

การออกแบบเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ สำหรับการวางแผนการผลิต
กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตน้ำมังคุดออแกนิก

The Design of a Decision-Making Tool for Production Planning: A Case Study of
a Community Enterprise Group Production Organic Mangosteen Juice

Received: February 19, 2023

Revised: April 6, 2023

Accepted: April 27 2023

รัฐยา พรหมหิตาท¹ พรรณิภา วรพันธ์² และ ปิยนุช บ้องกัน³

Rattaya Phromhitathorn,, Phannipa Worapun, and Piyanuch Pongkan

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมของยอดขายน้ำมังคุดออแกนิก เพื่อนำไปสร้างนโยบายการตัดสินใจที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสร้างนโยบายการตัดสินใจในการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอนและภายใต้ความเสี่ยงสำหรับการวางแผนการผลิตน้ำมังคุดออแกนิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอำเภอเขาชะเมา ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง ผู้วิจัยเลือกเทคนิคการพยากรณ์และทฤษฎีการตัดสินใจซึ่งเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการผลิต ในส่วนของการประมาณค่ายอดขายผู้วิจัยได้สร้างแนวโน้มของข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีลักษณะเป็นพหุนามกำลัง 3 จึงทำการพยากรณ์โดยใช้สมการถดถอยพหุนามกำลัง 2 และสมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ยรากที่ 2 (RMSE) พบว่า การพยากรณ์โดยสมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 สอดคล้องกับข้อมูลยอดขายรายเดือน ซึ่งให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด จากนั้นนำผลการพยากรณ์ยอดขายมาใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีเกณฑ์การตัดสินใจใดที่ดีที่สุด แต่ผู้ประกอบการสามารถกำหนดนโยบายในการบริหารการผลิตและเลือกตัดสินใจได้ โดยอาศัยผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก เพื่อนำมาใช้ในการประเมินและเปรียบเทียบ เลือกทางเลือกที่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและความต้องการของตลาดมากที่สุด

คำสำคัญ: การพยากรณ์ยอดขาย การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน การวางแผนการผลิต

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์และการจัดการระบบขนส่ง คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก; Department Logistics Technology and Transportation Systems Management, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok; Email: rattaya_ph@rmutto.ac.th

^{2,3} สาขาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน; Department of Applied Mathematics and Statistics, Rajamangala University of Technology Isan; Email: Piyanuch.po@rmuti.ac.th

ABSTRACT

In this research investigation, the researchers examine an appropriate forecasting method for the sales of organic mangosteen juice. This is to create the decision-making policy with maximum benefits and to create a production decision-making policy that accounts for uncertainty and risk for the production planning for organic mangosteen juice of the Khao Chamao District Community Enterprise Group in Huai Thap Mon subdistrict, Khao Chamao district, Rayong province.

The researchers used the forecasting techniques and the decision theories, as well as mathematical and statistical instruments as guidelines for production planning. In regard to an estimation of sales, the researchers constructed a trend of the information and found that the sales data followed a 3rd power polynomial trend. The forecast was conducted using a 2nd power polynomial and a 3rd power polynomial. The efficiency was compared using the root-mean-square error (RMSE) criterion.

Findings showed that the forecast using a 3rd power polynomial regression model was in consonance with the monthly sales with the lowest RMSE value. This forecast of sales was then used as a decision-making criterion. It was found that there was no best decision-making criterion. However, entrepreneurs could determine policies for production and decision making using the results of each option. Entrepreneurs could evaluate and compare which option best corresponds to the needs of the community enterprises and the market.

Keywords: Sales Forecast, Decision Making Under Risk, Decision Making Under Uncertainty, Production Planning

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มังคุดถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย นิยมปลูกในภาคตะวันออกและภาคใต้ เนื่องจากทุกส่วนของมังคุดมีประโยชน์ มีการวิจัยศึกษาผลการเสริมผลผลิตมังคุดในอาหารต่อคุณภาพการผลิตและคุณภาพของเนื้อไม้ (จินดา กลิ่นอุบล, ชวลิต ศิริบูรณ์, และอินทร์ ศาลางาม, 2565, น. 516-526) ผลการทดลองพบว่า การเสริมผลผลิตมังคุดในอาหารไก่เนื้อระดับ 1% ทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีงานวิจัยพบว่าส่วนของมังคุดอุดมไปด้วยสรรพคุณทางยา (ณัฐธัญ เจริญศิริวิไลวัฒน์, 2562) จึงทำให้มังคุดเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ และความต้องการมังคุดของตลาดโลกยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและขยายตัวอย่างต่อเนื่อง (วิชุดา พิมลศรี, นาวีรัตน์ สี่ระสาร, และบำเพ็ญ เขียวหวาน, 2565) แต่เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด

โรนา 2019 หรือ โควิด-19 ทำให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก (Inchupongc, 2019; Jitwaropasakul, Sirirat, Charoenwiryakul, & Siri wattana, 2022) เศรษฐกิจการส่งออกซบเซา จึงปรับการขายสินค้าจากเดิมมั่งคุดสดแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมั่งคุดแทน เช่น มั่งคุดแช่แข็ง น้ำมั่งคุด แยมมั่งคุด เป็นต้น

