ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยด้วยปัจจัยเวลา

A Model for Forecasting the Export Value of Orchids in Thailand by Time Factor Only

วรางคณา เรียนสุทธิ์

Warangkhana Riansut[1]

Received 12 Mar. 2022/Revised 03 Aug. 2022/Accepted 25 Aug. 2022

ABSTRACT

The objective of this study is to construct the appropriate forecasting model for the export values of orchids in Thailand via the use of statistical method. The monthly average data, which were gathered from the website of the Office of Agricultural Economics during January 2011 to January 2022 of 133 months were divided into 2 datasets. The first dataset, which consisted of 121 months from January 2011 to January 2021 was used for constructing the forecasting models via the use of 8 mathematical models, namely, 1) Box-Jenkins method, 2) Holt's exponential smoothing method, 3) Brown's exponential smoothing method, 4) damped trend exponential smoothing method, 5) simple seasonal exponential smoothing method, 6) Winters' additive exponential smoothing method, 7) Winters' multiplicative exponential smoothing method, and 8) combining forecasts method. The second dataset, which consisted of 12 months from February 2021 to January 2022 was used for comparing the accuracy of the forecasting models via the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. The results indicated that the most accurate method was the combining forecasts method.

Keywords: orchid, export, Box-Jenkins, exponential smoothing, combining forecasts

[1] สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93210

[1] Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University, Pa Phayom, Phatthalung 93210

*** Corresponding author: warang27@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่ ม.ค. 2554 ถึง ม.ค. 2565 จำนวน 133 เดือน แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือน ม.ค.2554 ถึง ม.ค. 2564 จำนวน 121 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 8 วิธี ได้แก่ 1) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ 2) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ 3) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ 4) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ 5) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย 6) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก 7) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และ 8) วิธีการพยากรณ์รวม ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือน ก.พ. 2564 ถึง ม.ค. 2565 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นมากที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์รวม

คำสำคัญ: กล้วยไม้, การส่งออก, บ็อกซ์-เจนกินส์, การทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง, การพยากรณ์รวม

บทนำ

กล้วยไม้ (Orchid) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์ Orchidaceae เป็นไม้ตัดดอกที่สวยงามทั้งสีสัน ลวดลาย ขนาด รูปทรง และกลิ่น เป็นพืชดอกที่มีความหลากหลายทั่วโลกพบมากกว่า 800 สกุล และพบในธรรมชาติมากกว่า 20,000 ชนิด กล้วยไม้เป็นไม้ตัดดอกที่มีอายุการใช้งานได้นานด้วยความสวยงามและความหลากหลายทำให้กล้วยไม้เป็นที่นิยมไปทั่วโลก นอกจากนี้ ได้มีการปรับปรุงสายพันธุ์โดยการผสมข้ามชนิดข้ามสกุลมากกว่า 30,000 คู่ผสม ทำให้กล้วยไม้มีความสวยงามและหลากหลายมากยิ่งขึ้น (รัชนี และวิราภรณ์, 2552) ประเทศไทยเป็นแหล่งเพาะปลูกกล้วยไม้เมืองร้อนซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ในอดีตการขยายพื้นที่เพาะปลูกทำได้ค่อนข้างจำกัด เนื่องจาก ที่ดินและปัจจัยการผลิตมีราคาสูง และเกษตรกรขาดความชำนาญและเงินลงทุนในการดูแลและบำรุงรักษา ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน จึงอาจเป็นเหตุผลให้การส่งออกต้นกล้วยไม้มีมูลค่าลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้วยังมีปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อการส่งออก เช่น ราคาเฉลี่ยส่งออก ผลิตภัณฑ์มวลรวม อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาท เป็นต้น (วรพงษ์, 2550) อย่างไรก็ตาม กล้วยไม้ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยตลาดกล้วยไม้โลกมีมูลค่าการส่งออกสูงประมาณ 12,000 ล้านบาท ส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้เขตร้อน ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้เป็นอันดับ 1 ของโลก ขณะที่ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นผู้ส่งออกต้นกล้วยไม้เป็นอันดับ 1 ของโลก (ปรางนุช, 2562) สำหรับการส่งออกกล้วยไม้ยังคงมีจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เช่น การขาดอำนาจต่อรองในการได้รับการจัดสรรเที่ยวบินที่เหมาะสม ทำให้เสียโอกาสทางการตลาด ไม่มีตลาดกลางมาตรฐานกล้วยไม้ มีข้อจำกัดเกี่ยวกับค่าระวางขนส่ง ระบบโลจิสติกส์ (logistics) ไม่เอื้ออำนวย ควรมีการทำการตลาดเชิงรุก ศึกษาข้อมูลการผลิตและการตลาดทั้งในและต่างประเทศ การประชาสัมพันธ์ การพัฒนาตราสินค้า นอกจากนี้ การปรับปรุงคุณภาพผลผลิต และการควบคุมคุณภาพการส่งออกกล้วยไม้ไทยไปต่างประเทศยังไม่เหมาะสม ซึ่งกล้วยไม้เป็นสินค้าที่เน่าเสียง่าย

