

ตัวแบบพยากรณ์ราคาขายส่งกล้วยไม้แคทลียาที่ตลาดสี่มุมเมือง

FORECASTING MODEL FOR THE WHOLESALE COST
OF CATTLEYA ORCHID
AT SI-MUM-MUANG MARKET

วารางคณา เรียนสุทธิ

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

Warangkhan Riansut

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

Phatthalung, 93210

E-mail: warang27@gmail.com

Received: 2018-09-28

Revised: 2019-01-16

Accepted: 2019-01-30

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาขายส่งกล้วยไม้แคทลียาที่ตลาดสี่มุมเมือง โดยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ อนุกรมเวลาราคากกล้วยไม้แคทลียาเฉลี่ยต่อเดือนได้มาจากเว็บไซต์ของตลาดสี่มุมเมือง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 66 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 60 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 6 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก

คำสำคัญ: กล้วยไม้แคทลียา บ็อกซ์-เจนกินส์ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

ABSTRACT

The objective of this study was to construct the appropriate forecasting model for the wholesale cost of Cattleya orchid at Si-Mum-Muang market by 4 forecasting methods: Box-Jenkins method, simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method. Time series of monthly Cattleya orchid prices which were gathered from the website of Si-Mum-Muang market during January 2013 to June 2018 of 66 observations were divided into 2 datasets. The first dataset had 60 observations from January 2013 to December 2017 for constructing the forecasting models. The second dataset had 6 observations from January to June 2018 for comparing the 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 that had been studied, the most accurate method was Winters' additive exponential smoothing method.

Keywords: Cattleya orchids, Box-Jenkins, exponential smoothing, mean absolute percentage error, root mean squared error

บทนำ

หากเราพูดถึงพันธุ์ไม้โดยทั่วไป อาจกล่าวได้ว่า กล้วยไม้ คือ ราชนินีแห่งพันธุ์ไม้ซึ่งแคทลียา (Cattleya) มักจะเป็นกล้วยไม้สายพันธุ์แรก ๆ ที่หลายคนนึกถึง เป็นที่นิยมปลูกเลี้ยงและรู้จักกันมากที่สุดทั้งในประเทศ รวมถึงต่างประเทศ เนื่องจากเป็นกล้วยไม้ที่ให้ดอกสีสวยงาม และมีดอกขนาดใหญ่ บางชนิดมีกลิ่นหอม เมื่อออกดอกได้ขนาดใหญ่จะเห็นสีต้นสวยงาม ชัดเจน จึงเป็นที่กล่าวขวัญและยกย่องว่า แคทลียา คือ ราชนินีแห่งกล้วยไม้ จนเป็นสัญลักษณ์สากลของกล้วยไม้โดยทั่วไป (OK Nation Blog, 2008) ประเทศไทยเป็นแหล่งเพาะปลูกกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ ในอดีตการขยายพื้นที่เพาะปลูกยังทำได้ค่อนข้างจำกัดเนื่องจากเกษตรกรที่จะปลูกต้องมีความรู้ ความชำนาญ ประกอบกับที่ดินและปัจจัยการผลิตมีราคาสูง เมื่อขาดทั้งความรู้ ความชำนาญ และเงินลงทุนในการดูแลและบำรุงรักษา ผลผลิตที่ได้จึงมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ปริมาณการส่งออกมีเพียงร้อยละ 40 ของผลผลิตทั้งหมด