จากสถานการณ์โควิด -19 มีนักวิจัยจำนวนมากสนใจศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบครั้งนี้ รวมถึงมีงานวิจัยที่ให้ความสำคัญด้านการพยากรณ์ยอดขายผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมั่งคุด แนวทางการกระตุ้นยอดขาย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วต้องการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับเกษตรกร อาทิเช่น มูลินนิธิชุมชนท้องถิ่นพัฒนา (Boonchai & Maneepong, 2021) ได้ศึกษาชุมชนเกษตรกรรวมและฐานทรัพยากร จำนวน 15 จังหวัด จาก 5 ภูมิภาค พบว่าสถานการณ์โควิด-19 ส่งผลกระทบต่อรายได้จากการผลิตของครัวเรือนเกษตรกรรายย่อย ลดลง 49.7 % รายได้จากการแปรรูปและการประกอบการค้าขาย ลดลง 27.9% และพบว่าโควิด-19 มีผลกระทบต่อช่องทางการขาย ผลผลิตและผลิตภัณฑ์แปรรูปทางการเกษตรในทุกช่องทาง

วิชุดา พิมลศรี และคณะ (2565) ได้วิจัยเรื่อง การส่งเสริมการผลิตและการตลาดมั่งคุดของเกษตรกร อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร พบว่าปัญหาเกี่ยวกับการผลิตมั่งคุดและการตลาดของเกษตรกร เกิดจากปัญหาสถานการณ์โควิด -19 และปัญหาด้านการผลิตมากที่สุด ถัดมาคือปัญหาขาดองค์ความรู้ และปัญหาด้านการตลาด

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสร้างอาหารปลอดภัยอำเภอเขาชะเมา ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่นำมั่งคุดมาแปรรูปเป็นน้ำมั่งคุดออร์แกนิก เนื่องจากในพื้นที่มีมั่งคุดคุณภาพดีและมีผลผลิตเป็นจำนวนมาก น้ำมั่งคุดถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชนิดหนึ่ง (WIKI,,2566) การแปรรูปเป็นน้ำมั่งคุดเพื่อเพิ่มโอกาสในการจำหน่ายให้มากขึ้น ภายหลังสถานการณ์โควิด -19 ได้มีโครงการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมฐานรากหลังโควิดด้วยเศรษฐกิจ BCG (U2T for BCG and Regional Development) หรือโครงการมหาวิทยาลัยสู่ตำบล U2T for BCG ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ได้เข้ามาช่วยพัฒนาการผลิตและออกแบบผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนน่าสนใจมากขึ้น แต่ทั้งนี้ยังขาดองค์ความรู้ในการวางแผนปริมาณการผลิต เพื่อให้และสอดคล้องกับความต้องการของตลาด จากปัญหาดังกล่าวพบว่า ยอดขายน้ำมั่งคุดออร์แกนิกย้อนหลังรายเดือนแสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 ยอดขายน้ำมั่งคุดออร์แกนิก (ขวดต่อเดือน) ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2563 – พฤศจิกายน พ.ศ.2565

จากภาพ 1 แสดงยอดขายน้ำมันคุดออร์แกนิก (ขวดต่อเดือน) ย้อนหลัง ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำข้อมูลยอดขายน้ำมันคุดออร์แกนิกมาวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และสถิติ เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจและกำหนดนโยบายในการผลิตน้ำมันคุดออร์แกนิกให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและตลาดมากที่สุด

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมของยอดขายน้ำมันคุดออร์แกนิก เพื่อนำไปกำหนดนโยบายการตัดสินใจที่เกิดประโยชน์สูงสุด และกำหนดนโยบายการตัดสินใจในการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอนและภายใต้ความเสี่ยง

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจเนื้อหา งาน หัวข้อวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การพยากรณ์อนุกรมเวลาเป็นเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้สำหรับพยากรณ์ค่าชุดข้อมูลอนุกรมเวลาในอนาคต จากชุดข้อมูลในอดีต เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการหาแนวโน้มและพยากรณ์รูปแบบข้อมูลอนุกรมเวลา สมการถดถอยพหุนาม เป็นการวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามโดยใช้ฟังก์ชันพหุนาม ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาได้ รวมถึงสามารถนำไปใช้กับข้อมูลไม่เป็นเชิงเส้นได้ สำหรับบทความนี้เลือกเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่

1. สมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 (Polynomial Regression of Degree 3)

การพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยสมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 สามารถใช้สมการถดถอยพหุนามสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาได้ เพื่อสร้างแบบจำลองแนวโน้มของข้อมูล นำแบบจำลองการถดถอยพหุนามเพื่อประเมินเส้นแนวโน้มที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลา จากนั้นใช้เส้นแนวโน้มเพื่อคาดการณ์เวลาในอนาคต แนวทางนี้ เวลาเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และยอดขายเป็นตัวแปรตาม จากนั้นสมการถดถอยพหุนามจะพอดีกับข้อมูล และค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจะหาได้โดยใช้อัลกอริทึมการถดถอย กำลังของสมการพหุนามจะเลือกตามความซับซ้อนของข้อมูลและระดับความแม่นยำที่ต้องการ สมการถดถอยแบบพหุนามเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (เวลา) และตัวแปรตาม (ข้อมูลยอดขาย) อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ข้อมูลอนุกรมเวลามีส่วนประกอบที่มองไม่เห็นที่กำบังได้โดยการถดถอยแบบพหุนาม ดังนั้นจึงมักใช้ร่วมกับวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาอื่นๆ เช่น ARIMA และการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

การถดถอยพหุนามของดีกรี 3 เป็นวิธีการปรับฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับชุดของข้อมูล ในกรณีนี้ ฟังก์ชันพหุนามกำลัง 3 ใช้เพื่อจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (เช่น เวลา) และตัวแปรตาม (เช่น ข้อมูลยอดขาย) โดยใช้พหุนามกำลัง 3 คือ $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ โดยที่ y คือตัวแปรตาม x คือตัวแปร

