

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น Forecasting the Export Quantity of Frozen and Chilled Chicken

วารางคณา กิระติวิบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
และหน่วยวิจัยคณิตศาสตร์บูรณาการ มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง 93110

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น ด้วยวิธีการวิเคราะห์ท่อนุกรมเวลา 3 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบดัมป์ โดยใช้ข้อมูลระยะเวลาปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 130 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 120 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 10 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบดัมป์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_{t+m} = 11,784.184009 + 45.176768 \sum_{i=1}^m (0.99888)^i$ เมื่อ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมกราคม 2557 ($m = 1$)

Abstract

The purpose of this research was to construct an appropriate forecasting model for the export quantity of frozen and chilled chicken using three time series analysis methods, including Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, and damped trend exponential smoothing method. Time series data from the website of the Office of Industrial Economics with total 130 months during January, 2004 to October, 2014 were used and they were divided into two series. Firstly, 120 months from January, 2004 to December, 2013 were used to build the forecasting models and lastly, 10 months from January until October, 2014 were used to compare the forecasting methods accuracies via the criteria of the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. Research findings indicated that all forecasting methods that had been studied, damped trend exponential smoothing method were the most accurate method and showed the forecasting model as where m represented the number of periods to forecast ahead with the starting value was January 2014 ($m = 1$).

คำสำคัญ : เนื้อไก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง เลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบดัมป์ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Keywords : Chicken; Box-Jenkins Method; Holt's Exponential Smoothing Method; Damped Trend Exponential Smoothing Method; Mean Absolute Percentage Error; Root Mean Squared Error

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตเพื่อการส่งออกสินค้าอาหารที่มีคุณภาพดี และมีชื่อเสียงที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก เนื่องจากไทยมีศักยภาพ มีความพร้อมทางด้านวัตถุดิบ รวมถึงมีศักยภาพของผู้ประกอบการที่สามารถพัฒนาคุณภาพ และรูปแบบของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของตลาดได้ ทำให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสินค้าอาหารแปรรูปในอันดับต้น ๆ ของโลกหลายรายการ อาทิ ไก่แช่แข็ง กุ้งแช่แข็ง และทูน่ากระป๋อง (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, ม.ป.ป.) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นเป็นสินค้าปศุสัตว์ประเภทหนึ่งที่สามารถนารายได้เข้าสู่ประเทศโดยเฉลี่ยปีละ 2 หมื่นล้านบาท ทั้งนี้กระทรวงพาณิชย์ได้ให้ความสำคัญ โดยจัดให้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่อยู่ในกลุ่มสินค้าที่ต้องเร่งรัดการส่งออก ทำให้ประเทศไทยก้าวขึ้นมาเป็นประเทศผู้ส่งออกเนื้อไก่ที่สำคัญติดอันดับ 1 ใน 10 ของโลก โดยที่อุตสาหกรรมเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นเป็นอุตสาหกรรมที่มีผลการเชื่อมโยงสูง ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจผลิตลูกไก่พันธุ์ อาหารสัตว์ ธุรกิจจำหน่ายเวชภัณฑ์ ธุรกิจผลิตจำหน่ายเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเลี้ยง ธุรกิจโรงฆ่าและแปรรูปเนื้อไก่ ตลอดจนธุรกิจการส่งออกชิ้นส่วนเนื้อไก่ชำแหละแช่แข็งและแช่เย็น และผลิตภัณฑ์เนื้อไก่แปรรูปประเภทต่าง ๆ (เสาวรภย์ กุสุมา ณ อยุรยา และธรรมศาสตร์ พิษยศาสตร์พงศ์, ม.ป.ป.) จะเห็นได้ว่าการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นมีความสำคัญในการทำให้เศรษฐกิจมีการขยายตัว และสามารถนำเงินตราต่างประเทศเข้าสู่ประเทศ อีกทั้งการส่งออกยังเป็นการกระจายความเสี่ยง โดยเฉพาะในภาวะที่มีการกีดกันทางการค้าในรูปแบบต่าง ๆ

จากประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว จึงควรมีการศึกษาถึงปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นในอนาคต เพื่อวางแผนการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการตัดสินใจ การบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่าง ๆ ช่วยในการประเมินการคาดการณ์ปริมาณการส่งออกล่วงหน้า และหาช่องทางขยายตลาดการส่งออกในอนาคต อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อรัฐบาลในการวางนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางการค้าในอนาคตต่อไป

