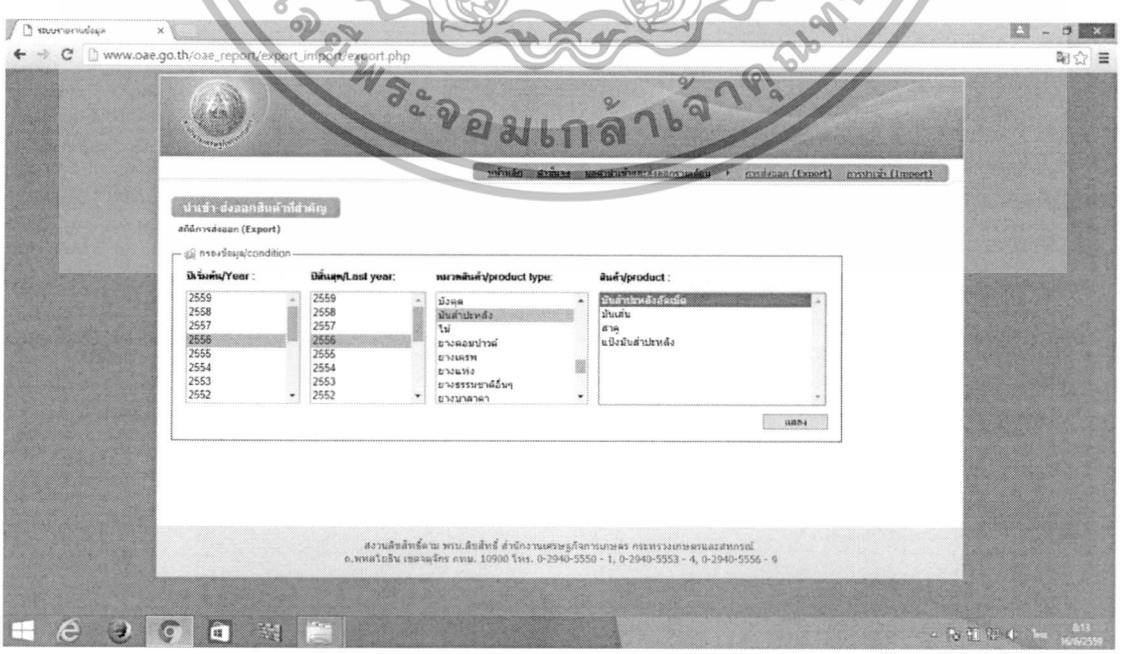
TTDI | Thai Tapioca Development Institute



	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep	Oct.	Nov.	Dec.
2012	250	241	233	234	234	231	228	228	233	235	236	232
2013	228	230	238	238	240	238	238	238	238	238	238	235
2014	228	226	224	221	221	220	222	226	233	235	235	229
2015	219	210	210	211	213	218	223	222	218	215	204	186
2016	173	165	170	173	185	189						

Source : The Thai Tapioca Trade Association





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติการส่งออก (Export) -- น้ำตาลดิบ : ปริมาณและมูลค่าการส่งออก รายเดือน

ปริมาณ : กก.
มูลค่า : บาท

เดือน Month	2556 2013 ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value
มกราคม January	226,169,245	3,124,651,448
กุมภาพันธ์ February	338,165,292	4,563,576,142
มีนาคม March	295,849,394	4,159,472,073
เมษายน April	498,251,725	6,975,872,310
พฤษภาคม May	651,511,556	8,276,907,058
มิถุนายน June	477,182,970	6,080,423,451
กรกฎาคม July	149,100,744	1,896,146,442
สิงหาคม August	141,736,190	1,709,421,157
กันยายน September	175,916,280	2,154,495,947
ตุลาคม October	56,190,771	735,237,778
พฤศจิกายน November	62,945,529	791,727,271
ธันวาคม December	55,232,350	722,743,545
รวม/Total	3,128,252,046	41,190,674,622.0

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่างสืบค้นข้อมูลสินค้าเกษตรส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสถานการณ์เอทานอล ปี 2556 และแนวโน้มปี 2557

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีอย่างยั่งยืนของไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557	1
สถานการณ์ต่างประเทศ	1
การผลิต	1
ความต้องการ	2
สต็อกเอทานอล	2
ราคา	2
ต้นทุนการผลิต	3
การตลาด	3
นโยบายทางการ	4
สถานการณ์ในประเทศ	4
การผลิต	4
ความต้องการ	6
สต็อกเอทานอล	6
ราคา	7
ต้นทุนการผลิต	7
การตลาด	7
แนวโน้มปี 2557	8
ต่างประเทศ	8
ในประเทศ	9
ตารางสรุปข้อมูลเอทานอล ปี 2554 - 2556	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557

Key Message

การผลิตเอทานอลของโลกในปี 2556 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3 สอดคล้องกับความต้องการใช้ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.2 ด้านราคาเอทานอลเฉลี่ยของสหรัฐฯ ปรับเพิ่มขึ้นขึ้นร้อยละ 4.5 ตามความต้องการใช้ในประเทศที่สูงขึ้น ในขณะที่ราคาในบราซิลปรับลดลงร้อยละ 3.1 จากการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอลเนื่องจากผลผลิตอ้อยมีจำนวนมาก สำหรับราคาอ้างอิงเอทานอลของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.1 ตามความต้องการที่ขยายตัว โดยการผลิตและการใช้เอทานอลของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 46.6 และ 86.5 ตามลำดับ เพื่อรองรับความต้องการใช้ในประเทศ ในขณะที่การส่งออกลดลงร้อยละ 76.9

แนวโน้มปี 2557 คาดว่าการผลิตและการใช้เอทานอลของโลกจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.8 และ 2.5 ตามลำดับ และราคาจะปรับตัวสูงขึ้นอยู่ระหว่าง 0.65-0.75 ดอลลาร์ต่อลิตร เช่นเดียวกับการผลิตและการใช้ของไทยที่ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปีก่อน โดยราคาเอทานอลของไทยจะเคลื่อนไหวอยู่ระหว่าง 26.50-27.50 บาทต่อลิตร

ก) สถานการณ์ต่างประเทศ

การผลิต

การผลิตเอทานอลของโลกในปี 2556 มีปริมาณ 88,620.4 ล้านลิตร *(เฉลี่ย 246.2 ล้านลิตรต่อวัน)* **เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3** ตามการเพิ่มขึ้นของผู้ผลิตรายใหญ่อย่างสหรัฐฯและบราซิล รวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละ 85.6 ของการผลิตทั่วโลก โดยสหรัฐฯ มีปริมาณการผลิต 50,333.9 ล้านลิตร *(เฉลี่ย 140.0 ล้านลิตรต่อวัน)* เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.2 เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตเอทานอลของสหรัฐฯ คาดว่าปี 2557 การผลิตเอทานอลของสหรัฐฯจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.9

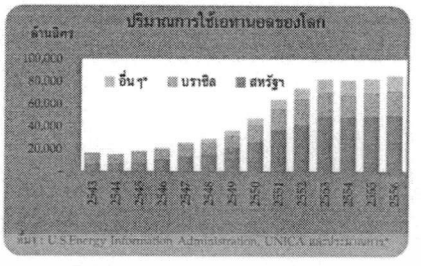
สำหรับการผลิตเอทานอลของบราซิลมีปริมาณ 25,563.5 ล้านลิตร *(เฉลี่ย 71.0 ล้านลิตรต่อวัน)* เพิ่มขึ้นร้อยละ 14.9 จากการที่บราซิลเพิ่มสัดส่วนการนำอ้อยมาผลิตเป็นเอทานอลแทนการผลิตน้ำตาล เนื่องจากน้ำตาลโลกยังเกินดุลจำนวนสูง ผลผลิตอ้อยในประเทศมีมากและความต้องการเอทานอลภายในประเทศที่เพิ่มขึ้นหลังจากที่รัฐบาลบราซิลประกาศเพิ่มสัดส่วนเอทานอลในการผลิตแก๊สโซฮอล์จากเดิมร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 25 โดยการผลิต Anhydrous มีปริมาณ 11,015.7 ล้านลิตร และ Hydrous มีปริมาณ 14,547.8 ล้านลิตร สำหรับสัดส่วนการนำอ้อยมาผลิตเป็นเอทานอลต่อการนำไปผลิตน้ำตาลเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 54.7 : 45.3 อย่างไรก็ดีการผลิตเอทานอลของบราซิลยังเกินความต้องการอยู่มาก ทำให้ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งชาติของบราซิล (National Development Bank) จัดสรรเงินช่วยเหลือในโครงการจัดเก็บเอทานอล (Ethanol Stock Program) จำนวน 1 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ เพื่อรักษาเสถียรภาพการผลิตภายในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557

