

การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาส้มเขียวหวาน โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

Comparison of Tangerine Prices Forecast Model by Exponential Smoothing Methods

วารางคณา เรียนสุทธิ*

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
วิทยาเขตพัทลุง ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

Warangkhan Riansut*

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University,
Phatthalung Campus, Ban Phrao, Pa Phayom, Phatthalung 93210

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาส้มเขียวหวาน โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ อนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานเฉลี่ยต่อเดือนได้มาจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 154 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 144 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 10 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_{t+m} = 42.50018 - 2.49986 \sum_{i=1}^m (0.10012)^i$ เมื่อ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมกราคม 2560 ($m = 1$)

คำสำคัญ : ส้มเขียวหวาน; วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง; เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย; รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Abstract

The objective of this study was to compare the tangerine prices forecast model by five exponential smoothing methods, i.e. Holt's exponential smoothing method, damped trend exponential

smoothing method, simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method. Time series of monthly tangerine prices gathered from the website of Office of Agricultural Economics during January, 2005 to October, 2017 of 154 values were divided into 2 sets. The first set had 144 values from January, 2005 to December, 2016 for constructing the forecasting models. The second set had 10 values from January to October, 2017 for comparing accuracy of the forecasts via the criteria of the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. Research findings indicated that for all forecasting methods that had been studied, the most accurate method was damped trend exponential smoothing method and the forecasting model was $\hat{Y}_{t+m} = 42.50018 - 2.49986 \sum_{i=1}^m (0.10012)^i$ where m represents the number of periods to forecast ahead with the starting value of January, 2017 ($m = 1$).

Keywords: tangerine; exponential smoothing method; mean absolute percentage error (MAPE); root mean squared error (RMSE)

1. คำนำ

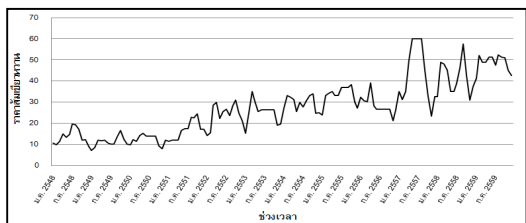
ส้มเขียวหวานเป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมาก ทั้งการบริโภคภายในประเทศและการส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน โดยตลาดยังคงมีความต้องการเพิ่มขึ้นทั้งในด้านเพื่อการบริโภคสดและการแปรรูป ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานมักประสบปัญหาผลส้มร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว ทำให้ผลผลิตต่อไร่ลดลง ขนาดและคุณภาพผลส้มลดลง ทั้งนี้เป็นสาเหตุมาจากส้มเป็นโรคกรีนนิ่ง (greening) ซึ่งมีการระบาดของแมลงพาหะ คือ เพลี้ยไถ้ (Durian psyllid) ประกอบกับการจัดการบางอย่างไม่เหมาะสมจึงทำให้ต้นทรุดโทรม ผลผลิตลดลงจนต้นส้มตายไปในที่สุด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561ก) จากการศึกษาราคาส้มเขียวหวานเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึงปัจจุบัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561ข) พบว่าราคาส้มเขียวหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีความผันแปรตามฤดูกาลค่อนข้างสูง เกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานอาจมีคำถามว่าแนวโน้มของราคาจะยังคงสูงขึ้นเช่นนี้

ตลอดไปหรือไม่ ช่วงเดือนอะไรที่ราคาสูงหรือราคาตกต่ำ การพยากรณ์ทางสถิตินับเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยตอบคำถามเหล่านี้ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเริ่มสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ราคาส้มเขียวหวานโดยใช้วิธีการทางสถิติ ซึ่งพบว่ายังไม่เคยมีนักวิจัยท่านใดได้พยากรณ์ราคาส้มเขียวหวานไว้เลย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ จากนั้นจึงคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด 1 วิธี โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error, MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean squared error, RMSE) ที่ต่ำที่สุด เพื่อให้ได้ตัวแบบ

พยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ราคาสัมเขี้ยวหวานในอนาคตต่อไป

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้อนุกรมเวลาราคาสัมเขี้ยวหวานขนาดคละ (บาท/กิโลกรัม) จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561ข) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 154 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 144 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 10 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด โดยเมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ดังรูปที่ 1 พบว่า ราคาสัมเขี้ยวหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคาสัมเขี้ยวหวานขนาดคละตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

นอกเหนือจากการพิจารณารูปกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลาแล้ว ผู้วิจัยยังได้ตรวจสอบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ ดังนี้

การตรวจสอบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มหรือไม่ ดำเนินการดังนี้

(1) ตรวจสอบข้อสมมุติ (assumption) คือ อนุกรมเวลาในแต่ละปีมีการแจกแจงปรกติและมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ เพื่อเลือกใช้สถิติสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละปี โดยถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละปีมีการแจกแจงปรกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน จะใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ (parametric statistic) ซึ่งคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) แต่ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงปรกติหรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric statistic) ซึ่งคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's one-way analysis of variance by Rank) ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สมิเยร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov's test) พบว่า p-value ของทุกปีมีค่ามากกว่า 0.01 จึงสรุปได้ว่าราคาสัมเขี้ยวหวานในแต่ละปีมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และผลการตรวจสอบความเท่ากันของความแปรปรวน โดยใช้การทดสอบของเลวีในภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene's test based on median) พบว่า Levene statistic = 8.444, p-value < 0.0001 จึงสรุปได้ว่าราคาสัมเขี้ยวหวานในแต่ละปีมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงควรใช้ Kruskal-Wallis ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละปี

(2) ทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละปี โดยใช้ Kruskal-Wallis พบว่า ราคาสัมเขี้ยวหวานในแต่ละปีมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 122.245$, p-value < 0.0001) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้ม

การตรวจสอบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีความผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ ดำเนินการดังนี้

(1) หากผลการตรวจสอบพบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้ม จะต้องมีการกำจัดแนวโน้มออกก่อนที่จะทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน ซึ่งวิธีการกำจัดแนวโน้มมี 2 วิธีคือ ถ้าพิจารณาที่กราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลาแล้วพบว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวที่ค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป กล่าวได้ว่าอนุกรมเวลาที่มีความเหมาะสมกับตัวแบบบวก ควรกำจัดแนวโน้มออกด้วยการลบ แต่ถ้าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป กล่าวได้ว่าอนุกรมเวลาที่มีความเหมาะสมกับตัวแบบคูณ ควรกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหาร สำหรับอนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานมีแนวโน้มและมีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป จึงมีความเหมาะสมกับตัวแบบคูณ ดังนั้นต้องกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหาร

(2) ตรวจสอบข้อสมมุติ คือ อนุกรมเวลาในแต่ละเดือนหลังจากกำจัดแนวโน้มออกแล้วมีการแจกแจงปกติและมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ เพื่อเลือกใช้สถิติสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน โดยถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละเดือนมีการแจกแจงปกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน จะใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ ซึ่งคือ ANOVA แต่ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละเดือนไม่มีการแจกแจงปกติหรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ ซึ่งคือ Kruskal-Wallis ผลการตรวจสอบการแจกแจงปกติโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สมิเยร์นอฟ พบว่า p-value ของบางเดือนมีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงสรุปได้ว่า ราคาส้มเขียวหวานในแต่ละเดือนเมื่อกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหารไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และผลการตรวจสอบความเท่ากันของความแปรปรวน โดยใช้

การทดสอบของเลวีนภายใต้การใช้มัธยฐาน พบว่า Levene statistic = 0.597, p-value = 0.829 จึงสรุปได้ว่าราคาส้มเขียวหวานในแต่ละเดือนเมื่อกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหารมีความแปรปรวนเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงควรใช้ Kruskal-Wallis ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือนเมื่อกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหาร

(3) ทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือนเมื่อกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหาร โดยใช้ Kruskal-Wallis พบว่าราคาส้มเขียวหวานในแต่ละเดือนเมื่อกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหารมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 35.903$, p-value = 0.0004) หมายความว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าอนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานจะมีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล แต่การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ ซึ่งหมายถึงอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของแนวโน้ม ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลด์และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม อนุกรมเวลาที่มีเฉพาะส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลาที่มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกและวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด เนื่องจากผลการพิจารณาค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 ดังตารางที่ 1