2. วิธีการศึกษา

อนุกรมเวลาที่ใช้ในการสร้างและพัฒนารูปแบบพยากรณ์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 120 เดือน สำหรับการสร้างรูปแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS รุ่น 17 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบตาม เนื่องจากได้พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 แล้วพบว่า วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่นๆ ข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 10 เดือน

สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด

2.1 การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากมีการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) กันอย่างไร 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)

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\epsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ϵ_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกันด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงที่ โดยที่แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ (Stationary)

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล

อันดับที่ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$\Phi_p(B) = 1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \dots - \Phi_p B^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

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

$\Theta_p(B) = 1 - \Theta_1 B - \Theta_2 B^2 - \dots - \Theta_p B^p$ 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 $B^s Y_t = Y_{t-s}$ ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ แสดงรายละเอียดดังนี้

1) พิจารณาอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t) กราฟ ACF และ PACF หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non-Stationary) ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น กรณีอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ ควรแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) กรณีอนุกรมเวลาไม่มีความแปรปรวนไม่คงที่ หรือมีทั้ง

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่ ควรแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (Common Logarithm or Natural Logarithm) หรือแปลงข้อมูลด้วยเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (Square Root Transformation) หรือยกกำลัง 2 (Square Transformation) (Bowerman and O'Connell, 1993)

2) กำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ นั่นคือ กำหนดค่า p , q , P และ Q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

3) ตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกจากตัวแบบพยากรณ์ครั้งละ 1 ตัว จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์และประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทั้งหมด

4) คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าเกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Bayesian Information Criterion: BIC) ต่ำที่สุด มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ และอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน จากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สมิเยร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov's Test) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-Test) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวีเน่ ภายใต้การใช้ค่ามัธยฐาน (Levene's Test based on Median)

5) พยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่ 4

2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ (Smoothing Method)

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ (Smoothing Method) คือ การพยากรณ์โดยใช้ค่าสังเกตจากอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ ซึ่งน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าจะแตกต่างกัน เหตุผลสำคัญที่มีการใช้วิธีการปรับเรียบเนื่องจากอนุกรมเวลาอาจเกิดความผันแปรจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ทำให้ไม่เห็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาอื่น ๆ ซึ่งวิธีการปรับเรียบจะช่วยลดอิทธิพลของความผันแปรดังกล่าวได้ ดังนั้นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนจึงปรากฏชัดเจนขึ้น ทำให้สามารถพยากรณ์ค่าของอนุกรมเวลาในอนาคตได้ สำหรับวิธีการปรับเรียบนั้นมีวิธีการหลายวิธี และการใช้งานจะขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลา เช่น อนุกรมเวลาที่ไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล ควรใช้การเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย การเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังอย่างง่าย อนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของแนวโน้ม ควรใช้การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม อนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของฤดูกาล ควรใช้การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลาที่มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล ควรใช้การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ (วราจคณา กิรติวิบูลย์, 2557ก; สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548) การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้

วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังทั้งหมด 2 วิธี คือ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม เนื่องจากทั้ง 2 วิธีการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดที่ 1 มากกว่าวิธีการอื่น ๆ (ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุด) รวมถึงอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นของช่วงเวลาการศึกษา ปრაกฏส่วนประกอบของแนวโน้มอย่างชัดเจนโดยแนวโน้มที่พบมีลักษณะเพิ่มขึ้น (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 1)

2.2.1 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงที่การปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (Level: α) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (Trend: γ) สามารถเขียนตัวแบบได้ดังสมการที่ (2) และเขียนตัวแบบพยากรณ์ได้ดังสมการที่ (3) (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548)

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

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t (m) \quad (3)$$

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 $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

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

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

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

α และ γ แทนค่าคงที่การปรับเรียบ

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

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ คือ ความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวิน ภายใต้การใช้ค่ามัธยฐาน

2.2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม (Damped Trend Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงช้ากว่าการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง มีค่าคงที่การปรับเรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (γ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบแดม (Damped Trend) (ϕ) (มุกดา แม้นมินทร์, 2549) สามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์ได้ดังสมการที่ (4) (IBM Corporation, 2014)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum \phi^i \quad (4)$$

