การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ จังหวัดนราธิวาส

Increasing Productivity in the Production Process of Keropok Fish Crackers Narathiwat Province

บัณฑิตา ภู่ทรัพย์มี โปณะทอง (Banthita Poosabmee Ponatong)* ฉัตรพล พิมพา (Chatpon Phimpha)[1]**

(Received: *October 17, 2021*; Revised: *November 15, 2021*; Accepted: *November 19, 2021*)

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะในชุมชนบางนาค ตำบลบางนาค อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส โดยเริ่มจากการระดมความคิดจากผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ เพื่อหาสาเหตุและปัญหาที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิต โดยใช้การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบและแผนภูมิพาเรโต ซึ่งพบว่าสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้าคือ การหั่นข้าวเกรียบเป็นแท่ง เนื่องจากก่อนที่จะหั่นข้าวเกรียบเป็นแท่งข้าวเกรียบจะถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นหรือแช่แข็งจึงยิ่งทำให้กระบวนการหั่นมีความยากลำบาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวแก่ผู้ผลิตโดยการสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะ และทำการทดลองโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิเคราะห์อุณหภูมิของข้าวเกรียบในขณะหั่นเพื่อวิเคราะห์ปริมาณของข้าวเกรียบที่ผ่านมาตรฐาน ผลจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิข้าวเกรียบที่เหมาะสมในการผลิตโดยเครื่องจักรคือ 18 องศาเซลเซียส ซึ่งการใช้เครื่องจักรนั้นสามารถผลิตข้าวเกรียบได้เฉลี่ยชั่วโมงละ 180 กิโลกรัมในขณะที่การใช้แรงงานคนจะสามารถผลิตได้เฉลี่ยชั่วโมงละ 18.63 กิโลกรัม โดยการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะในงานวิจัยนี้สามารถเพิ่มผลผลิตจากเดิมที่ใช้แรงงานคนได้ 9.6 เท่า

ABSTRACT

This research aims to increase productivity in the production process of keropok fish crackers in bangnak communities Tambol Bangnak, Amphoe Mueang Narathiwat, Narathiwat Province. It began with brainstorming from those involved in analyzing the production process of keropok fish crackers. To determine the causes and problems that affect the production process by using Failure Mode and Effect Analysis and Pareto Charts. The reasons and effects of the process of crackers resulting in a delay in the production process were cutting crackers into sticks because before cutting crackers into sticks. Crackers are preserved at refrigerated or frozen temperatures, making the cutting process difficult. The researchers presented the manufacturer with a solution by creating machines used to cut crackers and conducting experiments using Analysis of variance methods, analyzing the temperature of crackers while slicing them to analyze the amounts of standardized crackers. Results from the experiment showed that the optimum cracker temperature in machine production was 18 degrees Celsius. Machines can produce an average of 180 kilograms of crackers per hour, while people's labor will be able to produce an average of 18.63 kilograms per hour, increasing the production output of crackers in this can increase the productivity to 9.6 times of using human labors.

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบ แผนภูมิพาเรโต การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Keywords: Failure mode and effect analysis, Pareto chart, Analysis of variance

[1]*Corresponding author:* Perpetually09@gmail.com

**อาจารย์ สาขาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*

***อาจารย์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ*

บทนำ

การเพิ่มผลผลิตนั้นเป็นวิธีการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตและยังมีความสำคัญต่อผู้ผลิต เนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถส่งผลถึงรายได้ของผู้ผลิตที่เพิ่มขึ้น [1] การเพิ่มผลผลิตนั้นอาจใช้วิธีการศึกษากระบวนการเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการศึกษางาน [2] หรืออาจใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการหรือเพิ่มผลผลิต [3] อย่างไรก็ดีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการจำเป็นจะต้องพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องจักรที่จะใช้ในกระบวนการ [4] รวมถึงควรพิจารณาศึกษาการใช้งานเครื่องที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกระบวนการผลิตเพื่อให้ผู้ผลิตที่นำไปใช้สามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ผลิตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างสูงสุด [5] การใช้กระบวนการทางสถิติมักเป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาและส่งเสริมความสามารถในการใช้เครื่องจักร [6] โดยงานวิจัยนี้จะได้แสดงถึงขั้นตอนในการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ จังหวัดนราธิวาส ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวถือเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP 5 ดาวที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในสามจังหวัดชายแดนใต้ ซึ่งข้าวเกรียบกรือโปะมีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากข้าวเกรียบทั่วไปคือมีความเหนียว เนื้อแน่นและมีคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ของข้าวเกรียบชนิดนี้ ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวนี้เองส่งผลให้การผลิตข้าวเกรียบมีความลำบาก โดยในปัจจุบันการหั่นข้าวเกรียบเป็นชิ้นเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานจะหั่นด้วยแรงงานคนซึ่งลำบากและมีความสูญเสียที่เกิดจากข้าวเกรียบที่ไม่เป็นชิ้นตามมาตรฐาน ทำให้ผู้ผลิตข้าวเกรียบมีความต้องการจะปรับปรุงและพัฒนากระบวนการของตน ผู้วิจัยและผู้ผลิตจึงร่วมกันระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะพร้อมทั้งร่วมกันแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องกระบวนการทำงาน เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดและแก้ไขปัญหาในเชิงรุกด้วยการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis; FMEA) ภายใต้ข้อจำกัดที่ทำการศึกษา ได้แก่ กระบวนการ ผู้ปฏิบัติงาน เครื่องมืออุปกรณ์ และสภาพแวดล้อม หลังจากนั้นใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Charts) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและกระบวนการ ตลอดจนการนำเสนอเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่สามารถผลิตได้โดยเครื่องซึ่งมีปัจจัยในส่วนของอุณหภูมิของวัตถุดิบที่แตกต่างกันซึ่งอ้างอิงจากกระบวนการผลิตและกระบวนการเก็บรักษาข้าวเกรียบกรือโปะร่วมด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและกรณีศึกษา

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากระบวนการโดยผู้วิจัยได้สืบค้นเครื่องมือที่เป็นที่นิยมในการวิเคราะห์เพื่อศึกษาหาข้อบกพร่องและผลกระทบต่อกระบวนการ คือ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis; FMEA) โดย [7] เริ่มจากการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อกระบวนการด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสังเกตการณ์ ส่วน [8] พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยพิจารณาจากใช้ผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักร กระบวนการ และวัตถุดิบมาใช้ในการลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการ หลังจากนั้น [9] ทำการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องโดยการนำดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงสูง เพื่อให้บริษัทดำเนินการแก้ไขและมีแนวทางในการจัดกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ทรัพยากรและต้นทุนในการผลิต อีกทั้ง [10] ยังใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพและลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตด้วย โดยเมื่อทำการวิเคราะห์

ปัจจัยและหาค่าความสำคัญของปัญหา (Risk Priority Number; RPN) มาหลังจากนั้น [11] ใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) ทำการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดปัญหาจากมากไปน้อย โดยปัญหาที่เกิดสะสมมากที่สุดประมาณ 80% ถือเป็นปัญหาที่ควรนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางแก้ไข ซึ่ง [12] ประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโต เพื่อช่วยในการคัดเลือกหัวข้อปัญหาเพื่อทำการลดของเสีย โดยใช้ปัจจัยด้านความถี่ในการเกิดของเสียหรือเปอร์เซ็นต์ของเสียเป็นหลักในการสร้างแผนภูมิพาเรโตต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับกลไกของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตพบว่า มีงานวิจัยที่นำเครื่องจักรไปใช้ในกระบวนการผลิตจำนวนมากและงานวิจัยเหล่านั้นก็สามารถเพิ่มผลผลิตของกรณีศึกษาในแต่ละกรณีศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ได้มีการสร้างเครื่องจักรโดยใช้กลไกการดันข้าวเกรียบเพื่อตัดแบ่งข้าวเกรียบให้มีลักษณะเป็นแท่ง หรือสามารถแบ่งกระบวนการของเครื่องจักรในการศึกษาออกเป็นสามส่วนย่อย ๆ คือ กลไกการส่งกำลัง กลไกการป้อนวัตถุดิบและกลไกในการตัดวัตถุดิบ

