



การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเทคนิคการพยากรณ์สำหรับตัวแบบของ
ตัวแปรเดียวกับข้อมูลที่มีฤดูกาล

Comparison of the Efficiency of Forecasting Techniques for Univariate Models with Seasonal Data

กฤตาพร พืชระสุภา^{1*}

Received: May, 2018; Accepted: June, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเทคนิคการพยากรณ์สำหรับตัวแบบของตัวแปรเดียว (Univariate Model) กับข้อมูลที่มีฤดูกาล (Seasonal Data) ซึ่งได้แก่ เทคนิคนาอิวสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (Seasonal Naïve Forecasting: SNF) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average: WMA) และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing: WES) มาสร้างเป็นตัวแบบในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตาก โดยใช้ข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559 จากสำนักงานเกษตรจังหวัดตาก และวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ด้วยค่าน้อยที่สุดจากร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (Mean Squared Deviation: MSD) ผลการวิจัยพบว่าจากเทคนิคการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา เทคนิคนาอิวสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ให้ความถูกต้องของผลพยากรณ์สูงที่สุดลำดับถัดมา คือ เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) ให้ความถูกต้องของผลพยากรณ์น้อยที่สุด

คำสำคัญ : การพยากรณ์; ตัวแบบของตัวแปรเดียว; ข้อมูลที่มีฤดูกาล; ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโค

¹ Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Lanna, Tak
* Corresponding Author E - mail Address: phucharasupa@hotmail.com

Abstract

The objective of this research was to compare the efficiency of three forecasting techniques for univariate models with seasonal data. The three techniques: Seasonal Naïve Forecasting (SNF), Weighted Moving Average (WMA), and Winters' Exponential Smoothing (WES) were used to construct forecasting models for the price of field corn in Tak province. The data gathered from Tak Provincial Agricultural Extension Office during January 2011 to December 2016. The forecast accuracies were compared by minimizing the Mean Absolute Percentage Error (MAPE), the Mean Absolute Deviation (MAD), and the Mean Squared Deviation (MSD). Research finding indicated that among forecasting techniques had been studied, the most efficient technique was the Seasonal Naïve Forecasting (SNF), the Weighted Moving Average (WMA), and Winters' Exponential Smoothing (WES), respectively.

Keywords: Forecasting; Univariate Model; Seasonal Data; Autocorrelation Function

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) ที่มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ เปลี่ยนรูปภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และบริการดั้งเดิมของไทย โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคม มาช่วยพัฒนาธุรกิจหรืออุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในระดับสากล [1] แต่ภาคเกษตรกรรมซึ่งเป็นรากฐานของประเทศไทยและเป็นอาชีพหลักของคนไทยตั้งแต่ดั้งเดิมมาจนถึงปัจจุบัน มักประสบปัญหาราคาขายของผลผลิตตกต่ำอยู่เสมอ ดังนั้นการนำวิธีการพยากรณ์ซึ่งเป็นวิธีการทำนายหรือการประมาณค่าในช่วงเวลาหนึ่งล่วงหน้า จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่หรือข้อมูลในอดีต [2] จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวางแผนและตัดสินใจในการดำเนินงานทางด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะในเรื่องการวางแผนการเพาะปลูกของเกษตรกร

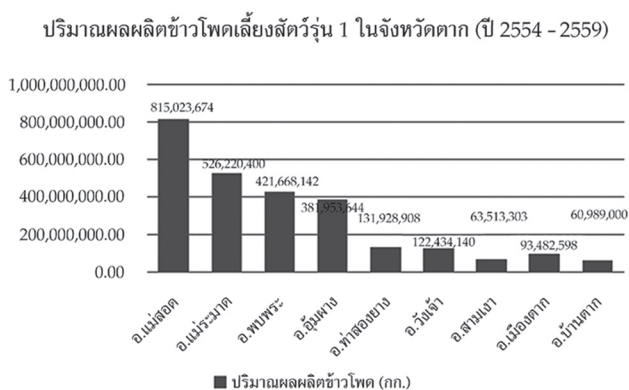
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกตัวหนึ่งของประเทศไทย และมีส่วนช่วยส่งเสริมการผลิตปศุสัตว์ในประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งประเทศไทยสามารถผลิตได้ 4,058,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2559 ทำให้ติดหนึ่งในสิบของประเทศที่มีการส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุดในโลก จากผลผลิตทั้งหมด 1,039,064,000 ตัน [3] และจังหวัดตากก็เป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ติดลำดับหนึ่งในห้าของประเทศไทย ที่สามารถผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ถึง 349,920 ตัน ในปี พ.ศ. 2559 [3] ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจอันดับต้น ๆ ที่สร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชไร่ในจังหวัดตาก จึงถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากตัวหนึ่งของจังหวัดตาก [4] ด้วยเช่นกัน และจังหวัดตากก็ประสบปัญหาราคาขายต่อกิโลกรัมของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตกต่ำจนเกิดวิกฤตการณ์ร้องเรียนจากเกษตรกรผู้ปลูกอยู่หลายครั้ง [5] - [7] หากมีตัวแบบการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตากที่ดี จะสามารถทำนายหรือประมาณการราคาขายต่อกิโลกรัมของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้แม่นยำมากขึ้น ซึ่งเป็นสารสนเทศที่มีประโยชน์ต่อการวางแผนและตัดสินใจในการดำเนินการเพาะปลูกและการวางแผนการขาย เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้ราคาขาย

ที่ตื้นเขินเป็นที่น่าสนใจ แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตาก และยังเป็นสารสนเทศให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับองค์กร จังหวัด และประเทศ ซึ่งสามารถนำไปบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกในระดับจังหวัดและภูมิภาค เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างกำลังการผลิตและตลาดที่รองรับ รวมทั้งยังสามารถเป็นต้นแบบให้การพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่อื่น ๆ ได้อีกด้วย

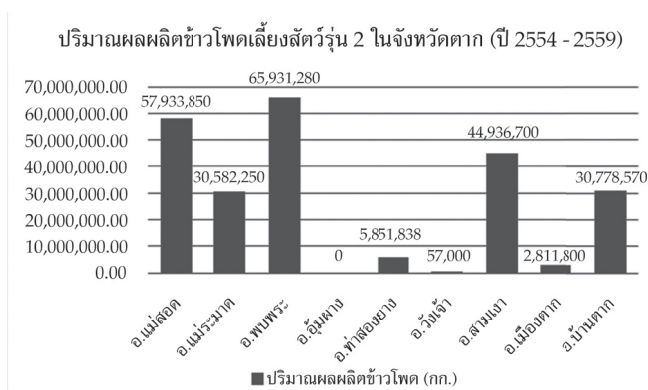
ดังนั้น งานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการพยากรณ์ ทางด้านการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) ประเภทตัวแบบของตัวแปรเดียว (Univariate Model) โดยการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ที่มีฤดูกาล (Seasonal Variation) เนื่องจากเทคนิคเหล่านี้สามารถประมวลผลได้รวดเร็ว มีการคำนวณที่ไม่ยุ่งยาก และใช้สถิติของข้อมูลย้อนหลังอย่างน้อย 1 - 3 ปี จึงสามารถให้ผลการพยากรณ์ได้ทันเหตุการณ์มี 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคนาอ็พสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) [2] ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) [8] และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) [2], [9] มาสร้างเป็นตัวแบบในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตาก ด้วยข้อมูลราคาขายเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 ที่มีความชื้นไม่เกิน 14.5 % ใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอวังเจ้า อำเภอเมืองตาก อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งได้มาจากสำนักงานเกษตรจังหวัดตาก และวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ โดยวิธีร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) [2], [10] วิธีค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) [9], [11] และวิธีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) [11] เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

