

ตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออก  
แป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน

TIME SERIES MODEL FOR FORECASTING THE QUANTITY  
OF THAI GLUTINOUS RICE FLOUR EXPORTED TO CHINA

กัญลิน จิรัชชยุต

Kanyalin Jiratchayut

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน โดยใช้วิธีสถิติในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยเป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน เดือนมกราคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 การวิเคราะห์กราฟของข้อมูลนี้พบว่าลักษณะของอนุกรมเวลาไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลและมีลักษณะของค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นจึงสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีข้อมูลไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล โดยแบ่งข้อมูลอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลค่าที่ 1 ถึงข้อมูลค่าที่ 72 นำไปสร้างตัวแบบพยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบ MA(1) ที่ได้จากวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งตัวแบบนี้มีค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยกว่าตัวแบบของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ข้อมูลชุดที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูล 6 ค่าสุดท้ายได้นำมาใช้วัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน ผลที่ได้พบว่าตัวแบบ MA(1) นี้เป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีความสมเหตุสมผล

**คำสำคัญ:** บ็อกซ์และเจนกินส์ การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย การพยากรณ์ แป้งข้าวเหนียว อนุกรมเวลา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000  
Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Mueang District, Nakhon  
Ratchasima Province 30000

corresponding author e-mail: kanyalinn@gmail.com

Received: 27 December 2022; Revised: 28 March 2023; Accepted: 3 April 2023

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2023.11>

## Abstract

The objective of this research was to fit a forecasting model for the quantity of Thai glutinous rice flour exported to China. Statistical method used in this research was time series analysis and forecasting. The data used in this research were monthly data on the quantity of Thai glutinous rice flour exported to China from January 2016 through June 2022. The graph of time series data showed that these data had no seasonal pattern and their mean changed slowly. Therefore, the forecasting methods used in this research were the simple exponential smoothing technique and the nonseasonal Box-Jenkins method. Time series data were divided into two datasets. The first dataset was the first 72 observations which were used to fit the forecasting model. The results revealed that the MA(1) model derived from the Box-Jenkins method was the appropriate forecasting model. It had root mean square error less than the model derived from the simple exponential smoothing method. The second dataset was the last six observations used to evaluate the accuracy of the appropriate forecasting model using mean absolute percentage error. The result showed that the MA(1) model was the reasonable forecasting model.

**Keywords:** Box-Jenkins, Simple exponential smoothing, Forecasting, Glutinous rice flour, Time series

## บทนำ

อนุกรมเวลา (time series) เป็นชุดข้อมูลของค่าสังเกตตามลำดับเวลา โดยมีระยะห่างของช่วงเวลาเท่ากัน เช่น ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยในแต่ละเดือน มูลค่าการส่งออกสินค้าของไทยในแต่ละปี ราคาสินค้าในแต่ละวัน เป็นต้น อนุกรมเวลามีส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ แนวโน้ม (trend) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าอนุกรมเวลาในระยะยาวซึ่งอาจจะมีลักษณะที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง การแปรผันตามฤดูกาล (seasonal variation) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวเหมือนกันเป็นช่วงๆในแต่ละปี การแปรผันตามวัฏจักร (cyclical variation) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมเวลาในรูปแบบที่เป็นรอบในช่วงระยะยาวโดยที่แต่ละช่วงมีระยะเวลายาวนานมากกว่า 1 ปี ซึ่งส่วนใหญ่จะสอดคล้องกับวัฏจักรเศรษฐกิจ และส่วนประกอบไม่ปรกติ (irregular component) หมายถึงส่วนประกอบของอนุกรมเวลาที่ปรากฏในลักษณะการเคลื่อนไหวที่ไม่มีรูปแบบ โดยทั่วไปเป็นผลกระทบจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น แผ่นดินไหว หรือ สงคราม เป็นต้น อนุกรมเวลาแต่ละชุดอาจมีส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วน หรือเฉพาะบางส่วน

เทคนิคการพยากรณ์ (forecasting techniques) สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลามีหลายวิธี แต่ละวิธีจะใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์ของอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบแตกต่างกัน เช่น เทคนิคการปรับให้เรียบ (smoothing technique) เป็นวิธีพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลซึ่งอาจเป็นอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มหรือไม่มีแนวโน้ม วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins) สามารถใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลและอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันตามฤดูกาล เป็นต้น การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time series analysis) จะทำให้ทราบส่วนประกอบของอนุกรมเวลา และสามารถเลือกใช้เทคนิคการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับส่วนประกอบของอนุกรมเวลาของข้อมูลชุดนั้น การวิเคราะห์อนุกรมเวลาและการพยากรณ์ (time series analysis and forecasting) มีการนำไปใช้วิเคราะห์มูลค่าการส่งออกข้าว ราคาข้าวของไทย และการส่งออกสินค้าของไทยไปจีน ดังนั้นงานวิจัยของ Keerativibool (2014) ได้สร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' additive exponential smoothing method) และวิธีพยากรณ์รวม (combined forecasting method) โดยใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิแบบรายเดือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิมีส่วนประกอบของแนวโน้มเชิงเส้นและการแปรผันตามฤดูกาล และผลการวิจัยพบว่าวิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด งานวิจัยของ Kotasueb & Boonlha (2016) ได้สร้างตัวแบบเพื่อการพยากรณ์ราคาข้าวหอมมะลิ 105 โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (double exponential smoothing technique) และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลราคาข้าวหอมมะลิ 105 แบบรายเดือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอนุกรมเวลาราคาข้าวหอมมะลิมิแนวโน้มและไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล และผลการวิจัยพบว่าวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์เป็น ARIMA(1,1,2) งานวิจัยของ Rungjindarat & Thatsakaniwet (2019) ได้วิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิของไทย โดยใช้ข้อมูลรายไตรมาส ช่วงปี พ.ศ.2554-2560 วิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้ตัวแบบเชิงคูณ และวิเคราะห์แยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาด้วยวิธีแบบคลาสสิก (classical decomposition method) ผลการวิจัยพบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิของไทยมีแนวโน้มลดลงและมีการแปรผันตามฤดูกาลของการส่งออกข้าวหอมมะลิ งานวิจัยของ Moliphan & Banditvilai (2021) ได้ศึกษาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าจากไทยไปจีนโดยใช้วิธีแยกส่วนประกอบวิธีปรับให้เรียบและวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลแบบรายเดือน ผลการวิจัยพบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกสินค้าจากไทยไปจีนมีส่วนประกอบแนวโน้ม มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องสำหรับรูปแบบบวก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องสำหรับรูปแบบคูณ และผลการวิจัยพบว่าวิธีปรับให้เรียบแบบทริเปิ้ล (triple exponential smoothing) เป็นวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม จากงานวิจัย