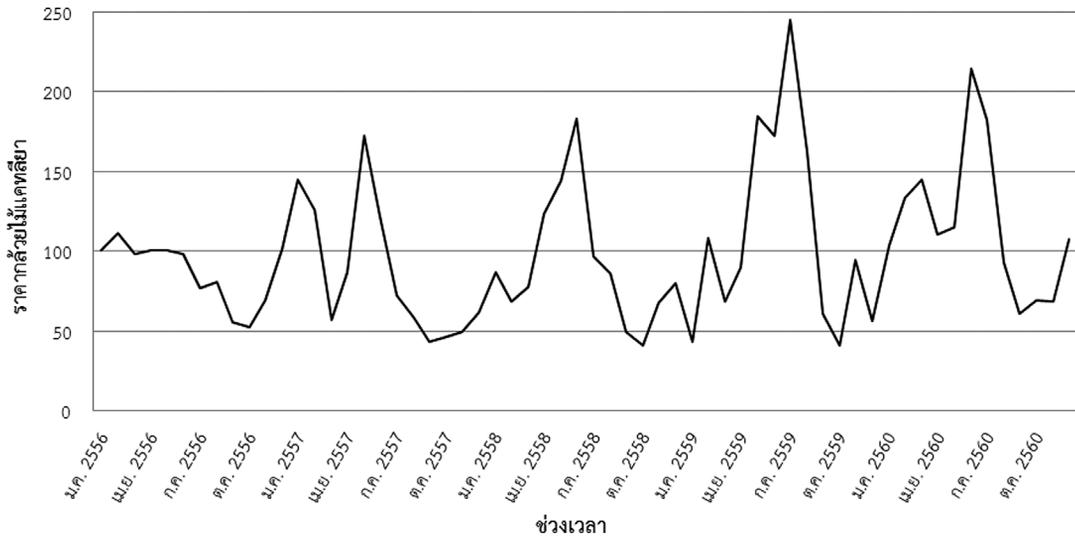
อย่างไรก็ตามกล้วยไม้ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกเป็นอันดับที่ 2 รองจากประเทศเนเธอร์แลนด์ และมีรายได้จากการส่งออกต้นกล้วยไม้เป็นอันดับที่ 2 รองจากไต้หวัน ดังนั้นกล้วยไม้ไทยจึงเป็นไม้ดอกไม้ที่มีความสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก (Khamapan, 2004) แต่การส่งออกกล้วยไม้ยังคงมีจุดด้อยบางประการ เช่น ขาดอำนาจต่อรองในการได้รับการจัดสรรเที่ยวบินที่เหมาะสม ทำให้เสียโอกาสทางการตลาด อีกทั้งกล้วยไม้เป็นสินค้าที่เน่าเสียง่ายจึงต้องการความรวดเร็วและความระมัดระวังในการขนส่งเป็นอย่างมาก คุณภาพของผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอและลดต่ำลงเมื่อถึงมือผู้บริโภค เนื่องจากการจัดการที่มีประสิทธิภาพในระดับสวน/ฟาร์ม เช่น การตัดดอกในขณะที่ยังมีจำนวนดอกบานน้อย มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม ขาดการทำตลาดเชิงรุก ขาดข้อมูลการตลาด การประชาสัมพันธ์ การพัฒนาตราสินค้า การปรับปรุงคุณภาพผลผลิต การควบคุมคุณภาพการส่งออกกล้วยไม้ไทยไปยังต่างประเทศ อีกทั้งราคาของกล้วยไม้ยังคงมีความผันผวนตามฤดูกาล (Keeratavibool, 2014) ด้วยเหตุผลของความไม่แน่นอนในราคาของกล้วยไม้แคทลียา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำราคาขายส่งในอดีตมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยได้เริ่มต้นที่การสืบค้นงานวิจัยการพยากรณ์ที่เกี่ยวกับกล้วยไม้ พบว่า การศึกษาของ Khamapan (2004) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปอเมริกา และพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปอเมริกา ได้แก่ ราคากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยและฤดูกาล โดยที่ความยืดหยุ่นของปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกต่อราคามีค่าต่ำ คือ -0.629 ในส่วนของปัจจัยฤดูกาลมีผลกระทบในไตรมาสที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงที่มีเทศกาลต่าง ๆ ในอเมริกาจึงมีการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกในปริมาณที่มากขึ้น รวมถึงในไตรมาสที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงหยุดฤดูร้อนของอเมริกาจึงมีการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกในปริมาณที่มากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเสนอแนะให้ผู้ส่งออกใช้กลยุทธ์ด้านราคาโดยอาจตั้งราคากล้วยไม้ตัดดอกสูงขึ้น เพื่อให้ได้รายรับจากการส่งออกเพิ่มขึ้น เนื่องจากความยืดหยุ่นของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกต่อราคามีค่าต่ำ ในขณะที่เดียวกันก็เน้นการเพิ่มปริมาณการผลิตในช่วงไตรมาสที่ 1 และไตรมาสที่ 2 ให้มากขึ้นเพื่อให้สามารถส่งออกได้ในปริมาณเพิ่มขึ้น การศึกษาของ Poomkumarn (2012) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปยังตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ ญี่ปุ่น อเมริกา และจีน ระหว่างเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาทำการเปรียบเทียบตัวแบบปรับเรียบทางสถิติ ตัวแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ และตัวแบบเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ พบว่า ตัวแบบเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับมีความถูกต้องในการ