อิสระ และ a_0, a_1, a_2, a_3 คือสัมประสิทธิ์จากการปรับฟังก์ชันให้เข้ากับข้อมูล ในการสร้างสมการถดถอยพหุนาม ดีกรี 3 ต้องรวบรวมข้อมูลอนุกรมเวลาแล้วแยกออกเป็นชุดการฝึกและการทดสอบ จากนั้น จะปรับฟังก์ชันพหุนาม กำลัง 3 ให้พอดีกับข้อมูลการฝึกโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอย (เช่น การถดถอยเชิงเส้น) เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันพหุนามกำลัง 3 แล้ว สามารถใช้ฟังก์ชันนี้เพื่อคาดการณ์ข้อมูลการทดสอบได้ โดยทั่วไปฟังก์ชันพหุนามระดับสูงกว่าสามารถใส่ข้อมูลได้ใกล้เคียงกันมากขึ้น แต่อาจมีแนวโน้มที่จะเกินพอดีและอาจสรุปข้อมูลใหม่ได้ไม่ดีนัก

Irena and Martin (2017) ใช้แบบจำลองสมการถดถอยพหุนามเพื่อคาดการณ์ยอดขายรายวันในร้านค้าปลีกแฟชั่น ผู้เขียนเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองสมการถดถอยพหุนามที่มีระดับต่างกัน (จนถึงระดับ 5) กับแบบจำลองสมการถดถอยแบบอื่น ๆ พบว่าแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือแบบจำลองสมการถดถอยพหุนามที่มีดีกรี 3 Gutierrez and De Pablo (2019) เสนอวิธีการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบโดยใช้สมการถดถอยพหุนาม กับวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา ARIMA และพบว่าแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในโมเดล ARIMA รวมถึง Singh, Kumar, Sharma, and Sharma (2020) พยากรณ์ยอดขายออนไลน์ใน Amazon.com โดยเปรียบเทียบหลายวิธีได้แก่ neural network auto regression model and ARIMA (Autoregressive integrated moving average) และนำผลการทดลองทั้ง 3 วิธีไปปรับปรุงยอดขายไตรมาสในปี 2019

โดยรวมแล้ว บทความเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าสมการถดถอยแบบพหุนามสามารถเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์การขาย และฟังก์ชันพหุนามระดับ 3 อาจเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและข้อมูลการขาย อย่างไรก็ตาม ระดับที่ดีที่สุดของฟังก์ชันพหุนามอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับข้อมูลเฉพาะที่กำลังวิเคราะห์ และสิ่งสำคัญคือต้องประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองต่าง ๆ อย่างรอบคอบเพื่อเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับงานที่มีอยู่

สมการถดถอยแบบพหุนามใช้ในการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปโดยปรับสมการพหุนามให้เข้ากับข้อมูล จะมีประโยชน์เมื่อมีความสัมพันธ์แบบไม่เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การถดถอยพหุนามสามารถใช้สำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตของตัวแปรตามตามค่าของตัวแปรอิสระ ในบริบทของข้อมูลการขาย สามารถใช้การถดถอยแบบพหุนามเพื่อคาดการณ์ยอดขายในอนาคตตามข้อมูลการขายในอดีต ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อมีแนวโน้มหรือรูปแบบข้อมูลการขายที่ไม่เป็นเชิงเส้น ด้วยการใส่สมการพหุนามเข้ากับข้อมูล สามารถหาความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นระหว่างยอดขายกับเวลาได้ดีขึ้น และใช้ข้อมูลนี้เพื่อคาดการณ์การขายในอนาคต

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^4 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^4 & \sum_{i=1}^n x_i^5 \\ \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^4 & \sum_{i=1}^n x_i^5 & \sum_{i=1}^n x_i^6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^3 y_i \end{bmatrix} \quad (1)$$

จากสมการ (1) แก่ระบบสมการหาค่าสัมประสิทธิ์ a_0, a_1, a_2, a_3 จะทำให้ได้สมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 โดยที่ x_i คือ เวลา และ y_i คือ ยอดขายรายเดือน เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ a_0, a_1, a_2, a_3 นำสัมประสิทธิ์ไปแทนในสมการ $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ จะได้ผลการพยากรณ์ยอดขายในเดือนต่อไป

2. สมการถดถอยพหุนามกำลัง 2 (Polynomial regression of degree 2)

สมการถดถอยกำลัง 2 (Polynomial regression of degree 2) เป็นสมการพหุนามที่ได้มาจากการหาค่ากำลัง 2 น้อยที่สุด (least square) ฟังก์ชันพหุนามกำลัง 2 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (เช่น เวลา) และตัวแปรตาม (เช่น ข้อมูลยอดขาย) โดยใช้พหุนามกำลัง 2 คือ $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ โดยที่ y คือตัวแปรตาม x คือตัวแปรอิสระ และ a_0, a_1, a_2 คือสัมประสิทธิ์จากการปรับฟังก์ชันให้เข้ากับข้อมูล สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจากค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด และนำไปสู่การหาค่าจากสมการที่ 2

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

จากสมการ (2) แก่ระบบสมการหาค่าสัมประสิทธิ์ a_0, a_1, a_2 จะทำให้ได้สมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 โดยที่ x_i คือ เวลา และ y_i คือ ยอดขายรายเดือน เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ a_0, a_1, a_2 นำสัมประสิทธิ์ไปแทนในสมการ $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ จะได้ผลการพยากรณ์ยอดขายในเดือนต่อไป