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

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

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

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

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

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ คือ ความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวิน ภายใต้การใช้อำนาจฐาน

2.3 การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม โดยทำการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นของข้อมูลชุดที่ 2 คือ อนุกรมเวลาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 10 เดือน เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ดังสมการที่ (5) (วรางคณา กิรติวิบูลย์, 2557ก) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ดังสมการที่ (6) (วรางคณา กิรติวิบูลย์, 2557ข) ตัวแบบพยากรณ์ใดที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด จึงมีความเหมาะสมแก่การพยากรณ์ต่อไป

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

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

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 ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 คือ ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 120 เดือน ดังรูปที่ 1 และกราฟ ACF รวมถึงกราฟ PACF 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 (0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Kolmogorov-

Smirnov Statistic = 0.054, p-value = 0.2) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 ($t = 0.327$, p-value = 0.744) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Levene Statistic = 0.443, p-value = 0.933) ดังนั้น ตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ มีความเหมาะสม ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนตัวแบบได้ดังนี้

$$(1-B)Y_t = (1-\theta_1 B)\varepsilon_t \quad (7)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (8)$$

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (9)$$

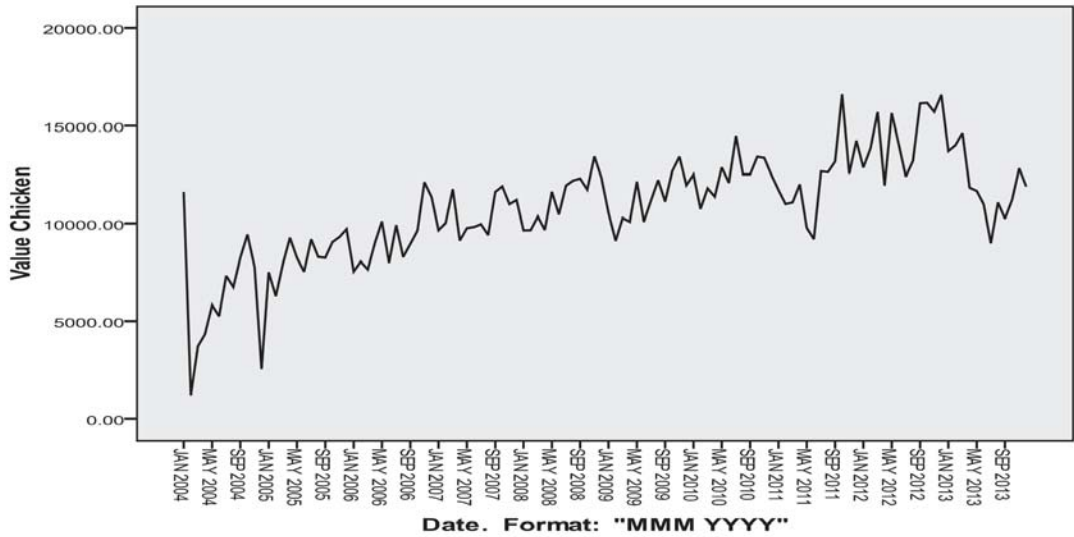
จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ในตารางที่ 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} - 0.645135\varepsilon_{t-1} \quad (10)$$

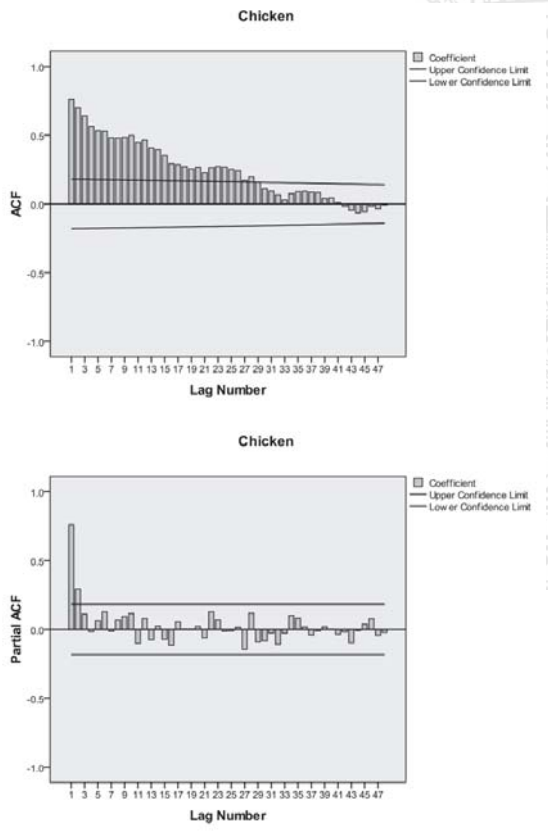
เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_{t-1} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t - 1