ความต้องการ

ความต้องการใช้เอทานอลของโลกปี 2556 มีปริมาณ 85,306.1 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.2 โดยปริมาณการใช้ภายในประเทศของสหรัฐฯ อยู่ที่ 49,871.1 **ล้านลิตร** *(เฉลี่ย 138.5 ล้านลิตรต่อวันละ)* **เพิ่มขึ้นร้อยละ** 2.8 **ขณะที่ความต้องใช้เอทานอลของบราซิลอยู่ที่** 22,304.0 **ล้านลิตร** *(เฉลี่ย 62.0 ล้านลิตรต่อวัน)* **เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.1 นับตั้งแต่รัฐบาลบราซิลมีนโยบายให้เพิ่ม** สัดส่วนเอทานอลในน้ำมันเบนซินจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 25 เมื่อเดือนพฤษภาคม 2556 เป็นต้นมา สอดคล้องกับปริมาณการจำหน่ายรถยนต์ FFV (Flex fuel vehicle) ของบราซิลที่สามารถใช้เอทานอลผสมน้ำมันเบนซินได้ทุกสัดส่วน มีจำนวน 3.2 ล้านคัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2

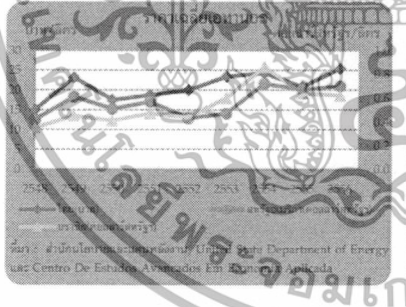


สต็อกเอทานอล

ปริมาณสต็อกเอทานอลของสหรัฐฯ เดือนธันวาคม 2556 มีปริมาณ 2,474.4 ล้านลิตร *(เฉลี่ยทั้งปี 2,647.8 ล้านลิตร)* ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 20.4 โดยปริมาณสต็อกดังกล่าวสามารถรองรับการขาดแคลนเอทานอลได้เพียง 18 วัน

ราคา

ราคาตลาดเอทานอลของสหรัฐฯ เฉลี่ยอยู่ที่แกลลอนละ 2.64 *ดอลลาร์สหรัฐฯ (ลิตรละ 0.70 ดอลลาร์สหรัฐฯ)* เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.5 ตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในแถบ Midwest ที่การผลิตและการใช้มีปริมาณสูง สำหรับบราซิลราคาเฉลี่ย Anhydrous อยู่ที่ลิตรละ 0.62 ดอลลาร์สหรัฐฯ ปรับลดลงร้อยละ 3.1 เนื่องจากผลผลิตอ้อยปีนี้เพิ่มขึ้นจากปีก่อน ทำให้มีการนำอ้อยมาผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น โดยสัดส่วนการนำอ้อยมาผลิตเอทานอลต่ออ้อยที่นำมาผลิตน้ำตาล เฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 54.7 : 45.3



ราคาเฉลี่ยเอทานอลของบราซิล

ปี	เกรดเนื้อเทคนิค		เกรดอุตสาหกรรม	
	Anhyd.	Hyd.	Anhyd.	Hyd.
2549	0.45	0.41	0.51	0.46
2550	0.41	0.36	0.47	0.42
2551	0.47	0.40	0.52	0.44
2552	0.44	0.39	0.45	0.40
2553	0.60	0.52	0.61	0.53
2554	0.86	0.72	0.87	0.73
2555	0.64	0.57	0.67	0.58
2556	0.62	0.55	0.63	0.56

ดอลลาร์/ลิตร

ที่มา : Centro De Estudos Avancados Em Economia Aplicada

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบ WTI บาเรลละ 97.93 ดอลลาร์สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.0 ตามความต้องการหลังจากตัวเลขเศรษฐกิจของสหรัฐฯ ในช่วงกลางปีส่งสัญญาณฟื้นตัว เช่น ดัชนีความเชื่อมั่นผู้บริโภค การผลิตภาคอุตสาหกรรม ดัชนีภาคบริการที่ปรับตัวดีขึ้นและอัตราการว่างงานลดลง ส่งผลให้สหรัฐฯ เตรียมลดมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจด้วยการผ่อนคลายเชิงปริมาณ (Quantitative Easing) ขณะที่ราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบ Dubai และ Brent บาเรลละ 105.43 และ 108.85 ดอลลาร์สหรัฐฯ ลดลงร้อยละ 3.2 และ 2.8 ตามลำดับ จากความกังวลของนักลงทุนที่เกรงว่าเศรษฐกิจของกลุ่มยูโรโซนจะถดถอย หลังจากที่ประชาชนไซปรัสแห่ถอนเงินจากธนาคารพาณิชย์ที่ได้รับความเสียหายจากการนำเงินไปลงทุนในพันธบัตรของกรีซ ส่งผลให้ช่วงดังกล่าวราคาน้ำมันปรับลดลงค่อนข้างมาก ประกอบกับนักลงทุนคลายความกังวลกรณีความไม่สงบในลิเบียและโครงการนิวเคลียร์ของอิหร่านที่มีแนวโน้มในทางที่ดีขึ้น

ราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบ ปี 2556

ตลาดซื้อขาย	Price (U$/bbl)	% YOY
WTI	97.93	4.0
Dubai	105.43	-3.2
Brent	108.85	-2.8

ที่มา: World Bank

ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตเอทานอลของสหรัฐฯ เฉลี่ยประมาณลิตรละ 0.55 ดอลลาร์สหรัฐ *(เฉลี่ยแกลลอนละ 2.08 ดอลลาร์สหรัฐ)*[1] ลดลงร้อยละ 11.3 ตามราคาข้าวโพดที่ปรับลดลง โดยมีราคาเฉลี่ยบุชเชลละ 6.16 ดอลลาร์สหรัฐ *(กิโลกรัมละ 0.24 ดอลลาร์สหรัฐ)* ลดลงร้อยละ 11.4 หลังจากปัญหาภัยแล้งในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเริ่มคลี่คลาย สำหรับต้นทุนการผลิตเอทานอลของบราซิลเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณลิตรละ 0.43 ดอลลาร์สหรัฐ[2] ลดลงร้อยละ 4.4

หน่วย : ต่อลิตร

ประเทศ	ต้นทุนเฉลี่ย ปี 2556	ราคาตลาดเฉลี่ย ปี 2556
ไทย *(บาท)*	21.87	24.76
กลุ่มน้ำมันสำปะหลัง	21.22	
สหรัฐฯ *(ดอลลาร์สหรัฐฯ)*	0.55	0.70
บราซิล *(ดอลลาร์สหรัฐฯ)*	0.43	0.62

ที่มา : สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, United State Department of Energy และ Centro De Estudos Avancados Em Economia Aplicada และคำนวณ

