



ผลกระทบของความต้องการเอทานอลต่อมันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ The Impact of Ethanol Demand on Cassava Sugarcane Molasses and Gasohol

กัมพล เชื้อแถว¹

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Khamphon Chuathaew¹

Faculty of Management Science Bansomdejchaopraya Rajabhat University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบจำลองเศรษฐมิติสำหรับเอทานอล 2) พยากรณ์แนวโน้มผลกระทบของมันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ จากความต้องการเอทานอลในช่วงปี พ.ศ. 2559 - 2563 อาศัยข้อมูลอนุกรมเวลารายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 - 2558 โดยใช้แบบจำลองระบบสมการเกี่ยวเนื่อง ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามขั้น แบบจำลองมีทั้งหมด 24 สมการ ได้แก่ สมการประพฤติกรรม 22 สมการและสมการเอกลักษณ์ 2 สมการ การทดสอบความเหมาะสมของตัวแปรภายในของแบบจำลองด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลที่พยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตกับข้อมูลจริง ได้แก่ ค่า RMSE กับค่าสถิติ U การพยากรณ์แนวโน้มในอนาคตใน 5 ปีข้างหน้า กำหนดให้ความต้องการเอทานอลเพิ่มขึ้นตามแผนส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ระยะ 10 ปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 ในช่วงปี พ.ศ. 2559 - 2563 พบว่า ปริมาณความต้องการเอทานอลที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลกระทบต่อปริมาณมันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่ารัฐบาลควรวางแผนการและกำหนดนโยบายให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตของเนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เนื้อที่เก็บเกี่ยวอ้อย อุปสงค์กากน้ำตาล อุปสงค์น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10_95, E20_95 และ E85_95 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.40, 1.75, 4.82, 8.00, 22.24 และ 5.10 ตามลำดับ

คำสำคัญ: 1) แบบจำลองระบบสมการเกี่ยวเนื่อง 2) กำลังสองน้อยที่สุดสามขั้น 3) เอทานอล 4) น้ำมันแก๊สโซฮอล์

Abstract

The objectives of this research are 1) To build an Ethanol Econometrics Model 2) To predict the tendency effect of cassava, sugar cane, molasses and gasohol from the demand of ethanol during the period of 2016 - 2020 based on the time series data in 2004 - 2015. The research used the model of simultaneous equation system and valuate the coefficient using three stage least squares method. The model had all the 24 equations, namely 22 Behavioral equations and 2 identity equations. The suitability of internal variables of the model was tested by comparing data that forecast future data with actual data such as RMSE value with U statistic value. Forecasting future trends in the next 5 years to determine demand for ethanol has been increased following the 10-year plan to promote renewable energy and alternative energy by about 25% that specifies that the demand for ethanol should increase by 5, 10, 15, 20 and 25 percent in the period from 2016 to 2020. It found that the increased demand for ethanol would affect cassava, sugar cane, molasses and gasohol which would rise continuously. It showed that the government should plan and set policies suitable with the changing in the future of harvested area of cassava, sugar cane, molasses demand and E10_95, E20_95 and E85_95 Gasohol demand that had the average increasing by 2.40, 1.75, 4.82, 8.00, 22.24 and 5.10, respectively.

Keywords: 1) Simultaneous Equation Model 2) Three Stage Least Square 3) Ethanol 4) Gasohol

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ (Assistant Professor, Department of Economics)
Email: chuathaew@yahoo.com

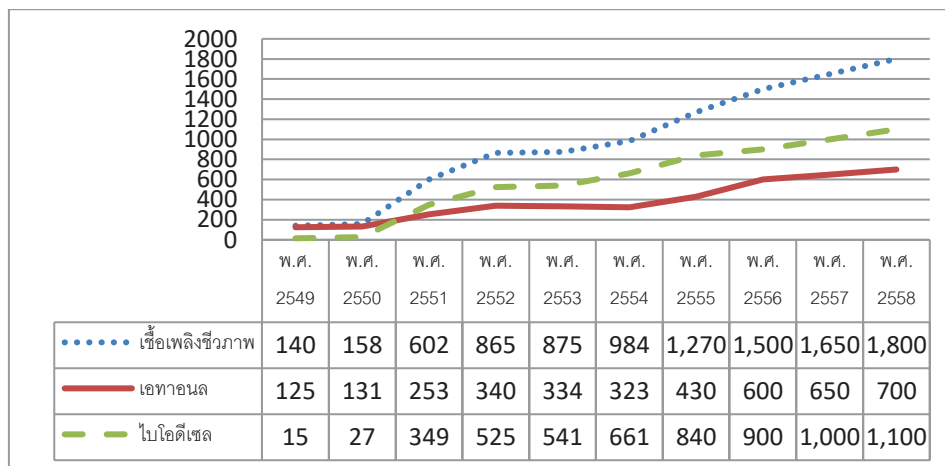


บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิล (Fossil Fuel) กำลังลดปริมาณลง (Hahn-Hagerdal, et al., 2007, p. 546-556) และหมดไปในอนาคต (Pock, 2010, p. 55; Leite, et al, 2009, p. 656) แต่มีพลังงานจากพืชชีวมวลหรือพลังงานจากเอทานอลเข้ามาทดแทน (Wongkasemjit and Kunnakorn, 2011, p. 1) ซึ่งแนวโน้มการบริโภคพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สูงขึ้นส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ (Office of Industrial Economics, 2009, p. 20) ดังนั้นการนำพืชผลทางการเกษตรซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีในประเทศมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิง ได้แก่ พลังงานเอทานอล (Ethanol Fuel) และเป็นพลังงานทดแทนประเภทพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนน้ำมัน

(Pao and Fu, 2013, p. 382) สอดคล้องกับศักยภาพของประเทศที่เป็นเกษตรกรรมสามารถนำสินค้าเกษตรมาสร้างมูลค่าเพิ่มสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล (Akinfenwa and Qasmi, 2014, p. 3) และเกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากประหยัดการนำเข้าสาร MBTE จะสะท้อนถึงประโยชน์จากการนำพืชพลังงานมาผลิตเอทานอล (Puttakul and Pensupar, 2008, p. 24) จากนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทน (Alternative Energy) ที่ผลิตได้ภายในประเทศและพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel Energy) คือ เอทานอลและไบโอดีเซล ส่งผลให้ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนประเภทเอทานอลขยายตัวอย่างต่อเนื่องในรอบระยะเวลา 10 ปี ที่ผ่านมามีภาพ 1

หน่วย : พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ



ภาพ 1 การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ
ที่มา: Energy Policy and Planning Office, 2016, pp. 1-2

จากภาพ 1 ปริมาณเอทานอลที่เพิ่มขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากรัฐบาลได้ส่งเสริมการใช้เอทานอลเพื่อทดแทนเนื้อที่น้ำมันเบนซินในสัดส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ 10% ถึง 85% โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2558 การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 94.79 ของปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินทั้งหมด เฉลี่ย 25.01 ล้านลิตรต่อวัน แบ่งออกเป็น E10_95, E20_95 และ E85_95 มีปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อวัน 9.00, 4.14 และ 0.87 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นจากปี

พ.ศ. 2557 ร้อยละ 20.04, 12.41 และ 4.96 ตามลำดับ (Energy Policy and Planning Office, 2015, pp. 1-5) เอทานอล (Ethyl Alcohol) เป็นพลังงานหมุนเวียนผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตรและสินค้าเกษตรของไทย ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล (Archasai, 2008, p. 3; Siamphakdee, 2010; Arndt, Pauw and Thurlow, 2010, pp. 6-7) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล มีดังนี้ 1) มันสำปะหลังสด 1 ตัน ผลิตได้ 140 ลิตร 2) อ้อย



1 ตัน ผลิตได้ 70 ลิตร และ 3) กากน้ำตาล 1 ตัน ผลิตได้ 260 ลิตร (Thai Ethanol Manufacturing Association, 2015) เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงสะอาดเผาไหม้ได้สมบูรณ์ช่วยลดการเกิดมลพิษในอากาศ (Nguyen, Gheewala, and Garivait, 2007, p. 4590) และเป็นผลดีต่อสภาวะแวดล้อมมีฐานวัตถุดิบมาจากพืชสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้ (Demirbas, 2009, p. 112) เอทานอลบริสุทธิ์ 99.5% นำไปผสมกับน้ำมันเบนซินพื้นฐาน (Gasoline) ได้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (Gasohol = Gasoline + Ethanol) กระทรวงพลังงานอนุญาตให้ผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ได้ 3 สูตร ได้แก่ 1) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐานกับเอทานอลในสัดส่วน 90 : 10 โดยปริมาตร สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ออกเทน 91 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ออกเทน 95 2) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐานกับเอทานอลในสัดส่วน 80 : 20 โดยปริมาตร และ 3) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ได้จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐานกับเอทานอลในสัดส่วน 15 : 85 โดยปริมาตร

อุตสาหกรรมเอทานอลของไทยที่มีการเติบโตค่อนข้างมากสะท้อนได้จากปริมาณการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นและสัดส่วนการใช้ต่อน้ำมันเบนซินที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นจาก 59% ในปี 2552 เป็น 93% ในปี 2557 (Kumse, 2015, pp. 1-4) เอทานอลสามารถผลิตได้จากพืชอื่น ๆ Chindaruksa (2008, p. 92) ศึกษาการผลิตเอทานอลจากข้าวฟ่างหวาน พบว่า ข้าวฟ่างหวานมีอายุเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 3.5 - 4 เดือน ผลผลิตต้นสด 7.5 - 8.3 ตันต่อไร่ ปริมาณน้ำตาล 9 - 11% เมื่อนำมาผลิตเป็นเอทานอลจะได้ 55 - 65 ลิตรต่อตัน ในขณะที่อ้อยนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ 68 - 74 ลิตรต่อตัน แต่มีความต้องการน้ำและธาตุอาหารน้อยกว่าอ้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaisil and Putto (2010, p. 15) ใช้ข้าวฟ่างหวานเป็นวัตถุดิบเสริมในการขาดแคลนมันสำปะหลังและอ้อย ด้วยการสร้างแผนศักยภาพการผลิตข้าวฟ่างหวานและสร้างองค์ความรู้ทั่วไปในการผลิต เช่น พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม ผลผลิตในแต่ละวัน เป็นข้อมูลการวางแผนจัดการสำหรับผลิตเอทานอล