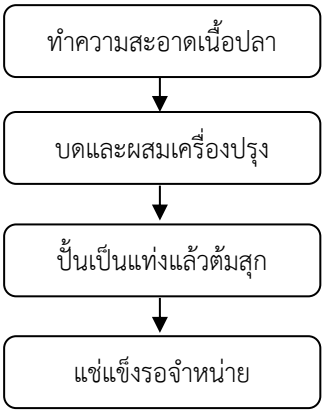
ส่วนของกลไกการส่งกำลังของเครื่องจักรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้กลไกการผลิตอย่างง่ายโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ให้น้อยที่สุดเพื่อให้ง่ายต่อการประกอบและการนำเครื่องจักรไปใช้งานรวมถึงการซ่อมบำรุงของผู้ใช้ ผู้วิจัยจึงเลือกการใช้กลไกแบบสายพานและมีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งระบบการส่งกำลังลักษณะนี้มักถูกนำไปใช้ในกระบวนการเพิ่มผลิตรวมถึงมักถูกนำไปใช้ในกระบวนการเนื่องจากมีราคาที่ประหยัด ง่ายต่อการใช้งานและการบำรุงรักษารวมถึงยังมีการถูกนำมาใช้งานตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันดังงานวิจัยของ [13-14] ที่นำกลไกลักษณะนี้มาใช้ในการสร้างเครื่องจักรเพื่อหั่นกล้วยฉาบซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการได้ ในส่วนของกลไกการป้อนวัตถุดิบผู้วิจัยจะใช้การดันวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่กลไกการตัด ซึ่งผู้วิจัยพบว่ามีงานวิจัยที่ใช้กลไกดังกล่าวในกระบวนการ การสร้างเครื่องสไลด์กล้วยเพื่อทำกล้วยฉาบซึ่งเป็นกลไกการสร้างเครื่องจักรโดยการ กลไกเพื่อบังคับให้แผ่นน้ำหนักกดทำหน้าที่ดันผลกล้วยเข้าสู่กระบวนการสไลด์โดยใบมีดที่ติดตั้งอยู่กับจานหมุน [15] ส่วนสุดท้ายเป็นกลไกในการตัดวัตถุดิบซึ่งเครื่องจักรในงานวิจัยนี้จะใช้ใบมีดในลักษณะที่เป็นตะแกรงเพื่อตัดวัตถุดิบที่ถูกป้อนเข้ามาซึ่งกลไกการผลิตลักษณะนี้มีงานวิจัยที่มักนำไปใช้เช่น การใช้ในการแปรรูปมันสำปะหลังเส้น [16] โดยใช้ใบมีดที่มีลักษณะเป็นตะแกรงและใช้การดันมันสำปะหลังผ่านตะแกรงดังกล่าวรวมถึงยังพบงานวิจัยที่นำกลไกลักษณะนี้มาใช้ในการตัดแปรรูปชิ้นส่วนของเนื้อสัตว์ซึ่งกลไกลักษณะดังกล่าวก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้อย่างดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการศึกษาปัจจัยในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะนี้จะศึกษาในส่วนของอุณหภูมิในการเก็บรักษาข้าวเกรียบก่อนนำมาหั่นซึ่งเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตเนื่องจากอุณหภูมินั้นจะส่งผลต่อการหั่นข้าวเกรียบเป็นโดยอุณหภูมิยิ่งต่ำข้าวเกรียบก็จะมีความแข็งมากขึ้นตามอุณหภูมิที่ลดลงซึ่งส่งผลให้การหั่นยากขึ้น งานวิจัยนี้จึงใช้กระบวนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ในการวิเคราะห์ผลของอุณหภูมิของข้าวเกรียบซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณและของเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งการออกแบบการทดลองแบบ ANOVA นี้เป็นกระบวนการศึกษาปัจจัยจำนวนหนึ่งปัจจัยที่มีระดับของปัจจัยหลายระดับ [17] โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลของปัจจัยทั้งในการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรดังเช่นงานที่มีการนำวิธี ANOVA โดยใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการกัดชิ้นงานด้วยมีดกัดที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องมือ [18] รวมถึงสามารถนำไปใช้ในการศึกษาปัจจัยของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ผลิตสินค้าในชุมชน ดังตัวอย่างการนำไปใช้ในการศึกษาปัจจัยในการค้นหมี่เส้นไหม [19] เป็นต้น จากข้อมูลงานวิจัยที่ได้สืบค้นจึงทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อศึกษาปัจจัยที่จะใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ

2. กรณีศึกษากระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ

ข้าวเกรียบกรือโปะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากภูมิปัญญาของชาวนราธิวาสที่มีอาชีพประมงชายฝั่งเป็นอาชีพหลัก แต่รายได้น้อย จึงนำประสบการณ์การทำข้าวเกรียบ โดยการนำปลาทู ปลาทูแขกที่หามาได้บางส่วน บางส่วนซื้อมาทำเป็นข้าวเกรียบตากแห้งเพื่อจำหน่าย ต่อมาการทำข้าวเกรียบตากแห้งได้พัฒนารูปแบบเป็นข้าวเกรียบสดทอดจำหน่าย ได้รับการตอบรับจากลูกค้าเป็นอย่างดี จึงยึดเป็นอาชีพ จากรุ่น ปู่ ย่า ตา ยายจนถึงรุ่นปัจจุบัน และได้ส่งผลิตภัณฑ์เข้าร่วมคัดสรร “ผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย” และได้รับการคัดสรรเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทอาหาร ระดับ 5 ดาว อีกทั้งยังเป็นสินค้าประเภทอาหารฮาลาล (Halal Food) ซึ่งจุดเด่นของข้าวเกรียบชนิดนี้คือความเหนียว เนื้อแน่น และมีคุณค่าทางโภชนาการ จึงให้รสสัมผัสที่แตกต่างจากข้าวเกรียบชนิดอื่นรวมถึงก่อนรับประทานจะถูกหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมทำให้มีความแปลกและได้รับความนิยม

ในการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะนั้นมีขั้นตอนและกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 1 คือการเตรียมปลาโดยทำความสะอาด ตัดหัวตัดหาง นำเข้าเครื่องบด จากนั้นจึงนำเนื้อปลาที่บดละเอียด แป้งมัน แป้งสาคู เกลือ น้ำ ใส่เครื่องผสมให้เข้ากันแล้วนำมาปั้นเป็นแท่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว ดังภาพที่ 2 จากนั้นผู้ผลิตจะนำข้าวเกรียบที่ปั้นเป็นแท่งลงต้มในหม้อต้มที่น้ำกำลังเดือดจนสุก เมื่อต้มจนสุกได้ที่จะนำข้าวเกรียบที่ต้มเสร็จแล้วนำขึ้นผึ่งลมให้เย็นแล้วหั่นเป็นแท่งเพื่อจำหน่าย กรณีที่ไม่สามารถหั่นได้หมดก็จะแช่แข็งเพื่อเก็บรักษาป้องกันความเสียหายของสินค้า



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ



ภาพที่ 2 ข้าวเกรียบกรือโปะที่ผู้ผลิตจำหน่าย

เนื่องจากลักษณะเฉพาะของข้าวเกรียบตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นคือมีลักษณะเนื้อข้าวเกรียบที่มีลักษณะเหนียวและแน่นมากกว่าข้าวเกรียบประเภทอื่น รวมถึงลักษณะของข้าวเกรียบที่ต้องผลิตให้มีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายมันฝรั่งแท่ง ดังภาพที่ 3 จึงทำให้การผลิตมีความยากลำบาก จากข้อมูลในกระบวนการผลิตพบว่า การหั่นข้าวเกรียบด้วยแรงคนนั้น ใน

หนึ่งชั่วโมงสามารถหั่นข้าวเกรียบกรือโปะแท่งได้จำนวน 20 กิโลกรัม โดยที่ใน 20 กิโลกรัมที่ทำได้นั้นแบ่งเป็นสินค้าที่ดี (ข้าวเกรียบมีลักษณะเป็นแท่ง) จำนวนเฉลี่ย 17.63 กิโลกรัม และสินค้าที่เสีย (ข้าวเกรียบไม่เป็นแท่ง) จำนวนเฉลี่ย 2.33 กิโลกรัม หรือคิดเป็นของเสียร้อยละ 11.65 เมื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณความสามารถในการผลิตต่อวัน โดยการคำนวณคิดจากเวลาการทำงานจำนวน 8 ชั่วโมงต่อวันนั้น พบว่าผู้ผลิตสามารถผลิตข้าวเกรียบที่ได้มาตรฐานเฉลี่ย 141.04 กิโลกรัมต่อวัน



ภาพที่ 3 ข้าวเกรียบกรือโปะหั่นแล้วพร้อมทอดรับประทาน

3. การวิเคราะห์กระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ

จากการศึกษากระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะข้างต้นจึงทำการระดมความคิดจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต โดยใช้การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis; FMEA) เพื่อศึกษาหาข้อผิดพลาดและผลกระทบที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้า และหาแนวทางในการลดความน่าจะเป็นให้เกิดความผิดพลาดน้อยลดน้อยลง โดยแสดงผลดังตารางที่ 1 โดยในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบทำการระดมความคิดจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะและพิจารณาถึงความรุนแรงของผลกระทบ (Severity of Effect; S) ความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence; O) และความเป็นไปได้ในการตรวจพบข้อบกพร่อง (Detection; D) โดยทั้ง 3 ส่วนนี้จะมีค่าตั้งแต่ 1-10 และนำมาหาตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของปัญหา (Risk Priority Number; RPN) ซึ่งแสดงดังสมการที่ 1