ข้างต้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่น่ามาใช้ในการวิเคราะห์ของงานวิจัยแต่ละเรื่องจะมีผลการวิเคราะห์ ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแตกต่างกันและใช้วิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์แตกต่างกัน

แป้งข้าวเหนียวเป็นแป้งที่ทำมาจากเมล็ดข้าวเหนียว ส่วนมากใช้ในการทำขนม เช่น ขนมเทียน ขนมเข่ง บัวลอย ขนมต้ม เป็นต้น แป้งข้าวเหนียวเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวซึ่งเป็นหนึ่งในสินค้าส่งออกของไทยที่มีการขยายตัวของการส่งออกเพิ่มขึ้น ปี พ.ศ.2563 ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลก (Department of Trade Negotiations, 2020) ปี พ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2564 ประเทศไทยมีปริมาณและมูลค่าการส่งออกแป้งข้าวเหนียวไปประเทศจีนเป็นอันดับที่หนึ่งของตลาดส่งออกแป้งข้าวเหนียว (Ministry of Commerce, 2022A) และจากข้อมูลการส่งออกของประเทศไทยพบว่าประเทศจีนเป็นตลาดส่งออกสำคัญของไทย ในปี พ.ศ.2564 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกสินค้าไปประเทศจีน 1,173,761.62 ล้านบาท ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกสูงเป็นลำดับสองรองจากมูลค่าการส่งออกสินค้าไปประเทศสหรัฐอเมริกา (Ministry of Commerce, 2022A) งานวิจัยของ Moliphan & Banditvilai (2021) เป็นการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าไปจีนรวมทุกรายการสินค้า แต่ไม่ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์เฉพาะรายการสินค้าการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน และยังไม่มีงานวิจัยที่วิเคราะห์อนุกรมเวลาและสร้างตัวแบบพยากรณ์การส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทย ซึ่งช่วงปี พ.ศ.2559-2564 แป้งข้าวเหนียวของไทยเป็นสินค้าที่มีปริมาณและมูลค่าการส่งออกแป้งข้าวเหนียวไปประเทศจีนเป็นอันดับที่หนึ่งของตลาดส่งออกแป้งข้าวเหนียว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน โดยใช้วิธีสถิติในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ เพื่อจะได้ทราบส่วนประกอบของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวและสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งผลการวิจัยนี้จะ เป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการส่งออกแป้งข้าวเหนียวและเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการส่งออกสินค้าของไทย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการงานวิจัย

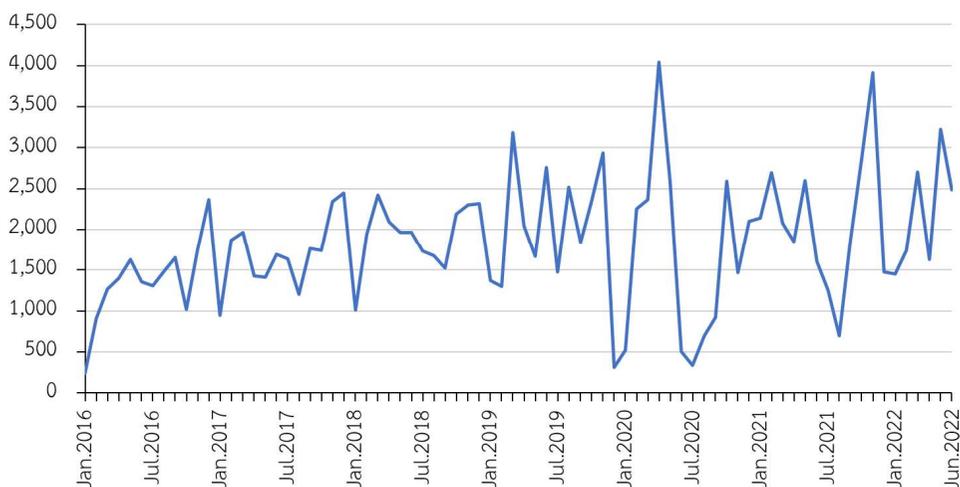
ข้อมูลที่น่ามาศึกษาเป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนในเดือนมกราคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 จำนวน 78 ค่า (หน่วยเป็นเมตริกตัน) ข้อมูลอนุกรมเวลานี้เป็นข้อมูลแบบทศนิยมที่สืบค้นจากเว็บไซต์ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (Ministry of Commerce, 2022B) สืบค้นจากรายการข้อมูลสินค้าส่งออกสำคัญของไทย (exports structure) ไปประเทศจีน ซึ่งรวบรวมข้อมูลโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร ข้อมูลที่น่ามาศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่มีความทันสมัย มีระยะเวลาใกล้เคียงปัจจุบันและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ และเป็นข้อมูลในช่วงเวลาที่แป้งข้าวเหนียวของไทย