ตามแผนส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี พ.ศ. 2555 -

2564 กำหนดเป้าหมายให้มีการใช้เอทานอล 3 ล้านลิตรต่อวัน ในปี พ.ศ. 2558 และไม่ต่ำกว่า 9 ล้านลิตรต่อวัน ในปี พ.ศ. 2564 วัน คิดเป็นปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น 6.92% จากปริมาณการผลิตเอทานอลในปี 2555 ซึ่ง Cheevapruk, et al. (2017, p. 23) ประเมินแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกพบว่า แนวโน้มการใช้พลังงานทดแทนจะบรรลุตามเป้าหมายที่ 25% ในปี พ.ศ. 2564 โดยจะสูงกว่าเป้าหมายซึ่งอาจจะสูงกว่า 25% ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานเอทานอลที่เปิดดำเนินการอยู่ 21 แห่ง กำลังการผลิตรวม 4.4 ลิตรต่อวัน เป็นโรงงานที่ใช้วัตถุดิบจาก 1) กากน้ำตาล จำนวน 9 โรง กำลังผลิตรวม 1.93 ล้านลิตรต่อวัน 2) มันสำปะหลัง จำนวน 7 โรง กำลังผลิตรวม 1.43 ล้านลิตรต่อวัน และ 3) มันสำปะหลังและกากน้ำตาล จำนวน 4 โรง กำลังผลิตรวม 0.85 ล้านลิตรต่อวัน จากน้ำอ้อย 0.23 ล้านลิตรต่อวัน สัดส่วนการผลิตเอทานอลจะผลิตจากกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง ร้อยละ 61.90, 4.7 และ 33.4 ตามลำดับ และหลังจากรัฐบาลได้ประกาศยกเลิกการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน 91 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2556 ซึ่งมีสัดส่วนการใช้ถึงร้อยละ 40 ของการใช้น้ำมันเบนซินทั้งหมด แนวโน้มความต้องการเอทานอลเพื่อการผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์เพิ่มขึ้น ปี พ.ศ. 2558 ปริมาณเอทานอลรวม 1,173 ล้านลิตร ผลิตจากกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง จำนวน 759.20, 68.60 และ 346.00 ล้านลิตรตามลำดับ ส่งผลให้มันสำปะหลังและอ้อย จากเดิมที่เป็นพืชอาหารสำคัญได้นำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตพลังงานทดแทนหรือเอทานอลตามมา (Premashthira, 2014, pp. 2-3) ทำให้มีการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การใช้กากน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้น (Department of Energy Business, 2013)

มันสำปะหลังของไทยในปี พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังเท่ากับ 8.9613 ล้านไร่ 32.3577 ล้านตัน 3,611 กิโลกรัม ตามลำดับ เข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด แบ่งมันสำปะหลังและเอทานอลความต้องการใช้ภายในประเทศร้อยละ 20 ที่เหลืออีกร้อยละ 80 เป็นการส่งออก (Agricultural Commodity Economics Information, 2016, p. 13; Ubolsook, 2010, p. 63) และ Somsrivilairut (2011, p. 60)



ศึกษาผลกระทบของการนำมันสำปะหลังไปผลิตเป็นเอทานอล พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลจะส่งผลให้อุปสงค์มันสำปะหลัง พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น (Gawga, 2011, p. 61) พบว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบปรับราคาสูงขึ้นส่งผลให้มีการขยายเนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการมันสำปะหลังเพื่อผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น

อ้อยของไทยในปี พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของอ้อยเท่ากับ 9.5914 ล้านไร่ 106.34 ล้านตัน และ 11.086 กิโลกรัมตามลำดับ (Office of the Cane and Sugar Board, 2016, p. 1) อ้อยทั้งหมด 106.34 ล้านตัน ส่งเข้าโรงงานน้ำตาลเพื่อผลิตน้ำตาล 11.30 ล้านตัน แบ่งเป็นน้ำตาลทรายดิบ 8.11 ล้านตัน น้ำตาลทรายขาว 3.19 ล้านตัน และชนิดอื่น ๆ และผลพลอยได้ (By Product) จากการผลิตน้ำตาล คือ กากน้ำตาล โดยอ้อย 1 ตัน จะได้กากน้ำตาลประมาณ 45 - 50 กิโลกรัม และกากน้ำตาล 1 ตัน ผลิตเอทานอลได้ 260 ลิตร Norasethasopon (2009, p. 22) ศึกษาผลกระทบจากการผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ต่อการปลูกอ้อยในประเทศไทยพบว่า หากมีการใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีน (เบนซิน) ในอัตราสูงกว่า 40% จะต้องเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกอ้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ Charoenphonphanich (2008, p. 16) ที่ทดลองใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ผสมเอทานอลตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปกับรถยนต์ Toyota Vios 1.5 และ Honda Civic 1.7 จำนวนอย่างละ 3 คัน และรถจักรยานยนต์ Honda Wave (100cc) กับ Yamaha Fino (115cc) อย่างละ 3 คัน ใช้งานมาแล้วไม่เกิน 100,000 กิโลเมตร พบว่า สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 ตลอดระยะทาง 100,000 กิโลเมตรได้โดยไม่ต้องปรับแต่ง

จากแนวโน้มการใช้พลังงานที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ประกอบกับนโยบายเพิ่มการใช้พลังงานทดแทนของภาครัฐ จึงคาดได้ว่าในอนาคตประเทศไทยต้องเพิ่มปริมาณผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี พ.ศ. 2555 - 2564 กำหนดให้มีสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นในปี 2564 เป็น 25% เพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของประเทศต่อไร่ต่อปี ของมันสำปะหลังและอ้อยไม่น้อยกว่า 5 และ 15 ตันต่อไร่ต่อปี ในปี

2564 คือ มันสำปะหลังพื้นที่เก็บเกี่ยว 7 ล้านไร่ ผลผลิต 5 ตันต่อไร่ ผลผลิตทั้งหมด 35 ล้านตันต่อปี และอ้อยพื้นที่เก็บเกี่ยว 7 ล้านไร่ ผลผลิต 15 ตันต่อไร่ ผลผลิตทั้งหมด 105 ล้านตันต่อปี และสร้างโรงงานเอทานอลเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งกระทบโดยตรงต่อพืชอาหาร การศึกษาครั้งนี้จึงช่วยให้เห็นผลกระทบต่ออุปสงค์เอทานอล และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่เพิ่มขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของภาครัฐและเอกชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Objective)

1. เพื่อสร้างแบบจำลองเศรษฐกิจสำหรับเอทานอล
2. พยากรณ์แนวโน้มความต้องการเอทานอลที่มีผลกระทบต่อปริมาณมันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ในช่วงปี พ.ศ. 2559 - 2563

ทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรม (Theory and Literature Review)

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลองตามแนวทางทฤษฎีเศรษฐกิจและสินค้าเกษตรในการผลิตเอทานอลและจะส่งผลกระทบต่อสินค้าเกษตรดังกล่าว โดยมีแนวคิดทางทฤษฎีดังนี้ (Office of Industrial Economics Research, 2009, p. 12; Quintero, et al., 2008, p. 390; Park and Fortenbery, 2007, pp. 3-10; Goldemberg, Coelho, and Guardabassi, 2008, pp. 2094-2096; Du and Hayes, 2009, pp. 3227-3234; Taylor and Taylor, 2009, pp. 5-8; Tatum, Skinner and Jackson, 2010, pp. 1264-1266; Anderson, 2006, pp. 4-11; Chaisinboon and Chontanawat, 2011, pp. 216-229; Cantos and Dixon, 2014, pp. 4-9; Gorter, et al, 2013, pp. 11-15; Barros, Gil-Alana and Wanke, 2014, pp. 314-315; Premasathira, 2014, pp. 5-15)

1. แบบจำลองระบบสมการเกี่ยวเนื่องเนื่องสมการสร้างขึ้นในระบบสมการเกี่ยวเนื่องเรียกว่าสมการโครงสร้าง (Structural Equations) ประกอบด้วย 1) สมการพฤติกรรม (Behavioral Equations) 2) สมการนิยาม (Definitional Equations) หรือ สมการเอกลักษณ์ (Identity Equations) และ 3) สมการดุลยภาพ (Equilibrium Equations) (Koizumi and

Ohga, 2006, pp. 28-30; Arshad, Shamsudin and Yusop, 2009, pp. 570-572; Tatum, Skinner and Jackson, 2010, p. 1264; Arshad, Shamsudin and Hameed, 2011, pp. 37-40; Miljkovic, Shaik and Braun, 2012, pp. 824-825; Cantos and Dixon, 2014, p. 6) แบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่องปัญหา Simultaneity Bias จากการมีสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับค่าความคลาดเคลื่อน (Anderson, 2012, p. 160; Tongsom, 2013, p. 21) โดยแบ่งออกเป็น 1) ตัวแปรภายใน (Endogenous Variable) คือ ตัวแปรที่ค่าของมันถูกกำหนดขึ้นโดยสมการภายในระบบสมการมีลักษณะเป็น Stochastic Variable 2) ตัวแปรที่ถูกกำหนดค่ามาก่อนล่วงหน้า (Predetermined Variables) แบ่งออกเป็น ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) และตัวแปรภายในล่าช้า (Lagged Endogenous)

การประมาณค่าในระบบสมการเกี่ยวเนื่องมีทั้งตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) และตัวแปรที่มีลักษณะร่วมกันภายในเรียกว่า ตัวแปรภายใน (Endogenous Variable) ซึ่งไม่สามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์เพียงสมการหนึ่งเท่านั้น แต่ต้องคำนวณหาในสมการอื่น ๆ ด้วย กรณีที่คำนวณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสมการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) โดยไม่ได้พิจารณาสมการอื่น ๆ จะมีความเอนเอียง (Biased) และไม่แนบเนียน (Inconsistency) ดังนั้นการสร้างแบบจำลองจะต้องพิจารณาถึงจำนวนตัวแปรภายในต้องเท่ากับจำนวนสมการในระบบสมการจึงจะประมาณค่าได้ การหาค่าของตัวแปรภายในที่อยู่ในรูปของตัวแปรภายนอกกำหนดค่า (Determinant) และตัวคลาดเคลื่อน (Error Term) วิธีการหาค่าชนิดนี้เรียกว่า การลดรูป (Reduced Form) หมายถึงการจัดรูปสมการใหม่ ด้วยการหาค่าตัวแปรภายในของสมการโครงสร้างแต่ละตัวแปรให้ขึ้นอยู่กับตัวแปรภายนอกและตัวคลาดเคลื่อน โดยแต่ละสมการมีตัวแปรภายในเพียงตัวเดียว ตัวที่เหลือจะเป็นตัวแปรภายนอก ดังนั้นจำนวนสมการลดรูปจะเท่ากับจำนวนตัวแปรภายใน