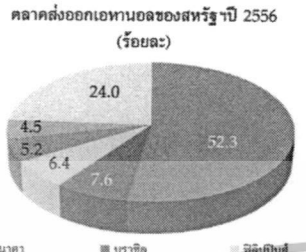
การตลาด

การส่งออกเอทานอลของสหรัฐฯ ปี 2556 มีปริมาณ 14,799 ล้านลิตร ลดลงร้อยละ 16.2 เนื่องจากความต้องการภายในประเทศเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องนำเข้าเอทานอลจากบราซิลผ่านประเทศในแถบทะเลแคริบเบียน แต่ก็มีการส่งออกไปยังต่างประเทศบ้าง ได้แก่ แคนาดา บราซิล ฟิลิปปินส์ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ และเม็กซิโก เป็นต้น ส่วนการส่งออกเอทานอลของบราซิลมีปริมาณ 2,903.0 ล้านลิตร ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 6.3 เนื่องจากความต้องการภายในประเทศสูงขึ้น จากมาตรการเพิ่มสัดส่วนการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซิน เมื่อช่วงเดือนพฤษภาคม 2556 โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ สหรัฐฯ เกาหลีใต้ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น ไนจีเรีย เป็นต้น

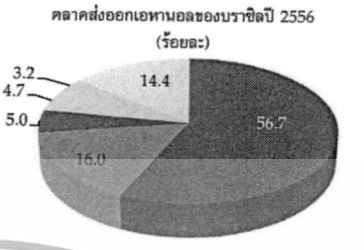
[1] Iowa State University
[2] 1 บุชเชล = ข้าวโพด 25.4 กิโลกรัม = เอทานอล 10.596 แกลลอน
[3] USDA, Economic Research Service using data from IBGE (2010b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557



ที่มา : U.S. Energy Information Administration



ที่มา : Brazilian Sugarcane Industry Association

นโยบายทางการ

- นโยบายการอุดหนุนพลังงานภายในของแต่ละประเทศจะมีหลายรูปแบบ เช่น การให้เงินอุดหนุนโดยตรง การเพิ่มเพดานภาษีการนำเข้า การชดเชยราคาสำหรับผู้ส่งออก การให้เครดิตทางภาษี การจำกัดโควตาการนำเข้า การเปลี่ยนสถานที่ส่งมอบสินค้าที่ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาการเดินทางนานขึ้น การเพิ่มเงื่อนไขหรือขั้นตอนในด้านต่าง ๆ ให้มีความซับซ้อนและยุ่งยากขึ้น เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อปกป้องอุตสาหกรรมพลังงานภายในประเทศ แต่อาจส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานในอนาคต เนื่องจากขาดการถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ ๆ คาดว่าภายในปี 2578 เงินอุดหนุนพลังงานจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.15 ของ GDP สะสมทั่วโลก[4]

- รัฐบาลบราซิลประกาศเพิ่มสัดส่วนการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซินจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 25 ซึ่งเริ่มมีผลตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2556 ในขณะเดียวกันได้เสนอรัฐสภาพิจารณาลดอัตราภาษีการจำหน่ายเอทานอลจากร้อยละ 5.6 เหลือร้อยละ 1.0 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคมถึง 31 ธันวาคม 2556 และปรับลดอัตราดอกเบี้ยธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งชาติของบราซิล (National Development Bank) ซึ่งเป็นแหล่งเงินกู้สำคัญของผู้ผลิตเอทานอลในบราซิลเหลือประมาณร้อยละ 5.5 จากเดิมร้อยละ 9.5 รวมถึงสนับสนุนเงินช่วยเหลือโครงการจัดเก็บเอทานอล (Ethanol Stock Program) จำนวน 1 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ

- สหรัฐออกกฎข้อบังคับ Renewable Fuel Standard (RFS) โดยกำหนดให้ผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น ซึ่งเริ่มมีผลบังคับใช้ในปี 2557

- สหภาพยุโรปมีเป้าหมายในการใช้พลังงานทดแทนในการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ภายในปี 2563 เพื่อให้ทำหน้าที่ลดคลองอีกประมาณร้อยละ 6 ส่งผลให้สหภาพยุโรปมีความต้องการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นมาก

ข) สถานการณ์ในประเทศ

การผลิต

ปัจจุบันไทยมีโรงงานเอทานอลที่เปิดดำเนินการแล้ว 21 แห่ง กำลังการผลิตรวม 4.2 ล้านลิตรต่อวัน กำลังการผลิตที่ผลิตจากกากน้ำตาลร้อยละ 61.9 จากน้ำอ้อยร้อยละ 4.7 และจากมันสำปะหลังร้อยละ 33.4 ของกำลังการผลิตรวม โดยมีโรงงานที่อยู่ระหว่างก่อสร้างเพื่อเตรียมเปิดดำเนินการ อีก 3 แห่ง กำลังการผลิต

[4] International Energy Agency (IEA World energy outlook 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวม 1.3 ล้านลิตรต่อวัน โดยในปี 2557 อาจจะมีโรงงานใหม่เปิดดำเนินการเพิ่มขึ้น 1 แห่ง กำลังการผลิตรวม 0.2 ล้านลิตรต่อวัน ทั้งนี้ระยะเวลาการผลิตต่อปีประมาณ 330 วัน และระยะเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องจักร 30 วัน

โรงงานผลิตเอทานอลของไทย

ภาค	จำนวนโรงงานแยกตามการใช้วัตถุดิบ				กำลังการผลิต(ล้านลิตร/วัน)			
	กากน้ำตาล	น้ำอ้อย	มันฯ	รวม	กากน้ำตาล	น้ำอ้อย	มันฯ	รวม
กลาง	10	-	4	14	1.6	-	0.9	2.5
เหนือ	-	1	-	1	-	0.2	-	0.2
อีสาน	4	-	2		1.0	-	0.5	1.5
รวม	14	1	6	21	2.6	0.2	1.4	4.2

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และผู้ผลิตเอทานอล

สำหรับปริมาณการผลิตเอทานอลของไทยปี 2556 มีปริมาณ 949.1 ล้านลิตร หรือ 2.9 ล้านลิตรต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 46.6 คิดเป็นร้อยละ 69.3 ของกำลังการผลิตทั้งหมด โดยเป็นเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาล 627.0 ล้านลิตร จากน้ำอ้อย 56.9 ล้านลิตร และจากหัวมันสำปะหลัง 265.2 ล้านลิตร คิดเป็นสัดส่วน 66.1 : 6.0 : 27.9 ของผลผลิตรวม สำหรับปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล พบว่าในปี 2556 ใช้กากน้ำตาล 2.6 ล้านตัน น้ำอ้อย 0.8 ล้านตัน และมันสำปะหลัง 1.7 ล้านตัน

ปริมาณการผลิตเอทานอลจำแนกตามวัตถุดิบ

ล้านลิตร

ปี	กากน้ำตาล	น้ำอ้อย	มันสำปะหลัง	รวม
2554	381.4	36.5	102.6	520.5
2555	531.8	49.0	74.7	655.5
2556	627.0	56.9	265.2	949.1

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล

ล้านตัน

ปี	กากน้ำตาล	น้ำอ้อย	มันสำปะหลัง
2554	1.6	0.5	0.6
2555	2.2	0.6	0.5
2556	2.6	0.8	1.7

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ในปี 2556 การผลิตกากน้ำตาลมีปริมาณ 4.6 ล้านตัน เพิ่มขึ้น (ด้านวัดตามปีปฏิทิน) ร้อยละ 3.3 เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกอ้อยของเกษตรกร ทั้งนี้ มีการส่งออกกากน้ำตาลจำนวน 0.5 ล้านตัน มูลค่า 1,702.7 ล้านบาท ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 50 และร้อยละ 29.6 ตามลำดับ ส่วนการนำเข้ากากน้ำตาลมีจำนวน 0.1 ล้านตัน มูลค่าการนำเข้า 508.9 ล้านบาท

แนวโน้มการเพาะปลูกอ้อยปี 2557 คาดว่าพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2.8 ตามนโยบายภาครัฐที่ส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูก

พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของอ้อยโรงงาน

ปี	พื้นที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	ผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม)	ปริมาณกากน้ำตาล (พันตัน)
2552	6,576.9	66,463.3	10,910	3,278.3
2553	8,159.4	68,485.3	12,197	2,977.6
2554	8,307.7	95,358.9	12,288	4,623.1
2555	8,013.0	98,400.5	12,280	4,434.6
2556	8,260.0	100,484.2	12,118	4,579.3

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (สอน.) และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557

ผลผลิตมันสำปะหลังปี 2556 มีปริมาณ 28.3 ล้านตัน (คำนวณตามปีปฏิทิน) ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 5.3 ตามพื้นที่เก็บเกี่ยวที่ลดลง โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เก็บเกี่ยวมันฯ 4.2 ล้านไร่ ผลผลิต 14.5 ล้านตัน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.2 ของผลผลิตมันฯทั้งประเทศ แต่ผลผลิตต่อไร่ของทั้งประเทศเฉลี่ย 3,474 กิโลกรัม ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 0.9 เนื่องจากเกษตรกรบางส่วนรีบเก็บเกี่ยวมันฯก่อนกำหนด อันเป็นผลมาจากราคามันฯอยู่ในเกณฑ์ดี

พื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลัง

ปี	พื้นที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	ผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม)
2552	8,292.1	30,088.0	3,628
2553	7,405.2	22,005.7	2,972
2554	7,096.2	21,912.4	3,088
2555	8,513.2	29,848.5	3,506
2556	8,138.9	28,275.5	3,474

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ความต้องการ

ปริมาณการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ปี 2556 พบว่ามีปริมาณ 7,469.9 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 67.7 เนื่องจากช่วงต้นปีรัฐบาลได้ยกเลิกการใช้เบนซิน 91 ส่งผลให้ความต้องการใช้เอทานอลของไทยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 948.7 ล้านลิตร *(เฉลี่ย 2.6 ล้านลิตร/วัน)* เพิ่มขึ้นร้อยละ 86.5 โดยมีการใช้แก๊สโซฮอล์กลุ่ม E10 คิดเป็นร้อยละ 85.2 รองลงมาคือ E20 คิดเป็นร้อยละ 12.9 และ B85 คิดเป็นร้อยละ 1.9 หากความไม่สงบทางการเมืองคลี่คลายลง คาดว่าความต้องการใช้เอทานอลของไทยอาจเพิ่มขึ้นอยู่ที่ประมาณวันละ 3.0 ล้านลิตร

สต๊อกเอทานอล

สต๊อกเอทานอลเดือนธันวาคม 2556 มีปริมาณ 87.5 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนสูงถึงร้อยละ 178.5 จากการเร่งผลิตเพื่อรองรับความต้องการในประเทศเนื่องจากการยกเลิกน้ำมันเบนซิน 91 ช่วงต้นปี 2556 โดยปริมาณสต๊อกอยู่ในคลังผู้ประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามมาตรา 7[5] ปริมาณ 56.5 ล้านลิตร และตามมาตรา 10[6] ปริมาณ 31 ล้านลิตร ทั้งนี้ปริมาณสต็อกสามารถรองรับความต้องการใช้ภายในประเทศได้ประมาณ 30 วัน

ราคา

สำหรับราคาอ้างอิงเอทานอลของไทยเฉลี่ยลิตรละ 25.40 บาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 22.1 ตามความต้องการที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการยกเลิกเบนซิน 91 และเมื่อเปรียบเทียบกับราคาเอทานอลของสหรัฐฯ และบราซิลซึ่งเป็นผู้ผลิต ผู้ใช้และผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลกหลังจากที่แปลงเป็นเงินบาทแล้ว พบว่าราคาเอทานอลของไทยยังคงสูงกว่าสหรัฐฯ และบราซิล

ราคาเฉลี่ยเอทานอลเมื่อแปลงเป็นเงินบาท (บาท/ลิตร)

ประเทศ	2555	2556	%YoY
ไทย	20.80	25.40	22.1
สหรัฐฯ	20.52	21.51	4.8
บราซิล	19.61	19.05	-2.9

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, United State Department of Energy , Centro De Estudos Avancados Em Economia Aplicada และการคำนวณจากอัตราแลกเปลี่ยนเฉลี่ยปี 2556

ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตเอทานอลของไทยที่ผลิตจากกากน้ำตาลเฉลี่ยประมาณลิตรละ 21.87 บาท *(คำนวณที่ราคากากน้ำตาลเฉลี่ยกิโลกรัมละ 3.17 บาท)*[7] เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.2 ตามราคากากน้ำตาล สำหรับต้นทุนการผลิตเอทานอลจากมันฯ เฉลี่ยลิตรละ 21.22 บาท *(คำนวณที่ราคาหัวมันฯ เฉลี่ยกิโลกรัมละ 2.13 บาท)*[8] เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.2 ตามราคาหัวมันฯที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากต่างประเทศมีความต้องการผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังของไทยจำนวนมาก

การตลาด

ปริมาณการส่งออกเอทานอลของไทยปีนี้รวม 63.7 ล้านลิตร ลดลงถึงร้อยละ 76.9 เนื่องจากความต้องการภายในประเทศสูงขึ้น จากการที่รัฐบาลยกเลิกน้ำมันเบนซิน 91 ทำให้การส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศเหลือเพียง 3 ประเทศเท่านั้น คือ ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่น และอังกฤษ

[5] ผู้ค้าน้ำมันที่มีปริมาณการค้าแต่ละบริษัท หรือรวมกันทุกธุรกิจตั้งแต่หนึ่งแสนแปดหมื่นลิตรขึ้นไป หรือเป็นผู้ค้าน้ำมันชนิดก๊าซปิโตรเลียมเหลวแต่เพียงชนิดเดียวที่มีปริมาณการค้าปีละตั้งแต่ห้าหมื่นแปดร้อยตันขึ้นไป

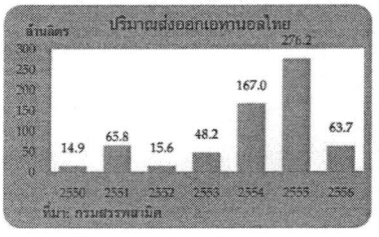
[6] ผู้ค้าน้ำมันที่มีปริมาณการค้าไม่ถึงปริมาณที่กำหนดตามมาตรา 7 แต่เป็นผู้ค้าน้ำมันที่มีปริมาณการค้าแต่ละชนิดหรือรวมกันทุกชนิดเกินปริมาณที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด หรือเป็นผู้ค้าน้ำมันที่มีขนาดของถังที่สามารถเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงได้เกินปริมาณที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

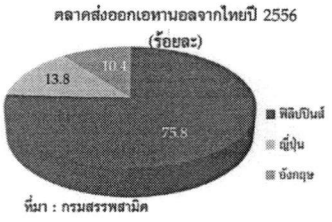
[7] กรมศุลกากร

[8] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557





แนวโน้มปี 2557

ต่างประเทศ

ราคาเอทานอลในตลาดโลกคาดว่าจะอยู่ระหว่างราคาลิตรละ 0.65-0.75 ดอลลาร์สหรัฐฯ เนื่องจากความต้องการโดยรวมมีทิศทางที่ดี โดยราคาเอทานอลบราซิลอาจปรับเพิ่มขึ้นตามราคาน้ำตาลที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากทางภาคกลางตอนล่างซึ่งเป็นแหล่งปลูกอ้อยที่สำคัญของบราซิลประสบกับปัญหาภัยแล้ง ทำให้บราซิลอาจเพิ่มสัดส่วนการนำอ้อยไปผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น ส่วนที่สหรัฐฯ มีความพยายามทดสอบการใช้แก๊สโซฮอล์ E15 เพื่อนำมาทดแทน E10 ภายในปี 2560 ส่วนทางกับสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสหรัฐฯที่อยู่ระหว่างการพิจารณาปรับลดปริมาณการนำเอทานอลมาใช้เป็นพลังงานทดแทน ส่งผลให้ราคาเอทานอลในตลาดล่วงหน้าชิคาโกปี 2557 ลดลง โดยนักลงทุนอยู่ระหว่างการรอดูความชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว

การผลิตเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโลก คาดว่าอาจจะขยายตัวประมาณร้อยละ 2.8 โดยสหรัฐฯ ซึ่งเป็นผลิตผู้ผลิตเอทานอลรายใหญ่อันดับ 1 ของโลกคาดว่าการผลิตเอทานอลอาจปรับเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพื่อส่งออกไปยังบราซิล ส่วนบราซิลซึ่งเป็นผู้ผลิตรายใหญ่อันดับ 2 มีการปลูกอ้อยใหม่เพื่อทดแทนอ้อยเดิมที่ปลูกไว้แล้ว 5 ตอ อย่างไรก็ดีพื้นที่ปลูกอ้อยทางภาคกลางตอนล่างอาจประสบกับปัญหาภัยแล้ง ส่งผลต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยในฤดูการผลิต 2557/2558 คาดว่าผลผลิตอ้อยจะเท่ากับปีที่แล้ว ขณะที่จีนมีเป้าหมายการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีปริมาณการผลิต 2.6 พันล้านลิตร เป็น 5.0 พันล้านลิตร โดยรัฐบาลจีนให้เงินอุดหนุนโรงงานเพื่อนำไปพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต สำหรับการผลิตเอทานอลของยุโรปคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจาก 5.8 พันล้านลิตรเป็น 6.0 พันล้านลิตร คิดเป็นร้อยละ 3.4 [9] เป็นต้น

ความต้องการใช้เอทานอลของโลก คาดว่าอาจปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 เนื่องจากสถานการณ์ความไม่แน่นอนของเศรษฐกิจโลกเริ่มคลี่คลาย สะท้อนจากรัฐบาลสหรัฐฯ เตรียมลดการอัดฉีดเงินเข้าระบบเศรษฐกิจผ่านมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจด้วยการผ่อนคลายเชิงปริมาณ (Quantitative Easing) ทำให้โครงการทดสอบการใช้ E15 แทนการใช้ E10 ภายในปี 2560 มีความคืบหน้าพอสมควร และที่บราซิลมียอดจำหน่ายรถยนต์ FFV (Flex fuel vehicle) ซึ่งเป็นรถยนต์ที่สามารถใช้เอทานอลผสมน้ำมันเบนซินได้ทุกสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่สหภาพยุโรปมีทิศทางการใช้พลังงานทดแทนในการขนส่งเพิ่มขึ้น ตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกลงอีกประมาณร้อยละ 6 ภายในปี 2563 ส่วนเอเชียมีการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเฉพาะ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้และฟิลิปปินส์ ที่มีการนำเข้าเอทานอลเพิ่มขึ้นทุกปี

[9] USDA Foreign Agricultural Service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศ

ราคาเอทานอลของไทย คาดว่าจะยังคงอยู่ในระดับสูงต่อไป ตามความต้องการใช้แก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้น ราคาจะเคลื่อนไหวอยู่ในกรอบแคบ ๆ ระหว่าง 26.50 – 27.50 บาทต่อลิตร โดยมีปริมาณการผลิตและความต้องการใช้ประมาณ 3.1 และ 3.0 ล้านลิตรตามลำดับ การผลิตส่วนเกินหลังการจำหน่ายภายในประเทศ ผู้ผลิตอาจเริ่มมีการส่งออกไปยังต่างประเทศที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะ ฟิลิปปินส์ เกาหลีใต้และญี่ปุ่น อย่างไรก็ดีหากสถานการณ์ทางการเมืองยังไม่ผ่อนคลาย อาจส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้ในระยะต่อไป

ตารางสรุปข้อมูลเอทานอล ปี 2554 - 2556

รายการ	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556
จำนวนโรงงาน *(แห่ง)*	19	20	21
› กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ	13	14	14
› อ้อยเป็นวัตถุดิบ	1	1	1
› มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ	5	5	6
การผลิต			
กำลังการผลิต *(ล้านลิตรต่อวัน)*	2.9	3.3	4.2
› กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ	2.1	2.3	2.6
› อ้อยเป็นวัตถุดิบ	0.2	0.2	0.2
› มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ	0.8	0.8	1.4
ปริมาณการผลิตไทย *(ล้านลิตรต่อวัน)*	1.7	1.8	2.9
› กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ	1.1	1.4	1.9
› อ้อยเป็นวัตถุดิบ	0.3	0.1	0.2
› มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ	0.3	0.3	0.8
ปริมาณการผลิตต่างประเทศ *(ล้านลิตรต่อวัน)*	237.2	n.a.	n.a.
› สหรัฐฯ	144.3	135.6	140.0
› บราซิล	62.0	61.8	71.0
› ประเทศอื่นๆ	17.9	n.a.	n.a.
ต้นทุนการผลิต			
ไทย *(บาทต่อลิตร)*			
› กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ	23.95	18.97	21.87
› มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ	25.77	20.18	21.22
ต่างประเทศ *(ดอลลาร์สหรัฐฯต่อลิตร)*			
› สหรัฐฯ	0.67	0.62	0.55
› บราซิล	0.58	0.45	0.43
ปริมาณสต็อก *(ณ สิ้นเดือนธันวาคม)*			
› ไทย	68.9	31.5	87.5
› สหรัฐฯ	2,896.2	3,209.8	2,474.4
ความต้องการใช้ *(ล้านลิตรต่อวัน)*			
› ไทย	1.2	1.4	2.6
› สหรัฐฯ	133.6	134.6	138.5
› บราซิล	52.8	57.8	61.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์เอทานอลปี 2556 และแนวโน้มปี 2557

รายการ	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556
ราคาเฉลี่ย			
ราคาอ้างอิงไทย *(บาทต่อลิตร)*	24.31	20.80	25.40
ราคาตลาด			
▸ ไทย *(บาทต่อลิตร)*	19-22.50	19.50-20.25	21.50-27.50
▸ สหรัฐฯ *(ดอลลาร์สหรัฐฯต่อลิตร)*	0.72	0.67	0.70
▸ บราซิล *(ดอลลาร์สหรัฐฯต่อลิตร)*	0.86	0.64	0.62
การส่งออก			
ปริมาณการส่งออกเอทานอล *(ล้านลิตร)*	167.0	276.2	63.7
ปริมาณการส่งออกกากน้ำตาล *(พันตัน)*	396.9	979.6	544.8
มูลค่าการส่งออกกากน้ำตาล *(ล้านบาท)*	1,344.9	2,417.4	1,702.7
ตลาดส่งออกเอทานอลสำคัญของไทยปี 2556 ฟิลิปปินส์ 48.3 ล้านลิตร (75.8%) ญี่ปุ่น 8.8 ล้านลิตร (13.8%) และอังกฤษ 6.6 ล้านลิตร (10.4%)			

โปรดตอบแบบสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้รายงาน ตาม Link แนบ

http://www.bot.or.th/sites/BOTSurvey/Lists/NE_EthanolAnnually/NewForm.aspx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

- งานประชุมวิชาการระดับชาติ

การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15 11-13 พฤษภาคม 2559 โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

11R4-11

การใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อบริหารจัดการทรัพยากร กรณีศึกษา การจัดการตลาดพลังงานเอทานอล

A mathematical Model for Resource Management Case study for Ethanol Market

กฤษณ์ เกลี้ยงช่วย[1*] และ ชลิดา อู่ตะเภา[2]

Krit Kliangchuay[1*] and Chalida U-tapoaw[2]

[1*]นักศึกษาบัณฑิตศึกษา ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมฯ ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมฯ ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1*]โทรศัพท์ : 084-6446496 e-mail : kritth_notz@hotmail.com

