



การสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย

จริยพรรณ พันธุ์สมตน์ และทิพย์วัลย์ เกตุอินทร์*

Construction of Model for Predicting Rice Prices in Thailand

Jariyaphan Phansomton and Thipwan Kate-intra*

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Department of Mathematics, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000

*Corresponding Author. E-mail: thipwank@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูลราคาข้าวหอมมะลิ 105 และข้อมูลราคาข้าวขาว 5% ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 ซึ่งเก็บรวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 84 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของข้าวหอมมะลิ 105 ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม และข้าวขาว 5% ได้แก่วิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์มีความเหมาะสมกับข้าวทั้งสองประเภท โดยมีตัวแบบที่เหมาะสมของการพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวขาว 5% คือ ARIMA(0,1,1) และ ARIMA(1,1,0) ตามลำดับ

$$\text{ข้าวหอมมะลิ 105} \quad \hat{Y}_t = Y_{t-1} + a_t + 0.344a_{t-1}$$

$$\text{ข้าวขาว 5\%} \quad \hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.282(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + a_t$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_{t-1} แทน ค่าจริงของปีก่อนหน้า ณ เวลา t

และ a_t แทน ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

คำสำคัญ: ตัวแบบการพยากรณ์ ราคาข้าวหอมมะลิ 105 ราคาข้าวขาว 5% วิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown วิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีการพยากรณ์รวม

Abstract

This research aims to study forecasting models for predicting the rice prices in Thailand. The data used consist price of jasmine rice 105 and price of white rice 5%. Collected from January, 2010 to December, 2017 (96 months). by Office of Agricultural Economics. The data set is divided into two categories, the first category contains 84 months, which are collected during January, 2010 to December, 2016. Price of jasmine rice 105 uses methods of Brown's linear exponential smoothing, Box-Jenkins method and a combination of Brown's linear exponential smoothing with Box-Jenkins. Price of white rice 5% uses global linear trend model, Box-Jenkins method and combined forecasts. The second category contains 12 months which are the data during January to December, 2017 are used for checking the prediction accuracy of the models by using mean absolute percentage error (MAPE). The results show that forecasting of rice prices in Thailand the all data was fit with Box-Jenkins method. The appropriate forecasting models for price of jasmine rice 105 and white rice 5% are ARIMA(0,1,1) and ARIMA(1,1,0) respectively. The models can be expressed as follows.



Price of jasmine rice 105: $\hat{Y}_t = Y_{t-1} + a_t + 0.344a_{t-1}$

Price of white rice 5%: $\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.282(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + a_t$

When \hat{Y}_t for the forecast at time t

Y_{t-1} for the actual value of the previous year at time t

and a_t for tolerance at time t.

Keywords: Forecasting model, Jasmine Rice 105, White Rice 5%, Brown's linear exponential smoothing, Global linear trend model, Box-Jenkins method, Combined forecasts

บทนำ

ข้าวในวิถีชีวิตของคนไทยนั้นผูกพันกันมาแต่โบราณ ทำนาปลูกข้าวกันโดยใช้วัวหรือควายในการไถนา และใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ คนไทยนั้นมุ่งปลูกข้าวเพื่อการบริโภค และเพื่อการแลกเปลี่ยนกับปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น เสื้อผ้า ยารักษาโรค หรืออาหารประเภทอื่น ๆ แต่ในปัจจุบันการทำนาข้าวเปลี่ยนวัตถุประสงค์ไปจากเดิม เพราะรายได้ส่วนใหญ่ของเกษตรกรนั้นได้มาจากการทำนาข้าวจึงมีการค้าขายกันมากขึ้น โดยการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการทำนามากขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เร็วขึ้นและให้ได้ปริมาณข้าวเพิ่มมากยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวคุณภาพดีที่สุดในโลกและได้รับความนิยมในการบริโภคมากที่สุด

ข้าวไทยที่ส่งออกสู่ตลาดโลกนั้นมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมการบริโภคข้าวของประเทศนั้น ๆ เช่น ข้าวหอมมะลิ จะส่งไปยังสหรัฐอเมริกาและยุโรป เป็นต้น โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งนับว่าเป็นผู้บริโภครายใหญ่ และมีการนำเข้าข้าวกว่า 6 แสนตันต่อปี และในปัจจุบัน ตลาดตะวันออกกลางเป็นอีกตลาดที่มีความต้องการบริโภคข้าวสูง โดยมีไทย เวียดนาม อินเดีย และปากีสถาน เป็นแหล่งนำเข้าสำคัญ โดยในแต่ละปีไทยส่งออกข้าวไปตะวันออกกลางเฉลี่ยประมาณ 1.22 ล้านตัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวหอมมะลิ ข้าวขาว 100% ข้าวขาว 5% และข้าวหนึ่ง

อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวของเกษตรกรประสบปัญหาความผันผวนของราคา ซึ่งจะเห็นได้จากการเคลื่อนไหวของราคาตามฤดูกาลในรูปแบบที่ชัดเจน คือ ผลผลิตข้าวส่วนใหญ่จะออกสู่ตลาดในช่วงการเก็บเกี่ยวข้าวระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ทำให้อุปทานในตลาดมีมาก ราคาข้าวจึงมีแนวโน้มลดลง เมื่อพ้นฤดูเก็บเกี่ยวข้าวไปแล้วระยะหนึ่งราคาข้าวจะค่อย ๆ ทยอยสูงขึ้นในเดือนต่อไป (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2554)

จากงานวิจัยการพยากรณ์ราคาข้าวที่เคยมีมานั้น ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาข้าวรายเดือนในประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวรายเดือนในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูลราคาข้าวหอมมะลิ 105 ราคาข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และราคาข้าวขาว 5% ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งศึกษาตัวแบบการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ผลการศึกษาพบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความเหมาะสมกับข้าวทุกประเภท (ศศิธร, 2558)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาตัวแบบเพื่อการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย เพื่อที่จะนำผลการศึกษาที่ได้จากการพยากรณ์มาเป็นแนวทางในการตัดสินใจสำหรับผู้ผลิตและผู้ส่งออก ในการวางแผนการผลิตและการส่งออกให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบในการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย



วิธีดำเนินการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลราคาข้าวในประเทศไทย ข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวขาว 5% ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

วิธีวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105 ได้แก่

1. วิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown (Brown's linear exponential smoothing)
2. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins method)
3. วิธีการพยากรณ์รวม (Combined forecasts)

วิธีการวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวขาว 5% ได้แก่

1. วิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว (Global linear trend model)
2. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins method)
3. วิธีการพยากรณ์รวม (Combined forecasts)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้แบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 84 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวิธีสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown (Brown's Linear Exponential Smoothing)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown มีดังนี้

1.1 การกำหนดค่าคงที่ในการทำให้เรียบ ค่าคงที่ในการทำให้เรียบ α มีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เลือก α ที่ให้ค่า SSE หรือ MAPE มีค่าน้อยที่สุด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

1.2 ประมวลค่าการปรับให้เรียบสองค่า คือ \hat{b}_{0t} และ \hat{b}_{1t} เมื่อ $t=0$ หาได้จาก $\hat{b}_{0t} = 2S_{1t} - S_{2t}$ และ

$$\hat{b}_{1t} = \frac{1-a}{a}(S_{1t} - S_{2t})$$

1.3 กำหนดค่าเริ่มต้น S_{10} และ S_{20} ดังนี้

$$S_{10} = \hat{b}_{00} - \left(\frac{a}{1-a}\right)\hat{b}_{10}$$

$$S_{20} = \hat{b}_{00} - \left(\frac{2a}{1-a}\right)\hat{b}_{10}$$

โดยที่ $\hat{b}_{00} = Z_1$ และ $\hat{b}_{10} = 0$

สูตรที่นิยมใช้กันมักจะมีอยู่ในรูปของค่าคงที่การทำให้เรียบ α ซึ่งมีค่าเท่ากับ $1 - \alpha$ เขียนสมการใหม่ได้ ดังนี้

$$\hat{b}_{1t} = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_{1t} - S_{2t})$$

โดยที่ $S_{1t} = \alpha Y_t + (1-\alpha)S_{1(t-1)}$

$$S_{2t} = \alpha S_{1t} + (1-\alpha)S_{2(t-1)}$$



เมื่อ α แทน ค่าคงที่การทำให้เรียบ
 \hat{b}_{0t} และ \hat{b}_{1t} แทน การประมาณค่าการปรับให้เรียบ เมื่อ $t = 0, 1, 2, 3, \dots$
 S_{1t} แทน การทำให้เรียบขั้นเดียว ณ เวลา t
 และ S_{2t} แทน การทำให้เรียบซ้ำสองครั้ง ณ เวลา t
 ค่าพยากรณ์ ℓ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t คือ

$$\hat{Y}_t(\ell) = (2 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ell) S_{1t} - (1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ell) S_{2t}$$

เมื่อ $\hat{Y}_t(\ell)$ แทน ค่าพยากรณ์ ℓ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t
 1.4 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยค่าสถิติ Q ที่ค่าระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05 (มุกดา, 2549).

2. วิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว (Global linear trend model)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว มีดังนี้

2.1 กำหนดให้
$$\hat{\alpha}_{0t} = \hat{\alpha}_{0(t-1)} + \square \hat{\alpha}_{0t}$$

$$\hat{\beta}_{1t} = \hat{\beta}_{1(t-1)} + \square \hat{\beta}_{1t}$$

2.2 การกำหนดค่าเริ่มต้นที่ $t = 0$; $\hat{\alpha}_{0t} = Y_t$, $\hat{\beta}_{1t} = 0$

$$\square \hat{\alpha}_{0t} = \frac{t(1-t^2)e_t}{6D_t} , \square \hat{\beta}_{1t} = \frac{t(t-1)e_t}{2D_t} , e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

เมื่อ $D_t = D_{t-1} + \frac{t(t-1)(2t-1)}{6}$, $D_1 = 0$

ค่าพยากรณ์ ℓ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t คือ

$$\hat{Y}_t(\ell) = \hat{\alpha}_{0t} + \hat{\beta}_{1t}(t + \ell)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t(\ell)$ แทน ค่าพยากรณ์ ℓ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_t แทน ค่าจริง ณ เวลา t
 $\hat{\alpha}_{0t}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าจริง ณ เวลา t
 $\hat{\beta}_{1t}$ แทน ความลาดชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
 $\Delta \hat{\alpha}_{0t}$ แทน ค่าประมาณค่าเฉลี่ยของค่าจริง ณ เวลา t
 และ $\Delta \hat{\beta}_{1t}$ แทน ค่าประมาณความลาดชันของแนวโน้ม ณ เวลา t (วิชิต, 2548)

3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins method)

รูปแบบทั่วไปของตัวแบบเชิงฤดูกาลผสม ARIMA คือ ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)_s$ โดยที่ s เป็นความกว้างของฤดูกาลหรือจำนวนหน่วยเวลาในแต่ละฤดูกาล ดังนั้นรูปแบบที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร \hat{Y}_t ในรูปของสัญลักษณ์ถอยกลับ ดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_P B^{Ps})(1 - B)^d (1 - B)^D \hat{Y}_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)(1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) a_t$$



เมื่อ	$(1-\phi_p B^p)$	แทน	การถดถอยด้วยตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล AR(p)
	$(1-\Phi_p B^S)$	แทน	การถดถอยด้วยตัวเองแบบมีฤดูกาล AR(P)
	$(1-B)^d$	แทน	อันดับของผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล
	$(1-B)^D$	แทน	อันดับของผลต่างแบบมีฤดูกาล
	$(1-\theta_q B^q)$	แทน	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาล MA(q)
	$(1-\Theta_Q B^S)$	แทน	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล MA(Q)
	Y_t	แทน	อนุกรมเวลา ณ เวลา t
	a_t	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

การประมาณค่าของพารามิเตอร์ของตัวแบบเป็นขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีอยู่ในตัวแบบอนุกรมเวลา สามารถทำได้ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีน่าจะเป็นสูงสุด อาจใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณซึ่งดำเนินการได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยค่าประมาณชุดใดทำให้ผลรวมค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดจะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในการพยากรณ์

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มีดังนี้

- 3.1 ตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลามีคุณสมบัติสเตชันนารีหรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟอนุกรมเวลา หรือพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ของข้อมูลอนุกรมเวลา ถ้าอนุกรมเวลามีคุณสมบัติไม่สเตชันนารี จะต้องทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลา อาจแปลงด้วยลอการิทึม หรือการแปลงด้วยรากที่สอง หรือการแปลงด้วยฟังก์ชันอื่นขึ้นอยู่กับข้อมูลอนุกรมเวลา ให้มีคุณสมบัติเป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ภายใต้สเตชันนารีก่อน
- 3.2 เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติสเตชันนารีแล้ว กำหนดตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณากราฟ ACF และ PACF ตัวใหม่
- 3.3 ประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ
- 3.4 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบว่าเหมาะสมหรือไม่ หากตัวแบบไม่เหมาะสม จะกลับไปทำตัวแบบอื่น ๆ จากข้อ 3.2 เลือกตัวแบบที่เหมาะสมอีกครั้งโดยอาศัยข้อมูลจากข้อ 3.1 และทำซ้ำข้อ 3.3 และ 3.4 อีกครั้ง จนกว่าจะได้ตัวแบบที่เหมาะสม
- 3.5 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยตัวแบบที่เหมาะสม (ทวิคักดี, 2560).