การประมาณค่าในระบบสมการเกี่ยวเนื่อง
1) ความสมบูรณ์ของตัวแบบตัวแปรภายในต้องเท่ากับจำนวนสมการในระบบสมการ 2) การตรวจสอบความ

ชี้ชัดของสมการ (Identification) แบ่งออกได้
1) สมการชี้ชัดไม่ได้ คือ สมการโครงสร้างไม่สามารถคำนวณค่าทางสถิติได้จึงมีรูปแบบสถิติที่ไม่แน่นอน ถ้ามีสมการอย่างน้อย 1 สมการที่ชี้ชัดไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถประมาณค่าในระบบสมการได้ และ
2) สมการชี้ชัด คือ สมการโครงสร้างที่สามารถคำนวณค่าทางสถิติได้แน่นอนโดยถือว่าเป็นความสมบูรณ์ทางสถิติแยกออกเป็น 2 กรณี คือ สมการมีความชี้ชัดพอดี และสมการมีความชี้ชัดเกินไป

การตรวจสอบความชี้ชัดจำเป็นสำหรับระบบสมการเกี่ยวเนื่อง พิจารณาจากสมการโครงสร้างจากการทดสอบความสมบูรณ์ของสมการทีละสมการอาศัยเงื่อนไข 2 ประการ (Dewi, et al., 2010, p. 8) ได้แก่

1) เงื่อนไขคำสั่ง (Order Condition) สำหรับสมการหนึ่งสมการใดจะต้องมีความสมบูรณ์ เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นกำหนดให้ $(K - M) \geq (G - 1)$ เมื่อ G = จำนวนสมการของระบบสมการ (ซึ่งจะเท่ากับจำนวนตัวแปรภายในทั้งหมด) K = ตัวแปรทั้งหมดในระบบสมการ (ทั้งภายในและภายนอก) และ M = จำนวนตัวแปรทั้งหมด (ทั้งภายในและภายนอก) ที่ปรากฏในสมการที่พิจารณา (Ninbai, 2012, p. 96) เมื่อ $(K - M) = (G - 1)$ หมายความว่า สมการที่พิจารณามีความชี้ชัดพอดี $(K - M) > (G - 1)$ หมายความว่า สมการที่พิจารณามีความชี้ชัดเกินไป $(K - M) < (G - 1)$ หมายความว่า สมการที่พิจารณาชี้ชัดไม่ได้

2) เงื่อนไขลำดับ (Rank Condition) เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Sufficiency) ในการตรวจสอบสมการ เนื่องจากการตรวจสอบเงื่อนไขลำดับ ยังไม่ใช่เงื่อนไขเพียงพอที่จะตรวจสอบความสมบูรณ์ของสมการนั้น โดยเฉพาะสมการที่มีความสมบูรณ์ตามเงื่อนไขคำสั่ง เมื่อนำมาตรวจสอบด้วยเงื่อนไขลำดับ สมการนั้นอาจจะไม่สมบูรณ์ก็เป็นได้ การตรวจสอบความสมบูรณ์ของสมการโดยกำหนดให้ระบบสมการ ประกอบด้วยจำนวนสมการและจำนวนตัวแปรภายในมีจำนวนเท่ากับ G สมการ สมการใดจะมีความสมบูรณ์ เมื่อสามารถหาค่าดีเทอร์มิแนนต์ขนาด $(G - 1) \times (G - 1)$ ที่สร้างจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวในระบบสมการ ไม่ปรากฏอยู่ในสมการ



ที่พิจารณาจะมีค่าน้อยหนึ่งดีเทอร์มิแนนท์
ต้องไม่มีค่าเท่ากับศูนย์

แบบจำลองที่จะนำไปพยากรณ์ต้องทดสอบ
ความเหมาะสมของตัวแปรภายในของแบบจำลองจาก
การเปรียบเทียบข้อมูลที่พยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต
กับข้อมูลจริง ได้แก่

1) รากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน
กำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE)
ถ้าค่า RMSE มีค่าน้อยแสดงว่าแบบจำลองใช้พยากรณ์
ได้ดี หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad \text{.....(1)}$$

กำหนดให้

$\hat{Y}_t$ = ค่าพยากรณ์

Y_t = ค่าจริง

n = จำนวนปีที่ใช้พยากรณ์ และ

t = ปีที่พยากรณ์

2) ค่าสถิติ (Theil's U statistics) มีค่า $0 < 1$
ถ้าเท่ากับ 0 หมายความว่า แบบจำลองนั้นพยากรณ์
ได้ดี และถ้าเท่ากับ 1 หมายความว่า แบบจำลอง
ที่ประมาณค่าเป็นแบบจำลองที่ไม่ดี คำนวณได้จาก

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^f - Y_t^a)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^f)^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^a)^2}} \quad \text{.....(2)}$$

กำหนดให้

Y_t^f = ค่าพยากรณ์ของ Y_t

Y_t^a = ค่าที่แท้จริงของ Y_t

N = จำนวนปีที่ใช้พยากรณ์ และ

t = ปีที่พยากรณ์

2. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีเศรษฐศาสตร์

อุปสงค์สำหรับผู้บริโภค (Demand for Consumer)
มีเหตุผลและตัดสินใจเลือกทางที่ตนเองได้รับความ
พอใจสูงสุดภายใต้ทางเลือกทั้งหมด ดังนั้นผู้บริโภค
จะซื้อสินค้าด้วยราคาและรายได้ที่จำกัด โดยแสดง
ได้ด้วยฟังก์ชันความพอใจ (Anderson, 2006, p. 3;
Fongprapai and Boonserm, 2013, p. 49-52) ดังนี้

$$U = f(q_1, q_2) \quad \text{.....(3)}$$

กำหนดให้

q_1 = จำนวนสินค้าชนิดนั้นที่ผู้บริโภคต้องการซื้อ และ

q_2 = จำนวนสินค้าอื่น ๆ ที่ผู้บริโภคซื้อ

จำนวนสินค้าชนิดนั้นที่ผู้บริโภคต้องการซื้อ
และจำนวนสินค้าอื่น ๆ ที่ผู้บริโภคซื้อขึ้นอยู่กับราคา
สินค้าและรายได้ของผู้บริโภค ดังสมการรายได้ ดังนี้

$$p(q) \leq I \quad \text{.....(4)}$$

กำหนดให้

p = เวกเตอร์ของราคาสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการซื้อ
เมื่อ $p = p_1, p_2$ และ $p \geq 0$ โดยที่ p_1 = ราคาสินค้า
ชนิดนั้นที่ผู้บริโภคต้องการซื้อ และ p_2 = ราคาสินค้า
อื่น ๆ ที่ผู้บริโภคต้องการซื้อ และ I = รายได้ของ
ผู้บริโภค กำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

การหาอรรถประโยชน์สูงสุดของผู้บริโภค
ภายใต้เงื่อนไขผู้บริโภคมีรายได้จำกัดการคำนวณ
จำนวนสินค้าชนิดนั้นที่ผู้บริโภคต้องการซื้อกับจำนวน
สินค้าอื่น ๆ ที่ผู้บริโภคซื้อ จากสมการที่ (3) ภายใต้
เงื่อนไขสมการที่ (4) ด้วยวิธีการของ Lagrangian
Multiplier และแทนด้วย λ (Lambda) แล้วนำไป
คูณกับสมการงบประมาณแล้วบวกกับฟังก์ชัน
อรรถประโยชน์ได้สมการใหม่ สมมติให้คือสมการ L
จะได้ว่า (Untong, Pongpatcharatorntep and
Kaosa-ard, 2011, p. 63-67)

$$L(q, \lambda) = U(q) + \lambda(I - px) \quad \text{.....(5)}$$

จากสมการที่ (5) หาอนุพันธ์อันดับที่ 1
(Partial Derivative) โดยมุ่งตรงต่อตัวแปรต่าง ๆ จะได้

$$\frac{\partial U(q)}{\partial x_i} = \lambda p_i \quad \text{.....(6)}$$

$$I - pq = 0 \quad \text{.....(7)}$$

แก้สมการที่ (6) และ (7) จะได้อุปสงค์สำหรับ
สินค้าชนิดนั้นที่ผู้บริโภคต้องการซื้อ และอุปสงค์สินค้า
อื่น ๆ ที่ผู้บริโภคซื้อ ดังสมการ $q_1 = f_1(p_1, p_2, I)$
และ $q_2 = f_2(p_1, p_2, I)$ นำ q_1 และ q_2 ไปประยุกต์
ในการสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติทางด้านอุปสงค์
สำหรับสินค้าชนิดนั้น ๆ)



3. การประยุกต์ทฤษฎีทางด้านอุปทาน

กำหนดให้เนื้อที่เก็บเกี่ยวแทนผลผลิต ผู้ผลิตจะตัดสินใจผลิตขึ้นอยู่กับราคาสินค้าเกษตรชนิดนั้นที่ผู้ผลิตคาดว่าจะขายได้ (Price Expectations) โดยอุปทานพื้นที่การเพาะปลูก คือ

$$A_t = \alpha + \beta Pe_t + u_t \quad \dots\dots\dots(8)$$

เมื่อ A_t = พื้นที่การเพาะปลูกในปีที่ t , Pe_t = ราคาผลผลิตที่เกษตรกรคาดว่าจะขายได้ และ u_t = ค่าคาดเคลื่อน การหาราคาที่คาดว่าจะขายได้มี 3 วิธี