บทคัดย่อ

ความต้องการใช้พลังงานมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่มีพลังงานบางชนิดอาจจะหมดไปในอนาคต นั่นคือ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuels) และยังมีพลังงานอีกบางชนิดที่สามารถนำมาทดแทนกันได้ คือ พลังงานจากพืชชีวมวล หรือ เอทานอล (Ethanol) ซึ่งวัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลในประเทศไทยนั้น ได้แก่ อ้อย, กากน้ำตาล, และมันสำปะหลัง ต่างเป็นผลผลิตทางการเกษตร ดังนั้นจึงทำให้ความต้องการของวัตถุดิบเกิดขึ้นในด้านพลังงานและด้านอาหาร รวมทั้งการตัดสินใจของเกษตรกรที่จะเพาะปลูกวัตถุดิบ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประเมินค่าที่เหมาะสมของปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อย และ มันสำปะหลัง ผลจากการศึกษาผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ และ ผู้วางนโยบายทางด้านพลังงานสามารถนำเอาไปใช้เป็นแนวทางในการชักนำให้เกษตรกรเลือกปลูกพืช เลือกขาย โรงงานอุตสาหกรรมสามารถตัดสินใจผลิตเอทานอล อีกทั้ง เป็นการตอบปรับนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์; เอทานอล; ชีวมวล

Abstract

The demand for energy has risen steadily, But there is some energy may be lost in the future that is Fossil Fuels and There is a certain energy that can be replaced by energy from plant biomass (or ethanol), which is the main raw material in the production of ethanol in Thailand , including sugarcane, molasses, and cassava. Such as agricultural products Therefore, the demand of raw materials up in energy and food. The decisions of farmers to plant the raw materials. Researchers have created a mathematical model. To use the potential of the production of ethanol from sugarcane and cassava results of the study, those who were involved in the decision and policy makers in the energy field. Can be used as a guide to encourage farmers to sell crops to plant to produce ethanol as a response to the energy policy of the country.

Keywods : fossil fuels; ethanol; biomass

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ความต้องการพลังงานทั่วโลกในปี 2035 จะเพิ่มขึ้น 35% เมื่อเทียบกับปี 2013 ซึ่งอาเซียนจะมีบทบาทในตลาดพลังงานโลกอย่างสูง เนื่องจากมีการคาดการณ์ว่าความต้องการใช้พลังงานของภูมิภาคจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 80% เมื่อเทียบกับความต้องการใช้พลังงานของทั้งโลก , IEA world Energy Outlook 2013 [1] ในขณะเดียวกันเศรษฐกิจจะเติบโตเป็นสองเท่า ซึ่งเกิดจากประเทศที่ไม่อยู่ในองค์กรความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (non Organization for Economic Cooperation and Development -- non OECD) ส่วนใหญ่ เพราะประเทศเหล่านี้จะต้องการพลังงานสูง เพื่อให้ประชากรหลายพันล้านคน หาทางการเพิ่มมาตรฐานการดำรงชีวิต ในทางกลับกันประเทศ OECD มีการใช้พลังงานอย่างคงที่ แม้ว่ามีอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ดี , Exxon Mobil Corporation [2]

จากข้อมูลการใช้พลังงานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia) หรือ กลุ่มประเทศอาเซียน (ASEAN region) เมื่อปี 2554 ปริมาณการใช้พลังงานของทุกประเทศมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการบริโภคพลังงานประเภทต่างๆ มากเป็นลำดับที่สองในกลุ่มประเทศอาเซียน (รองจากประเทศอินโดนีเซีย) กล่าวคือการใช้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ (fossil fuel) แปรรูปเพื่อเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงใช้ในการขนส่ง ใช้ในอุตสาหกรรม ใช้ในอาคาร กิจกรรมอื่นๆ และแหล่งพลังงานที่ว่านี้กำลังมีปริมาณลดลง และอาจหมดไปได้ในอนาคต ผู้เกี่ยวข้องทางด้านพลังงานทั่วโลกจึงได้มีการพยายามที่จะหาแหล่งพลังงานต่างๆ มาทดแทน เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ แม้ว่า แหล่งพลังงานเหล่านี้สามารถนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ ก็ไม่สามารถนำมาทดแทนพลังงานจากน้ำมันได้ แต่ยังมีแหล่งพลังงานบางชนิดที่สามารถนำมาทดแทนแหล่งพลังงานน้ำมันได้ นั่นคือ เชื้อเพลิงหมุนเวียนจำพวก เชื้อเพลิงชีวมวลเหลว ได้แก่ เอทานอล และ ไบโอดีเซล ซึ่งตามนโยบายภาครัฐ , กระทรวงพลังงาน [3] ประเทศไทยต้องเพิ่มการใช้พลังงานจำพวกพลังงานหมุนเวียนให้แก่ผู้บริโภคสุดท้าย เป็นสัดส่วนร้อยละของการใช้พลังงานทั้งหมด เป้าหมายในปี 252565 โดยเพิ่มการใช้พลังงานจากชีวภาพเหลว ได้แก่ เอทานอล เพิ่มการใช้งานเป็นล้านลิตรต่อวัน 5.97 ล้านลิตรต่อวัน และ ไบโอดีเซลเพิ่มการใช้งานเป็น 9

สำหรับประเทศไทยนั้น เอทานอลที่นำมาผสมต้องมีความบริสุทธิ์อย่างน้อย 99.5% โดยน้ำหนัก ซึ่งได้มาจากการนำ อ้อย กากน้ำตาล หรือมันสำปะหลัง มาเข้าสู่กระบวนการหมัก และการผลิตเอทานอลยังคงต้องศึกษาและหาทางแก้ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบต่างๆ ไม่เพียงพอต่อการผลิต เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจำพวก อ้อย กากน้ำตาล และ มันสำปะหลัง นั้นสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารคนและสัตว์ เช่น อ้อยนำไปผลิตน้ำตาล (ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลรายใหญ่รายหนึ่งของโลก) กากน้ำตาลนำไปผลิตเป็นสารปรุงแต่งอาหารมนุษย์ และ ผลิตอาหารสัตว์ อีกทั้งมันสำปะหลังสามารถนำไปผลิตเป็นแป้ง เพื่อให้มนุษย์บริโภค การตัดสินใจของเกษตรกรผู้ผลิตอ้อย น้ำตาล และมันสำปะหลังในการขายผลิตภัณฑ์ของตนเองให้แก่ ผู้ผลิตอาหาร หรือ ผู้ผลิตเอทานอล

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประเมินค่าที่เหมาะสมของปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อย และ มันสำปะหลัง โดยคำนึงถึงขอบเขตเรื่อง วัตถุดิบ โรงงานผลิต ซึ่งผลจากการศึกษาผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ และ ผู้วางนโยบายทางด้านพลังงาน สามารถนำเอาไปใช้เป็นแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกรเลือกปลูกพืช เลือกขาย โรงงานอุตสาหกรรมสามารถตัดสินใจผลิตเอทานอล อีกทั้ง เป็นการตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานรวมของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองวิจัยนี้ คือการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประเมินค่าความเหมาะสมทางคณิตศาสตร์ และทฤษฎีที่จะนำมาใช้การประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ (optimization) เป็นขบวนการที่จะทำให้ได้รับผลในเชิงปริมาณ (quantity) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนหรือค่าของตัวเลขของปัญหาที่กำหนดดังนั้นปัญหาที่นำมาเลือกใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำ optimization จะอยู่ในรูปของ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุดประสงค์ของการทำ optimization คือเพื่อต้องการหาค่าสูงสุด (maximum) หรือค่าต่ำสุด (minimum) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่กำหนด (objective function) และการหาค่าของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์บางครั้งอาจจะมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆที่เรียกว่าข้อจำกัด (constraints) ไว้ด้วย ดังนั้นสิ่งที่สำคัญสำหรับการทำ optimization คือการกำหนด objective function และการกำหนด constraints เพื่อใช้ในการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด ตามเอกสารประกอบการเรียนวิชา Problem Solving , ผศ.ดร.ชลิดา อู่ตะเภา [4] ในงานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษา การจัดการตลาดพลังงานเอทานอล ดังนั้นให้ปริมาณการผลิตเอทานอลในประเทศ เป็น objective function เพื่อต้องการหาค่าสูงสุด (maximum) มาตอบรับกับนโยบายของประเทศที่ต้องการเอทานอล 9 ล้านลิตรต่อวัน โดยขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสารทางวิชาการ เอกสารที่น่าเชื่อถือ และเอกสารของทางราชการ โดยศึกษาหาข้อมูลของเอทานอลรวมทั้งวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นเอทานอลในประเทศและต่างประเทศ การผลิตเอทานอลของประเทศ ด้านนโยบายพลังงานของประเทศโดย การผลิตและปริมาณวัตถุดิบ โรงงานผลิตเอทานอล การใช้งานวัตถุดิบในด้านพลังงานและการผลิตอาหาร

2. ศึกษาการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ศึกษาการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์รวมทั้งซอฟแวร์ที่จะมาเป็นเครื่องมือในการประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) และศึกษาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อหาค่าปริมาณการผลิตเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังที่เหมาะสมเพื่อตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจปริมาณของวัตถุดิบที่จะนำไปผลิตเป็นเอทานอล โดยมีโครงสร้าง แสดงในรูปที่ 1 กล่าวคือ ป้อนมูลค้าการส่งออกและการบริโภคในประเทศ เพื่อต้องการปริมาณวัตถุดิบขั้นพื้นฐานที่มีความต้องการในปี พ.ศ. 2556 ได้แก่ น้ำตาลดิบ น้ำตาลทราย กากน้ำตาล มันอัดเม็ด และแป้งมัน รวมถึงมูลค้าที่เกษตรกรขาย ณ ไร่นา ทำให้ได้ปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดในฤดูกาลนั้น ส่วนที่เหลือจากความต้องการใช้ขั้นพื้นฐาน เป็นส่วนที่นำไปผลิตเอทานอล

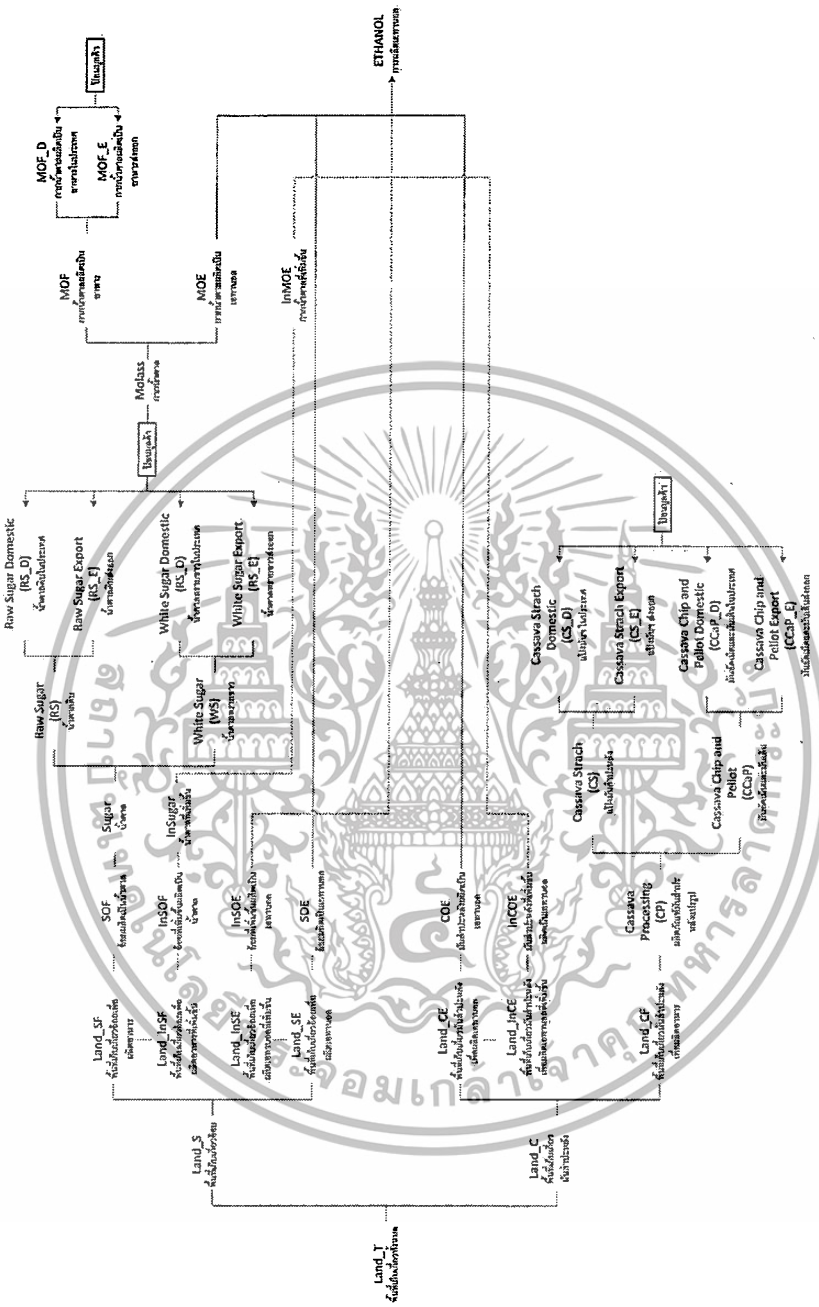
4. สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

นำผลจากซอฟแวร์ General Algebraic Modeling System (GAMS) มาสรุปและวิเคราะห์เพื่อนำผลไปตอบรับนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ

5. จัดทำรายงานเพื่อนำเสนอ

6. จัดทำผลงานวิจัยเพื่อนำเสนองานประชุมวิชาการระดับชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แผนผังโครงสร้างการสร้างแบบจำลองกณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

การสร้างแบบจำลอง เพื่อประเมินค่าทางคณิตศาสตร์ (Optimization) ในปี 2556 เพื่อหาปริมาณการผลิตเอทานอลสูงสุด (objective function) มีปริมาณ 942.2 ล้านลิตร หรือ 2.85 ล้านลิตรต่อวัน (ระยะเวลาการผลิตต่อปีประมาณ 330 วัน และระยะเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องจักร 30 วัน) โดยเป็นเอทานอลที่ผลิตจากอ้อย 0.81 ล้านตัน จากกากน้ำตาล 2.55 ล้านตัน และจากมันสำปะหลัง 1.71 ล้านตัน ดังนั้นในส่วนผู้ผลิตอาหารต้องใช้วัตถุดิบในการผลิตอาหารคนและสัตว์ โดยใช้อ้อยผลิตเป็นน้ำตาล กากน้ำตาลนำไปผลิตเป็นสารปรุงแต่งอาหารมนุษย์ และ ผลิตอาหารสัตว์ อีกทั้งมันสำปะหลังสามารถนำไปผลิตเป็นแป้งเพื่อให้มนุษย์บริโภค แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแสดงผลปริมาณวัตถุดิบต่างๆ จากการประเมินค่าของแบบจำลอง

ประเภทวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบใช้ผลิตเอทานอล (ล้านตัน)	ปริมาณวัตถุดิบใช้ผลิตอาหาร (ล้านตัน)	ปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด (ล้านตัน)
อ้อย	0.81	99.52	100.33
กากน้ำตาล	2.55	2.03	4.58
มันสำปะหลัง	1.71	28.52	30.23