4. วิธีการพยากรณ์รวม (Combined forecasts)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการพยากรณ์รวม มีดังนี้

- 4.1 หาค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม 2 วิธี
- 4.2 กำหนดน้ำหนักที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์รวม เมื่อ $0 \leq \alpha \leq 1$ โดยทั่วไปค่าพยากรณ์รวมที่กำหนดในรูปนี้

$$\hat{Y}_{t+1,c} = \alpha \hat{Y}_{t+1,1} + (1-\alpha) \hat{Y}_{t+1,2}$$

เมื่อ α แทน น้ำหนักที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์รวม

$\hat{Y}_{t+1,1}$ แทน ค่าพยากรณ์เดี่ยวของวิธีที่ 1

และ $\hat{Y}_{t+1,2}$ แทน ค่าพยากรณ์เดี่ยวของวิธีที่ 2

- 4.3 เลือกน้ำหนักที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับทั้ง 3 วิธี (มุกดา, 2549).



5. การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบในการพยากรณ์

การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย เปรียบเทียบโดยนำวิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown วิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และการพยากรณ์รวม โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่น้อยที่สุดจะเป็นวิธีพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด (ทวิศักดิ์ ศิริพรไพบูลย์, 2560).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{Y_i} \right| \times 100}{n}$$

เมื่อ	Y_i	แทน	ค่าข้อมูลจริงชุดที่ i ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$
	e_i	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ชุดที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n$
และ	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลการศึกษา

การพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105

1.วิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown

การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ (α) และ (β) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติพบว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ α และ β เท่ากับ 0.719 เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมของพารามิเตอร์ พบว่าค่าสถิติทดสอบเท่ากับ 12.895 ให้ค่า p-value น้อยกว่า 0.001 นั่นคือ พารามิเตอร์ α และ β มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 แสดงว่าตัวแบบมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

ได้ตัวแบบ ดังนี้ $\hat{Y}_t(\ell) = (2 + \frac{0.719}{1-0.719})S_{1t} - (1 + \frac{0.719}{1-0.719})S_{2t}$

โดยที่ $S_{1t} = 0.719Y_t + (1-0.719)S_{1(t-1)}$

$S_{2t} = 0.719S_{1t} + (1-0.719)S_{2(t-1)}$

เมื่อ	$\hat{Y}_t(\ell)$	แทน	ค่าพยากรณ์ ℓ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t
	α	แทน	ค่าคงที่การทำให้เรียบ
	\hat{b}_{0t} และ \hat{b}_{1t}	แทน	การประมาณค่าการปรับให้เรียบ เมื่อ $t = 0, 1, 2, 3, \dots$
	S_{1t}	แทน	การทำให้เรียบชั้นเดียว ณ เวลา t
และ	S_{2t}	แทน	การทำให้เรียบซ้ำสองครั้ง ณ เวลา t

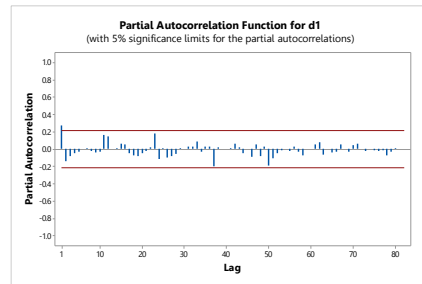
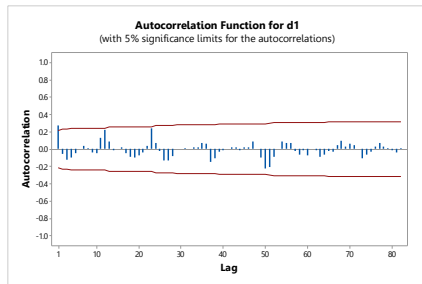
ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ พบว่า ค่าระดับแนวโน้มเท่ากับค่าแนวโน้ม ($\alpha = \beta$) จะเห็นว่าสถิติทดสอบ (Q) ค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.157 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ตัวแบบมีความเหมาะสม