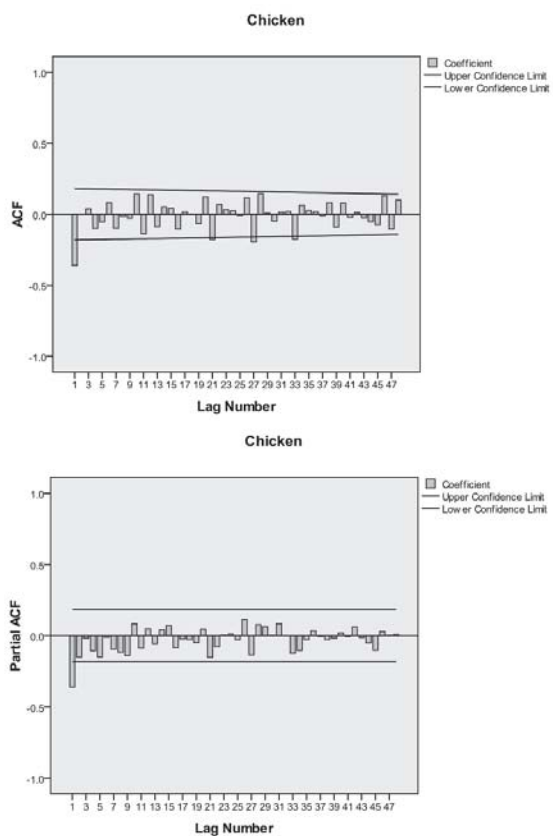
ε_{t-1} แทนความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t - 1



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น (Value Chicken) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2556



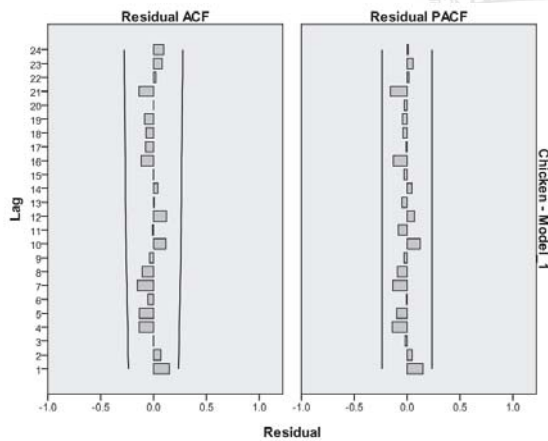
รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น



รูปที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1

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

ค่าประมาณพารามิเตอร์		ตัวแบบ ARIMA (p, d, q)		
		ARIMA (1, 1, 1)	ARIMA (1, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่	ARIMA (0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่
ค่าคงที่	ค่าประมาณ	52.8680	-	-
	p-value	0.038	-	-
AR(1): ϕ_1	ค่าประมาณ	0.323553	0.200101	-
	p-value	0.008	0.141	-
MA(1): ϕ_1	ค่าประมาณ	0.902157	0.785420	0.645135
	p-value	0.000	0.000	0.000
BIC		15.043	15.007	14.977
Ljung-Box Q (ณ lag 18)		13.857	15.548	20.291
p-value		0.609	0.485	0.260



รูปที่ 4 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่

3.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ

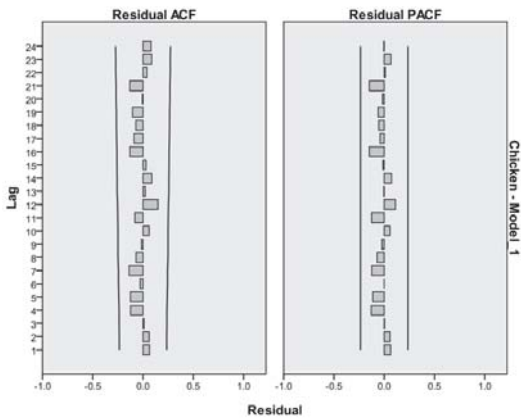
3.2.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ พบว่า