3. รากที่สองของค่ากำลัง 2 เฉลี่ยความผิดพลาดกำลัง 2 (Root Mean Square Error)

รากที่สองของค่ากำลัง 2 เฉลี่ยความผิดพลาดกำลัง 2 เป็นการวัดความแตกต่างระหว่างค่าการพยากรณ์และค่าจากการสังเกต ซึ่งเป็นการคำนวณรากที่สองของค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าการพยากรณ์และค่าจริงกำลัง 2 ซึ่งสามารถหาค่าได้ดังสมการที่ (3)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (3)$$

โดยที่ \hat{y}_i คือ ค่าการพยากรณ์

y_i คือ ค่าจากการสังเกตหรือค่าจริง

4. การตัดสินใจ (Decision Making) คือ กระบวนการคัดเลือกแนวทางปฏิบัติจากทางเลือก ซึ่งมีอยู่หลายทาง และให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การตัดสินใจจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้ตัดสินใจจำเป็นต้องเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งในหลาย ๆ ทางเลือก เพื่อให้เกิดผลประโยชน์ที่ดีที่สุด หากทราบเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าก็จะสามารถหาวิธีปฏิบัติให้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ง่าย แต่หากไม่ทราบเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติอย่างไร จะต้องอาศัยข้อมูล หลักการ ที่ถูกต้องครบถ้วน เพื่อนำมาเป็นแนวทางวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ทั้งนี้ ทางเลือกที่ดีที่สุดไม่จำเป็นจะต้องได้ผลลัพธ์ที่ดีเสมอไป เพราะไม่สามารถยืนยันได้ว่าการตัดสินใจนั้นจะส่งผลกระทบต่ออย่างไรในอนาคต อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจอย่างมีหลักการย่อมลดความขัดแย้งอันเนื่องมาจากพื้นฐานความรู้ ทัศนคติ และประสบการณ์ที่ต่างกัน ของคณะบุคคลผู้ตัดสินใจ และสร้างโอกาสที่จะได้รับผลลัพธ์ที่ดีกว่าการตัดสินใจภายใต้ทัศนคติ หรือความคิดของผู้ตัดสินใจเท่านั้นอย่างแน่นอน

การตัดสินใจ มีองค์ประกอบที่ต้องพิจารณา 5 ประการ คือ

1. ผู้ตัดสินใจ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด เนื่องจากการตัดสินใจจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับผู้ตัดสินใจ เป็นสำคัญ ดังนั้นผู้ตัดสินใจจำเป็นต้องมีข้อมูล มีเหตุผล มีเจตคติและวิจรรย์ญาณที่ดีในการตัดสินใจ

2. ประเด็นปัญหาที่ต้องตัดสินใจ จะต้องมีความชัดเจนเพื่อที่จะหาแนวทางในการแก้ไขได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. ทางเลือก (Alternative) หรือ กลยุทธ์ (Strategy) เป็นทางเลือกในการแก้ปัญหา

4. เหตุการณ์ (Event) เป็นสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นโดย ผู้ตัดสินใจไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งมีมากกว่า 1 สภาวะการณ์ สภาวะการณ์นอกบังคับ สามารถแยกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

4.1 การตัดสินใจภายใต้สภาวะการณ์ที่แน่นอน (Decision making under certainty) เป็นสภาวะการณ์ที่ผู้ตัดสินใจทราบแน่ชัดว่าสภาวะการณ์ใดจะเกิดขึ้น และมีผลลัพธ์เป็นอย่างไร ดังนั้นผู้ตัดสินใจก็จะเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด ภายใต้สภาวะการณ์ที่ทราบแน่ชัดนั้น.

4.2 การตัดสินใจภายใต้สภาวะการณ์ที่มีความไม่แน่นอน (Decision making under uncertainty) เป็นสภาวะการณ์ที่ผู้ตัดสินใจทราบเพียงว่ามีสภาวะการณ์ใดเกิดขึ้น แต่ไม่ทราบโอกาสหรือความน่าจะเป็นของแต่ละสภาวะการณ์ การตัดสินใจแบบนี้ต้องพิจารณาผลตอบแทนและใช้ทัศนคติส่วนตัวของผู้ตัดสินใจ.

4.3 การตัดสินใจภายใต้สภาวะการที่มีความเสี่ยง (Decision making under risk) เป็นสภาวะการที่ผู้ตัดสินใจทราบว่า มีสถานการณ์ใดเกิดขึ้น และทราบโอกาสหรือความน่าจะเป็นของแต่ละสภาวะการได้ด้วย ผลของการตัดสินใจจะพิจารณาจากการคาดคะเนผลตอบแทน

5. ผลลัพธ์ (Payoffs) หรือผลได้ (Outcome) ที่เกิดจากการเลือกกลยุทธ์หนึ่ง ๆ ภายใต้สภาวะการหนึ่ง เพื่อความสะดวกในการตัดสินใจ เราจะนิยมนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบของตาราง เรียกว่า ตารางการตัดสินใจ (Decision Table) ตารางการตัดสินใจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ตารางกำไร (Profit Table) เป็นตารางการตัดสินใจที่ผลลัพธ์ในตารางเป็นตัวเลขที่แทนผลกำไร

$$\text{กำไร} = \text{ราคาขาย} - \text{ราคาทุน} \quad (4)$$

ตารางค่าความสูญเสียโอกาส (Opportunity Loss Table) ค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไม่เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

$$\text{ค่าความสูญเสียโอกาส} = \text{กำไรสูงสุดของเหตุการณ์นั้น} - \text{กำไรของทางเลือกที่เราตัดสินใจเลือก} \quad (5)$$

