

การพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15%

Forecasting the Prices of Paddy Rice at 15% Moisture Content

วารางคณา เรียนสุทธิ

Warangkha Riansut

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% โดยใช้อนุกรมเวลาราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 129 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 จำนวน 120 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการพยากรณ์รวม ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 9 ค่า นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์รวม

คำสำคัญ : ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% บอซ-เจนกินส์ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง การพยากรณ์รวม

Abstract

The objective of this study was to construct the appropriate forecasting model for the prices of paddy rice at 15% moisture content. These prices gathered from the website of Office of Agricultural Economics during January, 2005 to September, 2015 of 129 values were used and divided into 2 sets. The first set had 120 values from January, 2005 to December, 2014 for constructing the forecasting models by Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, damped trend exponential smoothing method, and combined forecasting method. The second set had 9 values from January to September, 2015 for comparing accuracy of the forecasts via the criteria of the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. Research findings indicated that for all forecasting methods had been studied, the most accurate method was combined forecasting method.

Keywords : Prices of Paddy Rice at 15% Moisture Content, Box-Jenkins, Exponential Smoothing, Combined Forecasting

Corresponding author. E-mail : warang27@gmail.com



บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมพื้นที่ส่วนใหญ่ภายในประเทศเป็นการเพาะปลูก ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบเหมาะที่จะทำการเกษตรเป็นอย่างมาก สินค้าส่งออกหลักของประเทศไทยคือ ข้าว ซึ่งสามารถทำรายได้ให้กับประเทศตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยข้าวที่ปลูกภายในประเทศมีมากมายหลากหลายพันธุ์ [1] เช่น พันธุ์ กข5, กข6, กำผาย 15, ขาวดอกมะลิ 105, ข้าวเจ้าหอมพิชณูโลก 1 และพัทลุง 60 เป็นต้น [2] ปัจจุบันเกษตรกรที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่มีรายได้น้อยฐานะยากจน ไม่มีเงินทุนในการประกอบอาชีพ ถูกเอาเปรียบทางด้านการตลาดจากพ่อค้าคนกลางหรือกลุ่มนายทุน ปัญหาหลักที่มักพบอยู่เสมอคือ ราคาข้าวตกต่ำและผันผวน เนื่องจากผลผลิตข้าวในช่วงต้นฤดูมีปริมาณออกสู่ตลาดจำนวนมากในเวลาเดียวกัน รวมถึงอำนาจการต่อรองและการกำหนดราคาเป็นของพ่อค้าหรือโรงสี ในขณะที่ต้นทุนการปลูกข้าวปรับตัวสูงขึ้น ซึ่งระดับราคาข้าวเปลือกที่ลดลงอย่างต่อเนื่องส่งผลให้รัฐบาลมีมาตรการแทรกแซงกลไกราคาข้าวเปลือกในรูปแบบต่างๆ เช่น การพยุงราคาข้าว การประกันราคาข้าว และโครงการรับจำนำข้าวเปลือก เพื่อดึงดูดและกระตุ้นให้เกษตรกรผลิตข้าวที่มีคุณภาพในปริมาณมากขึ้น ขณะผลผลิตของเกษตรกรไม่ให้ออกสู่ตลาดมากเกินไป ทำให้ราคาขายผลผลิตข้าวมีความเป็นธรรม อีกทั้งยังช่วยเหลือให้เกษตรกรมีเงินไว้ใช้จ่ายในครอบครัวตามความจำเป็น และหาตลาดรองรับผลผลิตของเกษตรกรที่เพิ่มมากขึ้น [3] อย่างไรก็ตาม การได้ทราบถึงราคาขายข้าวในอนาคตจากการพยากรณ์ทางสถิติ นับเป็นอีกหนึ่งมาตรการที่จะช่วยเหลือเกษตรกรในการใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนการปลูก และเป็นแนวทางที่ช่วยคาดการณ์ความผันผวนของราคาได้ ซึ่งประเภทของข้าวที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาครั้งนี้คือ ข้าวเปลือกเจ้าที่มีความชื้น 15% โดยความชื้นของข้าวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการบ่งชี้คุณภาพ และยังใช้เป็นข้อกำหนดในการซื้อขายด้วย ความชื้นที่สูงเกินมาตรฐานจะถูกหักลดน้ำหนักหรือราคาต่อหน่วยลง เพื่อให้การซื้อขายข้าวเปลือกเป็นไปอย่างมีระบบและมีมาตรฐานสอดคล้องกับภาวะการค้าข้าว [4] ด้วยเหตุผลของความตกต่ำและความผันผวนอย่างไม่แน่นอนในราคาข้าวดังกล่าว