พบว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตมมีค่า MAPE ต่ำที่สุด ขณะที่วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวมมีค่า RMSE ต่ำที่สุด ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตมมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงส่วนประกอบของแนวโน้มเท่านั้น แต่กลับมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานที่มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้ง 5 วิธี ที่ต้องการศึกษา แสดงรายละเอียดดังหัวข้อที่ 2.1-2.5 หัวข้อที่ 2.6 เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์โดยพิจารณาที่อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ และสำหรับหัวข้อที่ 2.7 จะเป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด

ตารางที่ 1 ค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

วิธีการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง	MAPE	RMSE
โฮลต์	13.9497	5.1909
แตม	13.7472	5.1641
ฤดูกาลอย่างง่าย	13.8200	4.5596
วินเทอร์แบบบวม	14.3806	4.4996
วินเทอร์แบบคูณ	14.3831	5.2171

สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ในหัวข้อที่ 2.1-2.5 แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t \text{ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา } t$$

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

a_t, b_t และ S_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y , ความชันของแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาล ตามลำดับ

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

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_t เมื่อ n_t แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทนจำนวนคาบของฤดูกาล

2.1 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและไม่มี ความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงตัวการปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงตัวการปรับเรียบของค่าระดับ (level: α) และค่าคงตัวการปรับเรียบของค่าความชัน (trend: γ) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (1) (IBM Corporation, 2017)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \tag{1}$$

เมื่อ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}), b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$

2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตม (damped trend exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตม มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและไม่มี ความผันแปรตามฤดูกาลเช่นเดียวกับการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มนั้นไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะช้ากว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงของการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้

กำลังของโฮสต์ รวมถึงความชันจะมีค่าลดลงตามเวลา ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (2) (IBM Corporation, 2017)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i \quad (2)$$

เมื่อ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple seasonal exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้มแต่มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าเท่ากันทุกช่วงเวลา ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (3) (IBM Corporation, 2017)

$$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t \quad (3)$$

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

2.4 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' additive exponential smoothing)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและมีความผันแปรตามฤดูกาล โดยที่อัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าคงที่ กล่าวคือ อัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (4) (สมเกียรติ, 2548)

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

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

2.5 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' multiplicative exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและมีความผันแปรตามฤดูกาล โดยที่อัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (5) (สมเกียรติ, 2548)

$$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) \hat{S}_t \quad (5)$$

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

2.6 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์

หลังจากที่ได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ โดยพิจารณาอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ดังนี้

(1) ความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ

(2) ความคลาดเคลื่อนต้องมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรัน (runs test)

(3) ความคลาดเคลื่อนต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-test)

(4) ความคลาดเคลื่อนต้องมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวินภายใต้การใช้มาตรฐาน

หากพบว่าอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนมีเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริง จะสรุปว่า

ตัวแบบพยากรณ์นั้นไม่เหมาะสม และไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

2.7 การเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานขนาดคละ โดยการเปรียบเทียบราคาส้มเขียวหวานขนาดคละของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 กับค่าพยากรณ์จากวิธีการทางสถิติทั้ง 5 วิธี เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุดจัดเป็นตัวแบบที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนั้นมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ MAPE และ RMSE แสดงดังสมการที่ (6) และสมการที่ (7) ตามลำดับ (สมเกียรติ, 2548) หลังจากนั้นผู้วิจัยจะใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์ราคาส้มเขียวหวานขนาดคละ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ต่อไป

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \tag{6}$$

$$\text{และ } RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \tag{7}$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

\hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

การตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 1.355, p-value = 0.051) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (runs test: Z = -0.167, p-value = 0.867) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.125, p-value = 0.901) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene statistic = 1.230, p-value = 0.274) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 42.50009 + 0.27730m \tag{8}$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2560

3.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

การตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 1.294, p-value = 0.070) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (runs test: Z = 1.004, p-value = 0.316) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.458, p-value = 0.648) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene statistic = 1.112, p-value = 0.357) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 42.50018 - 2.49986 \sum_{i=1}^m (0.10012)^i \tag{9}$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t + m โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2560

3.3 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

การตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 1.110, p-value = 0.170)

มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (runs test: $Z = -0.167$, $p\text{-value} = 0.867$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 0.554$, $p\text{-value} = 0.581$) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene statistic = 1.227, $p\text{-value} = 0.275$) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = 46.56611 + \hat{S}_t \quad (10)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

