การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของประเทศไทย
Forecasting the Export Values of Alcoholic Beverages of Thailand

วรางคณา กีรติวิบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ และหน่วยวิจัยคณิตศาสตร์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง 93110

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 199 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 192 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 7 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัย พบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นมากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = 1.545\hat{Y}_{1t}-0.54040\hat{Y}_{2t}$ เมื่อ $\hat{Y}_{1t}$ และ $\hat{Y}_{2t}$ แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม ตามลำดับ

Abstract

The purpose of this research was to construct the appropriate forecasting model for the export values of alcoholic beverages using three-time series analysis methods, including Box-Jenkins method, damped trend exponential smoothing method, and combined forecasting method. Time series data from the website of Office of Agricultural Economics with total 199 months from January, 1998 to July, 2014 were used and divided into two series. The first 192- month data from January, 1998 until December, 2013 were used to build the forecasting models and the last 7-month data from January to July, 2014 were used to compare the forecasting method accuracy via the criteria of the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. Research findings indicated that for all forecasting methods that had been studied, combined forecasting method was the most accurate method and this model was $\hat{Y}_t = 1.545\hat{Y}_{1t}-0.54040\hat{Y}_{2t}$ when $\hat{Y}_{1t}$ and $\hat{Y}_{2t}$ represent the single forecasts at time t from Box-Jenkins method and damped trend exponential smoothing method, respectively.

คำสำคัญ : เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม การพยากรณ์รวม เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Keywords : Alcoholic Beverages, Box-Jenkins Method, Damped Trend Exponential Smoothing, Combined Forecasting, Mean Absolute Percentage Error, Root Mean Squared Error

** ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ warang27@gmail.com โทร. 08 8790 8476*

1. บทนำ

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หมายถึง เครื่องดื่มที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ผสมอยู่ มีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง ผู้ที่ดื่มในปริมาณไม่มากจะรู้สึกผ่อนคลาย เนื่องจากแอลกอฮอล์ไปกดจิตใต้สำนึกที่คอยควบคุมตนเอง แต่เมื่อดื่มมากขึ้นจะกดสมองบริเวณอื่นๆ ทำให้เสียการทรงตัว พูดไม่ชัด หรือหมดสติ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2557) ประเภทของเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์แบ่งได้หลายรูปแบบ เช่น แบ่งตามกรรมวิธีในการผลิต ได้แก่ สุราแช่ (หมัก) และสุรากลั่น แบ่งตามขั้นตอนในการเตรียมการก่อนดื่ม ได้แก่ เครื่องดื่มที่สามารถดื่มได้ทันที และเครื่องดื่มที่ต้องเตรียมการก่อนดื่ม หรือแบ่งตามช่วงเวลาของมื้ออาหาร ได้แก่ เครื่องดื่มก่อนอาหาร เครื่องดื่มระหว่างมื้ออาหาร และเครื่องดื่มหลังอาหาร (บริษัท บ้านลุงทอม จำกัด, 2557) ประเทศไทยมีการนำเข้าเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 3 ประเภท คือ วิสกี้ ไวน์ และเบียร์ ข้อมูลโดยเฉลี่ยในอดีต พบว่า ปริมาณการส่งออกมีค่าสูงกว่าการนำเข้า สาเหตุที่ยังคงมีการนำเข้า เพราะสัญญาการค้าเสรีอยู่บนแนวคิดการแข่งขันเสรีระหว่างประเทศ หากประเทศไทยยังคงผลิตและส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ จึงจำเป็นต้องเปิดเสรีให้มีการนำเข้าจากกลุ่มประเทศคู่สัญญาด้วยเช่นกัน ถ้าต้องการระงับการนำเข้า จะต้องไม่มีการผลิตและส่งออก เช่น ประเทศบรูไน (เพราะขัดกับหลักทางศาสนาอิสลาม) (สำนักงานเครือข่ายองค์กรงดเหล้า, 2553) จากการพิจารณามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในอดีต (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีความผันผวนสูง ด้วยเหตุผลของความไม่แน่นอนในมูลค่าการส่งออก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำมูลค่าการส่งออกในอดีตมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยการศึกษาครั้งนี้จะให้ความสนใจกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการตัดสินใจการบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่างๆ ช่วยในการประเมินการคาดการณ์มูลค่าการส่งออกล่วงหน้า อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อรัฐบาลในการวางนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางด้านการค้าในอนาคตต่อไป