การตัดสินใจภายใต้สภาวะการที่แน่นอน ผู้ตัดสินใจทราบสภาวะการและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นผู้ตัดสินใจก็จะเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้สภาวะการที่ทราบแน่ชัดนั้น (ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในกรณีนี้) ส่วนการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน และการตัดสินใจภายใต้สภาวะการที่มีความเสี่ยง มีหลักเกณฑ์ดังนี้

การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน

1. เกณฑ์เพิ่มค่ามากที่สุด (Maximax) วิธีนี้ผู้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ให้กำไรสูงสุดเป็นหลัก โดยไม่สนใจว่าถ้าความต้องการของตลาดมีน้อย จะมีผลขาดทุนเท่าไร แล้วตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ได้ผลกำไรสูงสุด

2. เกณฑ์เพิ่มค่าน้อยสุด (Maximin) วิธีนี้ผู้ตัดสินใจจะพิจารณาเลือกกำไรสูงสุดจากทางเลือกที่มีกำไรต่ำที่สุด แล้วตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ได้ผลกำไรสูงสุด

3. เกณฑ์ของเฮอริวิตซ์ (Hurwicz Alpha Criterion หรือ Criterion of realism) จะคำนวณผลกำไรเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักในแต่ละทางเลือก โดย

$$\text{ผลกำไรเฉลี่ย} = [\alpha \times \text{กำไรมากที่สุด}] + [(1-\alpha) \times \text{ผลกำไรน้อยที่สุด}] \quad (6)$$

โดยมี $0 < \alpha < 1$ แทนระดับของทัศนคติต่อเหตุการณ์ เมื่อได้ผลกำไรเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์แล้วตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ได้ผลกำไรสูงสุดนั้น

4. เกณฑ์ของลาปลาซ (Laplace Criterion หรือ Equally likely) คำนวณค่าเฉลี่ยของผลกำไรในแต่ละทางเลือก แล้วจึงเลือกทางเลือกที่ได้ผลกำไรสูงสุด

5. เกณฑ์ลดการเสียใจค่ามากที่สุด (Minimax) เป็นเกณฑ์ที่ผู้ตัดสินใจพิจารณาเลือกทางเลือกที่ก่อให้เกิดความสูญเสียกำไรน้อยที่สุด ดังนั้นเกณฑ์นี้จะคำนวณจากตารางค่าความสูญเสียโอกาส โดยเลือกค่าความสูญเสียโอกาสที่มากที่สุดในแต่ละทางเลือกเป็นตัวแทนของของทางเลือก จากนั้นจะเลือกค่าความสูญเสียโอกาสที่น้อยที่สุด

การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง

การตัดสินใจภายใต้สภาวะการที่มีความเสี่ยง เป็นสภาวะการที่ผู้ตัดสินใจทราบเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นและทราบโอกาสหรือสามารถคำนวณความน่าจะเป็น (Probability) ของแต่ละเหตุการณ์ได้

การตัดสินใจภายใต้สภาวะการที่มีความเสี่ยงมี เกณฑ์ที่ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจดังนี้

1. เกณฑ์ค่าคาดหวังทางการเงิน (Expected Monetary Value หรือ EMV) มีวิธีการดังนี้
ขั้นที่ 1 จากตารางกำไร คำนวณหาค่าคาดหวังทางการเงินของแต่ละกลยุทธ์จากสูตรต่อไปนี้

$$EMV(A_i) = (x_1 \cdot p(x_1)) + (x_2 \cdot p(x_2)) + \dots + (x_n \cdot p(x_n)) \quad (7)$$

โดยที่ $EMV(A_i)$ แทน ค่าคาดหวังทางการเงินของทางเลือก A_i เมื่อ $1, 2, 3, \dots, n$

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ แทน ผลกำไรในเหตุการณ์ที่ $1, 2, 3, \dots, n$ ในแถวของทางเลือก A_i

$p(x_1), p(x_2), p(x_3), \dots, p(x_n)$ แทน ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ที่ $1, 2, 3, \dots, n$ ในแถวทางเลือก A_i จากนั้นเลือกทางเลือกที่ได้ค่าคาดหวังทางการเงินที่สูงที่สุด

2. เกณฑ์ค่าเสียโอกาสคาดหวัง (Expected Opportunity – Loss Value หรือ EOL) มีวิธีการดังนี้

จากตารางค่าความสูญเสียโอกาส คำนวณหาค่าเสียโอกาสคาดหวังของแต่ละทางเลือกจากสูตรต่อไปนี้

$$EOL(A_i) = (y_1 \cdot p(y_1)) + (y_2 \cdot p(y_2)) + \dots + (y_n \cdot p(y_n)) \quad (8)$$

โดยที่ $EOL(A_i)$ แทน ค่าเสียโอกาสคาดหวังของทางเลือก A_i เมื่อ $1, 2, 3, \dots, n$

$y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ แทน ค่าเสียโอกาสในเหตุการณ์ที่ $1, 2, 3, \dots, n$ ในแถวของทางเลือก A_i