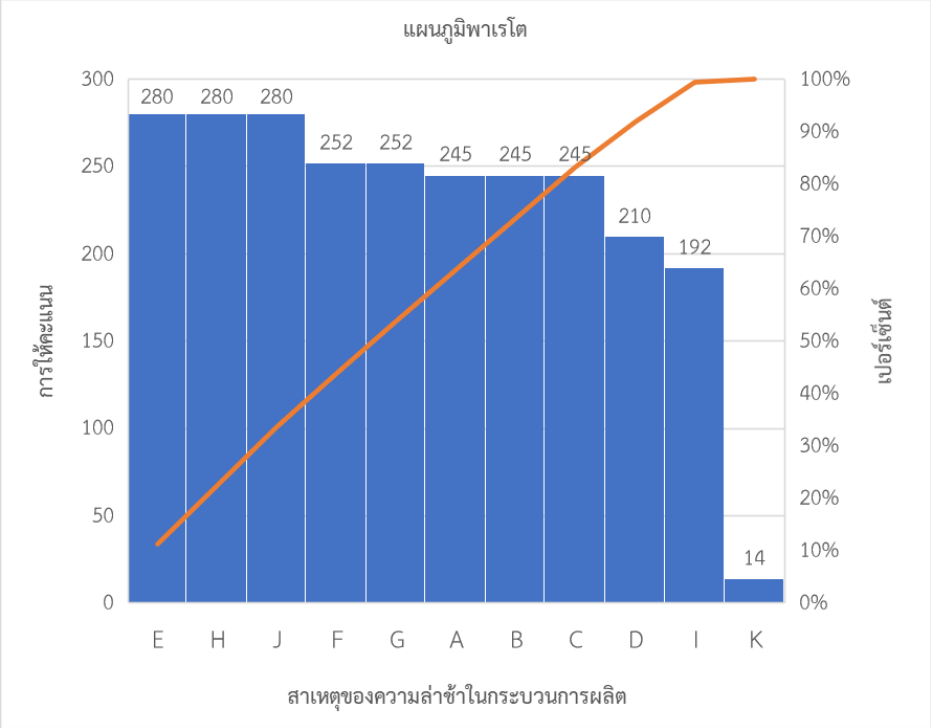
$$RPN = S \times O \times D \qquad ...(1)$$

โดย	RPN	คือ	ตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของปัญหา
	S	คือ	ความรุนแรงของผลกระทบ
	O	คือ	ความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง
	D	คือ	ความเป็นไปได้ในการตรวจพบข้อบกพร่อง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์การให้คะแนนความสำคัญที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตกรือโปะเกิดความล่าช้า

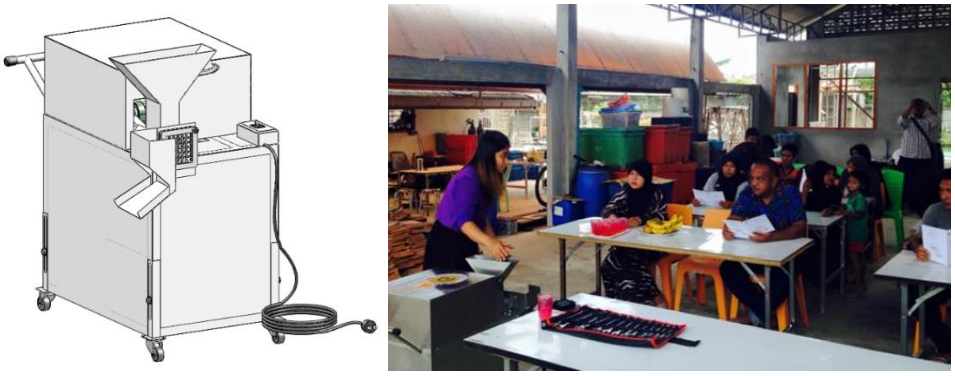
กลุ่ม	สาเหตุของความล่าช้า	รหัสของปัญหา	ผลกระทบ (S)	ความถี่ (O)	ความเป็นไปได้ (D)	การให้คะแนน	ร้อยละ
กระบวนการ	การแกะเนื้อปลา	A	5	7	7	245	9.82
	การนำเนื้อปลาเข้าเครื่องบด	B	5	7	7	245	9.82
	การนำเนื้อปลาแบ่งเป็นก้อนๆ	C	5	7	7	245	9.82
	การปั้นเนื้อปลาเป็นแท่งยาวประมาณ12 นิ้วและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว	D	6	7	5	210	8.42
	การหั่นแท่งเนื้อปลาเป็นแท่งเล็กๆ	E	7	8	5	280	11.22
ผู้ปฏิบัติงาน	การปั้นแท่งปลายาวขนาดไม่เท่ากัน	F	6	6	7	252	10.10
	การหั่นแท่งปลาเล็กๆ ไม่เท่ากัน	G	6	6	7	252	10.10
	เกิดอุบัติเหตุจากการหั่นในบางครั้ง	H	7	5	8	280	11.22
เครื่องมือและอุปกรณ์	เครื่องบดเนื้อปลาชำรุด	I	6	4	8	192	7.70
	มีดที่ใช้หั่นแท่งชำรุดต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ	J	5	7	8	280	11.22
สภาพแวดล้อม	พื้นที่ในการผลิตมีความลื่นอันเนื่องมาจากวัตถุดิบ	K	1	7	2	14	0.56