2. วิธีการศึกษา

อนุกรมเวลาที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาตัวแบบพยากรณ์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (บาท) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 199 เดือน ซึ่งถูกเก็บรวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 192 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS รุ่น 17 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการพยากรณ์รวม เนื่องจากได้พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 แล้วพบว่า วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่นๆ ข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่ม

ที่มีแอลกอฮอล์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 7 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด

2.1 การพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากมีการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม และมีการคำนึงถึงความผันแปรตามฤดูกาลซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญ โดยมีตัวแบบทั่วไป คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s แสดงดังสมการที่ (1) (Bowerman and O'Connell, 1993; Box, *et al.*, 1994) สำหรับขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ แสดงรายละเอียดใน วรางคณา กีรติวิบูลย์ (2557ก)

$$\Phi_p(B)\,\Phi_p(B^s)\,(1 - B^s)^d\,(1 - B^s)^D\,Y_t = \delta + \theta_q(B)\,\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \qquad (1)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(B)\,\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงที่ โดยที่ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ (Stationary)

$\phi_p(B^s) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - ... - \phi_p B^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - ... - \Phi_p B^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - ... - \theta_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q: MA(q))

$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - ... - \Theta_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทนจำนวนฤดูกาล

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม (Damped Trend Exponential Smoothing Method)

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ (Smoothing Method) คือ การพยากรณ์โดยใช้ค่าสังเกตจากอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้าง

สมการพยากรณ์ ซึ่งน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าจะแตกต่างกัน เหตุผลที่มีการใช้วิธีการปรับเรียบเนื่องจากอนุกรมเวลาอาจเกิดความผันแปรจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ทำให้ไม่เห็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาอื่น ๆ ซึ่งวิธีการปรับเรียบจะช่วยลดอิทธิพลของความผันแปรดังกล่าวได้ ดังนั้นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนจึงปรากฏชัดเจนขึ้น ทำให้สามารถพยากรณ์ค่าของอนุกรมเวลาในอนาคตได้ สำหรับวิธีการปรับเรียบนั้นมีวิธีการหลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลา (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548; วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2557ข) โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของช่วงเวลาที่ศึกษาปรากฏส่วนประกอบของแนวโน้มอย่างชัดเจน โดยแนวโน้มที่พบมีลักษณะเพิ่มขึ้น (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 1) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมมีค่าคงที่การปรับเรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (γ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบแดม (Damped Trend) (ϕ) ตัวแบบแสดงดังสมการที่ (2) และตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (3) (IBM Corporation, 2014)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b^t \sum_{i=1}^{m} \phi^i \quad (3)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

β_0 และ β_1 แทนพารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ

ε_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m

m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ตามลำดับ

โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1}+\phi b_{t-1})$

$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\,\phi b_{t-1}$

α, γ และ ϕ แทนค่าคงที่การปรับเรียบ

โดยที่ $0<\alpha<1, 0<\gamma<1$ และ $0<\phi<1$

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting Method)

การพยากรณ์รวมเป็นวิธีการประยุกต์ที่มีการรวมค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป โดยถ้าผู้วิจัยสามารถกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้กับวิธีการพยากรณ์เดี่ยวจะทำให้ได้ค่าพยากรณ์รวมที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง สามารถใช้ได้ดีในกรณีที่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลามากกว่า 1 วิธี (มุกดา แม้นมินทร์, 2549) ณ ที่นี้ได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี คือ วิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม เนื่องจากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 นี้ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 ต่ำกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ดังนั้นตัวแบบของวิธีการ

พยากรณ์รวมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

$$\hat{Y}_t = b_1 \hat{Y}_{1t} + b_2 \hat{Y}_{2t} \quad (4)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์รวม ณ เวลา t