วิธีการทดลอง

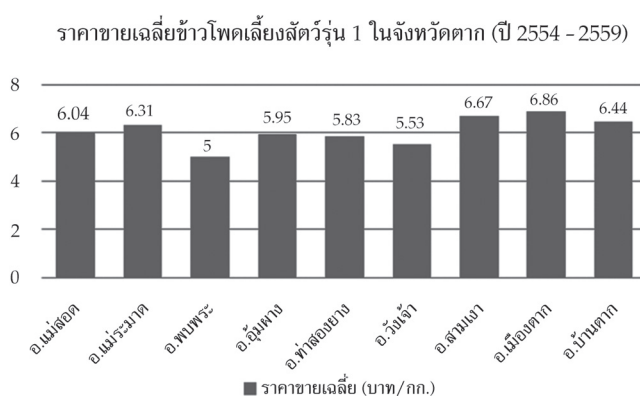
ประเทศไทยสามารถปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ 2 รุ่น คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 จะเริ่มทำการเพาะปลูกตั้งแต่ 1 มีนาคม - 31 ตุลาคม และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 จะเริ่มเพาะปลูกตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน - 28 กุมภาพันธ์ ของปีถัดไป ส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100 - 120 วัน สำหรับฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 จะเริ่มตั้งแต่ 1 กรกฎาคม - 28 กุมภาพันธ์ ของปีถัดไป และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 จะเริ่มตั้งแต่ 1 มีนาคม - 30 มิถุนายน จังหวัดตากมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งสองรุ่นและมีปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 มีปริมาณมากกว่ารุ่น 2 สังเกตได้จากปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ที่น้อยที่สุดอยู่ที่อำเภอบ้านตาก ผลิตได้ 60,989,000 กิโลกรัม และปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ที่มากที่สุดอยู่ที่อำเภอพบพระ ผลิตได้ 65,931,280 กิโลกรัม ซึ่งอำเภอพบพระมีปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 อยู่ที่ 421,668,142 กิโลกรัม และราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 โดยส่วนใหญ่จะสูงกว่ารุ่น 1 เล็กน้อย ตามรูปที่ 3 และ 4 สังเกตได้จากราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ในอำเภอพบพระ อำเภอท่าสองยาง อำเภอวังเจ้า อำเภอสามเงา อำเภอเมืองตาก และอำเภอบ้านตาก มีราคาขายต่อกิโลกรัมที่สูงกว่า ดังนี้ 5.46 5.86 6.25 7.06 7.17 และ 6.85 บาท ตามลำดับ ซึ่งราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ใน 6 อำเภอดังกล่าวมีราคาขายต่อกิโลกรัมที่ต่ำกว่า ดังนี้ 5.00 5.83 5.53 6.67 6.86 และ 6.44 บาท ตามลำดับ เนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 มีช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในฤดูแล้งทำให้ข้าวโพดมีความชื้นน้อยจึงขายได้ราคาดีกว่า



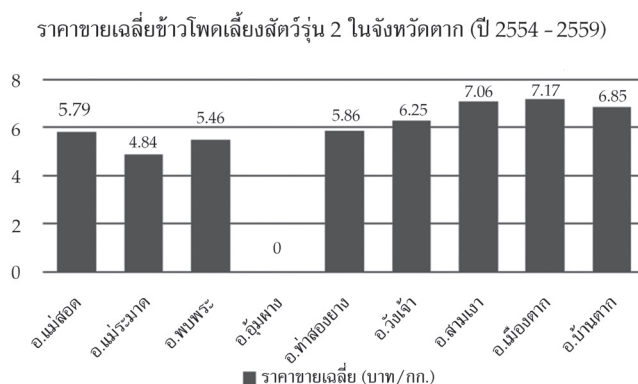
รูปที่ 1 กราฟแสดงปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ในจังหวัดตาก (พ.ศ. 2554 - 2559)



รูปที่ 2 กราฟแสดงปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ในจังหวัดตาก (พ.ศ. 2554 - 2559)

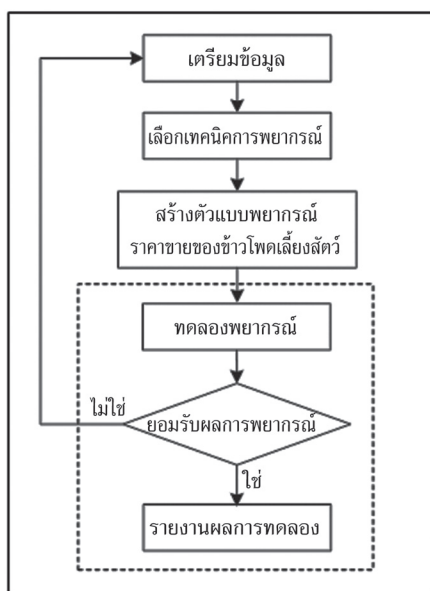


รูปที่ 3 กราฟแสดงราคาขายเฉลี่ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ในจังหวัดตาก (พ.ศ. 2554 - 2559)



รูปที่ 4 กราฟแสดงราคาขายเฉลี่ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ในจังหวัดตาก (พ.ศ. 2554 - 2559)

จากการสังเกตข้อมูล ผู้วิจัยพบว่าราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 ในแต่ละอำเภอของจังหวัดตากไม่เท่ากัน และปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีมากขึ้นหรือน้อยลงก็ได้เป็นปัจจัยส่งผลให้ราคาขายลดลงหรือสูงขึ้น เช่น กรณีอำเภอแม่สอดมีปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 มากที่สุดคือ 815,023,674 กิโลกรัม แต่มีราคาขาย คือ 6.04 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่ได้เป็นราคาขายที่ต่ำที่สุดดังแสดงในรูปที่ 1 และ 3 และเมื่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ใน อำเภอแม่สอดน้อยลง คือ 57,933,850 กิโลกรัม แต่ราคาขายก็ได้สูงขึ้น กลับลดลงคือ 5.79 บาทต่อกิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 4 เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้การประมาณราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ล่วงหน้ามีประสิทธิภาพ จึงนำเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบของตัวแปรเดียวเข้ามาช่วยในการทำนายราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีขั้นตอนดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินงานในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ขั้นตอนดำเนินงานในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แสดงในรูปที่ 5 มีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการพยากรณ์ โดยใช้ตัวแบบของตัวแปรเดียวสำหรับข้อมูลที่มีฤดูกาล เป็นข้อมูลราคาขายเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 ที่มีความชื้นไม่เกิน 14.5 % ใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอวังเจ้า อำเภอเมืองตาก อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากสำนักงานเกษตรจังหวัดตาก ย้อนหลังจำนวน 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2559 เป็นข้อมูลอนุกรมรายเดือนจำนวน 72 เดือน จากพื้นที่ 9 อำเภอ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) และความสมบูรณ์ครบถ้วน (Completeness) จากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2558 ของแต่ละอำเภอเป็นข้อมูลฝึกสอน (Training Data) และข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 ของแต่ละอำเภอเป็นข้อมูลทดสอบ (Test Data) เพื่อประเมินความคลาดเคลื่อนของผลการพยากรณ์

2. การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Model Selection)

การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลจะช่วยลดความผิดพลาดในการพยากรณ์ลงได้ ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลด้วยค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต (Autocorrelation Function: ACF or Correlogram) [2] ของราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นของแต่ละอำเภอในจังหวัดตาก ราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นได้มาจากราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 หรือรุ่น 2 ที่มีขายอยู่ในเดือนนั้นของปีที่พิจารณา และสำหรับบางเดือนที่มีผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งรุ่น 1 และรุ่น 2 ออกมาขายพร้อมกัน จะใช้ค่าเฉลี่ยของราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 เป็นตัวแทนของราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในเดือนนั้นของปีที่พิจารณา โดยใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรในช่วงเวลาปัจจุบันกับช่วงเวลาก่อนหน้า (Lag Time) ตั้งแต่หนึ่งช่วงเวลารั้งขึ้นไปถึงสมการที่ (1)

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (A_t - \bar{A})(A_{t-k} - \bar{A})}{\sum_{t=1}^n (A_t - \bar{A})^2} \quad (1)$$