พยากรณ์ปริมาณการส่งออกไปยังประเทศจีนทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 12 เดือน ในขณะที่อเมริกานั้น ตัวแบบบ็อกซ์-เจนกินส์มีความถูกต้องมากที่สุดในการพยากรณ์ทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 12 เดือน ส่วนญี่ปุ่นพบว่า ตัวแบบปรับเรียบที่มีฤดูกาลแบบวงมีความถูกต้องมากที่สุดในการพยากรณ์ทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 12 เดือน ส่วนเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำการสร้างตัวแบบการถดถอยทั้งแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น พบว่า ตัวแบบการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมดของตลาดอเมริกาและญี่ปุ่นมีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าตัวแบบอื่น ๆ และสามารถบ่งชี้ว่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับของไทยกับญี่ปุ่นและราคากัญไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไต้หวัน มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกไปยังญี่ปุ่นมากที่สุด แต่อเมริกาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณส่งออกมากที่สุด 2 ลำดับแรก คือ ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับอเมริกาย้อนหลัง 2 เดือน ในขณะที่ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศจีน คือ ตัวแบบเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างจากกลุ่มปัจจัยโดยสามารถบ่งชี้ได้ว่า ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและปัจจัยด้านราคาขายกัญไม้ตัดดอกมีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 เดือน พบว่า ตัวแบบที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีความถูกต้องในการพยากรณ์และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าตัวแบบที่สร้างจากเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและการศึกษาของ Keerativibool (2014) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบวง สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกัญไม้ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบวงมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ อย่างไรก็ตามค่าพยากรณ์ของทั้ง 2 วิธี มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลจริง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

การศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยจะให้ความสนใจกับการพยากรณ์ราคาขายส่งของกัญไม้แคทลียาที่ตลาดสี่มุมเมือง โดยใช้วิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบวง และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ราคาขายส่งของกัญไม้แคทลียา สำหรับใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนการปลูก ซึ่งจะส่งผลดีต่อการตัดสินใจ การบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยในการประเมินการคาดการณ์ราคาขายส่งกัญไม้แคทลียาที่ตลาดสี่มุมเมืองในอนาคตต่อไป

วิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคากัญไม้แคทลียา โดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากเว็บไซต์ของตลาดสี่มุมเมือง (Si-Mum-Muang Market, 2018) เป็นอนุกรมเวลาราคากัญไม้แคทลียาเฉลี่ยต่อเดือน (บาท/กำ) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 66 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 60 ค่า นำไปใช้สำหรับการทดลอง (Training Data) สร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ สาเหตุที่ใช้วิธีการพยากรณ์ 4 วิธีการนี้เพราะว่าได้พิจารณาจากลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคากัญไม้แคทลียาชุดที่ 1 ดังรูปที่ 1 แล้วพบว่า ราคากัญไม้แคทลียามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่มีความผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและมีความผันแปรตามฤดูกาล แต่วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีเพียงความผันแปรตามฤดูกาล ไม่มีแนวโน้ม หรือถ้ามีแนวโน้มก็ต้องเป็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Ket-iam, 2005) อีกทั้งวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธีนี้ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 ต่ำกว่าวิธีการพยากรณ์อื่นๆ เช่น วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลด์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ซึ่งมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงแนวโน้มเท่านั้น สำหรับอนุกรมเวลาราคากัญไม้แคทลียาเฉลี่ยต่อเดือนชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 6 ค่า นำไปใช้สำหรับการทดสอบ (Testing Data) ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างมาจากข้อมูลชุดที่ 1 โดยการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคาข้าวไม่แคตลียา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2560

สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ แสดงดังนี้

Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

\hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

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

ϵ_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

a_t , b_t และ \hat{S}_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y , ความชันของแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาล ตามลำดับ

α , γ และ δ แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$ และ $0 < \delta < 1$
 t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 เมื่อ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลา ชุดที่ 1

s แทนจำนวนคาบของฤดูกาล

รายละเอียดของแต่ละวิธีการพยากรณ์และการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้ง

ส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล มีตัวแบบในรูปทั่วไป คือ SARIMA (p, d, q)(P, D, Q) แสดงดังสมการที่ (1) (Box *et al.*, 1994) แต่ในกรณีที่อนุกรมเวลามีเพียงส่วนประกอบของแนวโน้มเท่านั้น ตัวแบบจะสามารถถูกลดรูปเหลือเพียง ARIMA(p, d, q)

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

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

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

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

$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ แสดงรายละเอียดดังนี้

1. พิจารณาอนุกรมเวลาว่าคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t) กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non-Stationary) ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น การแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (Common Logarithm or Natural Logarithm) การแปลงข้อมูลด้วยเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (Square Root Transformation) หรือยกกำลัง 2 (Square Transformation) เป็นต้น (Bowerman & O'Connell, 1993)

2. กำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่คงที่ นั่นคือ กำหนดค่า p, q, P และ Q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ โดยค่าของ q และ Q จะพิจารณาจากกราฟ ACF และค่าของ p และ P จะพิจารณาจากกราฟ PACF ซึ่งค่าของ p และ q คือ จำนวนแท่งสหสัมพันธ์แท่งแรก ๆ ที่มีค่าเกินจากขอบเขตที่กำหนด ขณะที่ค่าของ P และ Q คือ จำนวนแท่งสหสัมพันธ์ตามฤดูกาลที่มีค่าเกินจากขอบเขตที่กำหนด

3. ตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกจากตัวแบบพยากรณ์ครั้งละ 1 ตัว โดยถ้าพารามิเตอร์ของอันดับที่ต่ำกว่าไม่มีนัยสำคัญ แต่อันดับที่สูงกว่ามีนัยสำคัญ ควรตัดพารามิเตอร์ของอันดับที่สูงที่สุดออกก่อน เช่น มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ ϕ_1 และ ϕ_2 ถ้า ϕ_1 ไม่มีนัยสำคัญ แต่ ϕ_2 มีนัยสำคัญ ควรตัด ϕ_2 ออกก่อน จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์และประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทั้งหมด

4. คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าเกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Bayesian Information Criterion: BIC) ที่ต่ำที่สุด มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ และอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ $\{e_t\}$ มีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรัน (Runs Test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบสถิติที (t-Test) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวีนาภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene's Test Based on Median) หากพบว่าอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนมีเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริง จะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสม และไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

5. พยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่ 4
การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้ม หรือถ้ามีแนวโน้มก็ต้องเป็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าเท่ากันทุกช่วงเวลา ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (2) (Ket-iam, 2005)

$$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t \quad (2)$$

$$\text{เมื่อ } a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1}, \quad \hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$$

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ตามขั้นตอนที่ 4 ของการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและมีความผันแปรตามฤดูกาล โดยที่อัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าคงที่ กล่าวคืออัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (3) (Ket-iam, 2005)

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

$$\text{เมื่อ } a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}), \quad b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1},$$

$$\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$$

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ตามขั้นตอนที่ 4 ของการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและมีความผันแปรตามฤดูกาล โดยที่อัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (4) (Ket-iam, 2005)

$$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) \hat{S}_t \quad (4)$$

$$\text{เมื่อ } a_t = \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}), \quad b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1},$$

$$\hat{S}_t = \delta \frac{Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$$