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการวิเคราะห์การให้คะแนนความสำคัญที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตกรือโปะเกิดความล่าช้ามีสาเหตุมาจาก 4 หัวข้อหลัก ได้แก่ กระบวนการ ผู้ปฏิบัติงาน เครื่องและอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อม โดยในส่วนของกระบวนการในการผลิตที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้า ได้แก่ การแกะเนื้อปลา (A) การนำเนื้อปลาเข้าเครื่องบด (B) การนำเนื้อปลาแบ่งเป็นก้อนๆ (C) การปั้นเนื้อปลาเป็นแท่งยาวประมาณ 12 นิ้วและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว (D) และการหั่นแท่งเนื้อปลาเป็นแท่งเล็ก ๆ (E) ในส่วนของผู้ปฏิบัติงานที่ส่งผลต่อความล่าช้าในกระบวนการ ได้แก่ การปั้นแท่งปลายาวขนาดไม่เท่ากัน (F) การหั่นแท่งปลาเล็ก ๆ ไม่เท่ากัน (G) และการเกิดอุบัติเหตุจากการหั่นในบางครั้ง (H) ในส่วนของเครื่องมือและอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องบดเนื้อปลาชำรุด (I) และมีดที่ใช้หั่นแท่งชำรุดต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ (J) และในส่วนของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อกระบวนการ คือ พื้นที่ในการผลิตมีความลื่นอันเนื่องมาจากวัตถุดิบ (K) หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และเรียงลำดับความสำคัญที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะด้วยแผนภูมิพาเรโตแสดงดังภาพที่4



ภาพที่ 4 ผลจากการวิเคราะห์และเรียงลำดับความสำคัญที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะด้วยแผนภูมิพาเรโต

จากภาพที่ 4 แสดงผลจากการวิเคราะห์และเรียงลำดับความสำคัญที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะด้วยแผนภูมิพาเรโต โดยพบว่าสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะที่ส่งผลในการแก้ไขเป็น 3 ลำดับแรกได้แก่ การหั่นแท่งเนื้อปลาเป็นแท่งเล็กๆ (E) การเกิดอุบัติเหตุจากการหั่นในบางครั้ง (H) และมีดที่ใช้หั่นแท่งชำรุดต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ (J) หลังจากได้ข้อสรุปแล้วถ้าผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวทางในการแก้ไขแก่ผู้ผลิตที่จะสามารถช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะเนื่องจากในการหั่นด้วยมีดโดยแรงงานคนนั้น ในการหั่นทำได้ยาก เนื่องจากข้าวเกรียบกรือโปะมีความเหนียว และในการเก็บรักษาข้าวเกรียบก่อนที่จะทำการหั่นข้าวเกรียบนั้นจะต้องเก็บรักษาข้าวเกรียบในช่องแช่เย็นหรือช่องแช่แข็ง ซึ่งการเก็บรักษาข้าวเกรียบไว้ในอุณหภูมิต่ำถือเป็นการเก็บรักษาข้าวเกรียบให้ยังคงคุณภาพที่ดีและยังส่งผลให้ข้าวเกรียบมีความคงรูปร่างมากกว่าข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ถึงแม้ว่าการจัดเก็บข้าวเกรียบในอุณหภูมิแช่เย็นหรือแช่แข็งจะมีผลดีในเรื่องของความสดใหม่ของข้าวเกรียบและการคงรูปร่างเวลาหั่น แต่อุณหภูมิในการจัดเก็บก็ถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อการหั่นเพราะอุณหภูมิเย็นหรือแช่แข็งจะยิ่งส่งผลให้ยากต่อต่อการหั่นด้วยแรงงานคน ซึ่งโดยปกติแล้วการแปรรูอาหารแช่แข็งนั้นจะต้องถูกละลายน้ำแข็งก่อน [20] ซึ่งจึงทำให้กระบวนการทำงานยากลำบาก ซึ่งเหตุผลดังกล่าวส่งผลให้มีความจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนใบมีด และขนาดในการหั่นไม่เท่ากัน อีกทั้งในบางครั้งอาจจะส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ปฏิบัติงานด้วย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นข้าวเกรียบกรือโปะแบบแท่ง เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตในกระบวนการและลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในกระบวนผลิต ดังภาพที่ 5 โดยมีกลไกในการทำงานคือใช้การดันข้าวเกรียบแท่งลงมาที่ใบตัดสแตนเลสที่มีลักษณะตะแกรงใบมีดดังภาพที่ 6 ซึ่งการออกแบบใบมีดในลักษณะที่เป็นตะแกรงนั้นจะสามารถควบคุมขนาดของข้าวเกรียบที่ผลิตออกมาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งข้าวเกรียบที่ถูกดันผ่านใบมีนั้นจะมีขนาดเท่ากัน โดยใช้ใบมีดลักษณะนี้มักถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารที่ต้องการควบคุมขนาดของผลิตภัณฑ์ให้มีขนาดตามที่กำหนดและเท่ากันดังงานวิจัยที่มีการนำใบมีดที่มีลักษณะเป็นตะแกรงไปใช้หั่นชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูเพื่อให้ขนาดของสิ่งที่ถูกตัดมีขนาดเท่ากันซึ่งสามารถใช้ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ [21] หลังจากที่มีการกำหนดลักษณะและสร้างเครื่องจักรเรียบร้อยแล้วจึงทำการหาสภาวะในการผลิตที่เหมาะสมในการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะด้วยเครื่องที่ออกแบบแสดงในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 5 เครื่องหั่นข้าวเกรียบกรือโปะ