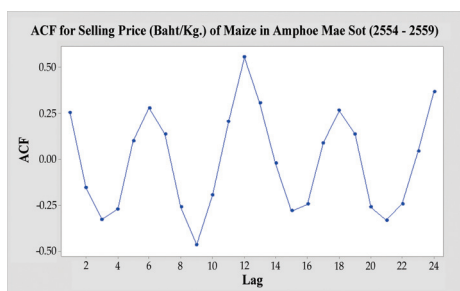
โดยที่

$$\begin{aligned} r_k &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตลำดับที่ } k \\ \bar{A} &= \text{ค่าเฉลี่ยของค่า } A \\ A_t &= \text{ค่า } A \text{ ณ เวลาที่ } t \\ A_{t-k} &= \text{ค่า } A \text{ ณ ช่วงก่อนหน้าช่วง } k \text{ หรือช่วงที่ } t-k \\ A &= \text{ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่น} \end{aligned}$$

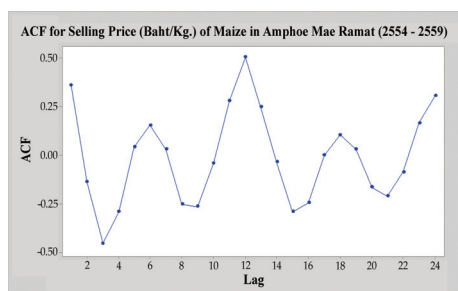
จากนั้นแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตในรูปแบบกราฟด้วยโปรแกรมมินิแท็บ (Minitab) รุ่น 18 ได้ดังรูปที่ 6 โดยแกน y (แกนตั้ง) แสดงขนาดความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ตั้งแต่ -1 ถึง +1 ส่วนแกน x (แกนนอน) แสดงช่วงเวลา (Lag Time) การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีการลุ่ม มีแนวโน้มเป็นข้อมูลคงที่ หรือมีฤดูกาลหรือไม่ จะพิจารณาจากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตที่แสดงในกราฟตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 1 - 24 (ลำดับสุดท้าย) ได้ดังนี้ 1) ข้อมูลมีการลุ่ม สังเกตจากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต

ทุกค่าจะมีค่าใกล้เคียง 2) ข้อมูลมีแนวโน้ม สังเกตจากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโดในลำดับต้นจะมีค่าสูงหรือใกล้ 1 หรือแตกต่างจากศูนย์มาก และจะค่อย ๆ ลดลงเข้าหาศูนย์เมื่อลำดับเพิ่มขึ้น 3) เป็นข้อมูลคงที่ สังเกตจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบบอโดในลำดับต้น (r_1, r_2) จะมีค่าสูง และค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโดในลำดับต่อมา ($r_3, r_4, \dots$) จะลดลงเท่ากับศูนย์อย่างรวดเร็ว และ 4) ข้อมูลมีฤดูกาล สังเกตจากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโด (r) จะมีค่ามากในลำดับที่มีการเคลื่อนไหวของฤดูกาล เช่น ถ้าเป็นอนุกรมรายเดือนค่า r จะมากในลำดับที่หารด้วย 12 ลงตัว ถ้าเป็นอนุกรมรายไตรมาสค่า r จะมากในลำดับที่หารด้วย 4 ลงตัว [2]

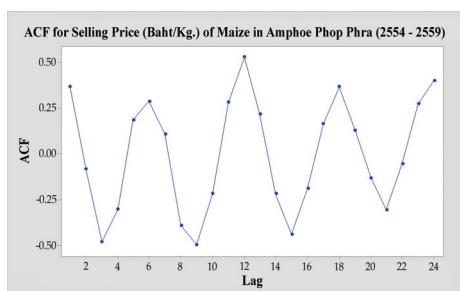
เมื่อพิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโดสำหรับราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก กับช่วงเวลา (Lag Time) ในรูปที่ 6 พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีฤดูกาลแบบรายเดือน เนื่องจากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโดจะมีค่ามากในลำดับที่เป็นฤดูกาลและในลำดับที่หารด้วย 12 ลงตัว แต่ไม่มีการลุ่ม ไม่มีแนวโน้ม และไม่เป็นข้อมูลคงที่



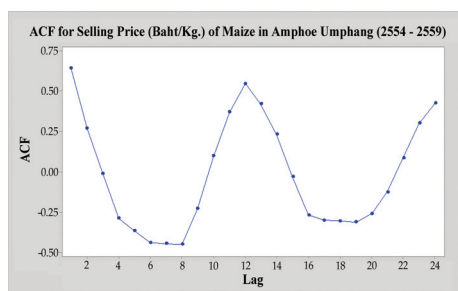
(ก) อำเภอแม่สอด



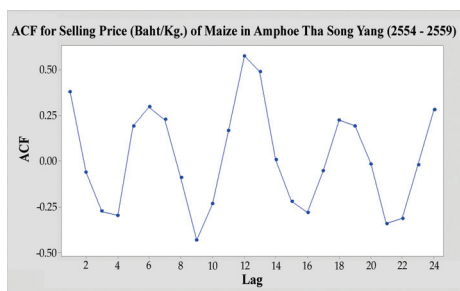
(ข) อำเภอแม่ระมาด



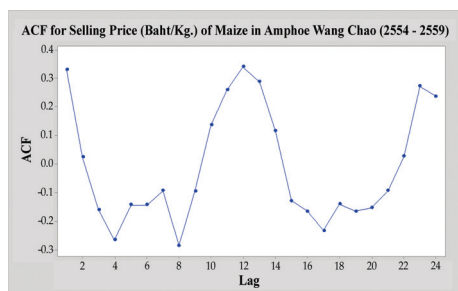
(ค) อำเภอพบพระ



(ง) อำเภออุ้มผาง

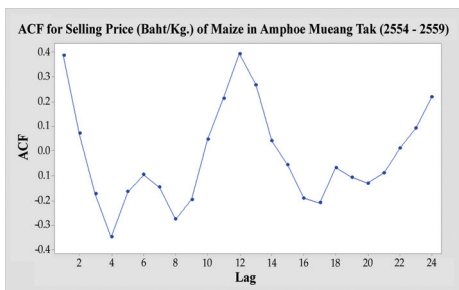


(จ) อำเภอท่าสองยาง

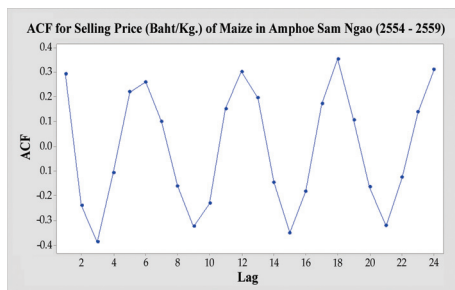


(ฉ) อำเภอวังเจ้า

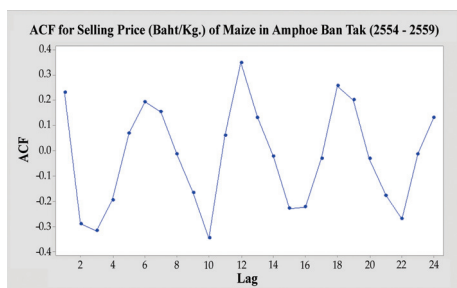
รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโดสำหรับราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก กับช่วงเวลา (Lag Time)



(ช) อำเภอเมืองตาก



(ซ) อำเภอสามเงา



(ฅ) อำเภอบ้านตาก

รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตสำหรับราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก กับช่วงเวลา (Lag Time) (ต่อ)

เพื่อเป็นการยืนยันว่าข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีฤดูกาลแบบรายเดือน จึงทดสอบค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตในลำดับที่ 12 ทารลงตัว คือ ลำดับที่ 12 และ 24 โดยใช้กฎหัวแม่มือ ณ ระดับความเชื่อมั่น 95 % สามารถทดสอบค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต [2] ได้ดังนี้