$\hat{Y}_{1t}$ และ $\hat{Y}_{2t}$ แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม ตามลำดับ

b_1 และ b_2 แทนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) (Montgomery, *et al.*, 2006) ของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม ตามลำดับ เมื่อกำหนดให้ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากทั้ง 2 วิธีเป็นตัวแปรอิสระ และมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นตัวแปรตาม ซึ่งค่า b_1 และ b_2 จะคำนวณจากจำนวนข้อมูลพยากรณ์ในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ณ ที่นี้คือ 191 ค่า เนื่องจากมีการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ทำให้ไม่มีค่าพยากรณ์ค่าแรก

2.4 การเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้เปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการพยากรณ์รวม โดยทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของข้อมูลชุดที่ 2 คือ อนุกรมเวลาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 7 เดือน เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) (วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2557ค) ดังสมการที่ (5) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) (วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2557ก) ดังสมการที่ (6) ตัวแบบพยากรณ์ใดที่มีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นมากที่สุด จึงมีความเหมาะสมแก่การพยากรณ์ต่อไป

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n_2}\sum_{t=1}^{n_2}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right| \quad (5)$$

และ

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n_2}\sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (6)$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2

n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์ - เจนกินส์

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 คือ มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 192 เดือน ดังรูปที่ 1 และกราฟ ACF (Autocorrelation Function) รวมถึงกราฟ PACF (Partial Autocorrelation Function) ดังรูปที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม จึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ได้กราฟ ACF และ PACF แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลา มีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุด และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ

ตัวแบบ ARIMA(2, 1, 0) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Kolmogorov-Smirnov Statistic = 0.072, p-value = 0.032) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ยกเว้นช่วงเวลาที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (ความสัมพันธ์ระหว่าง e_t กับ e_{t-6}) เกินจากขอบเขตเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลเสียแต่อย่างใด) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (t = 1.01, p-value = 0.314) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Levene Statistic = 0.758, p-value = 0.682) ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(2, 1, 0) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ มีความเหมาะสม ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนตัวแบบได้ดังนี้

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B - \phi_1 B^2)Y_t = \varepsilon_t \quad (7)$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - B - \phi_1 B^2 + \phi_2 B^2) Y_t = \varepsilon_t \quad (8)$$

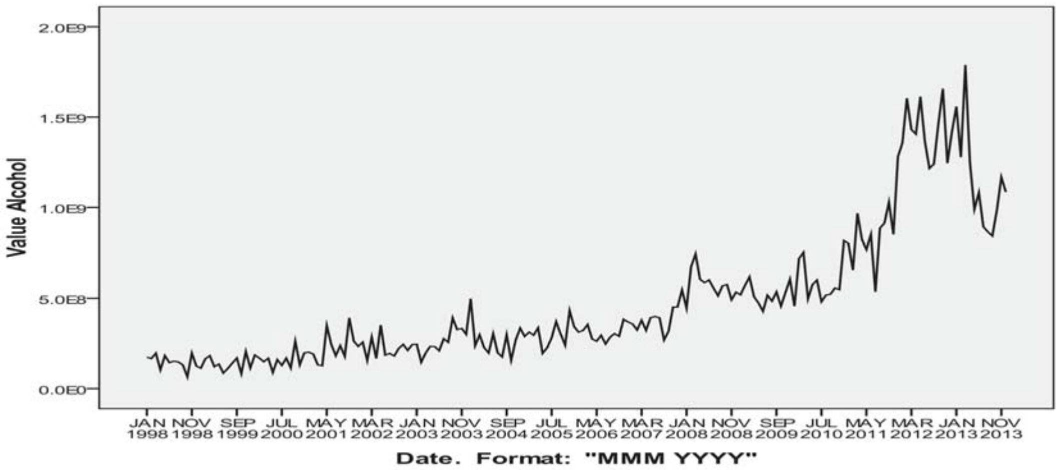
$$Y_t = (1 + \phi_1) Y_{t-1} - (\phi_1 - \phi_2) Y_{t-2} - \phi_2 Y_{t-3} + \varepsilon_t \quad (9)$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ในตารางที่ 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