3.1 ราคาที่คาดว่าจะขายได้ตามธรรมชาติ กำหนดให้ราคาที่คาดว่าจะขายได้ ในปีที่ t คือ Pe_t จะเท่ากับราคาขายได้จริงในปีที่ผ่านมา คือ P_{t-1} ดังสมการ

$$Pe_t = P_{t-1} \quad \dots\dots\dots(9)$$

3.2 ราคาที่คาดว่าจะขายได้ด้วยการปรับตัว กำหนดให้ราคาที่คาดว่าจะขายได้ในปีที่ t คือ Pe_t เท่ากับราคาขายได้จริงในปีที่ผ่านมาคือ P_{t-1} บวกด้วยตัวปรับ (Adjustment Factor) คือ สัดส่วนในความแตกต่างของราคาขายได้จริงในปีที่ผ่านมา คือ P_{t-1} กับราคาขายได้ในปีที่ผ่านมา คือ Pe_{t-1} (Mlambo, 2012, p. 4) ดังสมการ

$$Pe_t = \delta P_{t-1} + (1 - \delta)Pe_{t-1} \quad \dots\dots\dots(10)$$

กำหนดให้

δ = สัมประสิทธิ์ของราคาที่จะขายได้ (Coefficient of Expectations)

โดยที่ $0 < \delta < 1$ ถ้า $\delta = 0$ คือ $Pe_t = Pe_{t-1}$ หมายความว่า ไม่มีผลต่อราคาที่จะขายได้ และถ้า $\delta = 1$ คือ $Pe_t = P_{t-1}$ หมายความว่า ราคาที่คาดว่าจะขายได้ เท่ากับราคาขายได้จริง เมื่อ P_t คือราคาขายได้จริง

3.3 ราคาที่คาดหวังจะขายได้จากภายนอก กำหนดให้ราคาที่คาดว่าจะขายได้ ในปีที่ t คือ

Pe_t เท่ากับราคาขายได้จริงในปีที่ t คือ P_t บวกราคาขายได้จริงในปีที่ผ่านมา คือ P_{t-1} ดังสมการ

$$Pe_t = (1 + \delta)P_t - \delta P_{t-1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

นำ Pe_t ของสมการที่ (10) ไปแทนค่า Pe_t ในสมการ (8) จะได้สมการอุปทานพื้นที่การเพาะปลูกขึ้นอยู่กับ P_{t-1} และ A_{t-1} ดังสมการ

$$A_t = \alpha + \beta \delta P_{t-1} + \beta(1 - \delta)Pe_{t-1} + u_t \quad \dots\dots\dots(12)$$

นำเนื้อที่เพาะปลูกในปีที่ผ่านมา $t - 1$ แทนค่าในสมการที่ (8) จะได้

$$Pe_{t-1} = \frac{A_{t-1} - \alpha - u_{t-1}}{\beta} \quad \dots\dots\dots(13)$$

นำสมการที่ (13) แทนค่าในสมการ (12) จะได้

$$A_t = \alpha \delta + \beta \delta P_{t-1} + (1 - \delta)A_{t-1} + V_t \quad \dots\dots\dots(14)$$

กำหนดให้

$$V_t = u_t - (1 - \delta)u_{t-1}$$

$\beta \delta$ = สัมประสิทธิ์ของราคาในระยะสั้น

β = สัมประสิทธิ์ของราคาในระยะยาว และ

A_{t-1} = พื้นที่การเพาะปลูก ในปีที่ผ่านมา

สมการ (14) จัดรูปใหม่เป็นฟังก์ชันทั่วไป ดังนี้

$A_t = f(P_{t-1}, A_{t-1}, V_t)$ เมื่อ V_t = ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อพื้นที่การเพาะปลูก

สำหรับสมการผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (Y_t) ของมันสำปะหลังและอ้อย กำหนดให้ขึ้นอยู่กับราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ราคาปัจจัยการผลิตและปัจจัยอื่น ๆ ดังสมการ ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ คือ $Y_t = f(P_t, E_t)$ กำหนดให้ Y_t = ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t , P_t = ราคาผลผลิตชนิดนั้นในปีที่ t และ E_t = ปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อผลผลิตที่เก็บเกี่ยว สมการอุปทานรวม ได้แก่ $Q_t = A_t * Y_t$ (Koizumi and Ohga, 2006, p. 28) กำหนดให้ Q_t = ปริมาณอุปทานรวมในปีที่ t



วิธีดำเนินการวิจัย (Method)

การวิจัยนี้ศึกษาถึงผลกระทบต่อการนำมันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล มาผลิตเป็นเอทานอล และผสมกับน้ำมันเบนซินพื้นฐานเพื่อผลิตเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยที่ความต้องการน้ำมันแก๊สโซฮอล์มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล ทั้งทางตรงและทางอ้อม การศึกษาใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) อนุกรมเวลา (Time Series Data) รายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 - 2548 และสร้างแบบจำลองระบบสมการเกี่ยวเนื่อง (Simultaneous - Equation Model) ตามแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐกิจ รวบรวมข้อมูลจากบทความวิจัย และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานภาครัฐและภาคธุรกิจ จากนั้นประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในแบบจำลองด้วยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุดสามชั้น (Three Stage Least Square: 3SLS) (Bureau of Agricultural Economic Research, 2010, pp. 29-30; Gawga, 2011, pp. 24-26; Chanthawong, Dhakal and Jongwanich, 2016, pp. 434-436; Bayramoglu, Cetin and Karabulut, 2016, pp.

195-198) แบบจำลองมีสมการทั้งหมด 24 สมการ ได้แก่ สมการพฤติกรรม (Behavior Equation) 22 สมการ และสมการเอกลักษณ์ (Identities Equation) 2 สมการ ตัวแปรมีทั้งหมด 49 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรภายใน 24 ตัวแปร และตัวแปรภายนอก 25 ตัวแปร วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองพร้อมกันทุกสมการใช้รูปแบบสมการแบบสมการเชิงเส้น ด้วยการแปลงข้อมูล (Transform Data) ให้มีความแปรปรวนคงที่โดยการใส่ค่า Natural Logarithm (Chaithat, Chomchuen and Manussanit, 2016, p. 65) ทั้ง 2 ข้างของสมการซึ่งแปลงรูปแบบมาจาก Cobb-Douglas (Nandi, Gunn and Yurkushi, 2011, p. 207; Taghinezhad, Alimardani and Jafari, 2014, p. 279) เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายค่าสัมประสิทธิ์ (Rasri, 2011, p. 27) และเป็นค่าความยืดหยุ่นโดยอัตโนมัติ (Manachotphonng, 2012, p. 6; Areepom and Pattanarangsun, 2017, p. 79) สำหรับข้อมูลตัวแปรแหล่งที่มา ดังตาราง 1

ตาราง 1 ความหมายของตัวแปรและแหล่งข้อมูล

ตัวแปร	Exog/Endo	ความหมาย	แหล่งที่มา
ac	Endo	เนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (ไร่)	สศก.
as	Endo	เนื้อที่เก็บเกี่ยวอ้อย (ไร่)	สศก. , สนอ.
dcdo	Endo	อุปสงค์มันสำปะหลังภายในประเทศ (ตัน)	สศก.
dcet	Endo	อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล (ตัน)	สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย
dcex	Endo	อุปสงค์ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังสำหรับการส่งออก (ตัน)	กรมศุลกากร
de10_95	Endo	อุปสงค์น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 10_95 (ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
de20_95	Endo	อุปสงค์น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20_95 (ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
de85_95	Endo	อุปสงค์น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85_95 (ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
deth	Exog	อุปสงค์เอทานอลทั้งหมด (ลิตร)	ธปท.
dmdo	Endo	อุปสงค์กากน้ำตาลภายในประเทศ (ตัน)	สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย
dmet	Endo	อุปสงค์กากน้ำตาลสำหรับผลิตเอทานอล (ลิตร)	สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย
dmex	Endo	อุปสงค์กากน้ำตาลสำหรับการส่งออก (ตัน)	ศศก. , กรมศุลกากร
dsdo	Endo	อุปสงค์อ้อยภายในประเทศ (ตัน)	สนอ. , สศก
dset	Endo	อุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอล (ตัน)	สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย
dsex	Endo	อุปสงค์ผลิตภัณฑ์อ้อยสำหรับการส่งออก (ตัน)	กรมศุลกากร
er	Exog	อัตราแลกเปลี่ยนเฉลี่ยต่อปี (บาท : ดอลลาร์สหรัฐ)	ธปท.
ni	Exog	รายได้ประชาชาติ (ล้านบาท)	ธปท.



ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวแปร	Exog/Endo	ความหมาย	แหล่งที่มา
pbe	Exog	ราคาลัวเหลือที่เกษตรกรขายได้ (บาท : ตัน)	สศก.
pc	Exog	ต้นทุนการปลูกมันสำปะหลังต่อไร่ (บาท : ตัน)	สศช.
pcd	Exog	ราคามันเส้นเฉลี่ยในประเทศ (บาท : ตัน)	สศก.
pcr	endo	ราคาหัวมันสำปะหลังสดที่เกษตรกรขายได้ (บาท : ตัน)	สศช. สศก.
pdub	Exog	ราคาน้ำมันดิบดูไบ (ดอลลาร์ : บาร์เรล)	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
pe10_95	Exog	ราคาเฉลี่ยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 10 - 95 (บาท : ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
pe20_95	Exog	ราคาเฉลี่ยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 - 95 (บาท : ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
pe85_95	Exog	ราคาเฉลี่ยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 - 95 (บาท : ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
peth	Exog	ราคาเอทานอลเฉลี่ยในประเทศ (บาท : ลิตร)	รพท.
pfd	Exog	ราคาแป้งมันสำปะหลังเฉลี่ยในประเทศ (บาท : ตัน)	สศก. , กรมศุลกากร
pfdx	Exog	ราคาส่งออกแป้งมัน (บาท : ตัน)	สศช. , กรมศุลกากร
pma	Exog	ราคาเฉลี่ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ความชื้นไม่เกิน 14 % (บาท : ตัน)	สศก.
pmdo	Endo	ราคากากน้ำตาลเฉลี่ยในประเทศ (บาท : ตัน)	รพท. , สศก
pmex	Exog	ราคาส่งออกกากน้ำตาล (บาท : ตัน)	สศก. , กรมศุลกากร
ppd	Exog	ราคามันอัดเม็ดเฉลี่ยในประเทศ (บาท : ตัน)	สศก. , กรมศุลกากร
ppdx	Exog	ราคาส่งออกมันอัดเม็ด (บาท : ตัน)	สศก. , กรมศุลกากร
prs	Exog	ราคาน้ำตาลทรายดิบเฉลี่ยในประเทศ (บาท : ตัน)	สนอ. , สศก. , กรมศุลกากร
prsx	Exog	ราคาส่งออกน้ำตาลดิบ (บาท : ตัน)	สนอ. , สศก. , กรมศุลกากร
ps	Exog	ต้นทุนการปลูกอ้อยต่อไร่ (บาท : ตัน)	สนอ. , สศก
psr	Endo	ราคาอ้อยสดที่เกษตรกรขายได้ (บาท : ตัน)	สนอ. , สศก
pss	Exog	ราคาน้ำตาลทรายเฉลี่ยในประเทศ (บาท : กิโลกรัม)	สนอ. , สศก
pssx	Exog	ราคาส่งออกน้ำตาลทรายขาว (บาท : ตัน)	สศก. , กรมศุลกากร
pulr_95	Exog	ราคาน้ำมันเบนซิน 95 (บาท : ลิตร)	กรมธุรกิจพลังงาน
qc	Endo	อุปทานมันสำปะหลังทั้งหมด (ตัน)	สศก. , รพท.
qcto	Endo	อุปสงค์มันสำปะหลังทั้งหมด (ตัน)	สศก.
qmta	Endo	อุปสงค์กากน้ำตาลทั้งหมด (ตัน)	สนอ.
qs	Endo	อุปทานอ้อยทั้งหมด (ตัน)	สนอ. , รพท.
qsto	Endo	อุปสงค์อ้อยทั้งหมด (ตัน)	สนอ.
Rf	Exog	จำนวนวันฝนตกเฉลี่ยต่อปี (วัน)	สสช.
wa_a	Exog	ค่าจ้างแรงงานภาคเกษตร (บาท : เดือน)	สสช.
yc	Endo	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลัง (ตัน : ไร่)	สศก.
ys	Endo	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของอ้อย (ก.ก. : ไร่)	สศก.