กำหนด $H_0 : \rho_k = 0$ (ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตลำดับที่ k ไม่แตกต่างจาก 0)

$H_1 : \rho_k \neq 0$ (ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตลำดับที่ k แตกต่างจาก 0)

โดยที่ $k = 12$ และ 24

ขอบเขตการตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต (r) ในลำดับ 12 และ 24 อยู่นอกช่วงของ $0 \pm 2/\sqrt{72} = 0 \pm 0.235702$ นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 โดยที่ $\rho_k \neq 0$ ถ้า $r_k < -0.235702$ หรือ $r_k > 0.235702$ ซึ่งหมายความว่าข้อมูลราคาขายเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีลักษณะฤดูกาลแบบรายเดือนนั่นเอง

เมื่อเปรียบเทียบค่าขอบเขตการตัดสินใจกับค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต r_{12} และ r_{24} ของอำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอวังเจ้า และอำเภอสามเงา รวมถึงค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต r_{12} ของอำเภอเมืองตาก และอำเภอบ้านตาก ในตารางที่ 1 พบว่าที่ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตเหล่านี้คกอยู่นอกขอบเขตของการยอมรับ H_0

จึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้ มีเพียงแต่อำเภอเมืองตาก และอำเภอบ้านตาก ที่มีค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโต r_{24} อยู่ในขอบเขตของการยอมรับ H_0 ดังนั้น เพื่อให้แน่ใจว่าราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งรุ่น 1 และรุ่น 2 ในอำเภอเมืองตาก และอำเภอบ้านตาก อยู่ในขอบเขตของการยอมรับ H_0 ทั้งคู่ จึงแยกพิจารณาค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโตของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 ออกจากกันพบว่าค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโตของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ในอำเภอเมืองตาก และอำเภอบ้านตาก อยู่นอกขอบเขตของการยอมรับ H_0 จึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้ มีเพียงแต่ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโตของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ในอำเภอเมืองตากและอำเภอบ้านตากเท่านั้น ที่อยู่ในขอบเขตของการยอมรับ H_0 เนื่องจากการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 ในเขตพื้นที่ทั้งสองไม่ปกติ เช่น อำเภอเมืองตาก มีการงดเว้นการปลูกในบางปี และอำเภอบ้านตาก มีช่วงเวลาของการเพาะปลูกไม่สม่ำเสมอ

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นทั้ง 7 อำเภอในจังหวัดตาก ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอวังเจ้า และอำเภอสามเงา เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือน เว้นแต่อำเภอเมืองตากและอำเภอบ้านตากเท่านั้นที่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือนเฉพาะข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตากโดยส่วนใหญ่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือนและไม่มีแนวโน้ม

ตารางที่ 1 ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบบอโตของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก

Lag Time	Autocorrelation ณ Lag Time ต่าง ๆ								
	อำเภอแม่สอด	อำเภอแม่ระมาด	อำเภอพบพระ	อำเภออุ้มผาง	อำเภอท่าสองยาง	อำเภอวังเจ้า	อำเภอเมืองตาก	อำเภอสามเงา	อำเภอบ้านตาก
1	0.249856	0.360441	0.366517	0.637893	0.378169	0.329111	0.385916	0.292527	0.22991
2	-0.158802	-0.13727	-0.084019	0.267575	-0.062863	0.022636	0.069027	-0.23932	-0.289433
3	-0.331059	-0.45327	-0.481328	-0.013333	-0.276876	-0.160746	-0.174676	-0.388427	-0.318071
4	-0.274902	-0.29042	-0.304925	-0.288788	-0.298097	-0.266434	-0.349292	-0.109177	-0.195717
5	0.095105	0.041531	0.186691	-0.365725	0.190557	-0.144619	-0.166381	0.219131	0.068137
6	0.27611	0.154523	0.288683	-0.438669	0.294199	-0.143516	-0.096063	0.259413	0.191418
7	0.135117	0.030165	0.108716	-0.444641	0.225673	-0.094136	-0.147318	0.098346	0.151321
8	-0.264617	-0.25263	-0.392054	-0.450613	-0.091791	-0.286039	-0.277317	-0.162212	-0.015522
9	-0.468843	-0.2642	-0.497755	-0.228008	-0.432762	-0.095493	-0.196671	-0.326117	-0.166606
10	-0.197456	-0.0403	-0.216052	0.096408	-0.234296	0.134922	0.044622	-0.232254	-0.34775
11	0.200917	0.28042	0.283853	0.366332	0.165457	0.257502	0.211565	0.150809	0.05765
12	0.553527	0.504529	0.530409	0.544408	0.574299	0.338132	0.392743	0.301465	0.346881
13	0.30534	0.247484	0.218583	0.417113	0.488684	0.286868	0.266647	0.194639	0.1296

ตารางที่ 1 ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบอัตโนมัติของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของ จังหวัดตาก (ต่อ)

Lag Time	Autocorrelation ณ Lag Time ต่าง ๆ								
	อำเภอแม่สอด	อำเภอแม่ระมาด	อำเภอบพพระ	อำเภออุ้มผาง	อำเภอท่าสองยาง	อำเภอวังเจ้า	อำเภอเมืองตาก	อำเภอสามเภา	อำเภอบ้านตาก
14	-0.024706	-0.03507	-0.218219	0.229966	0.00726	0.113828	0.038938	-0.146309	-0.024711
15	-0.283532	-0.29153	-0.44103	-0.031091	-0.221988	-0.12948	-0.057699	-0.351069	-0.230407
16	-0.247891	-0.2445	-0.190533	-0.267478	-0.282012	-0.16591	-0.190711	-0.182045	-0.224544
17	0.085464	-0.00027	0.164086	-0.299637	-0.053671	-0.234231	-0.210103	0.170305	-0.031073
18	0.262632	0.104258	0.367011	-0.305609	0.222897	-0.141468	-0.067236	0.352164	0.255014
19	0.13357	0.029925	0.129128	-0.311581	0.191596	-0.165669	-0.106226	0.105742	0.199249
20	-0.264113	-0.16508	-0.131455	-0.259178	-0.016931	-0.155058	-0.131622	-0.166131	-0.032838
21	-0.334415	-0.2109	-0.306194	-0.126805	-0.343052	-0.093977	-0.089097	-0.322846	-0.178211
22	-0.246133	-0.0873	-0.054171	0.085249	-0.315288	0.025253	0.01078	-0.127726	-0.270841
23	0.039647	0.165073	0.27472	0.298944	-0.021018	0.270565	0.091613	0.137583	-0.014369
24	0.365787	0.304143	0.400949	0.421634	0.280563	0.236212	0.217914	0.308654	0.129335

จากการวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอัตโนมัติ พบว่าข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตากโดยส่วนใหญ่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือนที่ไม่มีแนวโน้ม และมีจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน (Training Data) ทั้งหมด 60 เดือน เริ่มตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2554 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2558 เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ล่วงหน้า 12 เดือน ของอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดตาก ซึ่งเป็นการพยากรณ์ระยะกลาง (Medium-Term Forecasting) ดังนั้น จึงสามารถใช้เทคนิคอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และเทคนิควิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) มาสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีฤดูกาลได้ ซึ่งทั้ง 3 เทคนิคนี้มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ ให้ความสำคัญหรือให้น้ำหนักกับข้อมูลปัจจุบันหรือข้อมูลล่าสุดมากที่สุดในการพยากรณ์ จึงสามารถให้ผลการพยากรณ์ที่สอดคล้องกับเหตุการณ์จริงในปัจจุบันได้

3. การสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Model Construction)

การพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) โดยการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ที่มีฤดูกาล (Seasonal Variation) และงานวิจัยนี้สนใจศึกษากลุ่มเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบของตัวแปรเดียว (Univariate Model) ซึ่งมีอยู่ 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) มาสร้างเป็นตัวแบบในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตากด้วยข้อมูลฝึกสอน ดังนี้