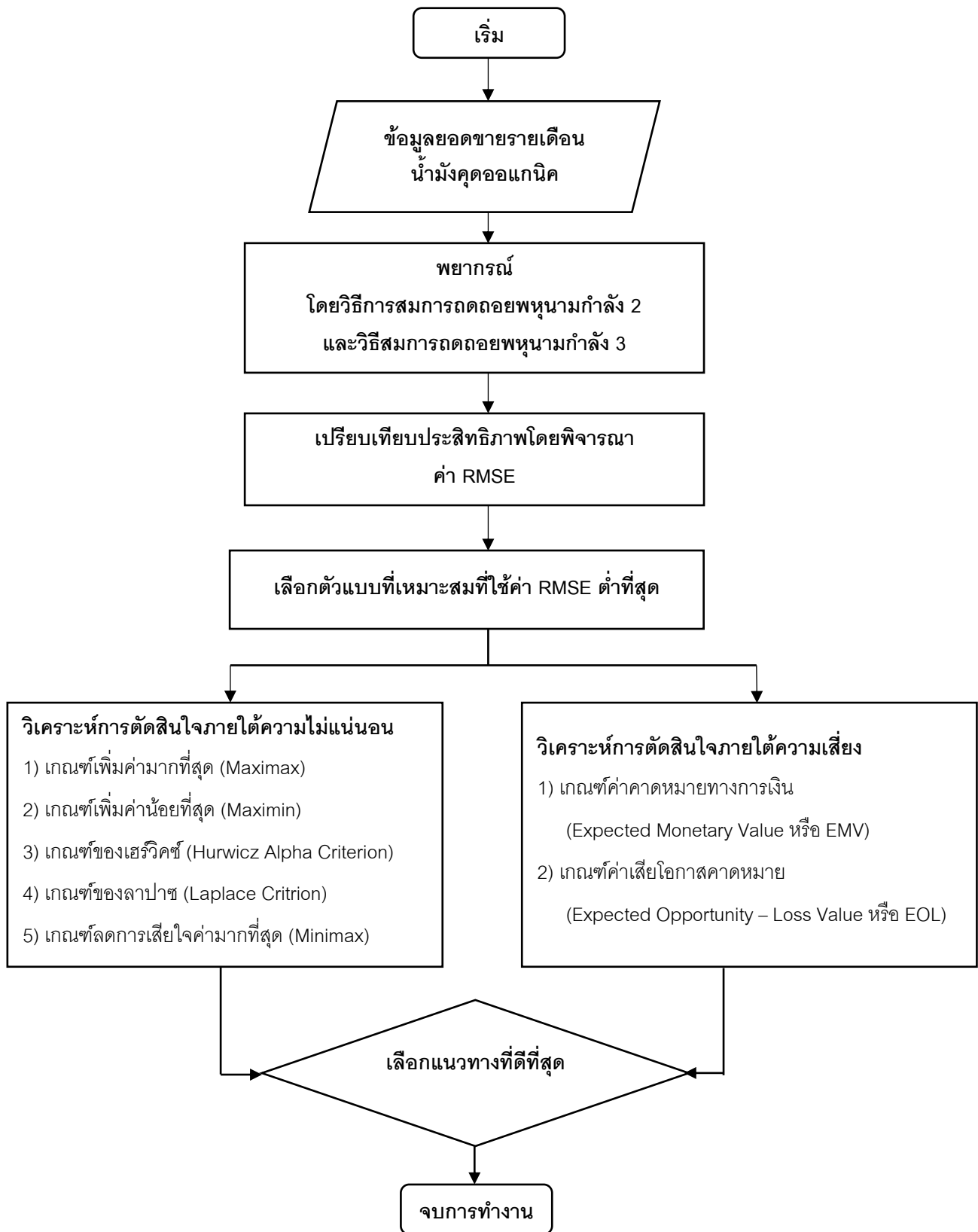
$p(y_1), p(y_2), p(y_3), \dots, p(y_n)$ แทน ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ที่ $1, 2, 3, \dots, n$ ในแถวทางเลือก A_i จากนั้นเลือกทางเลือกที่ได้ค่าเสียโอกาสคาดหวังที่ต่ำที่สุด

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายน้ำมั่งคุดออร์แกนิก จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสร้างอาหารปลอดภัย อำเภอเขาชะเมา ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง
ขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. เก็บข้อมูลยอดขายของน้ำมั่งคุดออร์แกนิก (ขวดต่อเดือน) จากแฟ้มเอกสารข้อมูลการขายย้อนหลัง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมพ.ศ. 2563 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

2. วิเคราะห์ข้อมูลยอดขายตามหลักการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาทั้งหมด 31 ค่า ด้วยกราฟระหว่างช่วงเวลากับยอดขาย เพื่อศึกษารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลว่า มีอิทธิพลของฤดูกาลหรือไม่ (Seasonal or Non-seasonal)
3. พยากรณ์ความต้องการน้ำมั่งคุดออร์แกนิก โดยใช้สมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 และวิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับเรียบ
4. เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของน้ำมั่งคุดออร์แกนิก จากการพิจารณาค่า RMSE ที่มีค่าต่ำที่สุด
5. วิเคราะห์การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน
6. วิเคราะห์การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง
7. เลือกแนวทางที่ดีที่สุด



ภาพ 2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการ

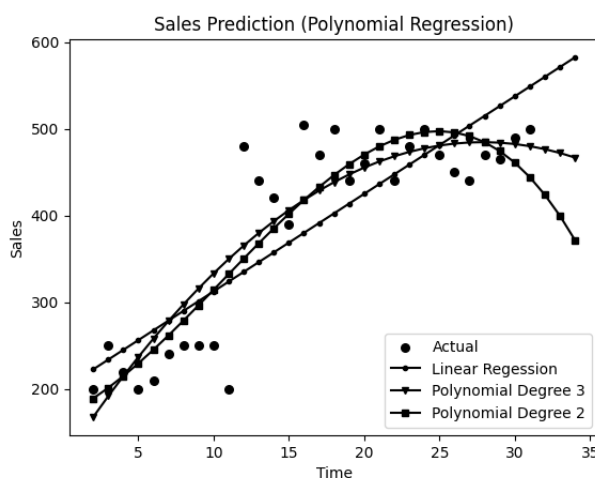
ผลการวิจัย

ตาราง 1 ผลการพยากรณ์และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยอดขายน้ำมั่งคุดออร์แกนิก (ขวด) ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565- กันยายน พ.ศ. 2566