หมายเหตุ: สศก. หมายถึง สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สสช. หมายถึง สำนักงานสถิติแห่งชาติ
 สนอ. หมายถึง สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย รพท. หมายถึง ธนาคารแห่งประเทศไทย
 Endo หมายถึง ตัวแปรภายใน Exog หมายถึง ตัวแปรภายนอก
 สศช. หมายถึง สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

การตรวจสอบความซ้ะัดของสมการใน นำไปพยากรณ์ได้โดยไม่ต้องปรับปรุง (Akkarangkul,
 แบบจำลอง ค่า $(K - M) > (G - 1)$ หมายความว่า 2011, p. 295) ดังตาราง 2
 สมการที่พิจารณาสมบูรณ์เกินไป ดังนั้นแบบจำลอง



ตาราง 2 ผลการคำนวณแบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่อง

D.V.	I.V.	Coefficient	t-stat	P-value	Adj.R ²	D.W. stat	RMSE (%)
Eq 1: Lnyc _t	C	-9.928216 (0.553309)	-17.94336		0.682702	1.527532	0.048107
	Lnpcr _{t-1}	0.415665 (0.022115)	18.79596***	0.0000			
	Lnpc _{t-1}	-0.397755 (0.026496)	-15.01209***	0.0000			
	Lnrf _t	0.210146 (0.016393)	12.81919***	0.0000			
	Lnwa _a _t	1.151400 (0.072103)	15.96878***	0.0000			
Eq 2: Lnac _t	C	5.394549 (0.416526)	12.95128		0.866084	1.510011	0.035649
	Lnac _{t-1}	0.353759 (0.017587)	20.11500***	0.0000			
	Lnpcr _{t-1}	0.294764 (0.009535)	30.91352***	0.0000			
	Lnpmat _t	-0.170276 (0.008066)	-21.11047***	0.0000			
	Lnpdub _t	0.314773 (0.030202)	10.42227***	0.0000			
Eq 3: Lnqcto _t	C	7.129039 (1.213224)	10.24792		0.561066	1.687668	0.102849
	Lndcdo _t	0.154673 (0.054491)	3.673055***	0.0052			
	Lndcet _t	0.060475 (0.014571)	4.767785***	0.0001			
	Lndcex _t	0.424112 (0.029700)	13.59922***	0.0000			
Eq 4: Lndcdo _t	C	18.01181 (0.611944)	29.43374		0.323646	2.013788	0.085122
	Lnpcr _{t-1}	-0.445983 (0.051719)	-8.623256***	0.0000			
	Lnpcd _t	0.381016 (0.058977)	6.460402***	0.0000			
	Lnppd _t	0.817606 (0.101665)	8.042131***	0.0000			
	Lnpdf _t	0.838408 (0.088360)	9.488584***	0.0000			
Eq 5: Lnpcr _t	C	-0.295952 (0.135633)	-2.182005		0.438364	1.697801	0.186008
	Lnpcr _{t-1}	0.162315 (0.086900)	2.554551***	0.0000			
	Lnqcto _t	-0.168017 (0.029073)	5.779132***	0.0000			
	Lndeth _t	16.39645 (1.198995)	9.791160***	0.0000			
Eq 6: Lndcet _t	C	-17.39645 (1.890055)	11.99004		0.808440	1.722296	0.408971
	Lnpeht _t	0.714615 (0.276603)	0.276603***	0.0107			
	Lnpmdo _t	-16.18589 (1.556848)	-1.556848***	0.0000			
Eq 7: Lndcex _t	C	13.25907 (1.176799)	11.26706		0.587098	1.973623	0.179706
	Lnpcr _{t-1}	-0.446547 (0.062854)	-7.104486***	0.0000			
	Lnppdx _t	0.901908 (0.113919)	7.917096***	0.0000			
	Lnpdfx _t	0.714431 (0.127200)	5.616608***	0.0000			
	Lner _t	0.540346 (0.243575)	2.218403**	0.0280			
Eq 8: Lnys _t	C	-0.635890 (0.648476)	-0.980591		0.843879	1.976343	0.055537
	Lnpsr _{t-1}	0.583652 (0.038934)	14.99069***	0.0000			
	Lnps _t	-0.220986 (0.032952)	-6.706185***	0.0000			
	Lnrf _t	0.443469 (0.015701)	28.24447***	0.0000			
	Lnwa _a _t	0.526319 (0.081260)	6.476994***	0.0000			
Eq 9: Lnas _t	C	1.250127 (1.212603)	1.030945		0.697560	1.870798	0.067672
	Lnas _{t-1}	0.701172 (0.042438)	16.52233***	0.0000			
	Lnpsr _{t-1}	0.149451 (0.037357)	4.000608***	0.0001			
	Lnpsbe _t	-0.261918 (0.110430)	-2.371808**	0.0190			
Eq 10: Lnqsto _t	C	10.17680 (0.633993)	16.05191		0.843772	1.718472	0.097336
	Lndsdo _t	0.259500 (0.020108)	12.90504***	0.0000			
	Lndset _t	0.380523 (0.018365)	20.71952***	0.0000			
	Lndsex _t	0.476757 (0.024174)	19.72208***	0.0000			
Eq 11: Lndsdo _t	C	31.33484 (0.877606)	35.70491		0.776355	1.805920	0.229381
	Lnpsr _{t-1}	-0.745374 (0.089160)	-8.359974***	0.0000			
	Lnps _t	1.197868 (0.140324)	8.536423***	0.0000			
	Lnps _t	1.642353 (0.143046)	11.48133***	0.0000			
Eq 12: Lnpsr _t	C	-11.01969 (0.626682)	-17.58417		0.879706	1.868364	0.055580
	Lnpsr _{t-1}	0.172415 (0.047151)	3.656662***	0.0004			
	Lndeth _t	0.066079 (0.012039)	5.488780***	0.0000			
	Lnqsto _t	-1.102831 (0.045760)	-24.10040***	0.0000			



ตาราง 2 (ต่อ)

D.V.	I.V.	Coefficient	t-stat	P-value	Adj.R ²	D.W. stat	RMSE (%)
Eq 13: Lndset _t	C Lnpeth _t Lnpmdo _t	22.17258 (4.369897) 2.304191 (0.086050) -1.833946 (0.556161)	5.073935 26.77727*** -3.297511***	 0.0000 0.0012	0.791379	2.457592	0.162341
Eq 14: Lndsex _t	C Lnpsr _{t-1} Lnpssx _t Lnprsx _t Lner _t	24.56885 (2.164186) 0.251730 (0.157913) 3.039959 (0.597005) 2.830551 (0.571153) 2.555645 (0.338032)	11.35246 1.594104*** 5.092019*** 4.955851*** 7.560364***	 0.0011 0.0000 0.0000 0.0000	0.572313	2.479353	0.211844
Eq 15: Lnqmt _t	C Lndmd _t Lndmet _t Lndmex	4.372387 (3.436891) 0.049060 (0.358093) 0.618859 (0.118401) 0.061832 (0.029554)	1.272192 0.137005*** 5.226828*** 2.092211**	 0.0811 0.0000 0.0381	0.547238	1.576430	0.182675
Eq 16: Lndmdo _t	C Lnpmdo _{t-1} Lndeth _t Lnqsto _t	12.56607 (2.606228) -0.475219 (0.366940) 0.128673 (0.022767) 0.079251 (0.036749)	4.821552 -1.295086* 5.651798*** 2.156538**	 0.1003 0.0000 0.0326	0.716200	1.877567	0.051344
Eq 17: Lnpmdo _t	C Lnpmdo _{t-1} Lnqmt _t Lndeth _t	6.629294 (1.273560) 0.000348 (0.192271) 0.034489 (0.022532) -0.004884 (0.011542)	3.088294 2.093148* 0.919343* -0.216351*	 0.0746 0.0900 0.0800	0.932044	2.521068	0.011303
Eq 18: Lndmet _t	C Lnpmdo _t Lnpeth _t	-29.93968 (4.015094) -5.109055 (0.526146) 0.943063 (0.104204)	-7.456782 -9.710337*** 9.050151***	 0.0000 0.0000	0.784640	1.751323	0.192747
Eq 19: Lndmex _t	C Lnpmdo _t Lnpmex _t Lner _t	8.351743 (6.004542) -1.158494 (0.731826) 1.188076 (0.065535) 1.447277 (0.193038)	1.390904 1.583019*** 18.12886*** 7.497362***	 0.0055 0.0000 0.0000	0.739712	1.961148	0.221046
Eq 20: Lnde10_95 _t	C Lnpe10_95 _t Lnpulr_95 _t Lnni _t Lndeth _t	-14.84099 (2.033028) -0.710432 (0.246241) 2.635657 (0.403642) 1.267016 (0.113891) 1.433547 (0.074618)	-7.299946 -2.885108*** 6.529692*** 11.12478*** 19.21193***	 0.0045 0.0000 0.0000 0.0000	0.907759	1.711953	0.341500
Eq 21: Lnde20_95 _t	C Lnpe10_95 _t Lnpe20_95 _t Lnpulr_95 _t Lnni _t Lndeth _t	7.252477(11.46617) 11.94567(1.910010) -3.279568(0.180793) 16.54187(2.710343) 2.906965(0.693374) 1.324625(0.359802)	0.632511 6.254242*** -18.13987*** 6.103239*** 4.192493*** 3.681542***	 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003	0.871432	2.351864	0.150482
Eq 22: Lnde85_95 _t	C Lnpe20_95 _t Lnpe85_95 _t Lnpulr_95 _t Lnni _t Lndeth _t	-126.2735 (14.97256) 11.51665 (1.266804) -19.38015 (1.661907) 4.229289 (1.781576) 8.223689 (1.168992) 0.395533 (0.308019)	-8.433666 9.091100*** -11.66139*** 2.373904** 7.034856*** 1.284119*	 0.0000 0.0000 0.0189 0.0000 0.1001	0.929923	1.819236	0.495433
Eq 23: qc = yc*ac							
Eq 24: qs = ys*as							