เป็นสินค้าที่มีปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวไปประเทศจีนเป็นอันดับที่หนึ่งของตลาดส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทย

## 2. ขั้นตอนและวิธีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

### 2.1 วิเคราะห์กราฟข้อมูลอนุกรมเวลา

ขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ การวิเคราะห์ลักษณะกราฟของข้อมูล เพื่อจะพิจารณาส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแล้วจึงเลือกวิธีสถิติของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ควรนำมาใช้วิเคราะห์ต่อไป (Manmin, 2006; Brockwell & Devis, 2016; Hyndman & Athanasopoulos, 2022) เมื่อพิจารณารูปของอนุกรมเวลาข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน เดือนมกราคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 ดังภาพที่ 1 (Figure 1)



**Figure 1** The quantity of Thai glutinous rice flour exported to China from January 2016 through June 2022

จะเห็นได้ว่าลักษณะอนุกรมเวลาของข้อมูลนี้ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลและมีลักษณะของค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ ดังนั้นวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่สามารถนำมาใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลนี้ คือ วิธีทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (simple exponential smoothing) และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Manmin, 2006; Hyndman & Athanasopoulos, 2022)

### 2.2 การสร้างตัวแบบพยากรณ์

ให้  $z_t$  เป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน ณ เวลา  $t$  โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลรายเดือนของปี พ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2564 จำนวน 72 ค่า เป็นข้อมูลที่จะนำไปสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังนั้นข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูล  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_{n_1}$  เมื่อ  $n_1 = 72$  และข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนมิถุนายน

พ.ศ.2565 จำนวน 6 ค่า เป็นข้อมูลที่จะใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ดังนั้น ข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูล  $z_{n_1+1}, z_{n_1+2}, \dots, z_{n_1+n_2}$  เมื่อ  $n_2 = 6$  การแบ่งอนุกรมเวลาเป็นข้อมูล 2 ชุดนี้มีความเหมาะสมตามหลักการสร้างตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลา (Hyndman & Athanasopoulos, 2022) ข้อมูลชุดที่ 1 ที่นำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์จะเป็นข้อมูลส่วนใหญ่ซึ่งจะมีจำนวนมากกว่าข้อมูลชุดที่ 2 เนื่องจากอนุกรมเวลาชุดนี้ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลในแต่ละปี ดังนั้นจึงแบ่งข้อมูลชุดที่ 2 เป็นจำนวน 6 ค่า สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 6 ค่านี้นับเป็นจำนวนที่เพียงพอสำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ในระยะสั้น

นำข้อมูลชุดที่ 1 สร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 2.3 วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย

วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายเป็นวิธีที่ใช้หาตัวแบบพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลมีค่าเฉลี่ยคงที่หรือค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ วิธีนี้จะให้น้ำหนักค่าปัจจุบันให้มากกว่าน้ำหนักของค่าที่ห่างไกลไปในอดีต (Manmin, 2006; Hyndman & Athanasopoulos, 2022) วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายมีสมการที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์ที่  $h$  หน่วยเวลาล่วงหน้าดังนี้

$$\hat{z}_n(h) = \alpha z_n + (1-\alpha)\hat{z}_n \quad (1)$$

เมื่อ  $z_n$  เป็นค่าของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $n_1$   
 $\hat{z}_n$  เป็นค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $n_1$   
 $\hat{z}_n(h)$  เป็นค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $n_1 + h$   
 และ  $\alpha$  เป็นค่าคงที่ในการทำให้เรียบ

และจะได้ 
$$\hat{z}_n(h) = \hat{z}_{n+h} = \hat{z}_n(1) \text{ ทุกค่า } h \quad (2)$$

### 2.4 วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยแนวคิดว่าอนุกรมเวลาที่พิจารณาอาจอธิบายได้ด้วยตัวแบบสโตแคสติก (stochastic model) ที่มีลักษณะของสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (partial autocorrelation) แตกต่างกันไปเมื่อตัวแบบแตกต่างกัน (Manmin, 2006)

ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์จะต้องมีคุณสมบัติเป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ (stationary time series) นั่นคือมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่และฟังก์ชัน

สหสัมพันธ์ในตัวเองไม่ขึ้นกับเวลา ดังนั้นขั้นตอนแรกของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์จะต้องนำข้อมูลมาตรวจสอบคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่ แล้วจึงเลือกตัวแบบการพยากรณ์โดยพิจารณาจากลักษณะของสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแบบพยากรณ์วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล

## 2.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกตัวแบบพยากรณ์

การเลือกตัวแบบพยากรณ์จะพิจารณาจากวิธีพยากรณ์ที่ให้ตัวแบบที่มีค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean square error: RMSE) น้อยที่สุด โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 ในการเลือกตัวแบบพยากรณ์ และสูตรคำนวณเป็นดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_1} \sum_{t=1}^{n_1} e_t^2} \quad (3)$$