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำราคาข้าวขาวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ในอดีตมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวสามารถประมาณปริมาณการปลูกข้าวได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยเฉพาะทางด้านการเงิน เมื่อเกษตรกรมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีแล้วอาจทำให้ผู้ที่เข้ามาทำงานในกรุงเทพฯ หันกลับไปทำนา ทำให้มีผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากเดิม และยังทำให้ประเทศไทยครองแชมป์การส่งออกข้าวตลอดไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS รุ่น 17 โดยใช้อนุกรมเวลาราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% (บาท/ตัน) ซึ่งได้มาจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร [5] เป็นราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 129 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 คือ ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 จำนวน 120 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอกข-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของไฮลด์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการพยากรณ์รวม เนื่องจากได้พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 แล้วพบว่าวิธีการเหล่านี้เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 9 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำ (Accuracy) ของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้ง 4 วิธี แสดงรายละเอียดดังนี้



การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากที่สุดในบรรดาวิธีการพยากรณ์ด้วยกัน อีกทั้งยังต้องใช้จำนวนข้อมูลค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง

(Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ [6] โดยมีตัวแบบทั่วไป คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s แสดงดังสมการที่ (1) [7,8]

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)(1-B^s) Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ	Y_t	แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t
	ε_t	แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา
	$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_P(B^s)$	แทนค่าคงที่ โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่
	$\phi_p(B) = 1 - \phi_1B - \phi_2B^2 - \dots - \phi_pB^p$	แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))
	$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1B^s - \Phi_2B^{2s} - \dots - \Phi_PB^{Ps}$	แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))
	$\theta_q(B) = 1 - \theta_1B - \theta_2B^2 - \dots - \theta_qB^q$	แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q: MA(q))
	$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1B^s - \Theta_2B^{2s} - \dots - \Theta_QB^{Qs}$	แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))
	t	แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_t โดยที่ n_t แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1
	s	แทนจำนวนฤดูกาล
	d และ D	แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ
	B	แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ แสดงรายละเอียดดังนี้

พิจารณาอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t) กราฟ ACF และ PACF หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non-Stationary) ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น กรณีอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ ควรแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) กรณีอนุกรมเวลาที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ หรือมีทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่ ควรแปลงข้อมูลด้วย

ลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (Common Logarithm or Natural Logarithm) หรือแปลงข้อมูลด้วยเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (Square Root Transformation) หรือยกกำลัง 2 (Square Transformation) [7]

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

ตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกจากตัวแบบพยากรณ์ครั้งละ 1 ตัว จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบ



พยากรณ์และประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่จนกว่าจะได้
 ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัย
 สำคัญทั้งหมด

คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม
 จากการพิจารณาที่ค่าเกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน
 (Bayesian Information Criterion: BIC) ที่ต่ำที่สุด มีค่า
 สถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ และอนุกรมเวลาของ
 ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ
 ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-
 สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov's Test) มี
 การเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ
 รัน (Runs Test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้
 การทดสอบที (t-Test) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วง
 เวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวีนาภายใต้
 การใช้ค่ามัธยฐาน (Levene's Test based on Median)
 พยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์
 ที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่ 4

**การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ (Smoothing
 Method)**

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ (Smoothing
 Method) คือ การพยากรณ์โดยใช้ค่าสังเกตจากอดีต
 ส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ ซึ่ง
 น้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าจะแตกต่างกัน