จึงต้องการความรวดเร็วและความระมัดระวังในการขนส่ง คุณภาพของผลผลิตไม่สม่ำเสมอ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม อีกทั้งปริมาณและมูลค่าการส่งออกยังคงมีความผันแปรตามฤดูกาล (วรางคณา, 2557; ประสพชัย และพรจิรา, ม.ป.ป.) ดังนั้น การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ในอนาคตจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อเกษตรกรในการวางแผนการเพาะปลูก และเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจเพื่อปลูกต้นกล้วยไม้ให้คุ้มทุน อีกทั้งยังช่วยให้ภาครัฐสามารถวางนโยบายที่เหมาะสม ส่วนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร เช่น ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก ผู้ผลิตสินค้าเกษตร ก็สามารถนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการบริหารจัดการได้ แต่ถ้าค่าการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนสูง ไม่แม่นยำอาจจะส่งผลกระทบต่อผู้เกี่ยวข้องหลาย ๆ ฝ่ายได้ วรางคณา (2557) พบว่า การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมมากกว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ กนกพัชร และศานติ (ม.ป.ป.) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งออกดอกกล้วยไม้ไทยไปจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น พบว่า มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในกิจการ ปัจจัยภายนอกกิจการที่สำคัญ คือ ด้านลูกค้า/ผู้บริโภค ด้านเศรษฐกิจ ด้านพฤติกรรมลูกค้าญี่ปุ่น ด้านสภาพสังคม/วัฒนธรรม/ประเพณี ด้านกฎหมาย/ระเบียบ/ข้อบังคับ ปัจจัยภายในกิจการที่สำคัญ คือ ด้านบุคลากรและด้านทำเลที่ตั้ง ประสพชัย และพรจิรา (ม.ป.ป.) ได้ศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกดอกกล้วยไม้แบบรายเดือนของประเทศไทยด้วยวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ พบว่าตัวแบบพยากรณ์ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (mean squared error: MSE) น้อยที่สุด เมื่อ $\alpha = 0.259$, $\gamma = 0.014$ และ $\delta = 0.000$ โดยผลการตรวจสอบความแม่น ด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error: MAPE) = 7.273 ถึงแม้ว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่ตัวแบบพยากรณ์ไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้ ทำให้ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณที่ได้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำนายมูลค่าการส่งออกในอนาคต ดังนั้น การสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ทราบการเคลื่อนไหว แนวโน้ม และฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ รวมทั้งสามารถนำตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ไปพยากรณ์มูลค่าการส่งออกในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทย

รวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทย โดยใช้ค่าเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ตั้งแต่ ม.ค. 2554 ถึง ม.ค. 2565 จำนวน 133 เดือน แบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่ ม.ค. 2554 ถึง ม.ค. 2564 จำนวน 121 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดที่ 2 ตั้งแต่ ก.พ. 2564 ถึง ม.ค. 2565 จำนวน 12 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean squared error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด

2. ตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลา

ตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 1 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's

one-way analysis of variance by rank) โดยการตรวจสอบแนวโน้ม ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จำแนกข้อมูลเป็นรายปี เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละปีมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง ต้องพิจารณาเพิ่มเติมจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา ขณะที่การตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาลจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลเป็นรายเดือน (ข้อมูลหลังจากกำจัดแนวโน้มออกแล้ว) เพื่อพิจารณาอนุกรมเวลาแต่ละเดือนมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่า อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า อนุกรมเวลามีเฉพาะแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบอารีมา (ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่) หรือ autoregressive integrated moving average: ARIMA(p, d, q) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบซารีมา (ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่เชิงฤดูกาล) หรือ seasonal autoregressive integrated moving average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม (Box et al., 1994; สมเกียรติ, 2548; มุกดา, 2549)