ภาพที่ 6 ใบมีดหั่นข้าวเกรียบกรือโปะ

วิธีวิจัย

ขั้นตอนในกระบวนการวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนประกอบด้วย การกำหนดผลตอบของการทดลอง การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลองและเลือกใช้สภาวะการผลิตที่เหมาะสมและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเครื่องจักรและการใช้แรงงานคน โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

1. การกำหนดผลตอบของการทดลอง

ผลตอบของงานวิจัยคือจำนวนของข้าวเกรียบกรือโปะที่สามารถผลิตได้โดยจะพิจารณาจากจำนวนของข้าวเกรียบที่เป็นไปตามข้อกำหนดคือลักษณะของข้าวเกรียบเป็นแท่ง โดยจะใช้ข้อมูลผลจากการสร้างเครื่องจักรเปรียบเทียบกับผลจากการดำเนินงานโดยกระบวนการปกติของผู้ผลิต

2. การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย

การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง กำหนดจากปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ในกระบวนการกล่าวคือปัจจัยที่ใช้ในการทดลองมาจากกระบวนการปัจจัยที่ส่งผลต่อผลตอบคือจำนวนผลผลิตที่ได้ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการหั่นคืออุณหภูมิในการเก็บรักษาก่อนการนำมาหั่น เนื่องจากข้าวเกรียบกรือโปะเป็นข้าวเกรียบที่มีความเหนียวและแน่นอยู่แล้ว แต่เนื่องจากในกระบวนการผลิตนั้นจำเป็นต้องมีการเก็บรักษาข้าวเกรียบโดยการแช่เย็นและแช่แข็งเพื่อป้องกันการเสียหายของผลผลิต ซึ่งอุณหภูมิที่จัดเก็บนั้นก็จะยิ่งส่งผลต่อความสามารถในการผลิตข้าวเกรียบด้วย

3. การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้จะใช้กระบวนการวิเคราะห์ความแปรปรวน AVOVA โดยที่จะวิเคราะห์ผล โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการทดลองคืออุณหภูมิของข้าวเกรียบที่นำมาทำการหั่นโดยเครื่องจักร ซึ่งจะทดลองโดยใช้ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 ระดับคือ ข้าวเกรียบที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) ข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่เย็น (18 องศาเซลเซียส) และข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่แข็ง (0 องศาเซลเซียส) โดยที่ในแต่ละระดับจะทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ในการทดลองจะทดลองที่

ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 $(\alpha = 0.05)$ ส่วนของการวิเคราะห์จะวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ ซึ่งในการทดสอบสมมุติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะพิจารณาค่า P-Value เปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญของการทดลองซึ่งกำหนดไว้ที่ สำหรับการพิจารณาในกรณีที่ค่า (P Value $< \alpha = 0.05$) สามารถแปรผลได้ว่ามีค่าเฉลี่ยระดับของปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีค่าไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในกรณีที่ (P Value $> \alpha = 0.05$) สามารถแปรผลได้ว่าผลได้ว่าค่าเฉลี่ยระดับของปัจจัยทุกคู่มีค่าเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [22]

4. การทดลองยืนยันผล

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยรวบรวมข้อมูลเพื่อพิจารณาระดับของปัจจัยที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อให้กระบวนการผลิตได้ผลิตมากที่สุด จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลของสภาวะที่เหมาะสมที่สุดไปใช้ในการทดลองผลิตเพื่อเป็นการทดลองยืนยันผลว่าสภาวะดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการทดลองยืนยันผลนั้นจะใช้ทำการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะเป็นเวลา 8 ชั่วโมงและเก็บข้อมูลความสามารถในการผลิตทุก ๆ ชั่วโมงเพื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณข้าวเกรียบกรือโปะที่ได้จากการทดลองโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบสมุติฐานด้วย One Sample T-Test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 $(\alpha = 0.05)$ สำหรับการวิเคราะห์นั้นจะพิจารณาค่า P Value กรณีที่ (P Value $< \alpha = 0.05$) สามารถแปรผลได้ว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ผลิตจริงไม่เท่ากับปริมาณที่ทำการทดลองขั้นต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกันกรณีที่ (P Value $> \alpha = 0.05$) สามารถแปรผลได้ว่าผลได้ว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ผลิตจริงเท่ากับปริมาณที่ทำการทดลองขั้นต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเครื่องจักรและการใช้แรงงานคน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลการทำงานเมื่อมีการใช้เครื่องมือและเครื่องจักรในการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะโดยการเปรียบเทียบข้อมูลผลผลิตที่ได้