เหตุผลสำคัญที่มีการใช้วิธีการปรับเรียบ เนื่องจาก
 อนุกรมเวลาอาจเกิดความผันแปรจากเหตุการณ์ที่ผิด
 ปกติ ทำให้ไม่เห็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาอื่น ๆ
 ซึ่งวิธีการปรับเรียบจะช่วยลดอิทธิพลของความผันแปร
 ดังกล่าวได้ ดังนั้นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแต่ละ
 ส่วนจึงปรากฏชัดเจขึ้น ทำให้สามารถพยากรณ์ค่า
 ของอนุกรมเวลาในอนาคตได้ สำหรับวิธีการปรับเรียบ
 นั้นมีวิธีการหลายวิธี และการใช้งานจะขึ้นอยู่กับ
 ลักษณะของอนุกรมเวลา เช่น อนุกรมเวลาที่ไม่
 มีส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล ควรใช้การเฉลี่ย
 เคลื่อนที่อย่างง่าย การเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก
 การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังอย่างง่าย อนุกรม
 เวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของแนวโน้ม ควรใช้
 การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของไฮลด์
 การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์
 การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบ
 แคม อนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของฤดูกาล
 ควรใช้การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาล
 อย่างง่าย และอนุกรมเวลาที่มีทั้งส่วนประกอบของ
 แนวโน้มและฤดูกาล ควรใช้การปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง
 เลขชี้กำลังของวินเทอร์ [9,10] สำหรับอนุกรมเวลา
 ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ของข้อมูลชุดที่ 1
 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 มี
 การเคลื่อนไหวแสดงดัง Figure 1

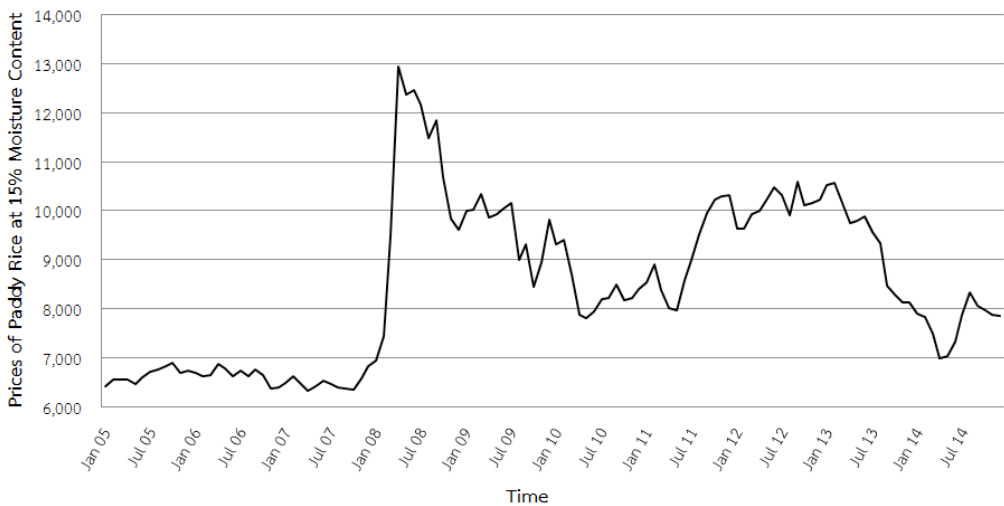


Figure 1. Run plot for the prices of paddy rice at 15% moisture content during January, 2005 to December, 2014

จากภาพแสดงส่วนประกอบของแนวโน้มอย่างชัดเจน โดยแนวโน้มราคาตั้งแต่ต้นปี 2548 ถึงปลายปี 2555 เป็นไปในทิศทางเพิ่มขึ้น และตั้งแต่ต้นปี 2556 เป็นต้นมา ราคามีแนวโน้มลดลง ขณะที่ส่วนประกอบของฤดูกาลอาจปรากฏไม่ชัดเจนนัก ด้วยเหตุผลของลักษณะอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของแนวโน้มดังกล่าว การวิจัยครั้งนี้จึงใช้วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังทั้งหมด 2 วิธี คือ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม เนื่องจากทั้ง 2 วิธีการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดที่ 1 มากกว่าวิธีการอื่น ๆ (ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ) เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อน

จากการพยากรณ์เช่นเดียวกับการพยากรณ์โดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ รายละเอียดของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังทั้ง 2 วิธี แสดงดังนี้