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 เมื่อ $0.10 > p$

** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อ $0.05 > p$ *** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เมื่อ $0.01 > p$

D.V. คือ Dependent Variable

I.V คือ Independent Variables



จากตาราง 2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระของแต่ละสมการ สามารถอธิบายตัวแปรตามได้ร้อยละเท่าไรขึ้นอยู่กับว่า ค่า R^2 ของแต่ละสมการ โดยมีค่าระหว่าง 0.323646 - 0.932044 แสดงว่าแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ดี ยกเว้นสมการที่ 4, 5, 7, 14 และ 15 ค่า R^2 มีค่าการพยากรณ์ค่อนข้างต่ำ แต่สามารถพยากรณ์ได้เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวมีนัยสำคัญ พิจารณาจากค่า P-value (Changsarn, 2015, p. 74) สำหรับการทดสอบสหสัมพันธ์เชิงอนุกรมเวลา (Serial Correlation) ได้แก่ ค่าเดอร์บิน-วัตสัน ในแต่ละสมการมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 - 2.4 ซึ่งค่าที่อยู่ในช่วงที่ไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์เชิงอนุกรมเวลา

(Non-Autocorrelation) และพบว่าเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระของแต่ละสมการเป็นไปตามหลักทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ทุกตัวแปร โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90, 95 และ 99 สำหรับค่า RMSE มีค่าระหว่าง 0.035649 - 0.495433 ซึ่งแสดงถึงความเอนเอียงของแบบจำลอง มีน้อยแสดงว่าแบบจำลองใช้พยากรณ์ได้ดี ส่วนค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระคือ ค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) อธิบายตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ สอดคล้องวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 สำหรับการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง ดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่า U-theil ของตัวแปรภายในระบบสมการเกี่ยวเนื่อง

ตัวแปร	U - Theil	ตัวแปร	U - Theil	ตัวแปร	U - Theil	ตัวแปร	U - Theil
1. lnyc	0.032175	7. lndcex	0.006161	13. lndset	0.005528	19. lndmex	0.008332
2. lnac	0.001684	8. lnys	0.011404	14. lndsex	0.007231	20. lnde10_95	0.008101
3. lnqcto	0.003017	9. lnas	0.002142	15. lnqmtto	0.007138	21. lnde20_95	0.068482
4. lndcdo	0.003702	10. lnqsto	0.002678	16. lndmdo	0.002005	22. lnde85_95	0.055971
5. lnpcr	0.023090	11. lndsdo	0.006522	17. lnpmdo	0.000715		
6. lndcet	0.015919	12. lnpsr	0.004187	18. lndmet	0.007254		

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตาราง 3 พิจารณาค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริง (Actual value) ของตัวแปรภายในกับตัวแปรภายนอกจากแบบจำลอง (Based value) โดยใช้ค่าสถิติ U-Theil มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ทุกตัวแสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองที่มีความเที่ยงตรงและใกล้เคียงกับค่าจริง (Gositanon, Budsayaplakorn and Thamma-Apiroam, 2010, p. 76)

แบบจำลองที่ประมาณค่าสมการด้วยการทดสอบความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนนำมาพยากรณ์แนวโน้มในอนาคตของตัวแปรภายใน

ในระยะเวลา 5 ปี ข้างหน้าคือปี พ.ศ. 2559 - 2563 โดยการหาอัตราการเติบโต (Growth Rate) ของตัวแปรภายนอกที่กำหนดค่าขึ้นมาก่อน (Predetermined Variables) การศึกษาข้อมูลในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 - 2558 เป็นตัวกำหนดค่าในอนาคตของตัวแปรที่กำหนดค่าขึ้นเพื่อให้ได้ค่าการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จากนั้นนำไปประมาณค่าด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยกำหนดให้ความต้องการเอทานอลเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2559 - 2563 ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 ตามลำดับ ผลของการจำลองสถานการณ์ดังตาราง 4



ตาราง 4 ผลของการจำลองสถานการณ์

ตัวแปร	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560	ปี พ.ศ. 2561	ปี พ.ศ. 2562	ปี พ.ศ. 2563	ค่าเฉลี่ย
yc (ต้น: ไร่)	3.550089 (0.22 %)	3.568199 (0.51%)	3.663018 (2.66%)	3.687728 (0.67%)	3.789502 (2.76%)	3.6517072 (1.36%)
ac (ไร่)	9,382,621.65 (1.81%)	9,386,040.30 (0.04%)	9,462,077.17 (0.81%)	9,841,189.46 (4.01%)	10,365,400.84 (5.33%)	9,687,465.88 (2.40%)
qc (ตัน)	33,309,141.91 (2.03%)	33,491,259.61 (0.55%)	34,659,758.99 (3.49%)	36,291,629.92 (4.71%)	39,279,707.21 (8.23%)	35,406,299.53 (3.80%)
qcto (ตัน)	32,978,156.84 (0.22%)	34,859,521.90 (5.70%)	34,555,601.88 (0.28%)	35,854,063.33 (2.57%)	36,661,533.10 (2.25%)	34,981,775.41 (2.20%)
dcdo (ตัน)	7,808,768.42 (0.77%)	7,884,297.27 (0.97%)	7,972,603.63 (1.12%)	7,982,424.21 (0.12%)	8,194,183.34 (2.65%)	7,968,455.37 (1.13%)
pcr (บาท: ต้น)	2,290.03 (0.70%)	2,333.46 (1.90%)	2,593.92 (11.16%)	2,869.67 (10.63%)	3,265.52 (13.79%)	2,670.52 (7.64%)
dcet (ตัน)	1,135,077.77 (13.01%)	1,183,098.87 (4.23%)	1,278,114.21 (8.03%)	1,370,910.54 (7.26%)	1,508,562.30 (10.04%)	1,295,152.74 (8.51%)
dcex (ตัน)	10,839,082.81 (0.21%)	10,984,250.32 (1.34%)	11,929,614.47 (8.61%)	12,390,240.03 (3.86%)	14,045,723.28 (13.36%)	12,037,782.18 (5.48%)
ys (ต้น: ไร่)	12.3768 (0.23%)	11.8960 (0.15%)	14.0073 (0.86%)	13.2062 (1.53%)	12.2416 (0.27%)	12.53938 (0.61%)
as (ไร่)	8,770,564.82 (0.40%)	8,847,141.68 (0.87%)	9,046,698.47 (2.26%)	9,391,792.31 (3.81%)	9,525,468.22 (1.42%)	9,116,333.10 (1.75%)
qs (ตัน)	112,936,809.07 (0.63%)	114,097,162.68 (1.03%)	117,673,121.01 (3.13%)	124,029,887.60 (5.40%)	126,132,439.98 (1.70%)	118,973,884.07 (2.38%)
qsto (ตัน)	93,952,441.30 (4.77%)	111,083,547.11 (18.23%)	131,305,232.76 (18.20%)	135,310,907.78 (3.05%)	136,928,093.84 (1.20%)	121,716,044.56 (9.09%)
dsdo (ตัน)	50,794,335.83 (0.34%)	54,991,654.27 (8.26%)	55,818,656.38 (1.50%)	56,102,500.17 (0.51%)	56,945,997.90 (1.50%)	54,930,628.91 (2.42%)
psr (บาท: ต้น)	903.78 (3.02%)	936.72 (3.64%)	1,012.18 (8.06%)	1,092.58 (7.94%)	1,098.12 (0.51%)	1,008.68 (4.63%)
dset (ตัน)	2,954,771.10 (1.06%)	3,236,004.80 (9.52%)	3,335,213.37 (3.07%)	3,568,933.23 (7.01%)	3,634,842.73 (1.85%)	3,345,953.05 (4.50%)
dsex (ตัน)	3,594,495.50 (18.96%)	4,192,723.20 (16.64%)	4,691,942.70 (11.91%)	5,369,005.86 (14.43%)	5,891,483.26 (9.73%)	4,747,930.10 (14.33%)
qmtto (ตัน)	617,044.18 (8.56%)	626,761.23 (1.57%)	668,865.95 (6.72%)	680,877.44 (1.80%)	718,125.75 (5.47%)	662,334.91 (4.82%)
dmndo (ตัน)	419,036.66 (2.38%)	442,152.17 (5.52%)	466,039.46 (5.40%)	482,284.97 (3.49%)	502,758.06 (4.25%)	462,454.26 (4.21%)
pmndo (บาท: ต้น)	3022.28 (2.35%)	3084.83 (2.07%)	3143.49 (1.90%)	3198.30 (1.74%)	3248.03 (1.55%)	3,139.39 (1.92%)
dmet (ตัน)	1,056,491.94 (7.40%)	1,104,699.58 (4.56%)	1,198,479.54 (8.49%)	1,231,994.62 (2.80%)	1,303,887.67 (5.84%)	1,179,110.67 (5.82%)
dmex (ตัน)	480,842.56 (11.96%)	509,082.03 (5.87%)	544,293.50 (6.92%)	546,129.30 (0.34%)	631,976.73 (15.72%)	542,464.82 (8.16%)
de10_95 (ล้านลิตร)	3,213.811433 (5.00%)	3,503.054462 (9.00%)	3,888.390452 (11.00%)	4,354.997307 (12.00%)	4,485.647226 (3.00%)	3,889.18 (8.00%)
de20_95 (ล้านลิตร)	1,812.125695 (17.66%)	2,124.803733 (17.25%)	2,689.708819 (26.59%)	3,400.807867 (26.44%)	4,192.000059 (23.26%)	2,843.889235 (22.24%)
de85_95 (ล้านลิตร)	348.483198 (5.42%)	357.739262 (2.66%)	365.048852 (2.04%)	376.40056 (3.11%)	422.509719 (12.25%)	374.036318 (5.10%)

