

ตัวแบบพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทอง

Forecasting Model for the Prices of Durian Mon Thong

วารางคณา เรียนสุทธิ์^{1*}

Warangkhan Riansut^{1*}

Received: 16 February 2016; Accepted: 8 May 2016

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของราคาทุเรียนหมอนทองด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก โดยใช้อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 137 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2558 จำนวน 132 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 5 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

คำสำคัญ: ราคา ทุเรียน บ็อกซ์-เจนกินส์ การทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

Abstract

The objective of this research was to construct the appropriate forecasting model of the durian Mon Thong's prices by using the Box-Jenkins method and Holt's exponential smoothing, Brown's exponential smoothing, and damped trend exponential smoothing. Time series data consist of the average prices per month of durian Mon Thong obtained from the website of Office of Agricultural Economics during January 2005 to May 2016 with total 137 values. The data are divided into two series; the first is from January 2005 through December 2015 with 132 values used to construct the models, and the second is from January through May 2016 with 5 values used to examine the accuracy of forecasting models via the criteria of the lowest mean absolute percentage error (MAPE) and root mean squared error (RMSE). The results show that for all forecasting methods that have been studied, Brown's exponential smoothing method is the most suitable for this time series.

Keywords: price, durian, Box-Jenkins, exponential smoothing

บทนำ

ประเทศไทยมีสภาพพื้นที่และภูมิอากาศเหมาะสมต่อการผลิตผลไม้เมืองร้อนหลากหลายชนิด ส่งผลให้มีผลไม้หมอนเวียนออกสู่ตลาดตลอดทั้งปี ตั้งแต่ภาคเหนือจนถึงภาคใต้ ผลไม้หนึ่งของไทยที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายไปทั่วโลกคือ ทุเรียน เนื่องจากเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ

มีส่วนในการส่งออกสูง ทั้งในตลาดสหภาพยุโรป (European Union หรือ EU) และประเทศอื่นๆ¹ อีกทั้งทุเรียนยังได้รับการยกย่องให้เป็นราชาของผลไม้อีกด้วย² ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก มีการส่งออกในรูปทุเรียนสดประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด และมีตลาดหลักของการส่งออกคือ ประเทศจีน

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

¹ Assistant Professor, Department of Mathematics and Statistics, Thaksin University, Phatthalung, 93210.

ขณะที่การส่งออกทุเรียนแช่แข็งและทุเรียนหวาน มีสัดส่วนการส่งออกประมาณร้อยละ 10 และมีตลาดหลักของการส่งออกคือ ประเทศสหรัฐอเมริกา รัสเซีย ออสเตรเลีย และเนเธอร์แลนด์³ ดังนั้นการปลูกทุเรียน โดยเฉพาะทุเรียนหมอนทอง จึงสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก แต่จากปัญหาที่เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนประสบอยู่ในทุกๆ ปี คือ มีผลผลิตล้นตลาดในช่วงที่มีการออกผลผลิตพร้อมๆ กัน ทำให้ราคาของผลผลิตเริ่มตกต่ำ เกษตรกรจึงประสบกับภาวะขาดทุน ทำให้มีการนำทุเรียนมาแปรรูปเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้า อย่างไรก็ตาม ราคาทุเรียนหมอนทองยังคงมีความผันผวนค่อนข้างสูง⁴ อาจเพราะภาวะเศรษฐกิจ ปริมาณการผลิต ปริมาณการบริโภค และปัจจัยอื่นๆ ด้วยเหตุผลของความไม่แน่นอนดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำราคาทุเรียนหมอนทองในอดีตมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยการศึกษาครั้งนี้ให้ความสนใจกับการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทองด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ผลการวิจัยที่ได้จะถูกใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการตัดสินใจและการบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่างๆ เช่น ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถคาดการณ์ราคาทุเรียนหมอนทองได้ล่วงหน้า เพื่อวางแผนการปลูก ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีความมั่นใจถึงผลตอบแทนที่จะได้รับในอนาคตต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร⁴ เป็นอนุกรมเวลาราคาทุเรียนหมอนทองคณะที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่/นา เฉลี่ยต่อเดือน (บาท/กิโลกรัม) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 137 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2558 จำนวน 132 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี ที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก เนื่องจากได้พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 แล้วพบว่า วิธีเหล่านี้

เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่นๆ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 5 ค่า นำมาใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำ (Accuracy) ของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และเกณฑ์ RMSE ที่ต่ำที่สุด

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย แสดงดังนี้

Y_t และ \hat{Y}_t แทนอนุกรมเวลา และค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

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

ϵ_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน

β_0 และ β_1 แทนพารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ

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

α, γ และ ϕ แทนค่าคงตัวการทำให้เรียบ โดยที่

$$0 < \alpha < 1, 0 < \gamma < 1 \text{ และ } 0 < \phi < 1$$

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_t โดยที่ n_t แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

รายละเอียดของแต่ละวิธีการพยากรณ์ แสดงดังนี้

1. การพยากรณ์โดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์

การกำหนดตัวแบบของวิธีบอซซ์-เจนกินส์ ทำได้โดยการตรวจสอบคุณสมบัติฟังก์ชันสหสัมพันธ์ตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary Time Series) กรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะกำหนดตัวแบบ⁵ ตัวแบบทั่วไปของวิธีบอซซ์-เจนกินส์ คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s แสดงดังสมการที่ (1)⁶ และขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์แสดงรายละเอียดในตารางถัดมา กิริติวิบูลย์⁷

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

เมื่อ $\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงตัว โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1B - \phi_2B^2 - \dots - \phi_pB^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ p กรณีที่ไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1B^s - \Phi_2B^{2s} - \dots - \Phi_pB^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

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

$\theta_Q(B^s) = 1 - \theta_1 B^s - \theta_2 B^{2s} - \dots - \theta_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

d และ D แทนลำดับที่ของผลต่างและผลต่างฤดูกาลตามลำดับ

s แทนจำนวนฤดูกาล

B แทนตัวดำเนินการย้อนหลัง (Backward Operator)

โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

2. การพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

การพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ (Smoothing Method) คือ การพยากรณ์โดยใช้ค่าสังเกตจากอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ ซึ่งน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าจะแตกต่างกัน เหตุผลสำคัญที่มีการใช้วิธีการทำให้เรียบ เนื่องจากอนุกรมเวลาอาจเกิดความผันแปรจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ทำให้ไม่เห็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาอื่นๆ ซึ่งวิธีการทำให้เรียบจะช่วยลดอิทธิพลของความผันแปรดังกล่าวได้ ดังนั้นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนจึงปรากฏชัดเจนขึ้น ทำให้สามารถพยากรณ์ค่าของอนุกรมเวลาในอนาคตได้ สำหรับวิธีการทำให้เรียบนั้นมีวิธีการหลายวิธี และการใช้งานจะขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลา ซึ่งวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของแนวโน้มมีรายละเอียดดังนี้

2.1 วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

การทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงตัวการทำให้เรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าระดับ (Level: α) และค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าความชัน (Trend: γ) ตัวแบบเขียนได้ดังสมการที่ (2) และตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (3)⁹

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \tag{2}$$

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

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

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

2.2 วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์

การทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลเช่นเดียวกับการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ แต่มีการกำหนดให้ค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าระดับและค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าความชันเท่ากัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์เป็นกรณีพิเศษของการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ ตัวแบบเขียนได้ดังสมการที่ (2) และตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (4)⁹

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right] \tag{4}$$

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

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

2.3 วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

การทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงซ้ำว่าการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง โดยที่ยอมรับว่าความชันมีค่าลดลงตามเวลา มีค่าคงตัวการทำให้เรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าระดับ (α) ค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าความชัน (γ) และค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าความชันแบบแฉก (Damped Trend) (ϕ)¹⁰ ตัวแบบเขียนได้ดังสมการที่ (2) และตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (5)⁹