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล มีค่าคงที่การปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (Level: α) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (Trend: γ) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (2) [10]

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (2)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า
 a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม 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_t โดยที่ n_t แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม (Damped Trend Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล เช่นเดียวกับการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ

โฮลต์ แต่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงช้ากว่าการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง มีค่าคงที่การปรับเรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (γ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบแดม (Damped Trend) (ϕ) [11] ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (3) [12]

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

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า
 a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ
 โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$ 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_t โดยที่ n_t แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1



การพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting Method)

การพยากรณ์รวมเป็นวิธีการประยุกต์ที่มีการรวมค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ใหม่ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด สามารถใช้ได้ดีในกรณีที่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลามากกว่า 1 วิธี [11]

ณ ที่นี้ได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก เนื่องจากค่าพยากรณ์ของทั้ง 2 วิธีการนี้ให้ค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2 ต่ำกว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ดังนั้นรูปแบบของวิธีการพยากรณ์รวมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 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 จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ตามลำดับ
 b_1 และ b_2 แทนค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) [13]
 t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เช่นเดียวกับการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% โดยการเปรียบเทียบราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ในข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2558 กับค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง

เลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการพยากรณ์รวม เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ MAPE และ RMSE [10] แสดงดังนี้

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{\hat{Y}_t} \right| \quad \text{และ} \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (5)$$

- 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 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

การพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15%

จากการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการพยากรณ์รวม

เมื่อทราบว่าตัวแบบพยากรณ์ใดให้ค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2 ต่ำที่สุด จะใช้ตัวแบบพยากรณ์นั้นสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ต่อไป



ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ซึ่งคือ ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 จำนวน 120 ค่า ดังภาพที่ 1 พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ความชัน = 20.6168, t = 5.251, p-value = 0.000) แต่เมื่อพิจารณาเป็น 2 ช่วงเวลา พบว่า ตั้งแต่ต้นปี 2548 ถึงปลายปี 2555 ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ความชัน = 40.9595, t = 8.233, p-value = 0.000) ขณะที่ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่ต้นปี 2556 เป็นต้นมา กลับมีแนวโน้มลดลง (ความชัน = -129.1178, t = -7.016, p-value = 0.000) โดยส่วนประกอบของฤดูกาลปรากฏไม่ชัดเจนนัก

ผลการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

จากกราฟ ACF และ PACF ดังภาพที่ 2 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ (Die Down) ดัง Figure 2 ในกราฟ ACF

ด้านซ้าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 (d = 1) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดัง Figure 3 ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังแสดงใน Table 1 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 มีค่า BIC ต่ำที่สุด และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ตัวแบบ I(1) MA(1, 16) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.899, p-value = 0.394) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = 0.277, p-value = 0.782) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.358, p-value = 0.721) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.026, p-value = 0.429) ดังนั้นตัวแบบ I(1) MA(1, 16) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ มีความเหมาะสม ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$(1 - B)Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_{16} B^{16})\varepsilon_t$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_{16} \varepsilon_{t-16}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ใน Table 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.282014e_{t-1} - 0.307567e_{t-16} \tag{6}$$