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: ตัวเลขใน () คือ ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง



จากตาราง 4 พบว่าผลกระทบในขั้นแรก คือ ราคาด่านสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล เพิ่มขึ้น (Somsrivilairut, 2011, pp. 51-56) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,670.52, 1,008.68 และ 3,139.39 บาทต่อตัน ตามลำดับ ส่งผลให้อุปทานมันสำปะหลังและอุปทาน อ้อยเพิ่มขึ้น (Norasethasopon, 2010, p. 114) เฉลี่ยเท่ากับ 35,406,299.53 และ 118,973,884.07 ตัน ตามลำดับ เมื่ออุปทานเพิ่มสูงขึ้นทำให้อุปสงค์ มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล สำหรับผลิต เอทานอลในประเทศเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 1,295,152.74, 3,345,953.05 และ 1,179,110.67 ตัน ตามลำดับ จากนั้นส่งผลต่ออุปสงค์มันสำปะหลัง ภายในประเทศ อุปสงค์อ้อยภายในประเทศ อุปสงค์ กากน้ำตาลทั้งในและต่างประเทศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย เท่ากับ 7,968,455.37, 54,930,628.91, 462,454.26 และ 542,464.82 ตัน ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการบริโภค มันสำปะหลัง อ้อย และ กากน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 34,981,775.41, 121,716,044.56 และ 662,334.91 ตัน ตามลำดับ ขณะเดียวกันเมื่ออุปสงค์ มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลทั้งหมดขยายตัว เพิ่มขึ้นสะท้อนให้เห็นถึงเนื้อที่เก็บเกี่ยวและผลผลิตต่อ ไร่ของมันเป็นสำปะหลังและอ้อยเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และอุปสงค์เอทานอลที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่ออุปสงค์ มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลสำหรับการผลิต เอทานอล มีผลกระทบโดยตรงต่ออุปสงค์น้ำมัน แก๊สโซฮอล์ E10_95 , E20_95 และ E85_95 เพิ่มขึ้น เฉลี่ย เท่ากับ 3,889.18, 2,843.889235 และ 374.036318 ล้านลิตร ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล (Conclusion and Discussion)

การศึกษาค้นคว้านี้ใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด 3 ขั้นตอนอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลา 12 ปี แบบจำลอง ทั้งหมด 24 สมการ 49 ตัวแปร การตรวจสอบความ ชี้อัตของสมการสามารถนำไปพยากรณ์ได้โดยไม่ต้อง ปรับปรุง การทดสอบความเหมาะสมของตัวแปร ภายในของแบบจำลองด้วยเปรียบเทียบข้อมูลที่ พยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตกับข้อมูลจริง ได้แก่ ค่า RMSE กับ ค่าสถิติ U และอธิบายค่าสัมประสิทธิ์ ของตัวแปรแต่ละตัวด้วยค่า t-statistic, ค่า Adjusted

R2 และ ค่า D.W. โดยที่การทดสอบความเหมาะสม ของแบบจำลองสามารถนำไปพยากรณ์ได้ และ การศึกษาพบว่า ความต้องการเอทานอลเพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2559 - 2563 ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 ตามลำดับ จะส่งผลกระทบต่อความต้องการเอทานอล ต่อมันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และน้ำมันแก๊ส โซฮอล์

การศึกษาค้นคว้านี้แสดงให้เห็นว่ารัฐบาลควร วางแผนการและกำหนดนโยบายให้เหมาะสมกับ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตดังนี้

1) เนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 2.40 (Suksai and Premasathira, 2014, pp. 426-428) ส่งผลให้การขยายตัวของอุปสงค์ มันสำปะหลังทั้งหมดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.20 ส่งผล ให้อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น เฉลี่ยร้อยละ 8.51 และนโยบายยกเลิกการใช้น้ำมัน เบนซิน 91 ซึ่งเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 รวมถึงการกำหนดสัดส่วนให้ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 ซื้อเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาลและมันสำปะหลัง จากเดิม 77.5 : 22.5 เป็นสัดส่วนใหม่ 62 : 38 หน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น สำนักงานเศรษฐกิจ การเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ควรวางแผน และคาดการณ์ปริมาณการผลิตและความต้องการ ใช้พืชอาหารและพลังงานอย่างสมดุลโดยกำหนด เป้าหมายร่วมระหว่างภาคเกษตร อุตสาหกรรม และ พลังงาน ตามแผนพัฒนาการเกษตร พ.ศ. 2560 - 2564

2) เนื้อที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.75 อุปสงค์อ้อยภายในประเทศและทั้งหมดขยายตัว เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.42 และ 9.09 ตามลำดับ และนโยบายส่งเสริมการปลูกอ้อยโรงงานจาก ผู้ประกอบการและภาครัฐ ส่งผลให้ราคาอ้อยสด ที่เกษตรกรขายได้มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่งผลให้อุปสงค์ อ้อยสำหรับผลิตเอทานอลเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.50 ซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวของเพิ่มอุปทานอ้อยจาก 105.96 ล้านตัน เป็น 180 ล้านตัน และเพิ่มผลผลิต จาก 10.06 ตันต่อไร่ เป็น 11.40 ตันต่อไร่ ภายในปี 2569 ตามแผนยุทธศาสตร์อ้อยและน้ำตาลทราย 10 ปี พ.ศ. 2558 - 2569 ของสำนักงานคณะกรรมการอ้อย และน้ำตาลทราย



3) อุปสงค์กากน้ำตาลทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.82 ส่งผลให้อุปสงค์กากน้ำตาลภายในประเทศและสำหรับผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.21 และ 5.82 มีผลกระทบต่อกากน้ำตาลที่เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล (Sriyotha and Sessomboon, 2012, p. 197) และเสี่ยงต่อการขาดแคลนวัตถุดิบเนื่องจากกากน้ำตาลขึ้นอยู่กับปริมาณอ้อยและการผลิตน้ำตาลในแต่ละปี สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

4) อุปสงค์น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10_95, E20_95 และ E85_95 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 8.00, 22.24 และ 5.10 ตามลำดับ จะส่งผลกระทบต่อมันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เนื่องจากเป้าหมายการใช้เอทานอลอยู่ที่ 9.0 ล้านลิตรต่อวัน ในปี 2564 โดยเป้าหมายใช้มันสำปะหลัง 16 ล้านตันและกากน้ำตาล 2 ล้านตัน อ้อยและมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันในฤดูกาลผลิต ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่ายเอทานอล กระทรวงพลังงานควรผลักดันนโยบายสนับสนุนการใช้รถยนต์ FFV (Flexible Fuel Vehicle) คือ รถที่สามารถใช้กับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 และน้ำมันเบนซินบริสุทธิ์ และเพิ่มสถานีบริการน้ำมันแก๊สโซฮอล์ให้เพียงพอ

ข้อเสนอแนะและนโยบาย

(Suggestion and Policy Implication)

1. ควรศึกษาถึงอุปสงค์เอทานอลและอุปทานเอทานอล โดยเชื่อมโยงกับราคาเอทานอล และความต้องการของตลาดโลกโดยเฉพาะตลาดสหรัฐอเมริกาและบราซิล

2. ควรศึกษาถึงนโยบายต่อพืชเกษตรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการไปเป็นพลังงานทดแทนประเภทเอทานอล

3. สามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปปรับปรุงใช้กับการศึกษากับพืชหรือพลังงานทดแทนอื่น ๆ ที่ไม่มีผลกระทบต่อพืชอาหาร เช่น ข้าวฟ่างหวาน

4. ภาครัฐต้องมีการวางแผนเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังให้สอดคล้องกับการขยายตัวของเอทานอล กำหนดสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารกับพลังงานทดแทนให้ชัดเจน

5. ส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ทุกชนิดโดยใช้มาตรการจูงใจทางด้านราคา

6. ประชาสัมพันธ์สร้างความเข้าใจน้ำมันแก๊สโซฮอล์ทุกชนิดอย่างต่อเนื่อง

7. สนับสนุนให้มีการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยซึ่งต้นทุนต่ำกว่าการผลิตจากกากน้ำตาล

บรรณานุกรม (Bibliography)

- Agricultural Commodity Economics Information. (2016). **Cassava**. Bangkok: Office of Agricultural Economics.
- Akinfenwa, S. O. and Qasmi, B. A. (2014). Ethanol, the agricultural economy, and rural incomes in the United States: A bivariate econometric approach. **Agricultural and Resource Economics Review**, 43(2), 1-15.
- Akkarangkul, P. (2011). **Prediction of external impacts on Thai economy and policy proposal on sufficiency economy**. Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Anderson, S. T. (2006). **The demand for E85 ethanol**. Michigan State: United State of American.
- Anderson, S. T. (2012). The demand for ethanol as a gasoline substitute. **Journal of Environmental Economics and Management**, 63(2), 151-168.
- Archasai, K. (2008). **Renewable energy... alternative in the expensive oil era**. Retrieved January 20, 2015, from http://www.bangkokbank.com/download/Energy_TH.pdf
- Areepom, A. and Pattanarangsun, P. (2017). Modelling tourism demand for Koh Lan as early economic warning. **Journal of Business, Economics and Communications**, 12(1), 73-88.