การศึกษานี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด เปรียบเทียบทั้งหมด 8 วิธี ได้แก่ 1) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ 2) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ 3) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ 4) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ 5) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย 6) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก 7) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และ 8) วิธีการพยากรณ์รวม โดยวิธีการพยากรณ์รวมจะใช้การรวมค่าพยากรณ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least squares method) เมื่อใช้วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกเป็นตัวแปรอิสระ เนื่องจากมีค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 ต่ำกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ นอกเหนือจากการตรวจสอบพบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลแล้ว ยังพบว่า อนุกรมเวลามีความผันผวนสูงโดยมีมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ต่ำที่สุดถึงสูงที่สุดอยู่ในช่วง 10,944,099 ถึง 85,876,270 บาท ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 (d = 1) เพื่อกำจัดแนวโน้ม และหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 (D = 1) เพื่อกำจัดอิทธิพลของฤดูกาล รวมถึงแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm: ln) เพื่อให้อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่

3. ตรวจสอบข้อสมมุติ (assumptions) ของตัวแบบพยากรณ์

ตรวจสอบข้อสมมุติ (assumptions) ของตัวแบบพยากรณ์ คือ อนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test: KS Test) มีการเคลื่อนไหว

เป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรันส์ (runs test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-test) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวีนภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene's test based on median) หากพบว่า ข้อสมมุติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่า ตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสมและไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

4. เปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์

เปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ โดยการเปรียบเทียบมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่ ก.พ. 2564 ถึง ม.ค. 2565 (n = 12) กับค่าพยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด MAPE และ RMSE คำนวณตามสูตรดังนี้ (สมเกียรติ, 2548)

$$MAPE = \frac{100}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{e_t}{y_t}\right| \text{ และ } RASE = \sqrt{\frac{1}{n_2}\sum_{t=1}^{n_2} e^2_t}$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \acute{Y}_t$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t และ $\acute{Y}_t$ แทนอนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ข้อมูลมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทย

ผลการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 1 พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มลดลง (t = -4.8845, p-value < 0.0001) แต่เมื่อพิจารณาเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ตั้งแต่ ม.ค. 2554 ถึง พ.ย. 2557 พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (t = 5.7210, p-value < 0.0001) ขณะที่ตั้งแต่ ธ.ค. 2557 ถึง ม.ค. 2564 พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มลดลง (t = -5.7326, p-value < 0.0001) และคาดว่าอนุกรมเวลาชุดนี้น่าจะมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล (Figure 1) ผลการทดสอบสมมุติฐานเพื่อตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล พบว่า มูลค่าการส่งออกมีค่ามัธยฐานในแต่ละปีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (χ^2 = 55.066, p-value < 0.0001) อนุกรมเวลามีแนวโน้ม และมูลค่าการส่งออกหลังจากกำจัดแนวโน้ม มีค่ามัธยฐานในแต่ละเดือนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (χ^2 = 31.587, p-value = 0.001) แสดงว่า อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลและมีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวไม่คงที่ เมื่อพิจารณาค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ซึ่งเหมาะสมกับอนุกรมเวลามีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล มีค่า MAPE ต่ำที่สุด (MAPE = 13.3884) และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย ซึ่งเหมาะสมกับอนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล มีค่า RMSE ต่ำที่สุด (RMSE = 7,904,367) (Table 1)

2. แนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลา

จากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (autocorrelation function: ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (partial autocorrelation function: PACF) (Figure 2) พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้นของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ คือ ตัวแบบ SARIMA (2, 1, 2) $(1, 1, 1)_{12}$ ผลการคัดเลือกตัวแบบให้เหลือเฉพาะ