3.1 การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (Seasonal Naïve Forecasting: SNF) เทคนิคอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลสามารถแบ่งได้เป็นเทคนิคอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบง่าย ๆ ได้แก่ เทคนิคอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบง่าย ๆ

สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายไตรมาส และเทคนิคนาอ็อฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือน งานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคนาอ็อฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือน เนื่องจากผลการวิเคราะห์ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบอัตโนมัติของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฯ ในหัวข้อที่ (2) การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Model Selection) ของวิธีการทดลอง แสดงให้เห็นว่าราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตากโดยส่วนใหญ่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือน ดังนั้น เทคนิคนี้ จะเริ่มพยากรณ์ได้ในช่วงเวลาที่ 13 (หรือ $t = 13$) และสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ 12 เดือนจากข้อมูลจริงค่าล่าสุด [2] ดังสมการที่ (2)

$$F_{t+1} = A_{t-11} \quad (2)$$

โดยที่

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ราคาขายข้าวโพดในเดือนใด ๆ เมื่อ t คือ ช่วงเวลาตั้งแต่ 12 เป็นต้นไป

A_{t-11} = ค่าราคาขายข้าวโพดจริงในเดือนเดียวกันของปีที่แล้ว

3.2 การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average: WMA) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ให้น้ำหนัก (Weight) กับข้อมูลปัจจุบันมากกว่าข้อมูลในอดีตที่ไกลออกไปตามลำดับ ทำให้ได้ค่าพยากรณ์ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีค่าใกล้เคียงกับค่าข้อมูลจริงในปัจจุบันมากขึ้น [8] สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (3)

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^n i A_{t-n+i}}{\sum_{i=1}^n i} \quad (3)$$

โดยที่

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ราคาขายข้าวโพดในเดือนใด ๆ เมื่อ t คือ ช่วงเวลาที่เคลื่อนที่ตามเดือน

A_t = ค่าจริงในช่วงเวลา t

n = ขนาดของช่วงเวลาในการเคลื่อนที่

i = ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่

เพื่อให้ได้จำนวนช่วงเวลา (หรือ n) ในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมที่สุด จึงทดลองสร้างตัวแบบของเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจากสมการที่ (3) โดยกำหนดขนาดของช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ดังนี้ $n = 2, n = 4, n = 6, n = 8, n = 10$ และ $n = 12$ ด้วยข้อมูลฝึกสอนตั้งแต่มกราคม พ.ศ. 2554 - ธันวาคม พ.ศ. 2558 ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักเมื่อกำหนดขนาดของช่วงเวลาในการเคลื่อนที่เป็น n ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน

อำเภอ	มกราคม พ.ศ. 2554 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2558																	
	$n = 2$			$n = 4$			$n = 6$			$n = 8$			$n = 10$			$n = 12$		
	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD
แม่สอด	11.36	0.69	1.28	10.20	0.62	0.92	10.16	0.62	0.88	8.76	0.56	0.76	7.65	0.50	0.68	<u>7.35</u>	0.48	0.68
แม่ระมาด	9.87	0.57	0.88	10.65	0.62	0.82	10.96	0.64	0.80	10.17	0.62	0.73	9.14	0.57	0.63	<u>8.91</u>	0.55	0.63
พบพระ	14.49	0.73	0.95	14.25	0.72	0.84	14.31	0.72	0.78	13.86	0.70	0.74	13.12	0.68	0.70	<u>12.80</u>	0.66	0.68
อุ้มผาง	<u>2.54</u>	0.15	0.09	3.20	0.20	0.10	3.84	0.24	0.11	4.37	0.27	0.12	4.54	0.28	0.13	4.51	0.27	0.13
ท่าสองยาง	<u>6.51</u>	0.37	0.38	7.62	0.44	0.38	7.98	0.46	0.38	8.16	0.47	0.40	7.71	0.45	0.37	7.63	0.45	0.38
วังเจ้า	5.30	0.31	0.53	4.96	0.28	0.37	4.77	0.26	0.35	4.73	0.26	0.34	3.41	0.20	0.23	<u>2.89</u>	0.16	0.10
เมืองตาก	<u>6.62</u>	0.42	0.49	7.57	0.48	0.53	8.00	0.51	0.55	8.43	0.53	0.58	8.01	0.51	0.52	7.82	0.49	0.50
สามเงา	8.69	0.62	0.89	8.79	0.64	0.79	8.50	0.62	0.73	8.51	0.62	0.74	8.49	0.62	0.75	<u>8.28</u>	0.61	0.72
บ้านตาก	9.19	0.60	0.67	9.04	0.58	0.58	9.00	0.57	0.57	9.03	0.57	0.57	8.96	0.56	0.57	<u>8.51</u>	0.52	0.52

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ในช่วง n มีขนาดต่าง ๆ ของเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักด้วยข้อมูลฝึกสอน พบว่าขนาดของช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมสำหรับนำไปสร้างตัวแบบ คือ $n = 2$ เมื่อต้องการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง และอำเภอเมืองตาก และ $n = 12$ เมื่อต้องการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภอวังเจ้า อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก

3.3 การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Winters' Exponential Smoothing: WES) เทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์เป็นวิธีการพยากรณ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลและมีแนวโน้มประกอบอยู่ วิธีนี้เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นไม่เกิน 1 ปี จนถึงระยะกลาง 1-3 ปี ข้อมูลที่จะนำมาคำนวณควรเป็นข้อมูลรายเดือนหรือรายไตรมาส และควรมีข้อมูลอย่างน้อย 36 ข้อมูลสำหรับรายเดือน และ 12 ข้อมูลสำหรับรายไตรมาส เทคนิคนี้ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับเรียบ 3 ค่า ได้แก่ สัมประสิทธิ์ในการปรับเรียบ (α) สัมประสิทธิ์ในการปรับแนวโน้ม (β) และสัมประสิทธิ์ในการปรับฤดูกาล (γ) สัมประสิทธิ์ทั้ง 3 ค่านี้ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1 สำหรับเทคนิคของวินเทอร์มี 2 ตัวแบบ ดังสมการที่ (4) และ (5) [2], [9] ได้แก่

- 1) ตัวแบบฤดูกาลเชิงคูณ (Multiplicative Seasonal Model) สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+p} = (S_t + T_t p) I_{t-L+p} \quad (4)$$

- 2) ตัวแบบฤดูกาลเชิงบวก (Additive Seasonal Method) สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+p} = S_t + T_t + I_{t-L+p} \quad (5)$$

โดยที่

 F_{t+p} = ค่าพยากรณ์สำหรับ p งวดล่วงหน้า p = จำนวนงวดที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า L = ช่วงของฤดูกาลใน 1 ปี เช่น $L = 12$ S_t = ค่าปรับเรียบ = $\alpha \frac{A_t}{I_{t-L}} - [(1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})]$ T_t = ตัวประมาณค่าแนวโน้ม = $\beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$ I_t = ตัวประมาณค่าฤดูกาล = $\gamma \frac{A_t}{S_t} + (1-\gamma)I_{t-L}$ A_t = ข้อมูลจริงในช่วงเวลา t

ตัวแบบฤดูกาลเชิงคูณ (Multiplicative Seasonal Model) เหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลที่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ตัวแบบฤดูกาลเชิงบวก (Additive Seasonal Method) เหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลคงที่ [12] สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวแบบฤดูกาลเชิงบวกของวินเทอร์ เนื่องจากข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตากที่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือน เป็นฤดูกาลคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และไม่มีแนวโน้มเกิดขึ้น จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอัตโนมัติของราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฯ ในหัวข้อที่ (2) การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Model Selection) ของวิธีการทดลอง ดังนั้น จึงได้ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ดังสมการที่ (6) ร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับเรียบ (α) และค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับฤดูกาล (γ) ที่แสดงในตารางที่ 3 ซึ่งให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดจากทดลองพยากรณ์ด้วยข้อมูลฝึกสอนตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2554 - ธันวาคม พ.ศ. 2558 โดยโปรแกรมมินิตับ (Minitab) รุ่น 18

$$F_{t+1} = S_t + I_{t-11} \quad (6)$$

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับเรียบ (α) และค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับฤดูกาล (γ) ที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์