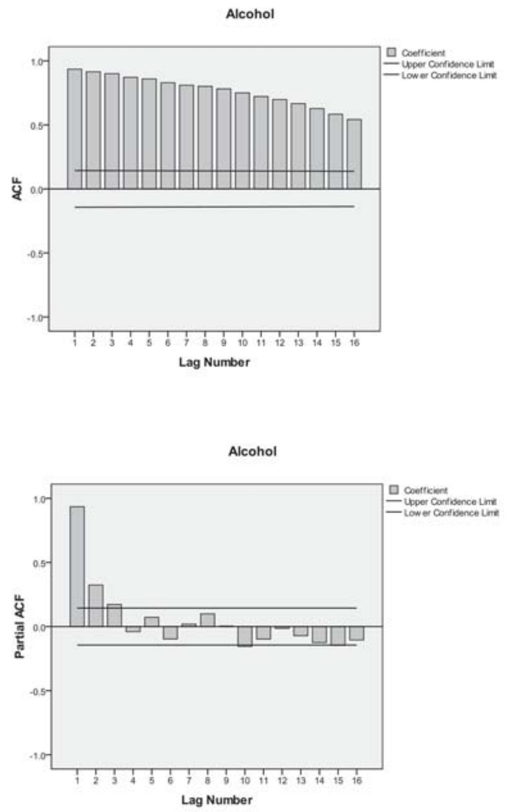
$$\hat{Y}_t = 0.49677Y_{t-1} + 0.2838Y_{t-2} + 0.21942Y_{t-3} \quad (10)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

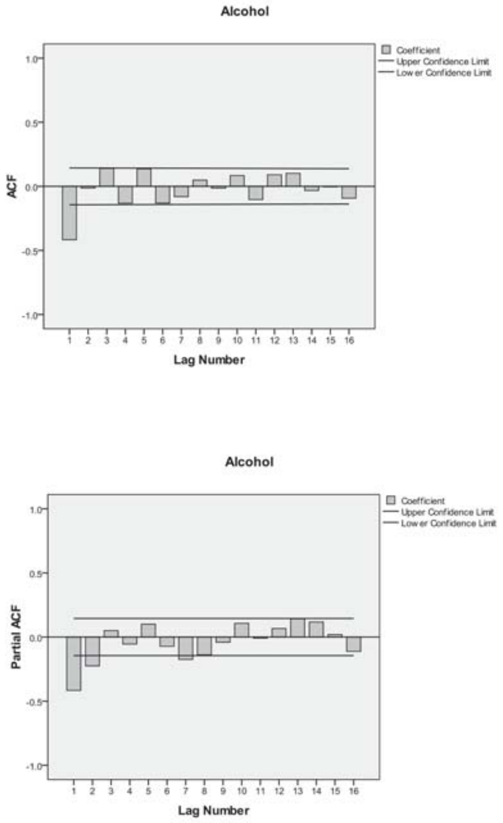
$\hat{Y}_{t-j}$ แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t – j



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2556



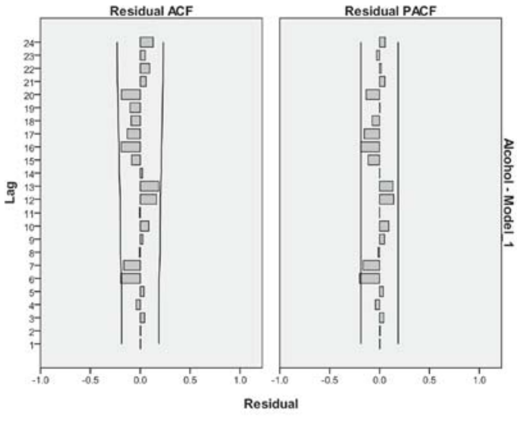
รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์



รูปที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่า BIC และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ ARIMA(p, d, q)