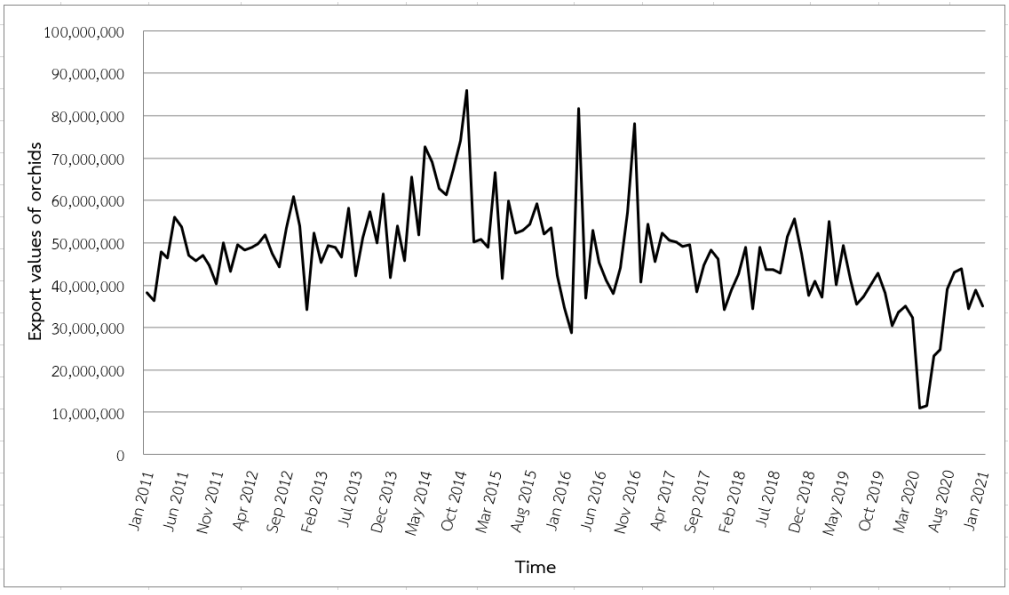

Figure 1 Run plot for the export values of orchids during January 2011 to January 2021

Table 1 MAPE and RMSE of the first dataset

Forecasting methods	MAPE	RMSE	Forecasting methods	MAPE	RMSE
Box-Jenkins	14.8859	9,254,802	simple seasonal	13.4522	**7,904,367**
Holt	16.5327	9,771,247	Winters' additive	**13.3884**	7,917,907
Brown	17.3937	9,839,983	Winters' multiplicative	14.1768	8,144,350
damped	16.6783	9,759,713			

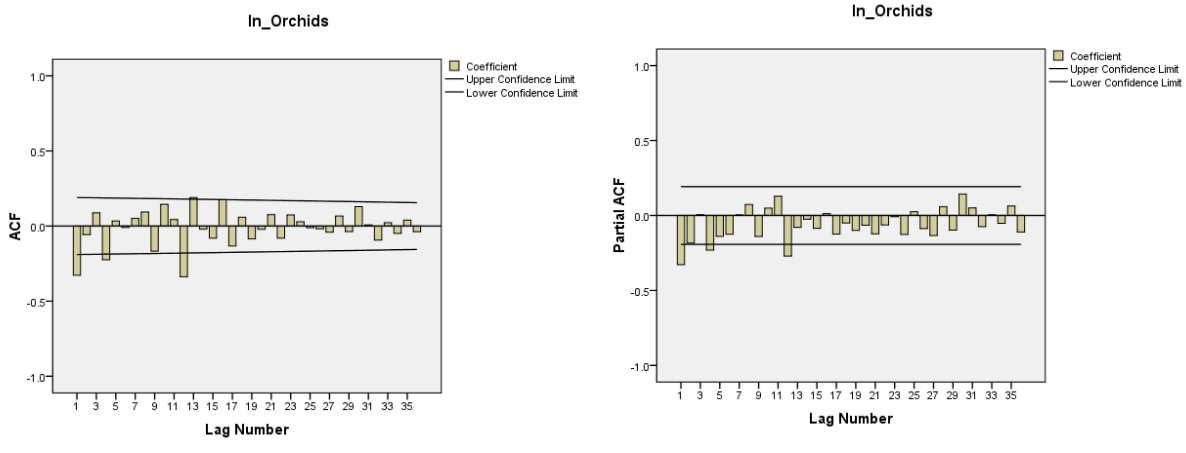

Figure 2 ACF and PACF of the transformed data (d = 1, D = 1, and ln)

พารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ตัวแบบ SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)_{12}$ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากโปรแกรม SPSS จะได้ตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ โดยมีความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้ (Table 2)