โดยที่  $e_t = z_t - \hat{z}_t$  เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t = 1, 2, 3, \dots, n_1$   
 $z_t$  เป็นค่าของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t = 1, 2, 3, \dots, n_1$   
 และ  $\hat{z}_t$  เป็นค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t = 1, 2, 3, \dots, n_1$

เมื่อเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า RMSE น้อยที่สุดได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ โดยตรวจสอบคุณสมบัติของผลต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าพยากรณ์หรือส่วนเหลือ (residual) จะต้องไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวนคงที่ (Manmin, 2006)

## 2.6 การวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้วจะวัดความแม่นยำของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 2 และวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน (mean absolute percent error: MAPE) ดังนี้

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{z_{n_1+t} - \hat{z}_{n_1+t}}{z_{n_1+t}} \right| \quad (4)$$

โดยที่  $z_t$  เป็นค่าของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t = 1, 2, 3, \dots, n_2$   
 และ  $\hat{z}_t$  เป็นค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t = 1, 2, 3, \dots, n_2$

## ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แบ่งข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ใช้สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 จำนวน 72 ค่า ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูลชุดนี้แสดงในตารางที่ 1

(Table 1) ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีการแจกแจงปกติ มีความแปรปรวนคงที่ และมีคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**Table 1** Properties of time series data

Test	Null Hypothesis	Statistic	p-value
Anderson-Darling	The data come from a normal distribution.	0.299	0.574
Bartlett	The data have a constant variance.	1.420	0.841
Augmented Dickey-Fuller	Time series is not stationary.	-6.158	0.000

**ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย**

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายได้ประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ค่าพารามิเตอร์ของค่าคงที่ในการทำให้เรียบ  $\alpha = 0.042$  เมื่อ  $s_0 = 1,663.194$  และได้ค่าพยากรณ์เดือนธันวาคม พ.ศ.2564 คือ  $\hat{z}_{72} = 1924.554$  เมตริกตัน เนื่องจากข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนของเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ที่สืบค้นได้จาก Ministry of Commerce (2022B) คือ  $z_{72} = 1,477$  เมตริกตัน ดังนั้นจากสมการที่ (1) จะได้สมการพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายที่  $h$  หน่วยเวลาล่วงหน้า คือ

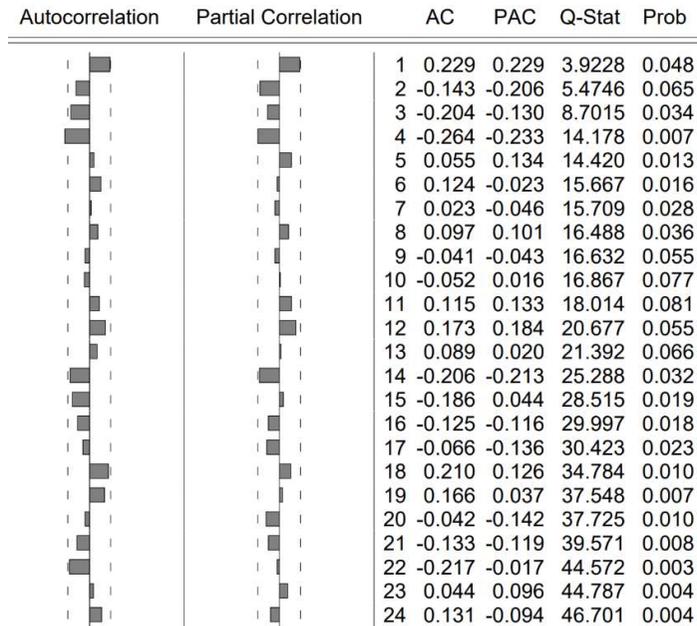
$$\hat{z}_{72}(h) = (0.042)z_{72} + (1 - 0.042)\hat{z}_{72} \tag{5}$$

$$\hat{z}_{72}(h) = (0.042)(1,477) + (1 - 0.042)(1,924.554) = 1,905.757 \tag{6}$$

ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายมีค่า RMSE = 751.225 และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์โดยวิเคราะห์ส่วนเหลือซึ่งเป็นผลต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าพยากรณ์ ผลการวิเคราะห์ส่วนเหลือดังตารางที่ 2 (Table 2) พบว่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนคงที่

**Table 2** Evaluation the simple exponential smoothing model

Test	Null Hypothesis	Statistic	p-value
Anderson-Darling	Residuals have normal distribution.	0.490	0.214
t	Mean of residuals is zero.	0.905	0.368
Bartlett	Residuals have a constant variance.	2.935	0.569
Q statistic (lag 24)	Residuals are independent.	46.701	0.004



**Figure 2** The sample autocorrelation and partial autocorrelation functions of the residuals where the forecasting model fitted by the simple exponential smoothing technique

แต่เมื่อพิจารณาสหสัมพันธ์ในตัวเองของส่วนเหลือ 24 ค่า ดังภาพที่ 2 (Figure 2) จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่ lag 3 มีอนุกรมเวลาของส่วนเหลือหลายค่าที่มีสหสัมพันธ์ในตัวเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $p < 0.05$ ) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายไม่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้

**ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์**

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของข้อมูลจากตารางที่ 1 (Table 1) พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นสามารถนำข้อมูลชุดนี้มาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ได้ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ จะเลือกตัวแบบพยากรณ์โดยพิจารณาจากลักษณะของสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแบบพยากรณ์วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีที่อนุกรมเวลาไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล โดยใช้ตัวแบบ ARMA(p,q) (autoregressive moving average of order (p,q): ARMA(p,q) ซึ่งเป็นตัวแบบผสมของกระบวนการ AR(p) (autoregressive process of order p: AR(p)) และกระบวนการ MA(q) (moving average process of order q: MA(q)) ตัวแบบ ARMA(p,q) เป็นตัวแบบที่แสดงว่าค่าสังเกตในปัจจุบันเป็นทั้งฟังก์ชันของค่าสังเกตในอดีต p หน่วยเวลาย้อนหลัง และตัว

แปรสุ่มอิสระทั้งในปัจจุบันและย้อนหลังไปในอดีต  $q$  หน่วยเวลา (Manmin, 2006) โดยมีตัวแบบทั่วไปของ ARMA(p,q) ดังสมการที่ (7)

$$z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + \dots + \phi_p(z_{t-p} - \mu) + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (7)$$

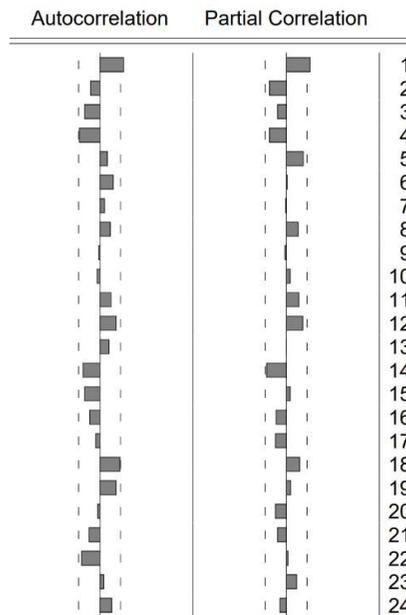
เมื่อ  $z_t$  เป็นค่าของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$\mu$  เป็นค่าคาดหวัง (expected value) ของ  $z_t$

$\phi_1, \dots, \phi_p$  เป็นพารามิเตอร์ของกระบวนการ AR(p)

$\theta_1, \dots, \theta_q$  เป็นพารามิเตอร์ของกระบวนการ MA(q)

และ  $a_t$  เป็นตัวแปรสุ่มอิสระที่มีการแจกแจงเหมือนกันทุกเวลา  $t$  (independently and identically distributed) โดยที่  $a_t$  มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น  $\sigma_a^2$



**Figure 3** The sample autocorrelation and partial autocorrelation functions for time series data  $z_t$

เมื่อพิจารณารูปของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของตัวอย่าง (sample autocorrelation function: SACF) และสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของตัวอย่าง (sample partial autocorrelation function: SPACF) ของอนุกรมเวลา  $z_t$  ดังภาพที่ 3 (Figure 3) จะเห็นได้ว่าลักษณะของ SACF และ SPACF ที่ lag 1 มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งเป็นลักษณะคล้ายตัวแบบ ARMA(1,1) ดังนั้นจึงกำหนดตัวแบบเป็น ARMA(1,1) และได้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติของตัวแบบ ARMA(1,1) ดังตารางที่ 3 (Table 3) ซึ่งในการตรวจสอบสมมติฐานว่าตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์เป็นศูนย์หรือไม่ โดยใช้ระดับ

นัยสำคัญ 0.05 ผลที่ได้พบว่าพารามิเตอร์ของ AR(1) ไม่ควรอยู่ในตัวแบบ ( $p > 0.05$ ) จึงได้กำหนดตัวแบบใหม่เป็น ARMA(0,1)

**Table 3** Parameters estimation and statistics of ARMA(1,1) process

Variable	Coefficient	Standard Error	t-Statistic	p-value
Constant	1782.424	111.105	16.043	0.000
AR(1)	-0.347	0.222	-1.552	0.125
MA(1)	0.699	0.178	3.929	0.000

ตัวแบบ ARMA(0,1) มีค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าสถิติดังตารางที่ 4 (Table 4) และการตรวจสอบสมมติฐานว่าตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์เป็นศูนย์หรือไม่ ผลที่ได้พบว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของค่าคงที่และตัวประมาณค่าของ MA(1) ไม่เป็นศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $p < 0.05$ ) และตัวแบบ ARMA(0,1) มีค่าความคลาดเคลื่อน RMSE = 710.346

**Table 4** Parameters estimation and statistics of ARMA(0,1) process

Variable	Coefficient	Standard Error	t-Statistic	p-value
Constant	1779.879	115.699	15.384	0.000
MA(1)	0.383	0.132	2.910	0.005

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ ARMA(0,1) โดยใช้การวิเคราะห์ส่วนเหลือ ได้ผลแสดงในตารางที่ 5 (Table 5) ผลการวิเคราะห์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนคงที่ ( $p > 0.05$ )

**Table 5** Evaluation the ARMA(0,1) process

Test	Null Hypothesis	Statistic	p-value
Anderson-Darling	Residuals have normal distribution.	0.279	0.638
t	Mean of residuals is zero.	0.066	0.948
Bartlett	Residuals have a constant variance.	0.332	0.988
Q statistic (lag 24)	Residuals are independent.	31.953	0.101