ค่าประมาณพารามิเตอร์		ตัวแบบ ARIMA(p, d, q)			
		AR(1, 2, 7) I(1) MA(1)	AR(1, 2, 7) I(1) MA(1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่	ARIMA(2, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่	ARIMA(2, 1, 0) ไม่มีพจน์ค่าคงที่
ค่าคงที่	ค่าประมาณ	4,896,237.78	-	-	-
	p-value	0.345			
AR(1):	ค่าประมาณ	-1.02539	-1.04136	-0.96633	-0.50323
ϕ_1	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000
AR(2):	ค่าประมาณ	-0.40937	-0.41200	-0.39936	-0.21942
ϕ_1	p-value	0.000	0.000	0.000	0.002
AR(7):	ค่าประมาณ	-0.06206	-0.06122	-	-
ϕ_7	p-value	0.184	0.181		
MA(1):	ค่าประมาณ	-0.55898	-0.58044	-0.49605	-
θ_1	p-value	0.009	0.006	0.038	
BIC		**37.242**	**37.214**	**37.191**	**37.166**
Ljung-Box Q (ณ lag 18)		**19.449**	**19.038**	**23.632**	**28.099**
p-value	**0.148**	**0.163**	**0.072**	**0.031**	



รูปที่ 4 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ ARIMA(2, 1, 0) ไม่มีพจน์ค่าคงที

3.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 37.206 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 27.877, p-value = 0.022) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Kolmogorov-Smirnov Statistic = 0.072, p-value = 0.031) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 5 ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์

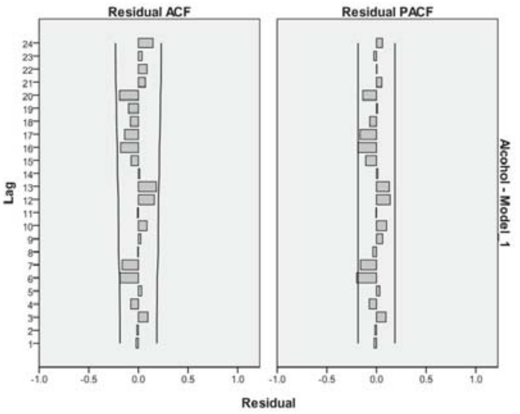
สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ยกเว้นช่วงเวลาที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (ความสัมพันธ์ระหว่าง e_t กับ e_{t-6}) เกินจากขอบเขตเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลเสียแต่อย่างใด) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (t = 0.968, p-value = 0.334) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Levene Statistic = 0.814, p-value = 0.626) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 1.063,419,984.84 + 51,249,923.19\sum_{i=1}^{m}(0.37234)^{i} \quad (11)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m

m = 1 ถึง 7 (เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557)

α, γ และ ϕ มีค่าเท่ากับ 0.38092, 0.97896 และ 0.37234 ตามลำดับ



รูปที่ 5 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม

3.3 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์รวม

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธีพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 2 วิธี ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดได้ว่า

b_1 = 1.54515 และ b_2 = -0.54040

ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์รวมเขียนได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1.54515\ \hat{Y}_{1t} - 0,54040\ \hat{Y}_{2t} \quad (12)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์รวม ณ เวลา t

$\hat{Y}_{1t}$ และ $\hat{Y}_{2t}$ แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม ตามลำดับ

เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติเนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Kolmogorov-Smirnov Statistic = 0.065, p-value = 0.081) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Runs Test: Z = 1.089, p-value = 0.276) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (t = 0.763, p-value = 0.446) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Levene Statistic = 0.716, p-value = 0.723) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์รวมที่ได้มีความเหมาะสม

3.4 ผลการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการพยากรณ์รวมในสมการที่ (10) ถึง (12) สำหรับการพยากรณ์

ข้อมูลชุดที่ 2 คือ อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 7 เดือน ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมสามารถสร้างตัวแบบได้มีความแม่น มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (บาท) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