- Arndt, C., Pauw, K. and Thurlow, J. (2010). **Biofuels and economic development in Tanzania**. Tanzania: International Food Policy Research Institute.
- Arshad, F. M., Shamsudin, M. N. and Hameed, A. A. (2011). An econometric analysis of the link between biodiesel demand and Malaysian palm oil market. **International Journal of Business and Management**, 6(2), 35-45.
- Arshad, F. M., Shamsudin, M. N. and Yusop, Z. (2009). The impact of biodiesel demand on the Malaysian palm oil market. **Proceeding Perkem IV**, 1(2009), 566-576.
- Barros, C. P., Gil-Alana, L. A. and Wanke, P. (2014). Ethanol consumption in Brazil: Empirical fact based on persistence, seasonality and breaks. **Biomass and Bioenergy Journal**, 63(April 2014), 313-320.
- Bayramoglu, A. T., Cetin, M. and Karabulut, G. (2016). The impact of biofuels demand on agricultural commodity prices: Evidence from U.S. corn market. **Journal of Economics and Development Studies**, 4(2), 189-206.
- Bureau of Agricultural Economic Research. (2010). **Demand and supply of pepper, before and after the opening of the market under the ASEAN (AFTA)**. Bangkok: Office of Agricultural Economics.
- Cantos, J. A. and Dixon, R. K. (2014).). Impacts of bioethanol on gasoline prices in the Philippines: An econometric analysis. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change Journal**, 19(1), 1-13.
- Chaisinboon, O. and Chontanawat, J. (2011). Factors determining the competing use of Thailand's cassava for food and fuel. **Energy Procedia Journal**, 9(2011), 216-229.
- Chaithat, C., Chomchuen, T. and Manussanit, W. (2016). An analysis of the budget expenditures appropriation for education affecting the northern economic growth. **Journal of Business, Economics and Communications**, 11(2), 62-74.
- Changsarn, P. (2015). **The relationship of internal and external eactors affecting cassava's Product Export to Pepple's Republic of China (PRC)**. Master thesis M.B.A., Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani.
- Chanthawong, A., Dhakal, S. and Jongwanich, J. (2016). Supply and demand of biofuels in the fuel market of Thailand: Two stage least square and three least square approaches. **Energy**, 114(1 November 2016), 431-443.
- Charoenphonphanich, C. (2008). **Study of using 20 percent ethanol blended gasohol in conventional cars and motorcycles**. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Cheevapruk, S., Triwong, P., Tangsiriworakul, C., Poompipatpong, C. and Srimanecha, C. (2017). Evaluation of the aternative energy development plan. **Journal of Industrial Technology**, 13(1), 16-26.
- Chindaruksa, S. (2008). New energy crop: Sweet sorghum for ethanol production in Thailand. **Thaksin University Journal**, 11(1), 84-93.
- Demirbas, A. (2009). Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. **Applied Energy**, 86(1), 108-117.



- Department of Energy Business. (2013). **Gasohol**. Retrieved May 20, 2015, from <http://www.doeb.go.th/knowledge/data/E85.pdf>
- Dewi, S., Arshad, F. M., Shamsudin, M. N. and Yusop, Z. (Lecturer). (March 15-16, 2010). The impact of biodiesel demand on the Malaysian palm oil market: A combination of econometrics and system dynamics approach. in **The International Conference on Business and Economic Research (ICBER)** (pp. 1-16). Malaysia: Hilton Hotel, Kuching, Sarawak.
- Du, X. and Hayes, J. D. (2009). Impact of ethanol production on US. and regional gasoline markets. **Energy Policy**, 37(8), 3227-3234.
- Energy Policy and Planning Office. (2015). **Oil and electric situation of Thailand 2015** Bangkok: Ministry of Energy.
- Energy Policy and Planning Office. (2016). **Energy statistics of Thailand 2016**. Bangkok: Ministry of Energy.
- Fongprapai, O. and Boonserm, P. (2013). Forecasting demand for crude palm oil in Thailand. **Journal of Business and Administration**, 2(1), 46-67.
- Gawga, S. (2011). **An econometric model for cassava demand and supply**. Independent study M.Econ., Department of Agricultural and Resource Economics Kasetsart University, Bangkok.
- Goldemberg, J., Coelho, S. T. and Guardabassi, P. (2008). The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**, 36(6), 2086-2097.
- Gorter, H., Drabik, D., Kliauga, E. M. and Timilsina, G. R. (2013). An economic model of Brazil's ethanol-sugar markets and impacts of fuel policies. **Policy Research Working Paper**, 6524(2013), 1-50.
- Gositanon, A., Budsayapalakorn, S. and Thamma-Apiroam, R. (2010). Impacts of trade barriers Thailand's hot-rolled steel market. **Economics and Public Policy Journal**, 1(2), 69-84.
- Hahn-Hagerdal, B., Galbe, M., Gorwa-Grauslund, M. F., Liden, G. and Zacchi, G. (2007). Bio-ethanol - The fuel of tomorrow from the residues of today. **TRENDS in Biotechnology**, 24(12), 546-556.
- Jaisil, P. and Putto, C. (2010). **Application of crop simulation model for makeup sweet sorghum production potential map and feedstock management for ethanol industry**. Khon Kaen: Khon Kaen University.
- Koizumi, T. and Ohga, K. (2006). Impacts of the Chinese fuel - ethanol program on the world corn market: An econometric simulation approach. **The Japanese Journal Rural Economics**, 8(2006), 26-40.
- Kumse, K. (2015). **Stop oil prices are expensive: The impacts of Thai ethanol industrial**. Retrieved May 20, 2015, from https://www.scbeic.com/th/detail/file/product/1176/e1pr57p1np/Note_Ethanol_20150312.pdf
- Leite, R. C. C., Leal, M. R. L. V., Cortez, L. A. B., Griffin, W. M. and Scandiffio, M. I. G. (2009). Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol?. **Energy Journal**, 34(5), 655-661.



- Manachotphong, W. (2012). **Econometric models: Demand for Thai export rubber products**. Bangkok: Thammasat Printing House.
- Miljkovic, D., Shaik, S. and Braun, D. (2012). Impact of biofuel policies on livestock production in the United States. **Journal of Policy Modeling**, 34(6), 817-831.
- Mlambo, L. (2012). Adaptive and rational expectations hypothesis: Reviewing the critiques. **Journal of Economic Behavior**, 2(June 2012), 3-15.
- Nandi, J. A., Gunn, P. and Yurkushi, E. N. (2011). Economic analysis of cassava production in obubra local government area of cross-river state, Nigeria. **Asian Journal of Agricultural Sciences**, 3(3), 205-209.
- Nguyen, T. L. T., Gheewala, S. H. and Garivait, S. (2007). Energy balance and GHG - abatement cost of cassava utilization for fuel ethanol in Thailand. **Energy Policy**, 35(9), 4585-4596.
- Ninbai, T. (2012). **Econometrics 2**. Bangkok: Ramkhamhaeng University.
- Norasethasopon, W. (2009). Effect of gasohol production on sugarcane planting in Thailand. **NIDA Development Journal**, 49(1), 1-26.
- Norasethasopon, W. (2010). Effect of gasohol production on increasing of sugarcane and cassava planting area in dimension of economic management in Thailand. **NIDA Business Journal**, 2(7), 93-116.
- Office of Industrial Economics Research. (2009). **Study on the impact of Thai economy on tapioca use for alternative energy production**. Bangkok: The Office of Industrial Economics Research.
- Office of the Cane and Sugar Board. (2016). **Report on sugarcane and sugar production year 2015/2016**. Bangkok: Office of the Cane and Sugar Board.
- Pao, H. T. and Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 25(September 2013), 381-392.
- Park, H. and Fortenbery, T. R. (April 16-17, 2007). The effect of ethanol production on the U.S. national corn price. in **NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting and Market Risk Management**. Chicago: Illinois.
- Pock, M. (2010). Gasoline demand in Europe: New insights. **Energy Economics**, 32(1), 54-62.
- Premashthira, A. (2014). **Agricultural adjustment projection model for energy crops in Thailand: A case study of sugar cane and cassava**. Bangkok: The Thailand Research Fund.
- Puttakul, W. and Pensupar, K. (2008). An economics analysis of life cycle assessment of ethanol. **Applied Economics Journal Kasetsart University**, 15(1), 13-37.
- Quintero, J. A., Montoya, M. I., Sanchez, O. J., Giraldo, O. H. and Cardona, C. A. (2008). Fuel ethanol production from sugarcane and corn: Comparative analysis for a Colombian case. **Energy Journal**, 33(3), 385-399.
- Rasri, B. (2011). **Thai rice econometrics model**. Bangkok: Office of Agricultural Economics.
- Siamphakdee, S. (2010). **Ethanol production**. Retrieved February 20, 2015, from <https://royalbioprojects.wordpress.com/>
- Somsrivilairut, P. (2011). **Econometrics model for Thailand's cassava industry: Impacts of ethanol utilization**. Master thesis M.Econ., Srinakharinwirot University, Bangkok.



- Sriyotha, S. and Sessomboon, W. (2012). Analysis on the sufficiency of molasses and tapioca for the production of ethanol and recommendations from the prediction of production, consumption and exporting of ethanol in Thailand. **Khon Kaen Agriculture**, 40(supplement 3), 194-200.
- Suksai, K. and Premashthira, A. (2014). The impacts of plantation area control policy on food crop production. **Kasetsart Journal (Social Science)**, 35(3), 419-431.
- Taghinezhad, J., Alimardani, R. and Jafari, A. (2014). Energy consumption flow and econometric models of sugarcane production in Khuzestan province of Iran. **Sugar Tech**, 16(3), 277-285.
- Tatum, S. W., Skinner, S. J. and Jackson, J. D. (2010). On the economic sustainability of ethanol E85. **Energy Economics Journal**, 32(6), 1263-1267.
- Taylor, C. R and Taylor, M. M. (2009). A brief description of AGSIM: An econometric-simulation model of the agricultural economy used for biofuel evaluation. **BioEnergy Policy Brief**, (July 2009), 1-8.
- Thai Ethanol Manufacturing Association. (2015). **Production-process-ethanol**. Retrieved February 20, 2015, from <http://www.thai-ethanol.com/en/ethanol/production-process-ethanol.html>
- Tongsom, P. (2013). **Macromodel model of SMEs**. Bangkok: Office of Small and Medium Enterprises Promotion.
- Ubolsook, A. (2010). **Sustainable energy crops: An analysis of ethanol production from cassava in Thailand**. Doctor dissertation Ph.D., Graduate Studies, Utah State University, Utah State.
- Untong, A., Pongpatcharatorntep, D. and Kaosa-ard, M. (2011). Import demand for Thai rice and factors determining its price in modern trade market of China. **Applied Economics Journal**, 17(2), 55-77.
- Wongkasemjit, S. and Kunnakorn, D. (2011). **Ethanol: Renewable energy in sufficiency economy**. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.