\hat{S}_t แทนค่าดัชนีฤดูกาล รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ราคาสัมเขี้ยวหวานของเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคมของทุกปี มีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 0

3.4 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก

การตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z = 1.229$, $p\text{-value} = 0.098$) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (runs test: $Z = -0.502$, $p\text{-value} = 0.616$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = -0.108$, $p\text{-value} = 0.914$) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levenestatic = 1.237, $p\text{-value} = 0.269$) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (48.11055 + 0.275m) + \hat{S}_t \quad (11)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2560

\hat{S}_t แทนค่าดัชนีฤดูกาล รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ราคาสัมเขี้ยวหวานของเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคมของทุกปี มีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 0

3.5 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

การตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.965$, $p\text{-value} = 0.310$) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (runs test: $Z = -1.505$, $p\text{-value} = 0.132$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = -0.424$, $p\text{-value} = 0.673$) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.270, $p\text{-value} = 0.249$) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (56.04195 + 0.27851m)\hat{S}_t \quad (12)$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2560

\hat{S}_t แทนค่าดัชนีฤดูกาล รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ราคาสัมเขี้ยวหวานของเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนของทุกปี มีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 1

ตารางที่ 2 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคาสัมเขี้ยวหวานจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล
มกราคม	-5.66353	พฤษภาคม	0.79562	กันยายน	3.64146
กุมภาพันธ์	-1.35937	มิถุนายน	1.32646	ตุลาคม	1.35062
มีนาคม	0.84979	กรกฎาคม	1.92396	พฤศจิกายน	-4.97771
เมษายน	2.80146	สิงหาคม	3.37396	ธันวาคม	-4.06272

ตารางที่ 3 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล
มกราคม	-5.66353	พฤษภาคม	1.21775	กันยายน	2.93791
กุมภาพันธ์	-1.35937	มิถุนายน	1.46717	ตุลาคม	0.36566
มีนาคม	0.84979	กรกฎาคม	1.78325	พฤศจิกายน	-6.24410
เมษายน	2.80146	สิงหาคม	2.95183	ธันวาคม	-5.61052

ตารางที่ 4 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคาส้มเขียวหวานจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล
มกราคม	0.76519	พฤษภาคม	0.94940	กันยายน	1.07526
กุมภาพันธ์	0.85672	มิถุนายน	0.97952	ตุลาคม	0.96080
มีนาคม	0.89881	กรกฎาคม	1.01525	พฤศจิกายน	0.74292
เมษายน	0.99869	สิงหาคม	1.08151	ธันวาคม	0.77157

3.6 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

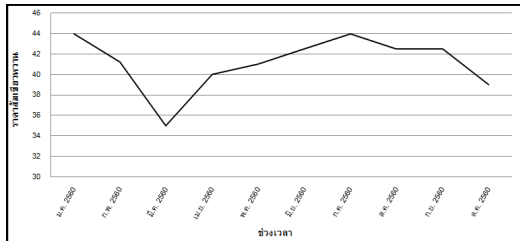
การเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ราคาส้มเขียวหวานขนาดผลของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 โดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE ในสมการที่ (6) และสมการที่ (7) ตามลำดับ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 พบว่าเมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรในสมการที่ (8) ได้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด ดังนั้นวิธีการพยากรณ์นี้จึงเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมราคาส้มเขียวหวานชุดนี้มากที่สุด โดยวิธีการพยากรณ์นี้มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์เพียงร้อยละ 4.9761 (MAPE = 4.9761) หรือมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 2.7626 บาท/กิโลกรัม (RMSE = 2.7626) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์นี้ในการพยากรณ์

ราคาส้มเขียวหวานขนาดผล ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่าราคาส้มเขียวหวานตลอดช่วงเวลานี้มีค่าเท่ากันคือ 42.22 บาท/กิโลกรัม เนื่องจากตัวแบบพยากรณ์ในสมการที่ (9) มีค่าของ ϕ เข้าใกล้ 0 ดังนั้นเมื่อ m มีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้พจน์ $b_i \sum_{i=1}^m \phi^i$ มีค่าเข้าใกล้ 0 และเหตุผลอีกประการหนึ่งที่วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรมีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมราคาส้มเขียวหวานชุดนี้มากที่สุด อาจเนื่องมาจากราคาส้มเขียวหวานขนาดผลของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 มีการเคลื่อนไหวค่อนข้างคงที่ โดยไม่ปรากฏแนวโน้มชัดเจนนัก ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังวิธีอื่น ๆ จะแสดงแนวโน้มหรือความผันแปรตามฤดูกาลอย่างชัดเจน