2.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins method)

การตรวจสอบข้อมูล



รูปที่ 1 กราฟ ACF และPACF ของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผลต่างอันดับที่ 1

จากรูปที่ 1 พบว่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผลต่างอันดับที่ 1 ของราคาข้าวหอมมะลิ 105 มีการกระจายของข้อมูลคงที่ นั่นคือ อนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่

ตารางที่ 1 การกำหนดตัวแบบด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์สำหรับราคาข้าวหอมมะลิ 105

พารามิเตอร์	ตัวแบบที่กำหนด		
	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(0,1,1)	ARIMA(1,1,2)
AR(1)	ค่าประมาณ		0.981
(ϕ)	S.E.		0.214
	สถิติทดสอบ t		4.591
	p-value		<0.001
MA(1)	ค่าประมาณ	-0.344	0.659
(θ_1)	S.E.	0.113	0.275
	สถิติทดสอบ t	-3.054	2.396
	p-value	0.003	0.019
MA(2)	ค่าประมาณ		0.328
(θ_2)	S.E.		0.130
	สถิติทดสอบ t		2.519
	p-value		0.014
	MAPE	2.458	2.444
		2.444	2.448

จากค่าประมาณของพารามิเตอร์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ สำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าตัวแบบ ARIMA(1,1,0) ARIMA(0,1,1) และ ARIMA(1,1,2) ทั้ง 3 ตัว มีค่าพารามิเตอร์แตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เท่ากับ 2.458 2.444 และ 2.448 ตามลำดับ ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบ ARIMA(0,1,1) เพราะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งได้ตัวแบบดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + a_t + 0.344a_{t-1}$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_{t-1} แทน ค่าจริงของปีก่อนหน้า ณ เวลา t
 และ a_t แทน ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t



การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่า ทั้ง 3 ตัวแบบ ทดสอบสถิติทดสอบ Q มีค่า p-valueมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ สหสัมพันธ์ในตัว เท่ากับศูนย์ หรือตัวแบบมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

3.วิธีการพยากรณ์รวม (Combined forecasts)

จากการประมาณค่าถ่วงน้ำหนักที่ α อยู่ระหว่าง $(0 < \alpha < 1)$ ได้ค่าน้ำหนักที่น้อยที่สุดคือ $\alpha = 0.1$ โดย MAPE มีค่าเท่ากับ 2.823 ได้ตัวแบบ ดังนี้ $\hat{Y}_t = 0.1\hat{Y}_{1t} + 0.9\hat{Y}_{2t}$

เมื่อ \hat{Y}_{1t} และ \hat{Y}_{2t} แทน ค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตามลำดับ

4.ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ข้าวหอมมะลิ 105

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบเชิงเส้นแบบเอกซ์โปเนนเชียลของ Brown วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลส่วนที่ 2 คือ ราคาข้าวหอมมะลิ105 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 12 ค่า ได้ค่าพยากรณ์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

ตารางที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของราคาข้าวหอมมะลิ 105 (บาท/ตัน) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2560 และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ช่วงเวลา	ราคาข้าวหอมมะลิ 105	ราคาข้าวหอมมะลิ105 จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		Brown	บ็อกซ์-เจนกินส์	พยากรณ์รวม
ม.ค. 2560	9240	8980	9617	9044
ก.พ. 2560	9308	8924	9589	8991
มี.ค. 2560	9260	8868	9547	8936
เม.ย.2560	9092	8812	9491	8880
พ.ค. 2560	9137	8756	9421	8823
มิ.ย. 2560	9438	8700	9336	8764
ก.ค. 2560	10095	8644	9238	8703
ส.ค. 2560	10477	8588	9125	8642
ก.ย. 2560	11342	8532	8999	8579
ต.ค. 2560	11531	8476	8858	8514
พ.ย. 2560	11040	8421	8703	8449
ธ.ค. 2560	12303	8365	8535	8382
	MAPE	13.804	11.317	13.260

จากตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE น้อยที่สุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ตัวแบบราคาข้าวหอมมะลิ 105 ได้ตัวแบบดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + a_t + 0.344a_{t-1}$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_{t-1} แทน ค่าจริงของปีก่อนหน้า ณ เวลา t
 และ a_t แทน ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t