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i \tag{5}$$

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

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

3. การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการทั้งหมด 4 วิธี คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก โดยทำการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทองของข้อมูลชุดที่ 2 คือ อนุกรมเวลาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 5 ค่า ได้ค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ (Error: e_t) เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีสูตรแสดงดังสมการที่ (6) และ (7) ตามลำดับ⁸ วิธีการพยากรณ์ใดมีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด คือ วิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (7)$$

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

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

4. การพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทอง

จากการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก เมื่อทราบว่าตัวแบบพยากรณ์ใดมีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด จะใช้ตัวแบบพยากรณ์นั้นสำหรับการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม 2559 ต่อไป

ผลการศึกษา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 คือ ราคาทุเรียนหมอนทอง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2558 จำนวน 132 ค่า ดัง (Figure 1) พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและคาดว่าจะมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้นเพื่อความถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงตรวจสอบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลจริงหรือไม่ ดังนี้

เนื่องจากราคาทุเรียนหมอนทองในแต่ละปี ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงตรวจสอบค่าเฉลี่ยในแต่ละปี โดยใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลล์ลิส (Kruskal-Wallis's One-Way Analysis of Variance by Rank) ผลการตรวจสอบพบว่า ราคาทุเรียนหมอนทองในแต่ละปี มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 59.751$, p-value < 0.0001) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้ม

เนื่องจากราคาทุเรียนหมอนทองในแต่ละเดือน เมื่อปรับแนวโน้มออกด้วยการหาร (อนุกรมเวลาชุดที่ 1 มีความเหมาะสมกับตัวแบบคูณ จึงปรับแนวโน้มออกด้วยการหาร) มีการแจกแจงปกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงตรวจสอบค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน โดยใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) ผลการตรวจสอบพบว่า ราคาทุเรียนหมอนทองในแต่ละเดือน เมื่อปรับแนวโน้มออกด้วยการหาร มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (F ท้องศาเสรีเป็น 11 และ 120 = 1.935, p-value = 0.041) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลที่เป็นรายเดือน

จากผลการตรวจสอบ พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีเฉพาะส่วนประกอบของแนวโน้ม และไม่มีส่วนประกอบตามฤดูกาล ดังนั้นวิธีที่ควรนำมาใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์ จึงควรเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะแนวโน้ม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

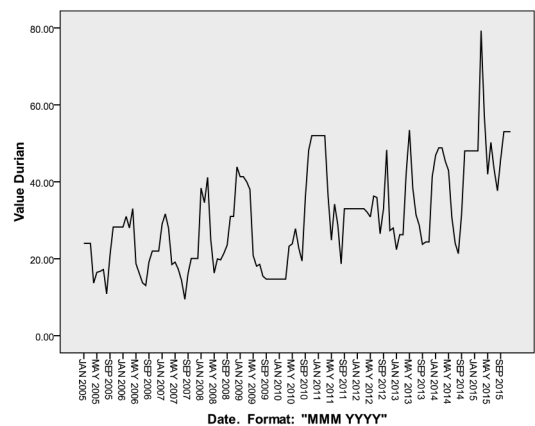


Figure 1 Run plot for the durian Mon Thong's prices during January 2005 through December 2015

1. ผลการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

จากกราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 2 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยผลต่างลำดับที่ 1 (d = 1) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA(0, 1, 0) พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ซึ่งคือ ค่าคงตัว (δ) มีค่าเท่ากับ 0.22168 มีค่า BIC เท่ากับ 4.155 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 6 = 10.356, p-value = 0.585) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(0, 1, 0) มีความเหมาะสม ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนตัวแบบได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.22168 + Y_{t-1} \quad (8)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_{t-1} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t - 1