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

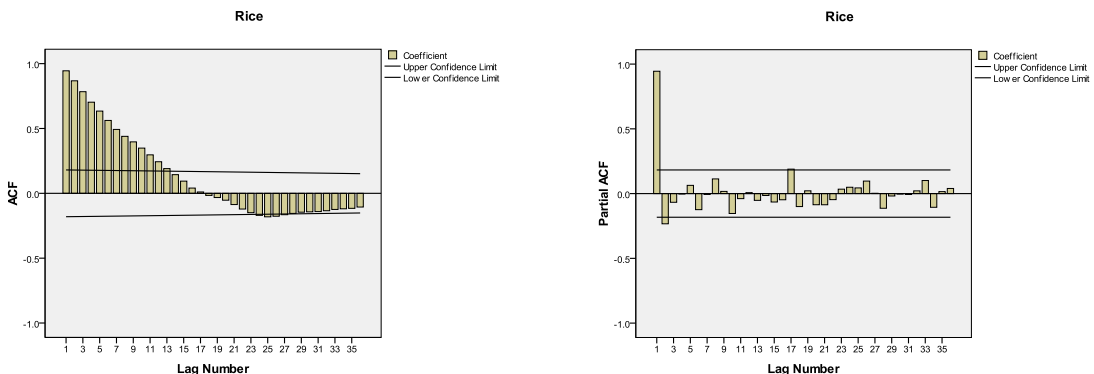


Figure 2. ACF and PACF of the prices of paddy rice at 15% moisture content

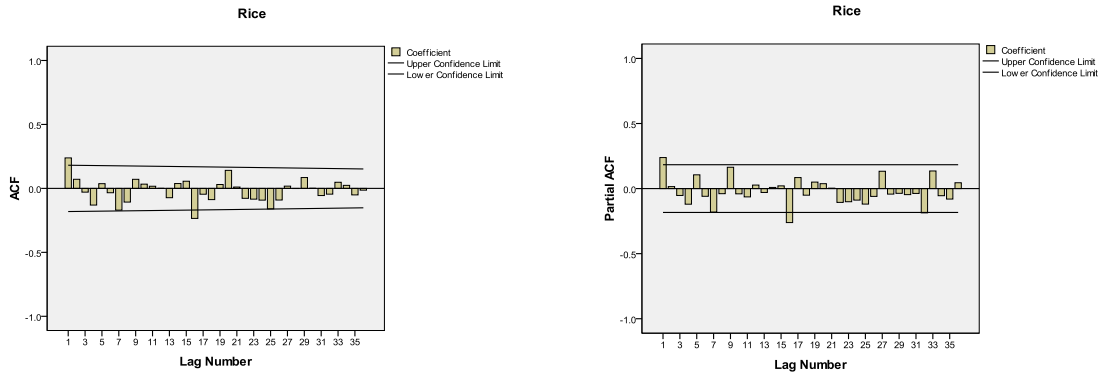


Figure 3. ACF and PACF of the first difference, $d = 1$, of the prices of paddy rice at 15% moisture content

Table 1. Estimate parameters, BIC, and Ljung-Box Q from the model ARIMA(p, d, q)

Estimated Parameter		ARIMA(p, d, q)			
		AR(1, 16) I(1) MA(1, 16)	AR(1) I(1) MA(1, 16)	AR(1) I(1) MA(1, 16) No Constant	I(1) MA(1, 16) No Constant
Constant	Estimated	15.340742	15.687181	-	-
	p-value	0.740	0.730	-	-
AR(1): ϕ_1	Estimated	0.089163	0.085541	0.085358	-
	p-value	0.724	0.721	0.720	-
AR(16): ϕ_{16}	Estimated	0.084211	-	-	-
	p-value	0.752	-	-	-
MA(1): θ_1	Estimated	-0.207920	-0.210179	-0.211222	-0.282014
	p-value	0.386	0.355	0.351	0.001
MA(16): θ_{16}	Estimated	0.383209	0.311450	0.310135	0.307567
	p-value	0.131	0.001	0.001	0.001
BIC		12.556	12.508	12.460	12.412
Ljung-Box Q (at lag 18)		14.955	14.946	14.940	14.564
p-value		0.381	0.455	0.456	0.557



ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบ

ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.560 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q at lag 18 = 26.811, p-value = 0.044) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์พบว่าความคลาดเคลื่อน

มีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 1.089, p-value = 0.186) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -1.833, p-value = 0.067) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.181, p-value = 0.857) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.253, p-value = 0.262) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 7,862.000088 + 19.160492(m) \quad (7)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m โดยที่ m = 1 ถึง 9 (เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 9 ค่า) α และ γ มีค่าเท่ากับ 0.999997 และ 0.000774 ตามลำดับ

ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.549 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 24.064, p-value = 0.064) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า

ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 1.139, p-value = 0.149) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -0.367, p-value = 0.714) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.200, p-value = 0.842) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.047, p-value = 0.411) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 7,861.891391 - 18.322547 \sum_{i=1}^m (0.290356)^i \quad (8)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m โดยที่ m = 1 ถึง 9 (เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 9 ค่า) α , γ และ ϕ มีค่าเท่ากับ 0.988282, 0.860302 และ 0.290356 ตามลำดับ

ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์รวม

จากการประมาณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ได้ตัวแบบพยากรณ์รวมดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.014690\hat{Y}_{1t} + 0.983969\hat{Y}_{2t} \quad (9)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์รวม ณ เวลา t \hat{Y}_{1t} และ \hat{Y}_{2t} แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ตามลำดับ

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 1.185, p-value = 0.120) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -0.367,

p-value = 0.714) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.446, p-value = 0.657) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.052, p-value = 0.407) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์รวมที่ได้มีความเหมาะสม



ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบอกรี-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของไฮลด์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการพยากรณ์รวม ในสมการที่ (6) ถึง (9) ตามลำดับ ได้ค่าพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15%

ของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2558 แสดงดัง Table 2 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าจริงกับค่าพยากรณ์ พบว่า วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด

Table 2. Prices of paddy rice at 15% moisture content and its forecasts (Baht/Ton), during January to September, 2015

Time	Prices of Paddy Rice at 15% Moisture Content	Forecasts of Prices of Paddy Rice at 15% Moisture Content			
		Box-Jenkins	Holt	Damped	Combined (Holt, Damped)
Jan 2015	7,895	8,072	7,881	7,857	7,846
Feb 2015	7,873	8,006	7,900	7,855	7,845
Mar 2015	7,723	8,050	7,919	7,855	7,845
Apr 2015	7,607	7,965	7,939	7,854	7,845
May 2015	7,674	7,862	7,958	7,854	7,845
Jun 2015	7,624	7,882	7,977	7,854	7,846
Jul 2015	8,029	7,879	7,996	7,854	7,846
Aug 2015	8,121	8,044	8,015	7,854	7,846
Sep 2015	7,614	7,978	8,034	7,854	7,847
	MAPE	2.9222	2.5540	2.1831	2.1709
	RMSE	246.4396	245.7539	190.0336	187.4757

ผลการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15%

จากการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ซึ่งพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้

วิธีการดังกล่าวในการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559 รายละเอียดแสดงดัง Table 3 และ Figure 4



Table 3. Forecasts of prices of paddy rice at 15% moisture content (Baht/Ton), during October, 2015 to December, 2016

Time	Forecasts	Time	Forecasts	Time	Forecasts
Oct 2015	7,847	Mar 2016	7,848	Aug 2016	7,850
Nov 2015	7,847	Apr 2016	7,848	Sep 2016	7,850
Dec 2015	7,847	May 2016	7,849	Oct 2016	7,850
Jan 2016	7,848	Jun 2016	7,849	Nov 2016	7,850
Feb 2016	7,848	Jul 2016	7,849	Dec 2016	7,851