$\acute{Y}_t$ และ $\acute{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t และเวลา t + m ตามลำดับ

โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

e_t แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t ที่มีการแจกแจงปรกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

$\hat{\delta} = \hat{\mu}\hat{\phi}_P(B)\hat{\Phi}_P(B^s)$ แทนค่าคงตัว (constant) โดยที่ $\hat{\mu}$ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (stationary)

$\hat{\phi}_p(B) = 1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - ... - \hat{\phi}_p B^p$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (non-seasonal autoregressive operator of order p: AR(p))

$\hat{\Phi}_P(B^s) = 1 - \hat{\Phi}_1 B^s - \hat{\Phi}_2 B^{2s} - ... - \hat{\Phi}_P B^{Ps}$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (seasonal autoregressive operator of order P: SAR(P))

$\hat{\theta}_q(B) = 1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - ... - \hat{\theta}_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (non-seasonal moving average operator of order q: MA(q))

$\hat{\Theta}_Q(B^s) = 1 - \hat{\Theta}_1 B^s - \hat{\Theta}_2 B^{2s} - ... - \hat{\Theta}_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (seasonal moving average operator of order Q: SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n1 โดยที่ n1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 (n1 = 121)

s แทนจำนวนฤดูกาล ซึ่งอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้เป็นข้อมูลรายเดือน ดังนั้น s = 12

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (backward operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

a_t และ b_t แทนค่าประมาณระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t ตามลำดับ

α, γ, ϕ และ δ แทนค่าคงตัวการทำให้เรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$, $0 < \phi < 1$ และ $0 < \delta < 1$

ค่าดัชนีฤดูกาลสามารถอธิบายความหมายจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง ที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก พบว่า มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้จะสูงในช่วงเดือน มี.ค. พ.ค. ถึง มิ.ย. และ ก.ย. ถึง พ.ย. เนื่องจาก มีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 0 และจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ พบว่า มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้จะสูงในช่วงเดือน มี.ค. และ พ.ค. ถึง พ.ย. เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 1 (Table 3)

3. ข้อสมมุติ (assumptions) ของตัวแบบพยากรณ์

ข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น 6 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการพยากรณ์รวม มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกวิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ อนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ เคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ย = 0 และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ขณะ

Table 2 Results of the forecasting model

no.	methods	forecasting model	results of the forecasting model
1	Box-Jenkins	SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)$_s$: $\hat{\phi}_p(B)\hat{\Phi}_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D\hat{Y}_t = \hat{\delta}+\hat{\theta}_q(B)\hat{\Theta}_Q(B^s)e_t$	$\hat{Y}_t = \exp\{0.68087(Z_{t-1}-Z_{t-13})+0.31913(Z_{t-2}-Z_{t-14})+Z_{t-12}-0.72127e_{t-12}\}$ where $Z_{t-j}=\ln(Y_{t-j})$ represents the natural logarithm of the time series at time t – j and $e_{t-j}=Z_{t-j}-\hat{Z}_{t-j}$ represents the error at the time t – j
2	Holt	$\hat{Y}_{t+m}=a_t+b_t(m)$ where $a_t=\alpha Y_t+(1-\alpha)(a_{t-1}+b_{t-1})$, $b_t=\gamma(a_t-a_{t-1})+(1-\gamma)b_{t-1}$	$\hat{Y}_{t+m}=\exp\{17.39827-0.00354(m)\}$
3	Brown	$\hat{Y}_{t+m}=a_t+b_t\left[(m-1)+\frac{1}{\alpha}\right]$ where $a_t=\alpha Y_t+(1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t=\alpha(a_t-a_{t-1})+(1-\alpha)b_{t-1}$	$\hat{Y}_{t+m}=\exp\left\{17.32066-0.00643\left[(m-1)+\frac{1}{0.09946}\right]\right\}$
4	damped	$\hat{Y}_{t+m}=a_t+b_t\sum_{i=1}^{m}\phi^i$ where $a_t=\alpha Y_t+(1-\alpha)(a_{t-1}+\phi b_{t-1})$, $b_t=\gamma(a_t-a_{t-1})+(1-\gamma)\phi b_{t-1}$	$\hat{Y}_{t+m}=\exp\left\{17.40374-0.00001\sum_{i=1}^{m}(0.00066)^i\right\}$
5	simple seasonal	$\hat{Y}_t=a_t+\hat{S}_t$ where $a_t=\alpha(Y_t-\hat{S}_{t-s})+(1-\alpha)a_{t-1}$, $\hat{S}_t=\delta(Y_t-a_t)+(1-\delta)\hat{S}_{t-s}$	$\hat{Y}_t=\exp\{17.46057+\hat{S}_t\}$
6	Winters' additive	$\hat{Y}_{t+m}=(a_t+b_tm)+\hat{S}_t$ where $a_t=\alpha(Y_t-\hat{S}_{t-s})+(1-\alpha)(a_{t-1}+b_{t-1})$, $b_t=\gamma(a_t-a_{t-1})+(1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t=\delta(Y_t-a_t)+(1-\delta)\hat{S}_{t-s}$	$\hat{Y}_{t+m}=\exp\{(17.45250-0.00362m)+\hat{S}_t\}$
7	Winters' multiplicative	$\hat{Y}_{t+m}=(a_t+b_tm)\hat{S}_t$ where $a_t=\alpha\frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}}+(1-\alpha)(a_{t-1}+b_{t-1})$, $b_t=\gamma(a_t-a_{t-1})+(1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t=\delta\frac{Y_t}{a_t}+(1-\delta)\hat{S}_{t-s}$	$\hat{Y}_{t+m}=\exp\{(17.47828-0.00310m)\hat{S}_t\}$
8	combining	$\hat{Y}_t=b_0+b_1\hat{Y}(\text{simple seasonal})+b_2\hat{Y}(\text{Winters' additive})$ where b_i represents the regression coefficient	$\hat{Y}_t=8{,}021{,}331+0.24898\hat{Y}(\text{simple seasonal})+0.58834\hat{Y}(\text{Winters' additive})$