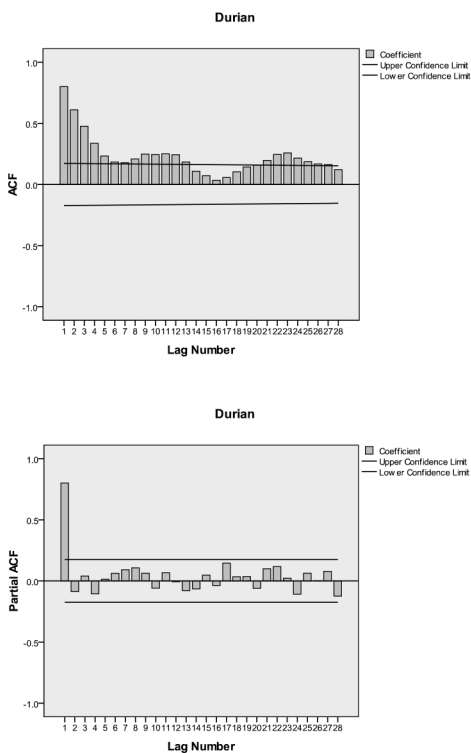


Figure 2 ACF and PACF of the durian Mon Thong's prices

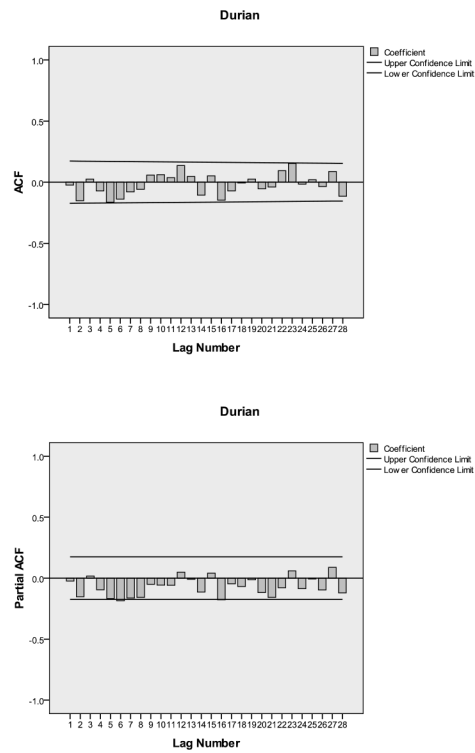


Figure 3 ACF and PACF of the first difference, d = 1, of the durian Mon Thong's prices

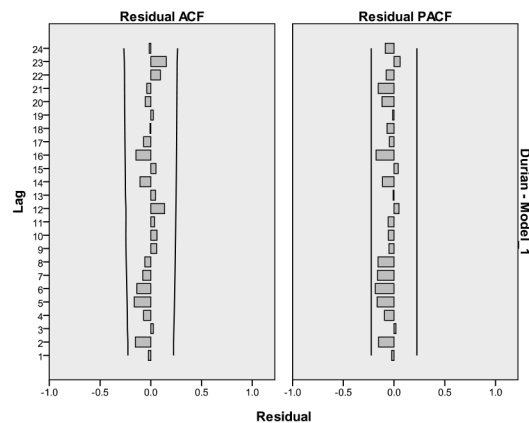


Figure 4 ACF and PACF of the errors from Box-Jenkins method

2. ผลการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

2.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 4.191 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 6 = 10.448, p-value =

0.577) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดใน (Figure 5) ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 53.04022 + 0.20503(m) \quad (9)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ ถึง 5 (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559)
 α และ γ มีค่าเท่ากับ 0.99893 และ 0.00002 ตามลำดับ