BIC มีค่าเท่ากับ 14.917 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 18.136, p-value = 0.316) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Kolmogorov-Smirnov Statistic = 0.057, p-value = 0.2) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 5 ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 ($t = -0.264$, p-value = 0.793) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Levene Statistic = 0.355, p-value = 0.97) ดังนั้น ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 11,818.20355 + 59.609473(m) \quad (11)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$
 $m = 1$ ถึง 10 (เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557)
 α และ γ มีค่าเท่ากับ 0.30007 และ 0.00007 ตามลำดับ



รูปที่ 5 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

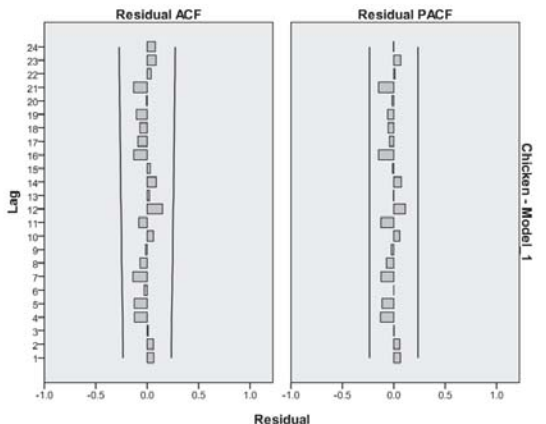
3.2.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 14.964 และ มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 18.257, p-value = 0.249) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01

(Kolmogorov-Smirnov Statistic = 0.056, p-value = 0.2) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 6 ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 ($t = -0.045$, p-value = 0.964) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา เนื่องจาก p-value มีค่ามากกว่า 0.01 (Levene Statistic = 0.356, p-value = 0.97) ดังนั้น ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 11,784.184009 + 45.176768 \sum_{i=1}^m (0.99888)^i \quad (12)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$
 $m = 1$ ถึง 10 (เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557)
 α , γ และ ϕ มีค่าเท่ากับ 0.30148, 0.00049 และ 0.99888 ตามลำดับ



รูปที่ 6 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

3.3 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ในสมการที่ (10) ถึง (12) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือ อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 10 เดือน ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาด

เคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉกสามารถสร้างตัวแบบได้มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น (ตัน) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

ช่วงเวลา	ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น	วิธีการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น		
		บอกซ์-เจนกินส์	โฮลต์	แฉก
ม.ค. 2557	9,851.34	11,700.33	11,877.81	11,829.31
ก.พ. 2557	10,244.99	12,893.18	11,937.42	11,874.39
มี.ค. 2557	12,444.58	12,639.22	11,997.03	11,919.41
เม.ย. 2557	10,722.52	11,220.19	12,056.64	11,964.39
พ.ค. 2557	13,201.29	12,331.15	12,116.25	12,009.31
มิ.ย. 2557	11,641.70	10,732.01	12,175.86	12,054.18
ก.ค. 2557	11,078.87	11,738.15	12,235.47	12,099.01
ส.ค. 2557	13,139.67	12,101.26	12,295.08	12,143.78
ก.ย. 2557	12,365.78	10,771.76	12,354.69	12,188.50
ต.ค. 2557	12,005.79	11,271.03	12,414.30	12,233.18
	MAPE	9.8093	8.6296	<u>8.4472</u>
	RMSE	1,299.83	1,123.91	<u>1,099.63</u>

4. สรุป

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นโดยใช้ข้อมูลรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 130 เดือน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จำนวน 120 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวน 10 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัย พบว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรมสามารถสร้างตัวแบบได้มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