where m = 1 represents February 2021 and $\hat{S}_t$ = seasonal index (shown in Table 3)

Table 3 Seasonal index from simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method

month	$\hat{S}_t$ from simple seasonal	$\hat{S}_t$ from Winters' additive	$\hat{S}_t$ from Winters' multiplicative
JAN	-0.06786	-0.06843	0.99475
FEB	-0.10638	-0.12506	0.99255
MAR	**0.15691**	**0.14184**	**1.00704**
APR	-0.17444	-0.18588	0.98671
MAY	**0.00783**	**0.00001**	**1.00123**
JUN	**0.03596**	**0.03177**	**1.00610**
JUL	-0.04513	-0.04570	**1.00069**
AUG	-0.01931	-0.01625	**1.00136**
SEP	**0.09651**	**0.10319**	**1.00564**
OCT	**0.13686**	**0.14717**	**1.00702**
NOV	**0.12761**	**0.14154**	**1.00459**
DEC	-0.14174	-0.12419	0.99125

ที่ค่าคลาดเคลื่อนของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ ไม่มีการแจกแจงปกติ และค่าคลาดเคลื่อนของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณไม่เป็นอิสระกัน แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี นี้ไม่เหมาะสมและไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ (Table 4) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จะไม่นำวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ไปเปรียบเทียบความแม่นยำ

4. ความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

ในการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือน ก.พ. 2564 ถึงเดือน ม.ค. 2565 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE พบว่า วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด โดยมีค่า MAPE = 18.3238 และค่า RMSE = 10,326,887 หมายความว่า วิธีการพยากรณ์รวมมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ร้อยละ 18.32 หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ 10,326,887 บาท ซึ่งทั้งเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำให้ผลไปทิศทางเดียวกัน จึงทำให้มีความน่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้นว่าวิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด (Table 5)

อย่างไรก็ตาม วิธีการพยากรณ์รวมที่พบว่าเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ครั้งนี้ เกิดจากการรวมค่าพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ซึ่งวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงฤดูกาลเท่านั้น ดังนั้น การศึกษาเกี่ยว