ช่วงเวลา	มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	วิธีการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์		
		บอกซ์-เจนกินส์	แดม	พยากรณ์รวม
ม.ค. 2557	1,075,760,925	1,086,037,385	1,082,502,266	1,093,107,916
ก.พ. 2557	1,117,299,202	1,103,467,069	1,089,607,320	1,116,199,846
มี.ค. 2557	1,550,290,653	1,094,419,488	1,092,252,799	1,100,790,346
เม.ย. 2557	1,306,931,261	1,095,147,993	1,093,237,811	1,101,383,696
พ.ค. 2557	1,548,976,080	1,096,766,653	1,093,604,568	1,103,686,575
มิ.ย. 2557	1,173,358,309	1,095,792,242	1,093,741,126	1,102,107,168
ก.ค. 2557	966,672,276	1,095,927,420	1,093,791,971	1,102,288,562
MAPE		**13.8542**	**14.0479**	**13.6117**
RMSE		**261,911,751**	**263,530,258**	**258,112,295**

4. สรุป

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 199 เดือน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 192 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการพยากรณ์รวม ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2557 จำนวน 7 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมสามารถสร้างตัวแบบได้มีความแม่นมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ซึ่งตัวแบบพยากรณ์รวมแสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1.54515\ \hat{Y}_{1t} - 0,54040\ \hat{Y}_{2t}$$

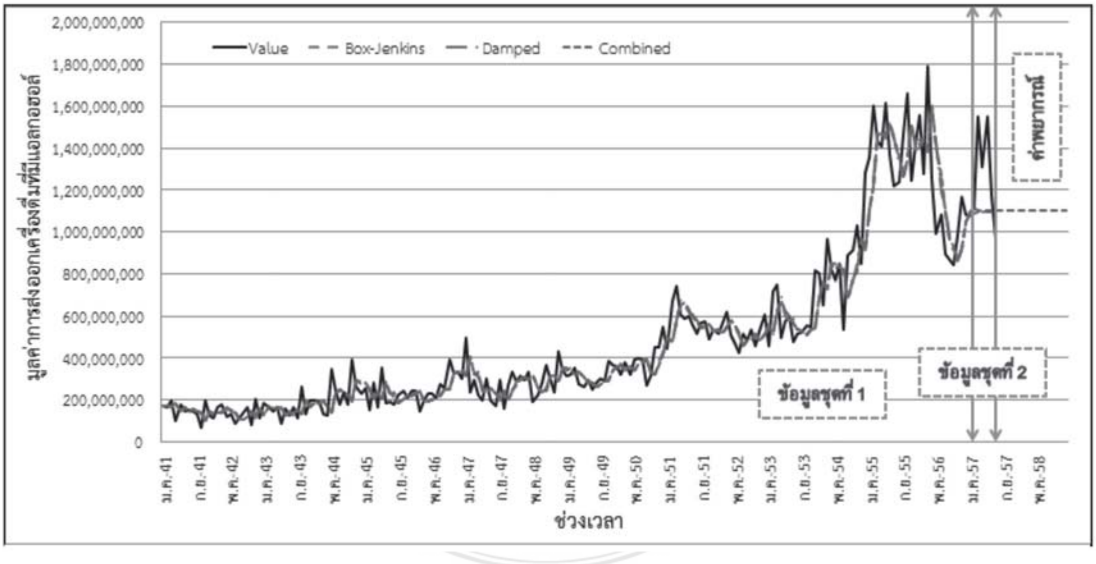
เมื่อ $\hat{Y}_{1t}$ และ $\hat{Y}_{2t}$ แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมตามลำดับ

ผลการศึกษาในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่พบว่า การพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นในการพยากรณ์มากที่สุด (มุกดา แม้นมินทร์, 2549; วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2557ก, 2557ข, 2557ค; วรางคณา กีรติวิบูลย์ และ ปรีดาภรณ์ กาญจนสำราญวงศ์, 2557) แต่ก็มีความขัดแย้งกับการศึกษาบางงานที่พบว่า การพยากรณ์รวมไม่ได้เป็นวิธีที่ดีที่สุด (วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล, 2549) เนื่องจากการพยากรณ์รวมจะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ เมื่อมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสม ซึ่งการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่ได้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ การถ่วงน้ำหนักด้วยการผกผันของรากที่สองของผลรวมขอความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Inverse of Root Sum Squares Error) การถ่วงน้ำหนักด้วยการผกผันของผลรวมของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Inverse of Sum Absolute Error) และการถ่วงน้ำหนักด้วยสัดส่วนของค่าจากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก (Proportion of the Value in the Eigenvector from the Principal Component Analysis) (วรางคณา กีรติวิบูลย์ และเจ๊ะอัฐฟาน มาหิเละ, 2556) โดยน้ำหนักถ่วงจากแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่แตกต่างกัน