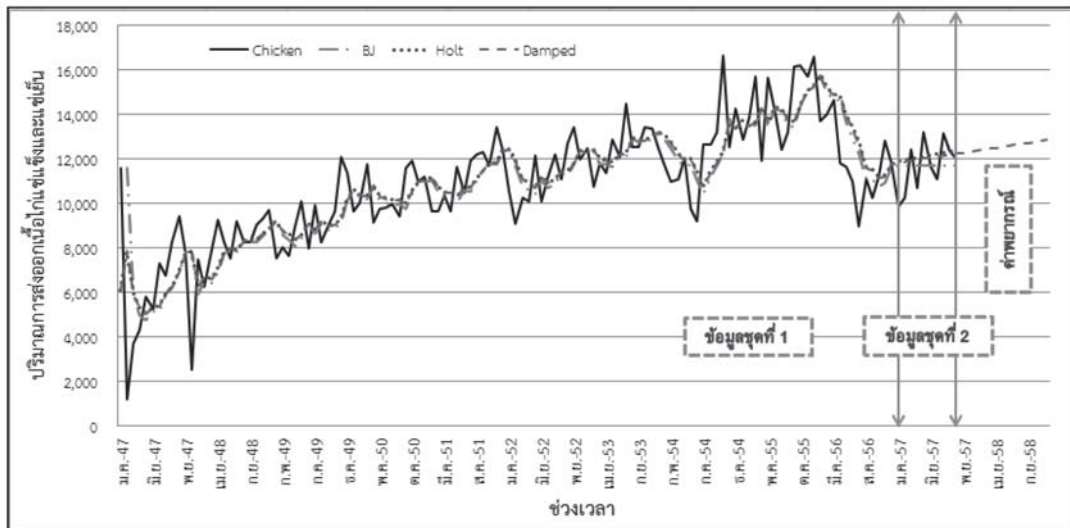
$$\hat{Y}_{t+m} = 11,784.184009 + 45.176768 \sum_{i=1}^m (0.99888)^i$$

เมื่อ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมกราคม 2557 ($m = 1$)

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม ได้ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558 แสดงดังตารางที่ 3 และรูปที่ 7 ซึ่งพบว่า ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ มีปริมาณการส่งออกประมาณ 12,000-13,000 ตัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น อาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเวลาเพียงปัจจัยเดียว ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย เช่น ปริมาณความต้องการนำเข้าของแต่ละประเทศ และรายได้ของประชากรในประเทศคู่ค้า เป็นต้น รวมถึงควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ เช่น วิธีการแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา (Decomposition Method) หรือวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing Method) เนื่องจากปริมาณการส่งออกอาจขึ้นอยู่กับความผันแปรตามฤดูกาลในแต่ละเดือน อีกทั้งเมื่อมีปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น (ตัน) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558

ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์
พ.ย. 2557	12,277.80	มิ.ย. 2558	12,588.76
ธ.ค. 2557	12,322.37	ก.ค. 2558	12,632.99
ม.ค. 2558	12,366.90	ส.ค. 2558	12,677.16
ก.พ. 2558	12,411.37	ก.ย. 2558	12,721.29
มี.ค. 2558	12,455.79	ต.ค. 2558	12,765.37
เม.ย. 2558	12,500.17	พ.ย. 2558	12,809.39
พ.ค. 2558	12,544.49	ธ.ค. 2558	12,853.37



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็น และค่าพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี คือ 1. วิธีบอซ-เจนกินส์ 2. วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และ 3. วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบตาม

5. เอกสารอ้างอิง

- กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. ม.ป.ป. **อุตสาหกรรมอาหารแปรรูป**. เอกสารออนไลน์จาก www.thaifita.com/thaifita/Portals/0/File/ascn_foosindus.doc
- มุกดา แม้นมินทร์. 2549. **อนุกรมเวลาและการพยากรณ์**. กรุงเทพฯ: โฟร์พรีนติ้ง.
- วรางคณา กิริติวิบูลย์. 2557ก. **การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางคอมปาวด์**. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 30(2): 41-56.
- วรางคณา กิริติวิบูลย์. 2557ข. **ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำยางชั้น**. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 8(2): 146-160.
- สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. **เทคนิคการพยากรณ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2557. **สถิติการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งและแช่เย็นรายเดือน**. เอกสารออนไลน์จาก <http://www.oie.go.th/academic/statistics>
- เสาวรภย์ กุสุมา ณ อยุธยา และธรรมศาสตร์ พิษยศาสตร์พงศ์. ม.ป.ป. **ความได้เปรียบในการแข่งขันของไก่สดแช่เย็นและแช่แข็งฮาลาลไทยในกลุ่มประเทศตะวันออกกลาง**. เอกสารออนไลน์จาก [academic.ums.bu.ac.th/register/711/BU_Acadamic_17Feb2012\[1\].doc](http://academic.ums.bu.ac.th/register/711/BU_Acadamic_17Feb2012[1].doc)
- 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/spsstat/v20r0m0/index.jsp?>