อำเภอ		แม่สอด	แม่ระมาด	พบพระ	อุ้มผาง	ท่าสองยาง	วังเจ้า	เมืองตาก	สามเงา	บ้านตาก
สัมประสิทธิ์	การปรับเรียบ (α)	0.3	0.1	0.6	0.9	0.9	0.6	0.8	0.6	0.4
	การปรับฤดูกาล (γ)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
เครื่องมือ	MAPE	9.06	9.52	9.84	2.81	6.41	8.21	6.71	8.87	7.87
วัดค่าคลาด	MAD	0.57	0.54	0.51	0.17	0.37	0.49	0.44	0.61	0.50
เคลื่อน	MSD	0.77	0.50	0.53	0.07	0.34	0.50	0.38	0.66	0.41

ดังนั้น ในขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นี้ จะได้ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ 3 สมการ ได้แก่ สมการที่ (2) จากเทคนิคอนุพันธ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) สมการที่ (3) จากเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) โดยมี $n = 2$ เมื่อต้องการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง และอำเภอเมืองตาก และ $n = 12$ เมื่อต้องการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภอวังเจ้า อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก และสมการที่ (6) จากเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับเรียบ (α) และค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับฤดูกาล (γ) ตามตารางที่ 3

4. การทดลองพยากรณ์ (Model Extrapolation)

สำหรับขั้นตอนการทดลองพยากรณ์นี้ จะนำตัวแบบทั้ง 3 สมการ จากหัวข้อที่ (3) การสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Model Construction) ของวิธีการทดลอง มาพยากรณ์ด้วยข้อมูลทดสอบ (Test Data) ซึ่งเป็นข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2559 ของทั้ง 9 อำเภอในจังหวัดตาก และประเมินประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ด้วยค่าคลาดเคลื่อน (Error) ถ้าผลการพยากรณ์ไม่ถูกยอมรับในขั้นตอนนี้ ก็จะต้องย้อนกระบวนการกลับไปตรวจสอบใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล แต่ถ้ายอมรับผลการพยากรณ์ก็จะเข้าสู่กระบวนการรายงานผลการทดลองต่อไป

การประเมินประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ จะพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้กับข้อมูลจริงที่ช่วงเวลา t หากค่าพยากรณ์จากตัวแบบของเทคนิคใดให้ค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แสดงว่าตัวแบบและเทคนิคนั้นมีความเหมาะสมต่อการพยากรณ์ หรือการพยากรณ์มีความแม่นยำสูงสุคนั่นเอง งานวิจัยนี้ใช้วิธีวัดค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 3 วิธี ดังสมการที่ (7) - (9) ได้แก่

วิธีร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) [2], [10]

$$MAPE(\%) = 100 / n \sum_{t=1}^n |(A_t - F_t) / A_t| \quad (7)$$

วิธีค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) [9], [11]

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t| \quad (8)$$

วิธีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) [11]

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2 \quad (9)$$

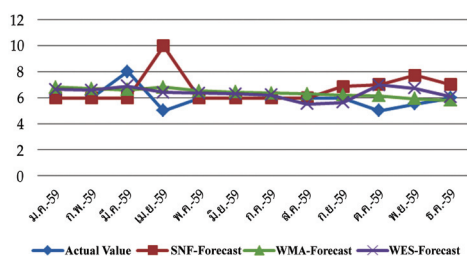
โดยที่

F_t = ค่าพยากรณ์ในเดือน t เมื่อ t คือ ช่วงเวลาที่เคลื่อนที่ตามเดือน

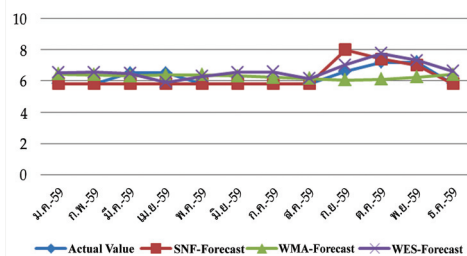
A_t = ค่าจริงในเดือน t

n = จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

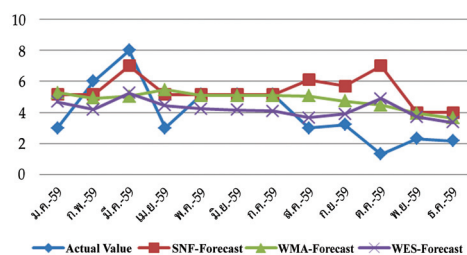
ผลการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่น ปี พ.ศ. 2559 ของทั้ง 9 อำเภอ ในจังหวัดตาก ด้วยเทคนิคนาอ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) แสดงในรูปแบบกราฟ ในรูปที่ 7 และผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของการพยากรณ์จากทั้ง 3 เทคนิค ด้วยร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) แสดงในตารางที่ 4



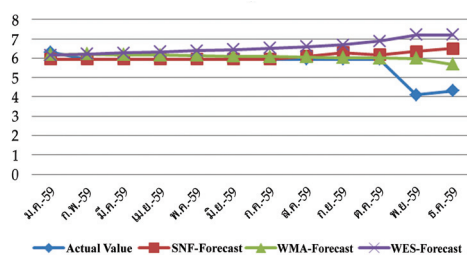
(ก) อำเภอแม่สอด



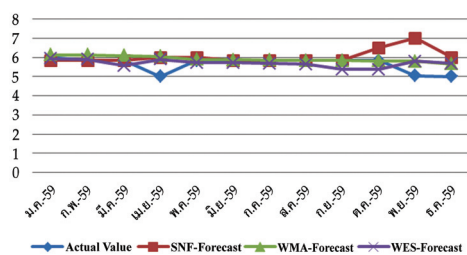
(ข) อำเภอแม่ระมาด



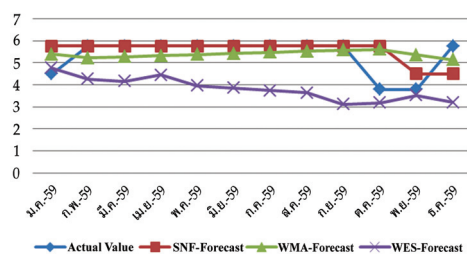
(ค) อำเภอพบพระ



(ง) อำเภออุ้มผาง

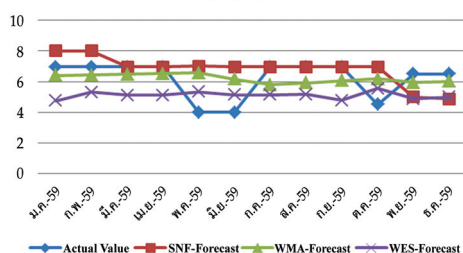


(จ) อำเภอท่าสองยาง

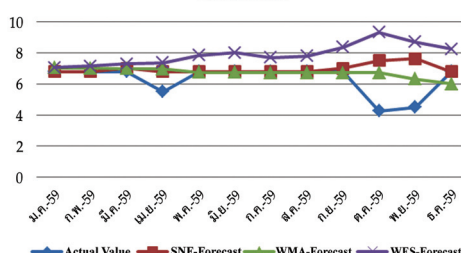


(ฉ) อำเภอวังเจ้า

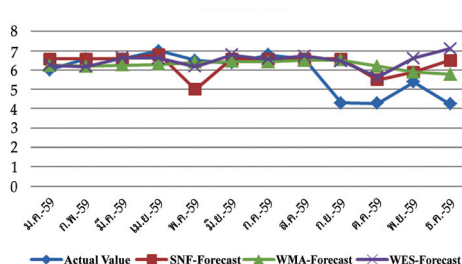
รูปที่ 7 กราฟพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก ปี พ.ศ. 2559 ด้วยเทคนิคนาอ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์