Table 4 The results of checking the assumptions of the forecasting models

No.	Forecasting methods	KS test	p-value	runs test	p-value	t-test	p-value	Levene statistic	p-value
1	Box-Jenkins	0.884	0.415	1.353	0.176	-0.292	0.771	0.939	0.507
2	Holt	1.315	0.063	0.640	0.522	0.279	0.781	0.612	0.814
3	Brown	1.300	0.068	-0.638	0.523	-0.478	0.634	0.503	0.897
4	damped	1.376	**0.045***	0.640	0.522	-0.129	0.898	0.613	0.814
5	simple seasonal	1.188	0.119	1.553	0.120	-0.064	0.949	0.878	0.564
6	Winters' additive	1.302	0.067	1.735	0.083	0.265	0.791	0.880	0.563
7	Winters' multiplicative	1.157	0.137	2.466	**0.014***	0.267	0.790	0.681	0.753
8	combining	1.054	0.217	1.370	0.171	0.000	1.000	1.575	0.119

* Significant at the 0.05 level.

Table 5 MAPE and RMSE of the second dataset

Forecasting methods	MAPE	RMSE	forecasting methods	MAPE	RMSE
Box-Jenkins	24.4070	13,460,454	simple seasonal	20.3489	11,314,605
Holt	22.3287	12,765,683	Winters' additive	21.8625	12,139,483
Brown	33.3833	17,240,939	combining	**18.3238**	**10,326,887**

กับการพยากรณ์ทุกครั้งควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

จากการศึกษาของวรางคณา (2557) ที่ศึกษาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ ม.ค. 2541 ถึง ก.ค. 2556 และเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก พบว่า ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเช่นเดียวกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณและมูลค่าการส่งออกจะมีการเคลื่อนไหวเป็นไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ตัวแบบพยากรณ์ก็ไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่า วิธีการพยากรณ์รวมมีความเหมาะสมมากกว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์รวมในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ตั้งแต่ ก.พ. ถึง ธ.ค. 2565 พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ แต่มีความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ต่ำที่สุดถึงสูงที่สุดอยู่ในช่วง 33,599,983 ถึง 43,647,818 บาท (Figure 3) จากผลการพยากรณ์ดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้จริงที่เกิดขึ้นใน ก.พ. และ มี.ค. 2565 จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า มูลค่าการส่งออกจริงเท่ากับ 54,999,663 และ 56,583,691 บาท ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าพยากรณ์ อาจเนื่องมาจากมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอก

เหนือจากปัจจัยเวลา เช่น ราคาเฉลี่ยส่งออกผลิตภัณฑ์มวลรวม อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาท (วรพงษ์, 2550) พฤติกรรมลูกค้า ช่วงเวลาความต้องการของลูกค้า สภาพเศรษฐกิจ สภาพสังคม/วัฒนธรรม/ประเพณี สิ่งแวดล้อมในการผลิตที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ กฎหมาย/ระเบียบ/ข้อบังคับในการส่งออก ข้อจำกัดเกี่ยวกับบุคลากรในการผลิตและส่งออก ทำเลที่ตั้งในการผลิต ประเภทของกล้วยไม้ และสถานการณ์โควิด 19 เป็นต้น (กนกพัชร และศานติ, ม.ป.ป.) ดังนั้น เมื่อมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าการส่งออกหรือมีมูลค่าการส่งออกที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ควรมีการวิจัยปรับปรุงตัวแบบ เช่น การพิจารณาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้เป็นตัวแปรอิสระ แล้วนำมาวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) หรือการเพิ่มมูลค่าการส่งออกให้เป็นปัจจุบันแล้วสร้างตัวแบบพยากรณ์ใหม่ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นมากยิ่งขึ้น สำหรับใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ในอนาคตต่อไป