การพยากรณ์ราคาข้าวขาว 5%

1.วิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว (Global linear trend model)

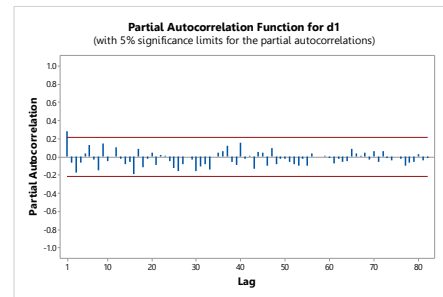
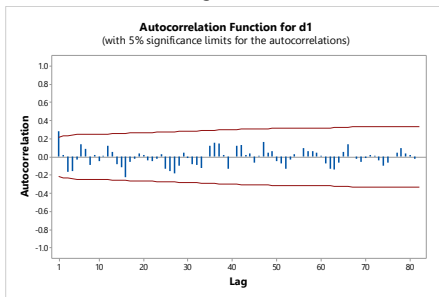
ทำการพยากรณ์ข้อมูลโดยใช้วิธีแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว โดยใช้ข้อมูลราคาข้าวขาว 5% ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ผลการศึกษาได้ค่า MAPE เท่ากับ 8.860 โดยกำหนดค่าเริ่มต้น $t=1$; $\hat{\alpha}_{01} = \hat{\alpha}_{00} = Y_1 = 9326$, $\hat{\beta}_{11} = \hat{\beta}_{10} = 0$ โดยมีตัวแบบ ดังนี้ เมื่อพยากรณ์ ณ เวลา $t=1$ คือ

$$\hat{Y}_1(1) = \hat{\alpha}_{01} + \hat{\beta}_{11}(1+1) = 9326+0(1+1) = 9326$$

- เมื่อ $\hat{Y}_t(\ell)$ แทน ค่าพยากรณ์ ℓ หน่วยเวลาล่วงหน้าที่พยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_t แทน ค่าจริง ณ เวลา t
 $\hat{\alpha}_{0t}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าจริง ณ เวลา t
 $\hat{\beta}_{1t}$ แทน ความลาดชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
 $\Delta\hat{\alpha}_{0t}$ แทน ค่าประมาณค่าเฉลี่ยของค่าจริง ณ เวลา t
 และ $\Delta\hat{\beta}_{1t}$ แทน ค่าประมาณความลาดชันของแนวโน้ม ณ เวลา t

2.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins method)

การตรวจสอบข้อมูล



รูปที่ 2 กราฟ ACF และPACF ของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผลต่างอันดับที่ 1

จากรูปที่ 2 พบว่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผลต่างอันดับที่ 1 ของราคาข้าวขาว5% มีการกระจายของข้อมูลคงที่ นั่นคือ อนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่

ตารางที่ 3 การกำหนดตัวแบบด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์สำหรับราคาข้าวขาว5%

พารามิเตอร์	ตัวแบบที่กำหนด	
	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(0,1,1)
AR(1)	ค่าประมาณ	0.282
(๔)	S.E.	0.107
	สถิติทดสอบ t	2.639
	p-value	0.010
MA(1)	ค่าประมาณ	-0.269
(๑)	S.E.	0.108
	สถิติทดสอบ t	-2.481
	p-value	0.015
	MAPE	2.761
		2.772



จากค่าประมาณของพารามิเตอร์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ สำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวขาว 5% พบว่าตัวแบบ ARIMA(1,1,0) และ ARIMA(0,1,1) ทั้ง 2 ตัว มีค่าพารามิเตอร์แตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 2.761 และ 2.772 ตามลำดับ ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบ ARIMA(1,1,0) เพราะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งได้ตัวแบบดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.282(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + a_t$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_{t-1} แทน ค่าจริงของปีก่อนหน้า ณ เวลา t
 และ a_t แทน ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่า ทั้ง 2 ตัวแบบ ทดสอบสถิติทดสอบ Q มีค่า p-value มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ สหสัมพันธ์ในตัว เท่ากับศูนย์ หรือตัวแบบมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

3.วิธีการพยากรณ์รวม (Combined forecasts)

จากการประมาณค่าถ่วงน้ำหนักที่ α อยู่ระหว่าง $(0 < \alpha < 1)$ ได้ค่าน้ำหนักที่น้อยที่สุดคือ $\alpha = 0.9$ โดย MAPE มีค่าเท่ากับ 4.148 ได้ตัวแบบพยากรณ์รวม ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.9\hat{Y}_{1t} + 0.1\hat{Y}_{2t}$$