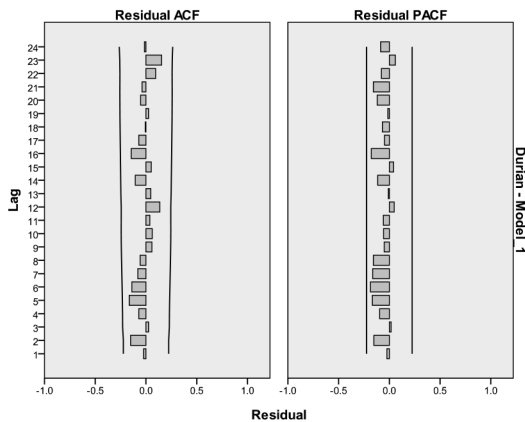


Figure 5 ACF and PACF of the errors from Holt's exponential smoothing method

2.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 4.402 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 6 = 21.028, p-value = 0.050) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน แสดงรายละเอียดใน (Figure 6) ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 51.99688 + 1.57912 \left[(m-1) + \frac{1}{0.51206} \right] \quad (10)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ ถึง 5 (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559)
 α มีค่าเท่ากับ 0.51206

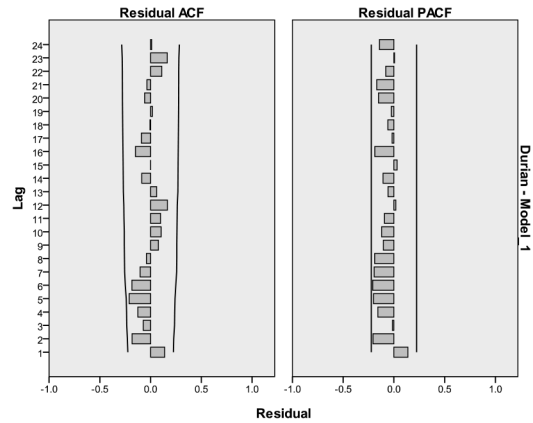


Figure 6 ACF and PACF of the errors from Brown's exponential smoothing method

2.3 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 4.237 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 6 = 10.450, p-value = 0.577) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียด (Figure 7) ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 53.04 + 0.000000003 \sum_{i=1}^m (0.000304)^i \quad (11)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ ถึง 5 (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559)
 α , γ และ ϕ มีค่าเท่ากับ 0.998999, 0.00031 และ 0.000304 ตามลำดับ

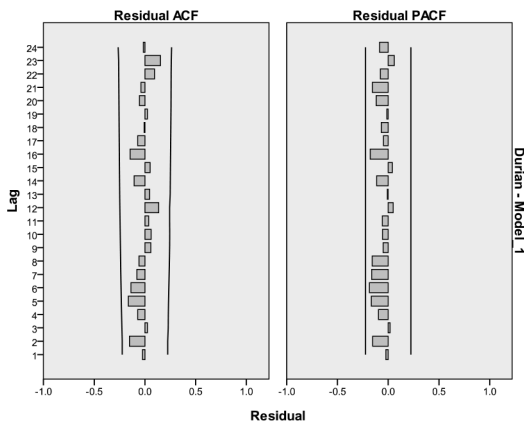


Figure 7 ACF and PACF of the errors from damped trend exponential smoothing method

3. ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ ในสมการที่ (8) โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ ในสมการที่ (9) โดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ ในสมการที่ (10) และโดยวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม ในสมการที่ (11) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ราคาทุเรียนหมอนทอง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 5 ค่า ได้ค่าพยากรณ์ ค่า MAPE และค่า RMSE แสดง (Table 1) และ (Figure 8) ถึง (Figure 9) ผลการตรวจสอบพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

4. ผลการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทอง

จากการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการนี้ในการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทองในอนาคต ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม 2559 รายละเอียดแสดง (Table 2)

วิจารณ์และสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาทุเรียนหมอนทอง โดยข้อมูลเวลารายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 137 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2558 จำนวน 132 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จำนวน 5 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และเกณฑ์ RMSE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE และค่า RMSE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทองในอนาคตต่อไป โดยตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 51.99688 + 1.57912 \left[(m-1) + \frac{1}{0.51206} \right]$$

เมื่อ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมกราคม 2559 (m = 1)

Table 1 Durian Mon Thong's prices and forecasts (Baht/Kilogram), during January through May 2016