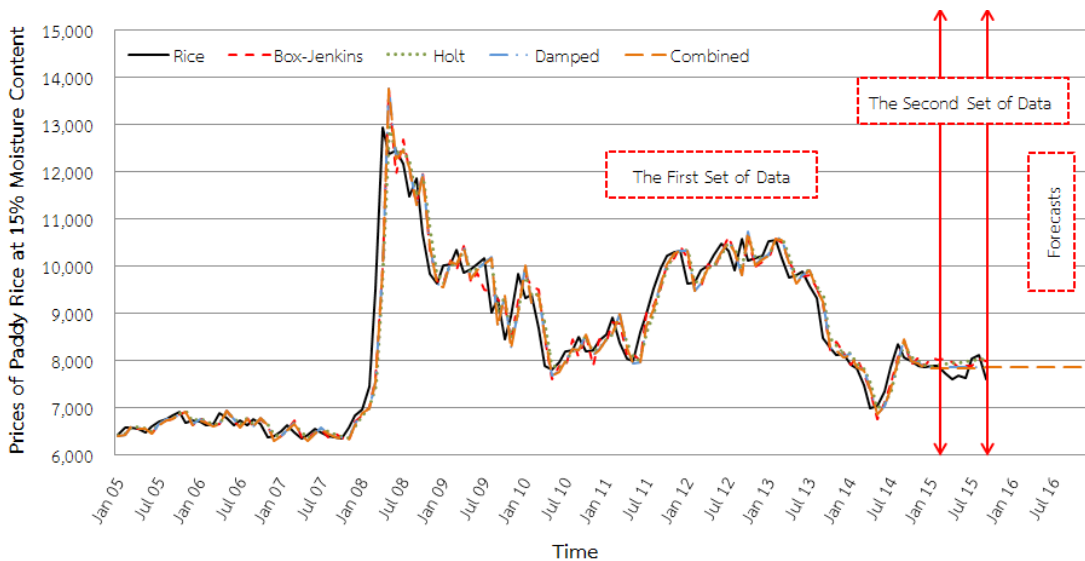


Figure 4. Comparison the prices of paddy rice at 15% moisture content and its forecasts

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือน มกราคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 129 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 จำนวน 120 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ

ไฮลด์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตร และวิธีการพยากรณ์รวม ชุดที่ 2 คือข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวน 9 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่าวิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของวรางคณา กิรติวิบูลย์ [1] ซึ่งตัวแบบพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% โดยวิธีการพยากรณ์รวมแสดงดังนี้



$$\hat{Y}_t = 0.014690\hat{Y}_{1t} + 0.983969\hat{Y}_{2t}$$

เมื่อ \hat{Y}_{1t} แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของไฮลด์ ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 7,862.000088 + 19.160492(m), m = 1 \text{ แทนเดือนมกราคม 2558}$$

\hat{Y}_{2t} แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 7,861.891391 - 18.322547 \sum_{i=1}^m (0.290356)^i, m = 1 \text{ แทนเดือนมกราคม 2558}$$

ผลการใช้ตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวในการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559 พบว่า ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% มีแนวโน้มค่อนข้างคงตัวอย่างไรก็ตาม ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% อาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเวลาเพียงปัจจัยเดียว ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย เช่น ขนาดพื้นที่ปลูกข้าว สถานที่ปลูกข้าว จำนวนปีที่ปลูกซ้ำประจำโรงสี และพันธุ์ข้าว เป็นต้น [3] รวมถึงควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ เช่น วิธีการแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา (Decomposition Method) [14] อีกทั้งเมื่อมีราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. วรจนา กิริติวิบูลย์. 2558. การพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.* 43(2): 309-323.
2. ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พันธุ์ข้าว (ข้าวพันธุ์รับรอง). [online] เข้าถึงได้จาก <http://kkn-rsc.ricethailand.go.th/rice/variety/>. 2558
3. วลัย จารุมาศย์ ทิพวรรณ ลิ้มงูร และปัญญา หมั่นเก็บ. 2557. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลตอบแทนของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการรับจำนำข้าวเปลือกจังหวัดสมุทรปราการ. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.* 32(2): 26-31.
4. วิบูลย์ เทเพนทร์. การวัดความชื้นเมล็ดพืช. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตร

วิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. [online] เข้าถึงได้จาก www.doa.go.th/aeri/files/research/vb_moisture_measure.pdf. 2558.

5. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (บาท/ตัน). [online] เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=9749. 2558.
6. ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. *การพยากรณ์เชิงปริมาณ*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
7. Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T. 1993. *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*. 3rd ed. California: Duxbury Press.
8. Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. 1994. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall.
9. วรจนา กิริติวิบูลย์. 2557. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางคอมปาวด์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.* 30(2): 41-56.
10. สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. *เทคนิคการพยากรณ์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
11. มุกดา แม้นมินทร์. 2549. *อนุกรมเวลาและการพยากรณ์*. กรุงเทพฯ: ไพร่พริ้นติง.
12. IBM Corporation. IBM SPSS Statistics Information Center. [online] available: <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spsstat/v20r0m0/index.jsp?>. 2015.
13. Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G. 2006. *Introduction to Linear Regression Analysis*. 4th ed. New York: Wiley.
14. วรจนา กิริติวิบูลย์ และเจี๊ยะอัฐพาน มาทีละ. 2554. ตัวแบบพยากรณ์ความเร็วลมตามแนวชายฝั่งจังหวัดสงขลา. *วารสารวิจัยพลังงาน.* 8(3): 63-72.