เมื่อ \hat{Y}_{1t} และ \hat{Y}_{2t} แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตามลำดับ

4.ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ข้าวขาว 5%

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลส่วนที่ 2 คือ ราคาข้าวขาว 5% ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 12 ค่า ได้ค่าพยากรณ์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

ตารางที่ 4 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของราคาข้าวขาว 5% (บาท/ตัน) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2560 และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ช่วงเวลา	ราคาข้าวขาว 5%	ราคาข้าวขาว 5% จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		แนวโน้มเชิงเส้น	บ็อกซ์-เจนกินส์	พยากรณ์รวม
ม.ค. 2560	7517	7786	7336	7381
ก.พ. 2560	7358	7400	7352	7357
มี.ค. 2560	7478	7029	7353	7321
เม.ย. 2560	7551	6673	7349	7281
พ.ค. 2560	7664	6332	7344	7243
มิ.ย. 2560	8195	6005	7336	7203
ก.ค. 2560	8084	5690	7328	7164
ส.ค. 2560	7776	5388	7318	7125
ก.ย. 2560	7632	5098	7306	7085
ต.ค. 2560	7358	4818	7294	7046
พ.ย. 2560	8028	4550	7280	7007
ธ.ค. 2560	8223	4292	7265	6968
	MAPE	23.753	5.237	7.020



จากตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ราคาข้าวขาว 5% พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE น้อยที่สุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ตัวแบบราคาข้าวขาว 5% ได้ตัวแบบดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.282(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + a_t$$

เมื่อ	\hat{Y}_t	แทน	ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
	Y_{t-1}	แทน	ค่าจริงของปีก่อนหน้า ณ เวลา t
และ	a_t	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุด โดยตัวแบบที่เหมาะสม คือ ARIMA (0,1,1) ของข้าวหอมมะลิ 105 และตัวแบบ ARIMA (1,1,0) ของข้าวขาว 5% ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร (2558) ที่ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเพื่อการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ได้วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมเหมือนกัน แต่ตัวแบบที่ได้แตกต่างกัน เพราะมีจำนวนปีเพิ่มขึ้นถึงปัจจุบัน ทำให้รูปแบบของอนุกรมเวลาเปลี่ยน จึงทำให้รูปแบบของตัวแบบที่ได้แตกต่างกัน ในขณะที่งานวิจัยของ วรารัตนา (2557) ที่ทำการศึกษารูปแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ ซึ่งทำการเปรียบเทียบโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการพยากรณ์รวม พบว่าวิธีการพยากรณ์รวม เหมาะสมกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ ซึ่งแตกต่างกันเพราะข้อมูลเป็นมูลค่าการส่งออก และมีรูปแบบของอนุกรมเวลาที่แตกต่างกัน

สรุปผลการศึกษา

การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105 คือ ARIMA (0,1,1) แสดงตัวแบบได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + a_t + 0.344a_{t-1}$$

การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวขาว 5% คือ ARIMA (1,1,0) แสดงตัวแบบได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.282(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + a_t$$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักเศรษฐกิจการเกษตรที่เผยแพร่ข้อมูลให้ใช้ประกอบในการศึกษาครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- ทวีศักดิ์ ศิริพรไพบูลย์. (2560). *เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ*. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มุกดา แม้นมิตร. (2549). *อนุกรมเวลาและการพยากรณ์*. กรุงเทพฯ: โฟร์พรีนติ้ง.
- วรางคณา กิรติวิบูลย์. (2557). *ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ*. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 19 ฉบับที่ 1/2557.
- วิชิต หล่อจีระชุนท์กุล และจิราวัลย์ จิตรถเวช. (2548). *เทคนิคการพยากรณ์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- ศศิธร โกฎสืบ. (2558). *การสร้างตัวแบบเพื่อการพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2560). *ราคาข้าวครึ่งหลังปี2560*. สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม พ.ศ. 2561 จาก <https://www.kasikornresearch.com/InfoGraphic/Documents/2860.pdf>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). *ราคาสินค้าเกษตรรายเดือน*. สืบค้นเมื่อ 11 มกราคม พ.ศ. 2561 จาก <http://www.oae.go.th/>