เดือน	สมการถดถอยพหุนามกำลัง 3	สมการถดถอยพหุนามกำลัง 2
ธันวาคม 2565	423.9	476.5
มกราคม 2566	399.8	472.1
กุมภาพันธ์ 2566	371.7	466.8
มีนาคม 2566	339.8	460.5
เมษายน 2566	303.1	453.3
พฤษภาคม 2566	262.2	445.1
มิถุนายน 2566	216.6	436.0
กรกฎาคม 2566	166.3	425.9
สิงหาคม 2566	110.9	414.9
กันยายน 2566	50.4	402.9
RMSE	50.3	52.9

ผลการพยากรณ์ยอดขายน้ำมั่งคุดออร์แกนิก (ขวดต่อเดือน) พบว่า การประมาณค่าพหุนามกำลัง 3 และวิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับเรียบ ให้ผลการพยากรณ์ใกล้เคียงกัน และผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่า สมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 ให้ค่า RMSE ต่ำที่สุดคือ 39.29 สำหรับการประมาณค่าพหุนามกำลัง 3 จะได้สัมประสิทธิ์ $a_0 = 169.46$, $a_1 = 8.09$ $a_2 = 0.93$ และ $a_3 = -0.02$

และสามารถพยากรณ์ได้จาก $\hat{y} = -0.02x^3 + 0.93x^2 + 8.09x + 169.46$ วิธีการประมาณค่าพหุนามกำลัง 3 จะได้ผลการทดลองดังภาพ 3



ภาพ 3 เปรียบค่าการพยากรณ์ 2 วิธี

จากตาราง 1 พบว่าค่าพยากรณ์ด้วยวิธีสมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 สอดคล้องกับข้อมูลยอดขายรายเดือน และให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งผลการพยากรณ์อยู่ในช่วง 470 - 520 ขวด คณะผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตัดสินใจเพื่อวางแผนผลิตน้ำมั่งคุดออร์แกนิกออกจำหน่าย โดยกำหนดทางเลือกในการผลิต และเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นดังนี้ 470 480 490 500 510 และ 520 ขวด ในการผลิตจะมีต้นทุนในการผลิตต่อขวด 110 บาท นำมาจำหน่ายในราคาขวดละ 150 บาท สามารถสร้างตารางกำไรและตารางค่าความสูญเสียโอกาส ดังตาราง 2 และ 3

ตาราง 2 กำไร

ทางเลือก\ เหตุการณ์	470	480	490	500	510	520
470	18800	18800	18800	18800	18800	18800
480	17700	19200	19200	19200	19200	19200
490	16600	18100	19600	19600	19600	19600
500	15500	17000	18500	20000	20000	20000
510	14400	15900	17400	18900	20400	20400
520	13300	14800	16300	17800	19300	20800

ตาราง 3 ค่าความสูญเสียโอกาส

ทางเลือก\ เหตุการณ์	470	480	490	500	510	520
470	0	400	800	1200	1600	2000
480	1100	0	400	800	1200	1600
490	2200	1100	0	400	800	1200
500	3300	2200	1100	0	400	800
510	4400	3300	2200	1100	0	400
520	5500	4400	3300	2200	1100	0

ขั้นตอนต่อไปจะนำข้อมูลตารางกำไร และตารางค่าความสูญเสียโอกาส มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน และการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง โดยกำหนดให้ระดับของการทัศนคติต่อเหตุการณ์ที่ใช้ในเกณฑ์ของเฮอริวิกซ์ $\alpha = 0.7$ และกำหนดให้ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าจำนวน 470 480 490 500 510 และ 520 ขวดต่อเดือนเป็น $\frac{1}{12}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{6}, \frac{1}{12}, \frac{1}{12}$ ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทั้ง 7 เกณฑ์ แสดงผลดังตาราง 4 และ ตาราง 5

ตาราง 4 เกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ตารางกำไร

ทางเลือก\ เกณฑ์การตัดสินใจ	Maximax	Maximin	Hurwicz	Laplace	EMV
470	18800	18800	18800	18800	18800
480	19200	17700	18300	18950	19075
490	19600	16600	17800	18850	18850
500	20000	15500	17300	18500	18250
510	20400	14400	16800	17900	17400
520	20800	13300	16300	17050	16425

ตาราง 5 เกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ตารางค่าความสูญเสียโอกาส

ทางเลือก\ เกณฑ์การตัดสินใจ	Minimax	EOL
470	18800	833.33
480	19200	558.33
490	19600	783.33
500	20000	1383.33
510	20400	2233.33
520	20800	3208.33

เกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ตารางกำไร มีทั้งหมด 5 เกณฑ์ แสดงดังตาราง 4 ซึ่งทั้ง 5 เกณฑ์นี้มีขั้นตอนการทำงานคล้าย ๆ กัน คือจะเลือกตัวแทนที่เป็นกำไรของแต่ละทางเลือกตามหลักการของแต่ละเกณฑ์ และเมื่อได้ตัวแทนที่เป็นกำไรของแต่ละเกณฑ์แล้ว ก็จะเลือกทางเลือกที่มีกำไรมากที่สุด และจากตาราง 4 พบว่า หากผู้ตัดสินใจ