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ตามขั้นตอนที่ 4 ของการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

การเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคากัญชงไม้แคทลียา โดยการเปรียบเทียบราคากัญชงไม้แคทลียาของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2561 กับค่าพยากรณ์จากวิธีการทางสถิติทั้ง 4 วิธี เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุดจัดเป็นตัวแบบที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ MAPE และ RMSE แสดงดังสมการที่ (5) และสมการที่ (6) ตามลำดับ (Ket-iam, 2005) จากนั้นผู้วิจัยจะใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์ราคากัญชงไม้แคทลียา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2561 ต่อไป

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (6)$$

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 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลา

ชุดที่ 2

ผลการทดลอง

ผลการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

จากกราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลายังไม่คงที่ โดยมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลอย่างชัดเจน เนื่องจากกราฟ ACF ในภาพซ้ายมีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบคลื่นไซน์ (Sine-Wave Fashion) ที่มีช่วงเวลาของการเกิดข้อมูลซ้ำรูปแบบเดิมคือ 12 ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ($s = 12, D = 1$) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น คือ ตัวแบบ SARIMA(0, 0, 0) (2, 1, 1)₁₂ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 มีค่า BIC ต่ำที่สุด (BIC = 7.541) และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 14.219, p-value = 0.652) คือ ตัวแบบ SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.625, p-value = 0.829) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -0.438, p-value = 0.662) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 1.634, p\text{-value} = 0.109$) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.014, p-value = 0.454) ดังนั้นตัวแบบ SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว มีความเหมาะสม ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

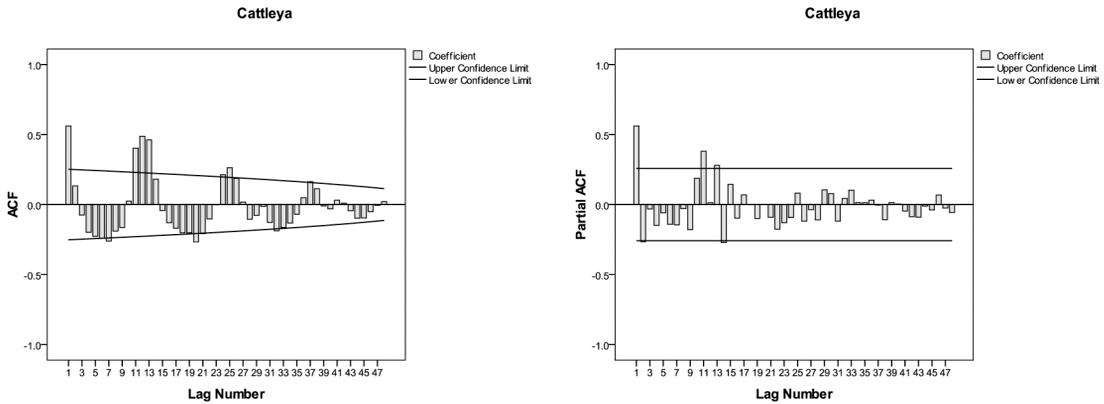
$$\begin{aligned} (1 - \Phi_1 B^{12})(1 - B^{12})Y_t &= \varepsilon_t \\ (1 - B^{12} - \Phi_1 B^{12} + \Phi_1 B^{24})Y_t &= \varepsilon_t \\ Y_t &= (1 + \Phi_1)Y_{t-12} - \Phi_1 Y_{t-24} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