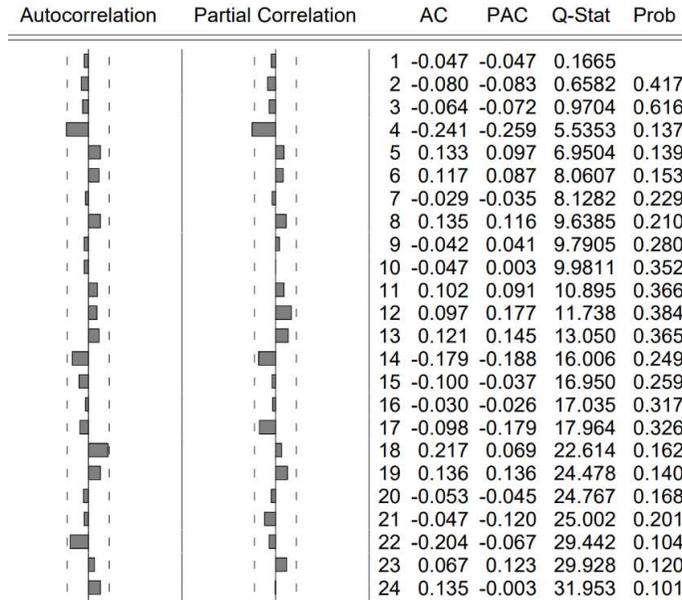


Figure 4 The sample autocorrelation and partial autocorrelation functions of the residuals where the forecasting model fitted by ARMA(0,1) process

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในตัวเองของส่วนเหลือ 24 ค่า ดังภาพที่ 4 (Figure 4) ผลที่ได้พบว่าอนุกรมเวลาของส่วนเหลือไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ( $p > 0.05$ ) ทั้ง 24 ค่า ดังนั้นตัวแบบ ARMA(0,1) เป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน โดยมีกราฟแสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARMA(0,1) ดังภาพที่ 5 (Figure 5)

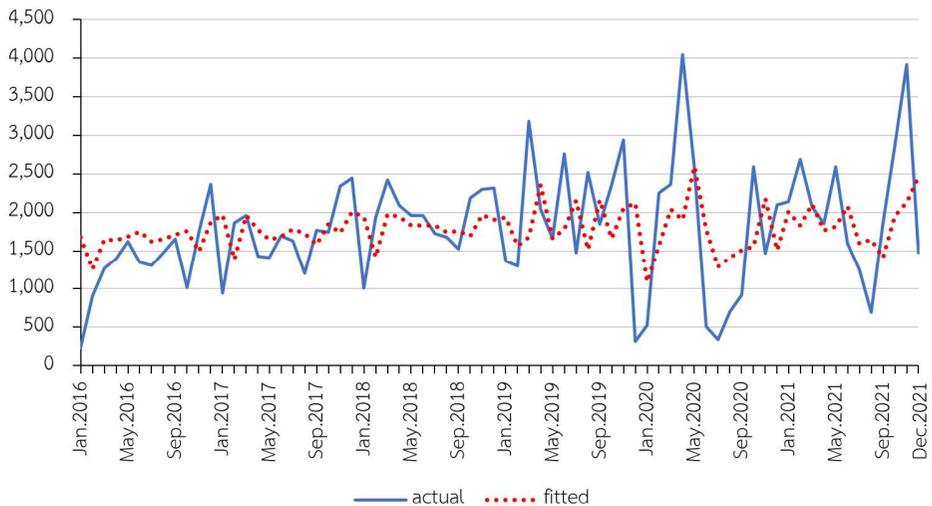


Figure 5 Plot of actual data and fitted values in 2016 through 2021

จากตัวแบบทั่วไปของ ARMA(p,q) ในสมการที่ (7) จะเขียนตัวแบบทั่วไปของ ARMA(0,1) หรือเรียกว่าตัวแบบ MA(1) ได้ดังนี้

$$z_t = \mu + a_t - \theta a_{t-1} \quad (8)$$

และมีตัวแบบการประมาณค่าพยากรณ์เป็น

$$\hat{z}_{n_1}(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta} \hat{a}_{n_1} \quad \text{และ} \quad \hat{z}_{n_1}(h) = \hat{\mu} \quad \text{เมื่อหน่วยเวลา } h > 1 \quad (9)$$

เมื่อ  $\hat{z}_{n_1}(1)$  เป็นค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $n_1 + 1$

$\hat{z}_{n_1}(h)$  เป็นค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $n_1 + h$

$\hat{\mu}$  เป็นตัวประมาณค่าของค่าคาดหวังของ  $z_t$  โดยที่  $\hat{\mu}$  จะมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของ MA(1)

$\hat{\theta}$  เป็นตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ของกระบวนการ MA(1)

และ  $\hat{a}_{n_1}$  เป็นตัวประมาณค่าของตัวแปรสุ่มอิสระ  $a_t$  ณ เวลา  $t = n_1$  โดยที่  $\hat{a}_{n_1} = z_{n_1} - \hat{z}_{n_1}$  ซึ่งหมายถึงค่าส่วนเหลือ ณ เวลา  $n_1$

จากสมการที่ (9) จะเห็นได้ว่าถ้าพยากรณ์โดยใช้กระบวนการ MA(1) จะได้ค่าพยากรณ์เท่ากับค่าเฉลี่ยของกระบวนการเมื่อหน่วยเวลาที่พยากรณ์นั้นอยู่ห่างจากหน่วยเวลา  $n_1$  ตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไป (Manmin, 2006)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้จะได้ค่าประมาณของค่าพยากรณ์หนึ่งหน่วยเวลาล่วงหน้าด้วยตัวแบบ MA(1) สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน คือ

$$\hat{z}_{72}(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta} \hat{a}_{72} = 1,779.879 - (0.383)(-987.753) = 2,158.584 \quad (10)$$

$$\text{และ} \quad \hat{z}_{72}(h) = 1,779.879 \quad \text{เมื่อหน่วยเวลาล่วงหน้า } h > 1 \quad (11)$$

#### ผลการวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

การวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ MA(1) ซึ่งเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีสมการพยากรณ์ดังสมการที่ (10) และ (11) โดยนำค่าพยากรณ์  $\hat{z}_t$  ไปเปรียบเทียบกับความแม่นยำของการพยากรณ์กับข้อมูล  $z_t$  ชุดที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน เดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 ค่าของ  $\hat{z}_t$  และ  $z_t$  แสดงในตารางที่ 6 (Table 6) และวัดค่าความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนโดยใช้สมการที่ (4) ได้ค่า MAPE = 27.964% และแปลผลค่า MAPE ตามเกณฑ์ของ Lewis (1982) (as cited in Klimberg et al., 2010) ซึ่งแปลผลได้ว่าตัวแบบพยากรณ์นี้เป็นการพยากรณ์ที่สมเหตุสมผล

**Table 6** Forecasts of the next six observations using the ARMA(0,1) model and real data

$t$	$\hat{z}_t$	$z_t$
73 (January 2022)	2,158.584	1,453
74 (February 2022)	1,779.879	1,738
75 (March 2022)	1,779.879	2,702
76 (April 2022)	1,779.879	1,623
77 (May 2022)	1,779.879	3,219
78 (June 2022)	1,779.879	2,485

### อภิปรายผล

จากการพิจารณารูปอนุกรมเวลาของข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 1 (Figure 1) จะเห็นได้ว่า ลักษณะอนุกรมเวลาของข้อมูลนี้ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลและมีลักษณะของค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปอย่างช้าๆ ดังนั้นวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่สามารถนำมาใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์ข้อมูลนี้ คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีข้อมูลไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล ซึ่งวิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ ดังนี้ งานวิจัยของ Keerativibool (2014) พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิมีแนวโน้มเชิงเส้นและการแปรผันตามฤดูกาลจึงสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีข้อมูลมีการแปรผันตามฤดูกาล วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกและวิธีพยากรณ์รวม งานวิจัยของ Kotasueb & Boonlha (2016) พบว่าอนุกรมเวลาของราคาข้าวหอมมะลิ 105 มีแนวโน้มเชิงเส้นและไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลจึงสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งและวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์เป็น ARIMA(1,1,2) งานวิจัยของ Rungjindarat & Thatsakanivet (2019) พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิของไทยมีแนวโน้มและการแปรผันตามฤดูกาล วิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบเชิงคูณและวิเคราะห์แยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาด้วยวิธีแบบคลาสสิก และงานวิจัยของ Moliphan & Banditvilai (2021) พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกสินค้าไปจีนรวมทุกรายการสินค้ามีแนวโน้มและฤดูกาล จึงใช้วิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winter's exponential smoothing) วิธีปรับให้เรียบแบบทริปเปิ้ลและวิธีของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีข้อมูลมีการแปรผันตามฤดูกาล จะเห็นได้ว่าวิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยแต่ละเรื่องแตกต่างกันเนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้วิเคราะห์แตกต่างกันและมีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแตกต่างกับงานวิจัยนี้

จากผลของงานวิจัยนี้ได้ผลการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายพบว่าอนุกรมเวลาของส่วนเหลือมีสหสัมพันธ์ในตัวเองอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนมี

สหสัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงควรสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งผลของงานวิจัยนี้สอดคล้องกับ Manmin (2006) และ Hyndman & Athanasopoulos (2022) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง

### สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน โดยใช้วิธีสถิติในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน เดือนมกราคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 จำนวน 78 ค่า (หน่วยเป็นเมตริกตัน) สืบค้นจากเว็บไซต์ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (Ministry of Commerce, 2022B) การวิเคราะห์กราฟอนุกรมเวลาของข้อมูลชุดนี้พบว่าลักษณะของข้อมูลไม่มีการแปรผันตามฤดูกาลและมีลักษณะของค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่สามารถนำมาใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์กรณีข้อมูลไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล การวิเคราะห์ข้อมูลได้แบ่งข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นข้อมูลรายเดือนของปี พ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2564 จำนวน 72 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 จำนวน 6 ค่า ใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูลชุดที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าข้อมูลนี้มีการแจกแจงปกติ มีความแปรปรวนคงที่ และมีคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่อย่างมีนัยสำคัญ ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์พบว่าวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ได้ตัวแบบ ARMA(0,1) หรือเรียกว่าตัวแบบ MA(1) เป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยมีค่า RMSE น้อยกว่าตัวแบบของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ MA(1) พบว่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนคงที่ และอนุกรมเวลาของส่วนเหลือไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเองที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นตัวแบบ MA(1) เป็นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน การวัดความแม่นยำของตัวแบบ MA(1) โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 2 ได้ค่า MAPE = 27.964% ซึ่งการแปลผลตามเกณฑ์ของ Lewis (1982) (as cited in Klimberg et al., 2010) จะได้ว่าตัวแบบพยากรณ์นี้เป็นพยากรณ์ที่มีความสมเหตุสมผล จึงสรุปได้ว่าตัวแบบอนุกรมเวลา MA(1) ซึ่งมีสมการพยากรณ์เป็น  $\hat{z}_{72}(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta}\hat{a}_{72} = 2,158.584$  และ  $\hat{z}_{72}(h) = 1,779.879$  เมื่อหน่วยเวลาล่วงหน้า  $h > 1$  เป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลรายเดือนของปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน

ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบตามหลักการทางสถิติศาสตร์ จึงเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนได้ ข้อแนะนำในการนำตัวแบบพยากรณ์เชิงสถิติไปใช้ในการพยากรณ์นั้นควรทำการปรับค่าพยากรณ์ในอนาคตเมื่อทราบข้อมูลการส่งออกของเดือนใหม่เพิ่มขึ้น นั่นคือสมการพยากรณ์และจุดที่ทำการพยากรณ์จะเปลี่ยนไปเป็นเดือนที่มีค่าปัจจุบันเสมอ นอกจากนี้เมื่อพยากรณ์ไปช่วงเวลาหนึ่งแล้วควรตรวจสอบว่าตัวแบบและค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ (Manmin, 2006)

บทความวิจัยเรื่องตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนนี้ มีความทันสมัยกับสถานการณ์ปัจจุบันของส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีน ดังข้อมูลที่สำคัญงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์ ได้วิเคราะห์สินค้าไทยในตลาดประเทศจีน และได้เผยแพร่เมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2566 ว่าในปี พ.ศ.2565 รายการสินค้าที่ไทยเป็นผู้นำเข้าในตลาดประเทศจีน 3 อันดับแรก ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว มีส่วนแบ่งตลาด 99% ข้าวโพดหวานกระป๋องและแปรรูป มีส่วนแบ่งตลาด 79% และขนมปังกรอบ มีส่วนแบ่งตลาด 73% ซึ่งจะเห็นได้ว่าแป้งข้าวเหนียวเป็นสินค้าที่มีขีดความสามารถในการแข่งขันสูงมาก (Mgroline, 2023)

ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์โดยตรงต่อผู้ประกอบการและอุตสาหกรรมการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยและเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการส่งออกสินค้าของไทย ผลของงานวิจัยนี้พบว่าลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล ซึ่งหมายถึงอนุกรมเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวเหมือนกันเป็นช่วงๆในแต่ละปี นั่นคือปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไม่ขึ้นกับฤดูกาลหรือเทศกาลในช่วงเดือนใดเดือนหนึ่ง สามารถส่งออกได้อย่างต่อเนื่องทุกเดือนตลอดทั้งปี ซึ่งผลวิจัยทำให้ทราบว่าสามารถจัดกิจกรรมส่งเสริมการส่งออกแป้งข้าวเหนียวของไทยไปประเทศจีนได้ทุกเดือน

นอกจากสินค้าแป้งข้าวเหนียวแล้วประเทศไทยมีสินค้าส่งออกที่สำคัญหลายรายการที่ยังไม่มีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์อนุกรมเวลาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ แนวทางการทำวิจัยเรื่องต่อไปจึงควรมีการศึกษาอนุกรมเวลาของข้อมูลการส่งออกสินค้าชนิดอื่นๆ ซึ่งจะช่วยให้ทราบส่วนประกอบของอนุกรมเวลาและตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของสินค้าแต่ละชนิด และนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการส่งออกสินค้านั้นได้

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ในการให้สืบค้นข้อมูลการส่งออกสินค้าของประเทศไทย และขอขอบคุณสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

- Brockwell PJ, Davis RA. Introduction to time series and forecasting, 3<sup>rd</sup> ed. Switzerland: Springer; 2016.
- Department of Trade Negotiations. News, 2020. Available at: <https://dtn.go.th/th/home>. Accessed June 15, 2022.
- Hyndman RJ, Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and practice, 3<sup>rd</sup> ed. Available at: <https://otexts.com/fpp3/>. Accessed August 21, 2022.
- Keeratibool K. Forecasting model for the export value of Thai jasmine rice. Burapha Science Journal 2014;19(1):78-90.
- Klimberg RK, Sillup GP, Boyle KJ, Tava V. Forecasting performance measures—what are their practical meaning?. In Lawrence KD, Klimberg RK. (Eds.), Advances in Business and Management Forecasting, vol. 7. United Kingdom: Emerald; 2010: 137-147.
- Kotasueb S, Boonlha K. Construction of model for the price of Thai jasmine rice 105. Science and Technology Nakhon Sawan Rajaphat University Journal 2016;8(8):49-60.
- Lewis CD. Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting. Boston: Butterworth Scientific; 1982.
- Manmin M. Time series and forecasting. Bangkok: Four-printing; 2006.
- Mgronline. Thai glutinous rice flour takes 99% of market share in China. Available at: <https://mgronline.com/business/detail/9660000022359>. Accessed March 19, 2023.
- Ministry of Commerce. Principal exports by destination. Available at: <https://tradereport.moc.go.th/TradeEng.aspx>. Accessed July 7, 2022A.
- Ministry of Commerce. Exports structure. Available at: <https://tradereport.moc.go.th/TradeEng.aspx>. Accessed July 7, 2022B.
- Moliphan T, Banditvilai S. Forecasting the export values from Thailand to China by decomposition method, smoothing method and Box-Jenkins method. Thai Journal of Science and Technology 2021;10(1):26-41.
- Rungjindarat N, Thatsakaniwet S. Time series forecasting with classical decomposition method: Jasmine rice exportation of Thailand. Dusit Thani College Journal 2019;13(2):283-293.