ตารางที่ 5 ค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

วิธีการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง	MAPE	RMSE
โฮลด์	7.9099	3.8593
แอดม	4.9761	2.7626
ฤดูกาลอย่างง่าย	17.2474	7.4254
วินเทอร์แบบบวก	23.9795	10.4038
วินเทอร์แบบคูณ	34.9531	15.3387



รูปที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคาสัมเขี้ยวหวานขนาดคละ ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560

4. วิจัยและสรุป

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาสัมเขี้ยวหวานขนาดคละ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 154 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 144 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลด์ วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้ม

แบบแอดม วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 10 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแอดมเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 42.50018 - 2.49986 \sum_{i=1}^m (0.10012)^i$$

เมื่อ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2560

เมื่อใช้วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแอดมในการพยากรณ์ราคาสัมเขี้ยวหวานขนาดคละ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่าราคาสัมเขี้ยวหวานตลอดช่วงเวลานี้มีค่าเท่ากัน คือ 42.22 บาท/กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับที่ประชาชาติธุรกิจออนไลน์ (2561) ที่รายงานไว้ว่าราคาสัมเขี้ยวหวานจะอยู่ที่ประมาณกิโลกรัมละ 40-50 บาท เนื่องจากสามารถควบคุมโรคกรีนนิ่งได้แล้ว

ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาราคาสัมเขี้ยวหวานของข้อมูลชุดที่ 1 ที่พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมควรจะเป็นวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกหรือวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ แต่ผลการศึกษาครั้งนี้กลับพบว่าวิธีการที่มีความเหมาะสม คือวิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้ม

แบบแอดม ซึ่งมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงส่วนประกอบของแนวโน้มเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ทุกครั้ง ผู้วิจัยควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ยังได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ที่นอกเหนือจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังอีกด้วย ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) ที่มีตัวแบบพยากรณ์เป็น SARIMA(0, 1, 0)(0, 1, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว (Jenkins and Reinsel, 1994) และวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (combined forecasts that weighted by the least squares method) (มุกดา, 2549) ผลการศึกษาพบว่าค่า MAPE และ RMSE ของทั้ง 2 วิธีการพยากรณ์นี้สูงกว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่ได้ศึกษาในครั้งนั้น

อย่างไรก็ตาม ราคาส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ อาจเพราะสถานการณ์การผลิต สถานการณ์ตลาด ปริมาณความต้องการบริโภคภายในและต่างประเทศ สภาวะเศรษฐกิจนโยบายการค้า-การส่งออกระหว่างประเทศ หรือปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงควรพิจารณาตัวแปรเหล่านี้ โดยนำมาสร้างเป็นตัวแบบถดถอย (regression model) ซึ่งอาจได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น (Montgomery *et al.*, 2006) อีกทั้งเมื่อมีราคาส้มเขียวหวานที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

5. รายการอ้างอิง

- ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, ปีทองธุรกิจสวนส้ม “เชียงใหม่-กำแพงเพชร” ราคาหน้าสวนพุ่ง 50 บาท/กก., แหล่งที่มา: https://www.sentangsedtee.com/career-channel/article_20886, 1 มีนาคม 2561.
- มุกดา แม้นมินทร์, 2549, อนุกรมเวลาและการพยากรณ์, โฟร์พรีนติ้ง, กรุงเทพฯ.
- สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548, เทคนิคการพยากรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ราคาส้มเขียวหวานขนาดคละ, แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/tableofpriceindex.html>, 7 มกราคม 2561ข.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ศูนย์ข้อมูลผลไม้-ส้มเขียวหวาน, แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/fruits/index.php/oranges-data>, 7 มกราคม 2561ก.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C., 1994, Time Series Analysis: Forecasting and Control, 3rd Ed., Prentice Hall, New Jersey.
- IBM Corporation, 2017, IBM SPSS Statistics Information Center, Available Source: <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spssstat/v20r0m0/index.jsp?>, November 25, 2017.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G., 2006, Introduction to Linear Regression Analysis, 4th Ed., John Wiley Sons, Inc., New York.