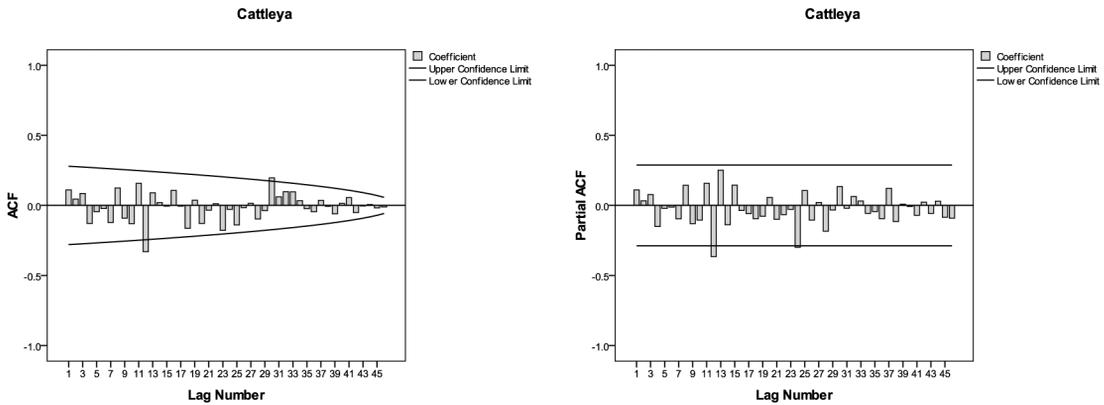
$$\hat{Y}_t = 0.632971Y_{t-12} + 0.367029Y_{t-24} \quad (7)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t-j



รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาราคากัญไม้แคทลียา



รูปที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาราคากัญไม้แคทลียา
เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1

ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 7.033 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 22.656, p-value = 0.123) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.817, p-value = 0.516) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -1.042, p-value = 0.298) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 1.011, p-value = 0.316) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.648, p-value = 0.127) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = 113.207848 + \hat{S}_t \quad (8)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

\hat{S}_t แทนดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ราคากล้วยไม้แคทลียาของเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคมของทุกปี มีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 0

ตารางที่ 1 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคากล้วยไม้แคทลียาจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล
มกราคม	-2.83672	กรกฎาคม	36.08383
กุมภาพันธ์	10.57301	สิงหาคม	-2.49639
มีนาคม	-9.50324	กันยายน	-44.57661
เมษายน	3.56652	ตุลาคม	-48.57683
พฤษภาคม	44.53028	พฤศจิกายน	-28.70106
มิถุนายน	59.37406	ธันวาคม	-17.43330

ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์

แบบบวก

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 7.088 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 22.330, p-value = 0.099) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.472, p-value = 0.979) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -1.562, p-value = 0.118) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.105, p-value = 0.916) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.612, p-value = 0.137) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (120.281897 + 0.693984m) + \hat{S}_t \quad (9)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2561

\hat{S}_t แทนดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ราคากล้วยไม้แคทลียาของเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคมของทุกปี มีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 0

ตารางที่ 2 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคากล้วยไม้แคทลียาจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก

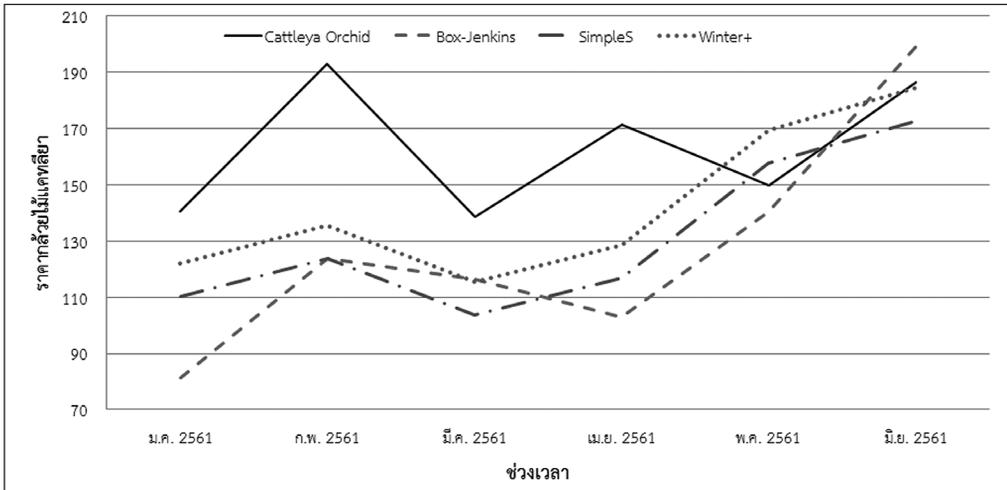
เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล
มกราคม	0.97940	กรกฎาคม	35.73815
กุมภาพันธ์	13.69550	สิงหาคม	-3.53569
มีนาคม	-7.07439	กันยายน	-46.30950
เมษายน	5.30173	ตุลาคม	-51.00329
พฤษภาคม	45.57186	พฤศจิกายน	-31.82106
มิถุนายน	59.72200	ธันวาคม	-21.24681

ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 7.269 แต่มีค่าสถิติ Ljung-Box Q มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 26.804, p-value = 0.030) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.942, p-value = 0.338) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 0.430$, p-value = 0.669) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.118, p-value = 0.376) แต่มีการเคลื่อนไหวไม่เป็นอิสระกัน (Runs Test: Z = -2.083, p-value = 0.037) นั่นหมายความว่า ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีนี้ไม่มีความเหมาะสม เพราะค่าสถิติ Ljung-Box Q มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวไม่เป็นอิสระกัน จึงไม่นำเสนอตัวแบบไว้ ณ ที่นี้ รวมถึงจะไม่มีการนำตัวแบบไปพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบค่า MAPE และ RMSE

ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

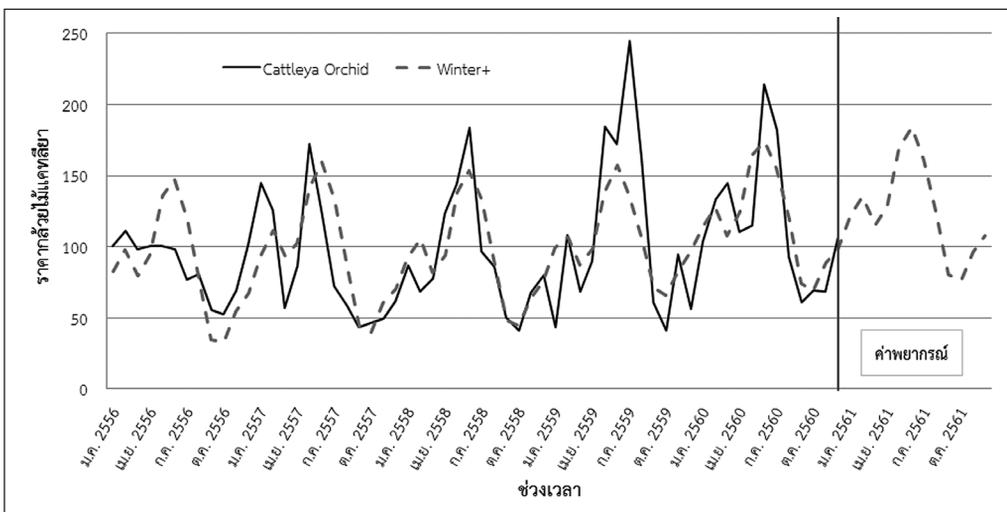
จากการเปรียบเทียบราคาล้วนไม้แคทลียาของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 6 ค่า (กราฟเส้น Cattleya Orchid) กับค่าพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (กราฟเส้น Box-Jenkins) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (กราฟเส้น SimpleS) และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (กราฟเส้น Winter+) ดังรูปที่ 4 พบว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกให้ค่าพยากรณ์ที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ อีกทั้งเมื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE ในสมการที่ (5) และสมการที่ (6) ตามลำดับ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ในสมการที่ (9) ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด ดังนั้นวิธีการพยากรณ์นี้จึงเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมราคาล้วนไม้แคทลียาชุดนี้มากที่สุด โดยวิธีการพยากรณ์นี้มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์เพียงร้อยละ 16.4736 (MAPE = 16.4736) หรือมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 32.6572 บาท/ก่า (RMSE = 32.6572) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์นี้ในการพยากรณ์ราคาล้วนไม้แคทลียา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2561 ดังรูปที่ 5 พบว่า ราคาล้วนไม้แคทลียามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และยังคงมีความผันแปรตามฤดูกาล โดยในเดือนกรกฎาคม 2561 ราคาล้วนไม้แคทลียาจะมีค่าประมาณ 160.88 บาท/ก่า และในเดือนธันวาคม 2561 ราคาล้วนไม้แคทลียาจะมีค่าประมาณ 107.36 บาท/ก่า