ปริมาณวัตถุดิบเกิดจากพื้นที่เก็บเกี่ยวในประเทศ แบ่งเป็นพื้นที่เก็บเกี่ยวตามวัตถุดิบเพื่อผลิตเอทานอลและเพื่อผลิตอาหาร โดยแบ่งตามประเภทของวัตถุดิบ คือ อ้อยและมันสำปะหลัง (พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตอาหาร จะไม่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวกากน้ำตาล เพราะ กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากผลผลิตน้ำตาล) แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแสดงผลพื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบต่างๆ จากการประเมินค่าของแบบจำลอง

ประเภทวัตถุดิบ	พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตเอทานอล (พันไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตอาหาร (พันไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด (พันไร่)
อ้อย	71	8,758	8,829
มันสำปะหลัง	491	8,244	8,735

ดังนั้นสรุปว่าการผลิตเอทานอลมีปริมาณ 2.85 ล้านลิตรต่อวัน แบ่งตามสัดส่วนของวัตถุดิบที่นำไปผลิตเป็นเอทานอลได้ดังนี้ กากน้ำตาล 65 % , มันสำปะหลัง 29 % และอ้อย 6 % ซึ่งทำให้ต้องใช้พื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบที่นำไปผลิตเป็นเอทานอล 9,320 พันไร่ โดยแบ่งสัดส่วนพื้นที่ของวัตถุดิบได้ ดังนี้ กากน้ำตาล 94 % (คิดจากพื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตอาหาร) , มันสำปะหลัง 5 % และอ้อย 1 % ซึ่งเมื่อรวมกับพื้นที่เก็บเกี่ยววัตถุดิบเพื่อผลิตอาหาร ทำให้ต้องมีพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด 17,564 พันไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

เมื่อปี พ.ศ.2556 ผลรายงานจากธนาคารแห่งประเทศไทย [5] มีการผลิตเอทานอลที่ 2.9 ล้านลิตรต่อวัน แต่จากนโยบายด้านพลังงานของประเทศตามที่กล่าวถึงพลังงานหมุนเวียน "เอทานอล ต้องเพิ่มการใช้งานเป็น 9 ล้านลิตรต่อวัน ในปี พ.ศ. 2565" ดังนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลทุติยภูมิพื้นฐานของปี พ.ศ. 2556 มาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผลิตเอทานอลได้ปริมาณ 2.85 ล้านลิตร โดยใช้วัตถุดิบประเภทอ้อยผลิตเอทานอล 0.81 ล้านตัน , กากน้ำตาล 2.55 ล้านตัน และมันสำปะหลัง 1.71 ล้านตัน และใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 9,320 พันไร่ ซึ่งเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2556 การผลิตเอทานอลยังไม่เพียงพอกับการใช้เอทานอลในปี พ.ศ. 2565 ตามนโยบายของภาครัฐ ซึ่งต้องมีการเพิ่มวัตถุดิบอีกเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้เอทานอล ตามนโยบายของภาครัฐ

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเสนอปริมาณการผลิตเอทานอลเพิ่ม ซึ่งมีปริมาณ 6.15 ล้านลิตรต่อวัน เพื่อให้เพียงพอกับการใช้เอทานอลที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน ในอนาคตตามนโยบายของภาครัฐ การเพิ่มการผลิตเอทานอลโดยใช้วัตถุดิบประเภทกากน้ำตาลอ้อย 100 % หรือ ใช้วัตถุดิบประเภทสำปะหลัง 100 % หรือ ใช้วัตถุดิบประเภทมันอ้อย 100 % เพื่อให้การใช้เอทานอลเพียงพอตามนโยบายที่กล่าวมา แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณและพื้นที่เก็บเกี่ยวของการใช้วัตถุดิบอย่างอะ 100 % ในการเพิ่มการผลิตเอทานอลเพื่อตอบรับนโยบาย เมื่อ เทียบจากปี พ.ศ. 2556

ประเภทวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบใช้ผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (ล้านตัน)	พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (พันไร่)
เพิ่มอ้อย 100 %	33.47	2,945
เพิ่มกากน้ำตาล 100 %	9.76	18,674
เพิ่มมันสำปะหลัง 100 %	14.64	4,217

ตารางที่ 4 ปริมาณและพื้นที่เก็บเกี่ยวของการใช้วัตถุดิบแบ่งเป็นสัดส่วนในการเพิ่มการผลิตเอทานอลเพื่อตอบรับนโยบาย เมื่อ เทียบจากปี พ.ศ. 2556

ประเภทวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบใช้ผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (ล้านตัน)	พื้นที่เก็บเกี่ยวเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น (พันไร่)
เพิ่มอ้อย 6 %	2.00	177
เพิ่มกากน้ำตาล 65 %	6.35	12,138
เพิ่มมันสำปะหลัง 29 %	4.25	1,229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะเพิ่มการผลิตเอทานอลโดยใช้วัตถุดิบประเภทกากน้ำตาล สำปะหลัง และอ้อย โดยให้น้ำหนักแก่วัตถุดิบประเภทนั้นๆ ซึ่งจะนำสัดส่วนของวัตถุดิบที่นำไปผลิตเอทานอลใน ปี พ.ศ. 2556 มาเป็นสัดส่วนในครั้งนี้ คือ กากน้ำตาล 65 % , มันสำปะหลัง 29 % และอ้อย 6 % แสดงในตารางที่ 4

ดังนั้นถ้าต้องการการใช้เอทานอลที่ 9 ล้านลิตรต่อวัน โดยให้การผลิตเอทานอลนั้นเพียงพอตามนโยบายภาครัฐผู้วิจัยได้เสนอมาในข้างต้นแล้ว แต่เนื่องจากพื้นที่เก็บเกี่ยวในประเทศมีอย่างจำกัดหรืออาจจะขยายได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งการเพิ่มวัตถุดิบอาจทำให้พื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ทั้งนั้นแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้เป็นการนำเสนอทางภาครัฐเพื่อให้ตอบรับตามนโยบาย การตัดสินใจก็ขึ้นอยู่กับทางภาครัฐ

เอกสารอ้างอิง

[1] ผลการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการในหัวข้อ "ASEAN Energy Outlook" หรือ "แนวโน้มพลังงานในอนาคตของอาเซียน" กระทรวงพลังงานเป็นเจ้าภาพร่วมกับหบวงพลังงานระหว่างประเทศ)International Energy Agency: IEA) และสถาบันวิจัยเศรษฐกิจอาเซียนและเอเชียตะวันออก)Economic Research Institute for ASEAN and East Asia: ERIA) http://loei.energy.go.th/index.php/settings/2012-11-11-18-09-16/79-2012-10-23-17-03-50/120-7-55 15/04/59

[2] 2012 แนวโน้มพลังงานโลก – ภาพรวมถึงปี 2040 , Exxon Mobil Corporation www.esso.co.th/Thailand-Thai/PA/Files/2012eo_thai.pdf 15/04/59

[3] แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551 - 2565) โครงการศึกษาเพื่อจัดทำนโยบายและแผนงาน 15 ปี ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานของประเทศไทย , สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน http://www.eppo.go.th/ccep/energy_3-5.html 15/04/59

[4] เอกสารประกอบการเรียนวิชา Problem Solving , ผศ.ดร.ชลิดา อู่ตะเภา

[5] รายงานสถานการณ์เอทานอล ปี 2556 และแนวโน้มปี 2557 , ธนาคารแห่งประเทศไทย https://www.bot.or.th/Thai/.../Doclib../Ethanal%20Yearly%202556.pdf 15/04/59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายกฤษณ์ เกลี้ยงช่วย
วัน เดือน ปีเกิด	31 พฤษภาคม พ.ศ. 2534
ที่อยู่	108 ม.1 ถ.ตรัง-สิเกา ต.บ่อหิน อ.สิเกา จ.ตรัง 92150
อีเมล	kritth_notz@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	2557 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้