Time	Durian Mon Thong's prices	Forecasts of Durian Mon Thong's prices by			
		Box-Jenkins	Holt	Brown	Damped
January 2016	53.04	53.26	53.26	55.08	53.04
February 2016	53.04	53.48	53.48	56.66	53.04
March 2016	53.04	53.71	53.71	58.24	53.04
April 2016	64.30	53.93	53.93	59.82	53.04
May 2016	75.47	54.15	54.15	61.40	53.04
MAPE		9.3769	9.3860	9.2171	9.4464
RMSE		10.6091	10.6541	7.2435	11.2240

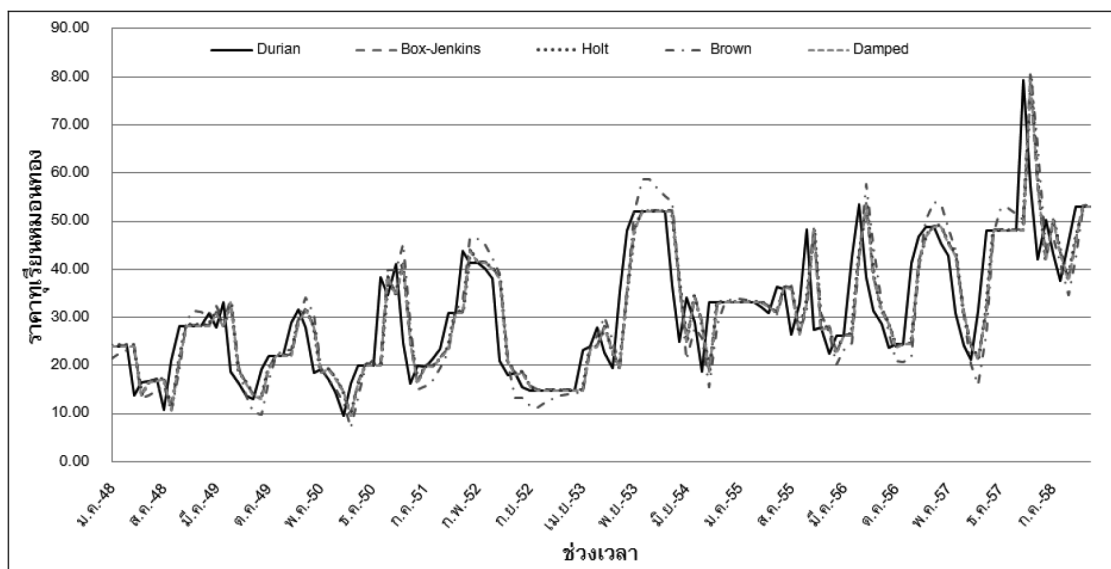


Figure 8 Comparison of the durian Mon Thong's prices, during January 2005 through December 2015, and its forecasts