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาราคากัลวี่ไม้แคทลียาชุดที่ 2 และค่าพยากรณ์ 3 วิธี

ตารางที่ 3 ค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2

วิธีการพยากรณ์	MAPE	RMSE
บ็อกซ์-เจนกินส์	24.4086	47.6480
ฤดูกาลอย่างง่าย	21.1237	40.9955
วินเทอร์บวก	<u>16.4736</u>	<u>32.6572</u>



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาราคากัลวี่ไม้แคทลียาและค่าพยากรณ์ จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก

สรุปและวิจารณ์ผล

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคากลิ้วไม้แคทลียา โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของตลาดสี่มุมเมือง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 66 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 60 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ชุดที่ 2 คือข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2561 จำนวน 6 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (120.281897 + 0.693984m) + \hat{S}_t$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม 2561
 \hat{S}_t แทนดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t

เมื่อใช้วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกในการพยากรณ์ราคากลิ้วไม้แคทลียา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2561 พบว่า ราคากลิ้วไม้แคทลียามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและยังคงมีความผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Keerativibool (2014) และ Riansut (2016) ที่พบว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้ได้พิจารณาปัจจัยเวลาเพียงปัจจัยเดียว สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคากลิ้วไม้แคทลียา ดังนั้นการศึกษารั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ โดยนำมาสร้างเป็นตัวแบบถดถอย (Regression Model) เช่น ปัจจัยของสถานการณ์การผลิตสถานการณ์ตลาด ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ดัชนีราคาผู้บริโภค คุณภาพของผลผลิต นโยบายการค้า-การส่งออกระหว่างประเทศ และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา เป็นต้น (Khamapan, 2004; Poomkumarn, 2012) อีกทั้งเมื่อมีราคากลิ้วไม้แคทลียาที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

REFERENCES

- Bowerman, B.L. & O'Connell, R.T. (1993). **Forecasting and Time Series: An Applied Approach**. 3rd Edition. California: Duxbury Press.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. & Reinsel, G.C. (1994). **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Keerativibool, W. (2014). A Comparison of Forecasting Methods between Box-Jenkins and Winters's Exponential Smoothing for Predicting the Export Quantity of Orchids. **RMUTTO Journal**. 7(1), 62-72. (in Thai)
- Ket-iam, S. (2005). **Forecasting Technique**. 2nd Edition. Songkhla: Thaksin University. (in Thai)
- Khamapan, Ch. (2004). **The Forecasting of Export Quantity for Cut-Flower Orchid from Thailand to the United States of America**. Master Thesis. Kasetsart University. (in Thai)
- OK Nation Blog. (2008). **Orchids**. Retrieved June 25, 2018, from <http://oknation.nationtv.tv/blog/mokara/2008/03/03/entry-1> (in Thai)
- Poomkumarn, R. (2012). **Forecasting Thailand's Cut-Flower Orchid Export Volume Using Quantitative Models**. Master Thesis. Kasetsart University. (in Thai)
- Riansut, W. (2016). Forecasting Model for Sales Volume of Crude Palm Oil in Thailand. **Journal of Science Ladkrabang**. 25(1), 33-45. (in Thai)
- Si-Mum-Muang Market. (2018). **The Wholesale Cost of Cattleya Orchid**. Retrieved June 24, 2018, from <http://www.taladsimummuang.com/dmma/Portals/PriceListItem.aspx?id=080201030> (in Thai)