ใช้เกณฑ์ Maximax จะเลือกผลิต 520 ขวดต่อเดือน

ใช้เกณฑ์ Maximin จะเลือกผลิต 470 ขวดต่อเดือน

ใช้เกณฑ์ Hurwicz จะเลือกผลิต 470 ขวดต่อเดือน

ใช้เกณฑ์ Laplace จะเลือกผลิต 480 ขวดต่อเดือน

ใช้เกณฑ์ EMV จะเลือกผลิต 480 ขวดต่อเดือน

เกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ตารางค่าความสูญเสียโอกาส มีทั้งหมด 2 เกณฑ์ แสดงดังตาราง 5 ซึ่งทั้ง 2 เกณฑ์นี้มีขั้นตอนการทำงานคล้าย ๆ กัน คือจะหาค่าความสูญเสียโอกาสที่เป็นตัวแทนของแต่ละทางเลือกตามหลักการของแต่ละเกณฑ์ และเมื่อได้ตัวแทนที่เป็นค่าความสูญเสียโอกาสของแต่ละเกณฑ์แล้ว ก็จะเลือกทางเลือกที่มีค่าความสูญเสียโอกาสน้อยที่สุด และจากตาราง 5 พบว่า หากผู้ตัดสินใจใช้เกณฑ์ Minimax จะเลือกผลิต 470 ขวด แต่หากใช้เกณฑ์ EOL จะเลือกผลิต 480 ขวด

สรุปและอภิปรายผล

จากการนำข้อมูลยอดขายน้ำมั่งคุดออร์แกนิก (ขวดต่อเดือน) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสร้างอาหารปลอดภัยอำเภอเขาชะเมา ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการพยากรณ์และทฤษฎีการตัดสินใจ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิตสำหรับการผลิตน้ำมั่งคุดออร์แกนิก พบว่าการพยากรณ์โดยสมการถดถอยพหุนามกำลัง 3 สอดคล้องกับข้อมูลยอดขายรายเดือน ซึ่งให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด และผลการพยากรณ์อยู่ในช่วง 470 – 520 ขวดต่อเดือน จากนั้น นำผลการพยากรณ์ยอดขายมาใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจเพื่อวางแผนการผลิต โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละเกณฑ์ให้คำตอบที่แตกต่างกัน จาก 7 เกณฑ์ พบว่ามี 3 เกณฑ์ที่ให้ผลลัพธ์เป็น 470 ขวดต่อเดือน 3 เกณฑ์ที่ให้ผลลัพธ์เป็น 480 ขวดต่อเดือน และมีเพียงหนึ่งเกณฑ์ที่ให้ผลลัพธ์เท่ากับ 520 ขวดต่อเดือน จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีเกณฑ์การตัดสินใจใดที่ดีที่สุดเหนือกว่าเกณฑ์อื่นในทุกกรณี อย่างไรก็ตาม การพิจารณาโดยเกณฑ์เหล่านี้จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจมีข้อมูลมากขึ้น ดังนั้นหากสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เพื่อกำหนดนโยบายในการผลิต จะช่วยให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างรอบคอบ และเพิ่มโอกาสในการตัดสินใจที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการเพิ่มมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลยอดขายจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสร้างอาหารปลอดภัยอำเภอเขาชะเมา ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง และคณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่สนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กฤษวัฒน์ จิตวโรภาสกุล, เอี่ยมพร ศิริรัตน์, ชาญเดช เจริญวิริยะกุล, และ สโรชนี ศิริวัฒนา. (2565). ผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 ต่อธุรกิจร้านอาหารในเขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร. *วารสาร มจร การพัฒนาสังคม*, 7(2), 212-225.
- จินดา กลิ่นอุบล, ขวลิต ศิริบุญรัตน์, และ อินทร์ ศาลางาม. (2565). ผลการเสริมผงเปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ. *วารสาร แก่นเกษตร*, 50(2), 516-526.
- ณัฐธัญ เจริญศิริวิไลวัฒน์. (2562). *การพัฒนาเจลไวต์อูณภูมิที่บรรจุสารสกัดจากเปลือกมังคุด สำหรับแผลในปาก*. โครงการวิจัย คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิชุดา พิมลศรี, นาวิรัตน์ สีระสาร, และ บำเพ็ญ เขียวหวาน. (2565). การส่งเสริมการผลิตและการตลาดมังคุดของเกษตรกร อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(8), 30 – 43.

- Boonchai, Kr & Maneepong, Ch. (2021). *Damage assessment Impact and adaptation of local Communities against the COVID-19 epidemic*. Local Development Institute: LDI.
- Charoenphun N. (2020). Chemical Composition and Trends in Utilization of By-products and Wastes from 4 Types of Tropical Fruit Processing. *Thai Science and Technology Journal*, 28(1), 113-128.
- Gutierrez, E. J. M., & De Pablo, K. C. (2019). Forecasting Crude Oil Price using Polynomial Regression and Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Model. *International Journal of Science, Engineering and Technology*, 7(5), 1-12.
- Inchupongc J. (2022). The Impact of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic on Thailand's Capital Market. *Journal of Management Science Chiangrai Rajabhat University*, 17(1), 67-96.
- Pimonsri, W, Seerasarn, N, & Keowan, B. (2022). Extension Production and Marketing of Mangosteen of farmers in Phato, Thailand. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(8), 30-43.
- Singh, B., Kumar, P., Sharma, N., & Sharma, K. P. (2020). Sales Forecast for Amazon Sales with Time Series Modeling. 2020 First International *Conference on Power, Control and Computing Technologies (ICPC2T)* (03-05 January 2020).