(ข) อำเภอมืองตาก



(ช) อำเภอสามเงา



(ฅ) อำเภอบ้านตาก

รูปที่ 7 กราฟพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก ปี พ.ศ. 2559 ด้วยเทคนิคนาอ็พสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (ต่อ)

กราฟในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าผลการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นของอำเภอส่วนใหญ่ในจังหวัดตาก จากทั้ง 3 เทคนิคให้ค่าใกล้เคียงข้อมูลจริง แต่มีบางพื้นที่ที่บางเทคนิคให้ผลการพยากรณ์ที่แตกต่างจากข้อมูลจริงมาก ได้แก่ เทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) ที่ให้ผลพยากรณ์ในอำเภอพบพระ อำเภอสามเงา อำเภอวังเจ้า และอำเภอเมืองตาก เทคนิคนาอ็พสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ที่ให้ผลพยากรณ์ในอำเภอพบพระและอำเภอเมืองตาก และเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) ที่ให้ผลพยากรณ์ในอำเภอพบพระและอำเภอเมืองตาก สังเกตต่อไปได้ว่า ในอำเภอสามเงาและอำเภอวังเจ้ายังมีเทคนิคการพยากรณ์อื่นที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ดี แต่ในอำเภอพบพระและอำเภอเมืองตากมีผลพยากรณ์จากทั้ง 3 เทคนิค ที่ค่อนข้างแตกต่างจากข้อมูลจริงมาก สำหรับกรณีของอำเภอพบพระ เนื่องจากในปี พ.ศ. 2559 อำเภอพบพระประสบปัญหาาราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตกต่ำมาก [5] และกรณีของอำเภอเมืองตาก เนื่องจากการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 มีการงดเว้นการเพาะปลูกในบางปี และพบว่าเทคนิคที่ให้ผลการพยากรณ์โดยส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด คือ เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA)

ข้อมูลประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2559 ในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมของเทคนิคการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละอำเภอของจังหวัดตากที่แตกต่างกัน ดังนี้ ในอำเภอแม่ระมาดและอำเภอวังเจ้า ควรใช้เทคนิคนาอ็พสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ในอำเภอแม่สอด อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอเมืองตาก อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก ควรใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และในอำเภอพบพระควรใช้เทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES)

โดยสังเกตจากค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) ที่มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2559

เทคนิคการพยากรณ์	เครื่องมือวัดค่าคลาดเคลื่อน	อำเภอแม่สอด	อำเภอแม่ระมาด	อำเภอบพพระ	อำเภออุ้มผาง	อำเภอลำปาง	อำเภอวังเจ้า	อำเภอเมืองตาก	อำเภอสายบุรี	อำเภอบ้านตาก
นาฬิกาสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF)	MAPE	19.87	3.97	79.09	10.25	7.94	10.04	23.46	14.61	15.51
	MAD	1.1	0.26	1.75	0.46	0.41	0.43	1.24	0.67	0.75
	MSD	3.32	0.25	5.47	0.84	0.52	0.63	2.67	1.84	1.23
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA)	MAPE	12.16	8.55	59.79	5.47	5.19	14.24	23.14	12.60	14.72
	MAD	0.70	0.54	1.57	0.24	0.28	0.65	1.14	0.63	0.71
	MSD	0.73	0.36	3.56	0.32	0.16	0.68	2.57	1.03	1.02
เปรียบเทียบเอกซโพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES)	MAPE	12.97	8.60	55.11	18.78	6.60	27.80	27.06	30.59	17.21
	MAD	0.73	0.52	1.51	0.91	0.35	1.56	1.61	1.66	0.82
	MSD	0.84	0.33	2.99	1.74	0.20	3.03	2.89	4.67	1.42

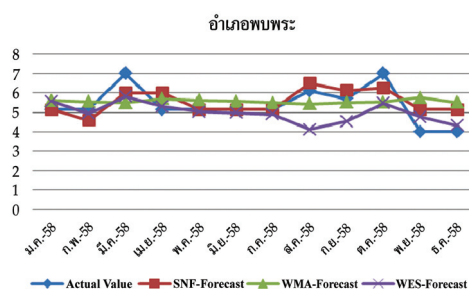
สำหรับเทคนิคที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุดและน้อยที่สุด ก็คือ เทคนิคนาฬิกาสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) โดยอำเภอแม่ระมาดมีผลการพยากรณ์ดีที่สุด สังเกตจากค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ที่ได้ 3.97 % ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) ที่ได้ 0.26 และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) ที่ได้ 0.25 ซึ่งมีความสอดคล้องไปในทำนองเดียวกัน คือ มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่ระมาดในปี พ.ศ. 2558 กับ พ.ศ. 2559 มีการเคลื่อนไหวของราคาใกล้เคียงกันมาก แต่สำหรับอำเภอบพพระ มีผลการพยากรณ์แย่มากที่สุด สังเกตจากค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ที่ได้ 79.09 % ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) ที่ได้ 1.75 และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) ที่ได้ 5.47 ซึ่งมีความสอดคล้องไปในทำนองเดียวกัน คือ มีค่ามากที่สุด เนื่องจากในปี พ.ศ. 2559 อำเภอบพพระประสบปัญหาราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตกต่ำมาก [5] ทำให้มีราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ค่อนข้างแตกต่างจากปีที่ผ่านมา

จากกราฟพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2559 ในรูปที่ 7 และประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ในตารางที่ 4 ของอำเภอบพพระ แสดงให้เห็นถึงความผิดปกติของการพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนจากข้อมูลจริงมาก เนื่องจากข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอบพพระ ในปี พ.ศ. 2559 ไม่ปกติจากการที่ราคาขายตกต่ำมาก ดังนั้น จึงต้องย้อนกระบวนการกลับไปปรับกลุ่มข้อมูลสำหรับทดลองพยากรณ์ใหม่ในอำเภอบพพระ ดังนี้ ให้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2557 เป็นข้อมูลฝึกสอน (Training Data) และให้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2558 เป็นข้อมูลทดสอบ (Test Data) ความคลาดเคลื่อนของผลการพยากรณ์ ซึ่งค่าขนาดของช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ (n) ค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับเรียบ (α) และค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับฤดูกาล (γ) ยังคงสามารถใช้ค่าเดิมได้ คือ 12 0.6 และ

0.1 ตามลำดับ ได้ผลการพยากรณ์สำหรับราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2558 ของอำเภอพบพระ แสดงในรูปที่ 8 และประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2558 ของอำเภอพบพระ แสดงในตารางที่ 5 จากผลการทดลองพยากรณ์ใหม่พบว่าทั้ง 3 เทคนิคให้ผลการพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากขึ้น โดยมีเทคนิคนาอ์ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ให้ผลการพยากรณ์แม่นยำที่สุด

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในปี พ.ศ. 2558 ของอำเภอพบพระ

เทคนิคการพยากรณ์	เครื่องมือวัดค่าคลาดเคลื่อน		
	MAPE	MAD	MSD
นาอ์ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF)	10.29	0.52	0.46
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA)	15.83	0.81	0.96
ปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES)	12.04	0.69	0.84



รูปที่ 8 กราฟพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นในอำเภอพบพระปี พ.ศ. 2558

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพยากรณ์ในหัวข้อที่ (4) การทดลองพยากรณ์ (Model Extrapolation) ของวิธีการทดลอง แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการพยากรณ์ของเทคนิคนาอ์ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) ซึ่งสามารถสรุปเทคนิคการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดหรือที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก ได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เทคนิคการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมต่อการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอต่าง ๆ ของจังหวัดตากที่พบมากที่สุด คือ เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) พบถึง 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอเมืองตาก อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก เทคนิคการพยากรณ์ที่พบรองลงมา คือ เทคนิคนาอ์ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) พบใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ และอำเภอวังเจ้า แต่สำหรับเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียล