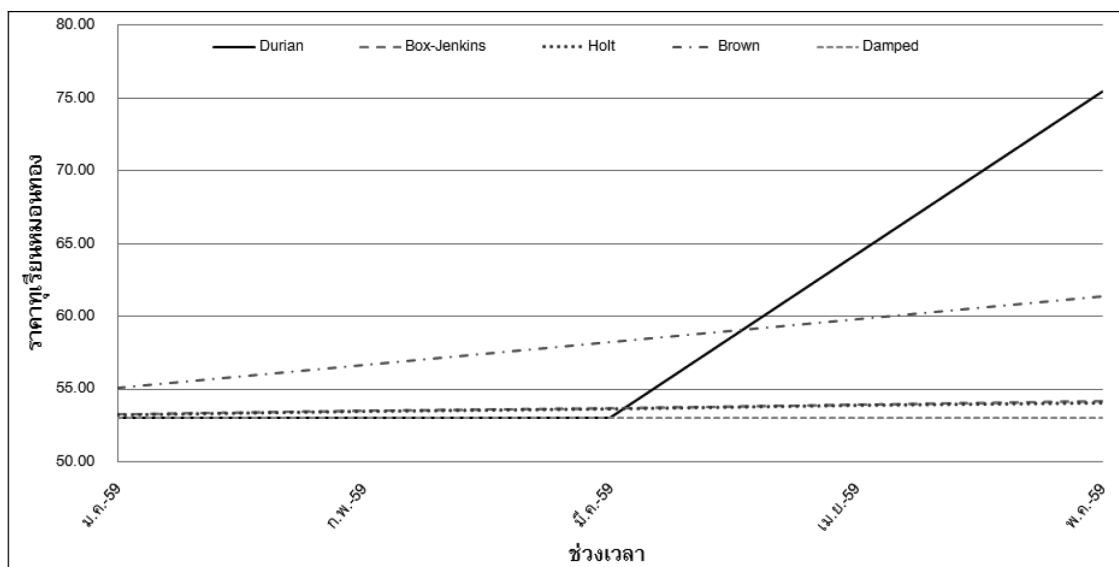


Figure 9. Comparison of the durian Mon Thong's prices, during January through may 2016, and its forecast

Figure 9 Comparison of the durian Mon Thong's prices, during January through may 2016, and its forecasts

Table 2 Forecasts of Durian Mon Thong's prices (Baht/Kilogram), during June through December 2016 by Brown's exponential smoothing method

Time	Forecasts	Time	Forecasts
June 2016	62.98	October 2016	69.29
July 2016	64.56	November 2016	70.87
August 2016	66.13	December 2016	72.45
November 2016	67.71		

เมื่อใช้วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ ในการพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม 2559 ได้ค่าพยากรณ์เป็น 62.98, 64.56, 66.13, 67.71, 69.29, 70.87 และ 72.45 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งผลการพยากรณ์ครั้งนี้ พบว่า ราคาทุเรียนหมอนทอง เป็นไปในทิศทางเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม จากผลการใช้ตัวแบบการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ราคาทุเรียนหมอนทอง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 พบว่า ค่าพยากรณ์ของเดือนเมษายนและพฤษภาคมจะมีค่าต่ำกว่าค่าจริง ดังนั้นผู้นำตัวแบบการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ควรระมัดระวังประเด็นนี้ด้วย อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงของราคาทุเรียนหมอนทอง อาจเกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น พื้นที่การปลูก ไม่ควรจะพยากรณ์ราคาทุเรียนหมอนทองออกไปไกลมากนัก และเมื่อมีราคาที่เป็นปัจจุบันมาเพิ่มเติม ควรนำมาปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. เพ็ญแข อินทรสวรรณ. เส้นทางผักผลไม้ไทยไปสหภาพยุโรป [serial online] มีนาคม 2555 ได้จาก: <http://www.mfa.go.th/business/th/articles/88/14453-> July 5 2016.
2. กรณ์กาญจน์ ภมรประวัติชนะ. มหัศจรรย์ทุเรียน ราชาของผลไม้. นิตยสารหมอชาวบ้าน มิถุนายน (362): 2552 ได้จาก: <http://doctor.or.th/article/detail/7518> July 5 2016.
3. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ และแนวโน้ม ปี 2556 [serial online] ธันวาคม 2555 ได้จาก: http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/download/journal/trends2556.pdf July 5 2016.
4. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา [serial online] กรกฎาคม 2559 ได้จาก: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=9749 July 5 2016.
5. Bowerman BL, O'Connell, RT. Forecasting and time series: an applied approach. 3rd ed. California: Duxbury Press; 1993.
6. Box GEP, Jenkins GM, Reinsel, GC. Time series analysis: forecasting and control. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall; 1994.
7. วรวงคณา กิรติวิบูลย์. ตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทย. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา 2559; 11(1): 24-38.
8. สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ; 2548.
9. IBM Corporation. IBM SPSS Statistics Information Center [serial online] 2016 July. Available from: URL: <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spsstat/v20r0m0/index.jsp?> Accessed July 4 2016.
10. มุกดา แมนมินทร์. อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. กรุงเทพฯ: บริษัท โฟร์พรีนติ้ง จำกัด; 2549.