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์รวม ได้ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558 แสดงดังตารางที่ 3 และรูปที่ 6 ซึ่งพบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มคงที่ คือ มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 1,102 ล้านบาท อย่างไรก็ตามมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ อาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเวลาเพียงปัจจัยเดียว ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย เช่น ปริมาณความต้องการนำเข้าของแต่ละประเทศ และรายได้ของประชากรในประเทศคู่ค้า เป็นต้น รวมถึงเมื่อมีมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (บาท) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558

ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์
ส.ค. 2557	1,102,503,590	พ.ค. 2558	1,102,376,534
ก.ย. 2557	1,102,340,592	มิ.ย. 2558	1,102,376,364
ต.ค. 2557	1,102,369,855	ก.ค. 2558	1,102,376,423
พ.ย. 2557	1,102,388,817	ส.ค. 2558	1,102,376,430
ธ.ค. 2557	1,102,372,080	ก.ย. 2558	1,102,376,414
ม.ค. 2558	1,102,376,054	ต.ค. 2558	1,102,376,420
ก.พ. 2558	1,102,377,620	พ.ย. 2558	1,102,376,421
มี.ค. 2558	1,102,375,920	ธ.ค. 2558	1,102,376,419
เม.ย. 2558	1,102,376,417		



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และค่าพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี

5. เอกสารอ้างอิง

บริษัท บ้านลุงทอม จำกัด. 2557. **ชนิดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์**. เอกสารออนไลน์จาก http://www.chaopraya.biz/index.php?lay=show&ac=article&Id=538698405.

มุกดา แม้นมินทร์. 2549. **อนุกรมเวลาและการพยากรณ์.** กรุงเทพฯ: โฟร์พริ้นติ้ง.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. 2557. ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำยางข้น. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร**. 8(2): 146-160.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. 2557. ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟคั่วและบด. **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.** 30(1): 55-73.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. 2557. ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 19(1): 78-90.

วรางคณา กีรติวิบูลย์ และเจ๊ะอัฐฟาน มาหิเละ. 2556. **ตัวแบบพยากรณ์ความเร็วลมตามแนวชายฝั่ง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช.** วารสารวิจัย มข. 18(1): 32-50.

วรางคณา กีรติวิบูลย์ และปรีดาภรณ์ กาญจนสำราญวงศ์. 2557. การพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 42(1): 235-247.

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. 2549. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรายวันระหว่างวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม. **วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร**. 14(2): 9-16.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2557. **เครื่องดื่มแอลกอฮอล์.** เอกสารออนไลน์จาก http://th.wikipedia.org/wiki/เครื่องดื่มแอลกอฮอล์.

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. **เทคนิคการพยากรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สำนักงานเครือข่ายองค์กรงดเหล้า. 2553. **ค้าเสรีเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ความท้าทายต่อปัญหาทางสุขภาพและสังคมของประเทศไทย.** เอกสารออนไลน์จาก http://www.stopdrink.com/news-view-2355.htm.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **สถิติการส่งออกเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน.** เอกสารออนไลน์จาก http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php.

Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T. 1993. **Forecasting and Time Series: An Applied Approach.** 3rd Edition. California : Duxbury Press.

Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. 1994. **Time Series Analysis: Forecasting and Control.** 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hall.

IBM Corporation. 2014. **IBM SPSS Statistics Information Center.** Document Online Available from http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spssstat/v20r0m0/index.jsp?.

Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G. 2006. **Introduction to Linear Regression Analysis.** 4th Edition. New York: John Wiley and Sons.