ของวินเทอร์ (WES) ถึงแม้ในบางอำเภอจะมีผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ดี เช่น อำเภอแม่ระมาดและอำเภอท่าสองยาง แต่ในอำเภอทั้งสองนี้ก็ยังมีเทคนิคการพยากรณ์อื่นที่ให้ผลประสิทธิภาพความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ดีกว่าเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES)

ตารางที่ 6 เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก

เทคนิคการพยากรณ์	อำเภอแม่สอด	อำเภอแม่ระมาด	อำเภอพบพระ	อำเภออุ้มผาง	อำเภอท่าสองยาง	อำเภอวังเจ้า	อำเภอเมืองตาก	อำเภอสามเงา	อำเภอบ้านตาก
นาอียสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF)		✓	✓			✓			
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA)	✓			✓	✓		✓	✓	✓
ปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES)									

หมายเหตุ สัญลักษณ์ ✓ แสดงเทคนิคการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับอำเภอนั้น

ถึงแม้ทั้ง 3 เทคนิคการพยากรณ์จะอยู่ในกลุ่มการพยากรณ์ประเภทเดียวกันและทดลองพยากรณ์กับข้อมูลชุดเดียวกัน แต่จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละอำเภอมีความเหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ และอำเภอวังเจ้าของปีล่าสุดกับปีที่ต้องการพยากรณ์มีลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่คล้ายกันและในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น เทคนิคนาอียสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) จึงให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดกับกลุ่มข้อมูลนี้
- ข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่สอด อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอเมืองตาก อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก ของปีที่ต้องการพยากรณ์มีลักษณะการเคลื่อนไหวใกล้เคียงกับข้อมูลในปีล่าสุดมากกว่าข้อมูลในอดีตที่ไกลออกไปตามลำดับ ดังนั้น เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) จึงให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดกับกลุ่มข้อมูลนี้
- สำหรับเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) แม้ในอำเภอแม่ระมาดและอำเภอท่าสองยาง จะได้ผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ดี แต่ก็ยังมีเทคนิคการพยากรณ์อื่นที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า และในกรณีของอำเภอสามเงา ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ที่ได้ 30.59 % ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) ที่ได้ 1.66 และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD) ที่ได้ 4.67 ซึ่งมีความสอดคล้องไปในทำนองเดียวกัน คือ มีค่ามากที่สุด ดังนั้น เทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ เนื่องจากลักษณะข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอสามเงามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงราคาอย่างรวดเร็ว จึงทำให้มีค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุด

สรุปการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเทคนิคการพยากรณ์สำหรับตัวแบบของตัวแปรเดียวกับข้อมูลที่มีฤดูกาล 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคนาอ็ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) และเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) มาสร้างเป็นตัวแบบในการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก โดยใช้ข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้จากสำนักงานเกษตรจังหวัดตาก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2558 เพื่อพยากรณ์ปี พ.ศ. 2559 ยกเว้นในกรณีของอำเภอพบพระที่ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2557 เพื่อพยากรณ์ปี พ.ศ. 2558 จากการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลด้วยค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต พบว่าข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นทั้ง 7 อำเภอในจังหวัดตาก ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอวังเจ้า และอำเภอสามเงา เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือน เว้นแต่อำเภอเมืองตากและอำเภอบ้านตากเท่านั้น ที่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือนเฉพาะข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดตาก โดยส่วนใหญ่เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบรายเดือนที่ไม่มีแนวโน้มเกิดขึ้น และวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการพยากรณ์ด้วยร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAD) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (MSD)

ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคนาอ็ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) และเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ข้อมูลที่มีฤดูกาลดีกว่าเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) โดยที่เทคนิคนาอ็ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF) ให้ผลการพยากรณ์แม่นยำที่สุด เนื่องจากให้ผลการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคทุกตัวในทุกอำเภอแล้ว และเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) เป็นเทคนิคที่ให้ผลการพยากรณ์โดยส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด เนื่องจากมีหลายอำเภอที่เทคนิคนี้สามารถให้ผลการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง อำเภอเมืองตาก อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก

และในงานวิจัยนี้ ยังได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 9 อำเภอของจังหวัดตาก จากเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 3 ได้แก่ สมการที่ (2) จากเทคนิคนาอ็ฟสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (SNF), สมการที่ (3) จากเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (WMA) โดยให้ $n = 2$ เมื่อต้องการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภออุ้มผาง อำเภอท่าสองยาง และอำเภอเมืองตาก และให้ $n = 12$ เมื่อต้องการพยากรณ์ราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่สอด อำเภอแม่ระมาด อำเภอพบพระ อำเภอวังเจ้า อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก และ สมการที่ (6) จากเทคนิคปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (WES) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับเรียบ (α) และค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับฤดูกาล (γ) ตามตารางที่ 3

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานเกษตรจังหวัดตาก ที่อนุเคราะห์ข้อมูลราคาขายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 และรุ่น 2 ในเขตพื้นที่จังหวัดตาก และขอขอบพระคุณนางสาวกรรณิศา เครือทุน หัวหน้าศูนย์ภาษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไข บทความนี้
ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

References

- [1] The Secretariat of The House of Representatives. (2015). **Digital Economy**. Access (4 April 2018). Available (http://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2558/mar2558-2.pdf) (in Thai)
- [2] Niruttikul, N. (2016). **Sales Forecasting**. 8th ed. Bangkok : Kasetsart University Press (in Thai)
- [3] Office of Agricultural Economics. (2017). **Agricultural Statistics of Thailand 2016**. Access (4 April 2018). Available (http://www.oae.go.th/public_stat.html) (in Thai)
- [4] Tak Provincial Agriculture and Cooperatives Office. (2017). **Development plan of Agriculture and Cooperatives in Tak province (2017-2021)**. Access (4 April 2018). Available (<http://www.tak.doe.go.th/index.html>) (in Thai)
- [5] Thairath Online. (2016). **The dramatically lower field corn price in Tak province**. Access (4 April 2018). Available (<https://www.thairath.co.th/content/712893>) (in Thai)
- [6] National Famers Council. (2016). **Annual Report 2016**. Access (4 April 2018). Available (http://www.nfctak.com/images/file_document/F00027.pdf) (in Thai)
- [7] National Famers Council. (2013). **Annual Report 2013**. Access (4 April 2018). Available (http://www.nfctak.com/images/file_document/F00026.pdf) (in Thai)
- [8] Thongkhajorn, S. (2013). **Appropriate Forecasting Technique, A Case Study of Steel Pipe Factory for Automobile Industry**. M. Eng. Thesis, Industrial Management Engineer King Mongkut's University of Technology North Bangkok (in Thai)
- [9] Theeraviriya, C. (2017). A Comparison of the Forecasting Method for Electric Energy Demand in Nakhonphanom Province. **Naresuan University Journal: Science and Technology**. Vol. 25, No. 4, pp. 124-137 (in Thai)
- [10] Chuentawat, R. Ruangudomsakul, C. Kerdprasop, N. and Kerdprasop, K. (2016). Time Series Analysis of Electrical Distribution Units to Find a Suitable Forecasting Model with R Language. **RMUTI Journal Science and Technology**. Vol. 9, No. 3, pp. 25-41 (in Thai)
- [11] Schunn, C. D., & Wallach, D. (2005). **Evaluating Goodness-of-Fit in Comparison of Models to Data**. In W. Tack (Ed.), *Psychologie der Kognition: Reden and Vorträge anlässlich der Emeritierung von Werner Tack* (pp. 115-135). Saarbruecken, Germany : University of Saarland Press.
- [12] Keerativibool, W. (2015). Forecasting Model for the Export Values of Canned Food through Customs Department in Southern Thailand. **RMUTI Journal Science and Technology**. Vol. 8, No. 3, pp. 72-89 (in Thai)