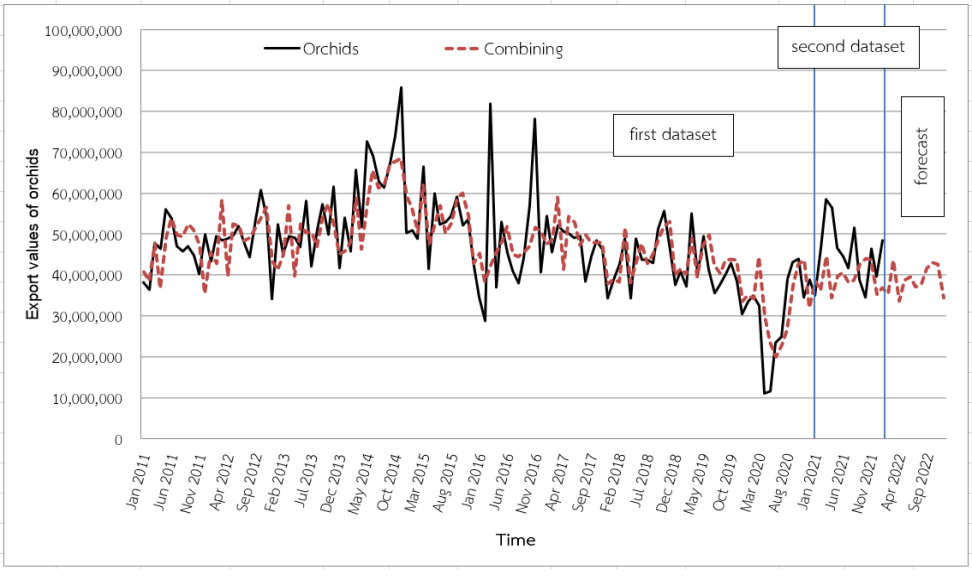

Figure 3 Comparison of the export values of orchids and its forecasts from combining forecasts method

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยด้วยวิธีการทางสถิติ 8 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นมากที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์รวม ที่รวมค่าพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก โดยมีตัวแบบพยากรณ์ ดังนี้

$$\acute{Y}_t = 8{,}021{,}331 + 0.2898\ \acute{Y}\ (\text{simple seasonal}) + 0.58834\ \acute{Y}(\text{Winters' additive})$$

โดยที่ $\acute{Y}\ (\text{simple seasonal}) = \exp\{17.6057+\check{s}_t\}$,

$\acute{Y}\ (\text{Winters' additive}) = \exp\{(17.45250-0.00362m) +\check{s}_t\}$

ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้โดยเฉลี่ยมีค่าสูงมากในช่วง มี.ค. ต.ค.และ พ.ย. ดังนั้น เกษตรกรควรวางแผนการเพาะปลูกให้เหมาะสมในช่วงดังกล่าว รวมถึงภาครัฐควรสนับสนุน ส่งเสริม และกำหนดนโยบายการลงทุนและการตลาด เพื่อให้การส่งออกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกพัชร วงศ์อินทร์อยู่ และศานติ ดิฐสถาพรเจริญ. ม.ป.ป. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งออกดอกกล้วยไม้ไทยไปจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น. แหล่งข้อมูล: http://dept.npru.ac.th/msc/data/files/research5508.pdf. สืบค้น : 9 มีนาคม 2565.

ประสพชัย พสุนนท์ และพรจิรา อภิรักษ์ชัยสกุล. ม.ป.ป. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกดอกกล้วยไม้แบบรายเดือนของประเทศไทยด้วยวิธีวินเตอร์. แหล่งข้อมูล: http://www.mis.ms.su.ac.th/MISMS01/PDF01/469_20190718_012553_61.pdf. สืบค้น: 9 มีนาคม 2565.

ปรางนุช เลิศหิรัณย์. 2562. สินค้ากล้วยไม้. แหล่งข้อมูล: https://www.ditp.go.th/contents_attach/560192/560192.pdf. สืบค้น : 9 มีนาคม 2565.

มุกดา แม้นมินทร์. 2549. อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. โฟร์พริ้นติ้ง กรุงเทพฯ. 448 หน้า.

รัชนี เพ็ชร์ช้าง และวิราภรณ์ ปนาทกูล. 2552. การพัฒนาแหล่งเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพของกล้วยไม้ภูพญาพ่อที่เอื้อต่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอุทยานแห่งชาติลำน้ำน่าน จังหวัดอุตรดิตถ์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 106 หน้า.

วรพงษ์ ชาติวรพงศา. 2550. การวิเคราะห์ศักยภาพการส่งออกกล้วยไม้ของไทยไปประเทศญี่ปุ่น. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 144 หน้า

วรางคณา กีรติวิบูลย์. 2557. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้. *ว.วิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 7(1)*: 62-72.

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา. 328 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการส่งออกต้นกล้วยไม้ (ต้น) ตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2565. แหล่งข้อมูล: http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2554&E_YEAR=2565&PRODUCT_GROUP=5401&wf_search=&WF_SEARCH=Y. สืบค้น: 7 มีนาคม 2565.

Box, G.E.P., G.M. Jenkins and G.C. Reinsel. 1994. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey. 438 p.