ผลการวิจัย

1. การกำหนดผลตอบของการทดลอง

ผลตอบของงานวิจัยที่จะถูกกำหนดเพื่อใช้ในการทดลองคือ จำนวนข้าวเกรียบกรือโปะที่เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตกว่าคือเป็นข้าวเกรียบที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลักษณะแท่งดังภาพ 7(ก) ซึ่งจะถูกนำมาชั่งเป็นน้ำหนักเพื่อใช้เป็นผลตอบของการวิจัย สำหรับส่วนที่เป็นเศษของข้าวเกรียบจะไม่ถูกนับมานับเนื่องจากเศษของข้าวเกรียบเหล่านั้นไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ดังภาพ 7(ข)



(ก) (ข)

ภาพที่ 7 ข้าวเกรียบที่ผ่านและไม่ผ่านมาตรฐาน

2. การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คืออุณหภูมิที่ส่งผลต่อปริมาณการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะโดยเครื่องจักรซึ่งอุณหภูมินั้นจะส่งผลต่อผลตอบของการหั่นข้าวเกรียบโดยตรง เพราะอุณหภูมินั้นจะทำให้ข้าวเกรียบที่ผลิตแล้วมีความคงรูปร่างมากขึ้นง่ายต่อการควบคุมในการหั่นแต่ในทางกลับกันก็จะส่งผลต่อความแข็งในการหั่นข้าวเกรียบด้วย ในงานวิจัยนี้จึงเลือกอุณหภูมิมาเป็นปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

ระดับของปัจจัยนั้นถูกกำหนดมาจากลักษณะของการทำงานของผู้ผลิตข้าวเกรียบซึ่งมีการจัดเก็บข้าวเกรียบเพื่อรอการหั่นเป็นชิ้นซึ่งมีการจัดเก็บ 3 รูปแบบคือ แบบอุณหภูมิห้อง แบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง ซึ่งในงานวิจัยขณะทำการทดลองจะใช้อุณภูมิดังต่อไปนี้ แบบที่หนึ่งข้าวเกรียบที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) โดยข้าวเกรียบในอุณหภูมิห้องนั้นจะมีลักษณะอ่อนตัวที่สุดสามารถตัดได้ง่ายกว่าอีกสองรูปแบบแต่ก็จะส่งผลให้เกิดของเสียเวลาหั่นได้มาก แบบที่สองข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่เย็น (18 องศาเซลเซียส) และแบบที่สามข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่แข็ง (0 องศาเซลเซียส) สำหรับแบบที่สองและสามนั้นจะเป็นข้าวเกรียบที่มีความแข็งซึ่งเกิดจากการจัดเก็บในอุณหภูมิต่ำ โดยจะสามารถควบคุมของเสียจากการหั่นได้แต่จะยากต่อการหั่นเป็นแท่งตามที่ผู้ผลิตกำหนดด้วยแรงงานคนเนื่องจากมีความแข็ง โดยในการทดลองจะใช้เวลาในการป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการวัดอุณหภูมิเพื่อควบคุมปัจจัยเพื่อให้เกิดความผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด ลำดับสุดท้ายปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องจะใช้การควบคุม โดยควบคุมวันเวลาที่ใช้ในการทดลอง คนที่ใช้ในการทดลอง และกลุ่มของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองให้เป็นกลุ่มเดียวกันเช่นเดียวกับการควบคุมอื่นๆ

3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลองโดยการนำข้าวเกรียบกรือโปะจำนวน 3 ระดับของปัจจัย ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) ข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่เย็น (18 องศาเซลเซียส) และข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่แข็ง (0 องศาเซลเซียส) มาทำการหั่นโดยเครื่องหั่นข้าวเกรียบโดยในการทดลองนั้นจะทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้งในแต่ละระดับของปัจจัยซึ่งผลการทดลองแสดงไว้ดังตารางที่ 2 สำหรับข้อมูลที่แสดงในตารางนั้นคือข้อมูลน้ำหนักของข้าวเกรียบกรือโปะที่ได้ตามมาตรฐานกล่าวคือข้าวเกรียบที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลักษณะแท่ง ดังได้แสดงไว้ในภาพที่ 7(ก) โดยข้อมูลผลการทดลองที่แสดงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ตารางที่ 2 ผลการทดลอง

ลำดับที่	อุณหภูมิของข้าวเกรียบ (องศาเซลเซียส)		
	27 (C °)	18 (C °)	0 (C °)
1	151 Kg.	173 Kg.	109 Kg.
2	163 Kg.	181 Kg.	113 Kg.
3	158 Kg.	187 Kg.	106 Kg.
ค่าเฉลี่ย	157.33 Kg.	180.33 Kg.	109.33 Kg.
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.02	7.02	3.51

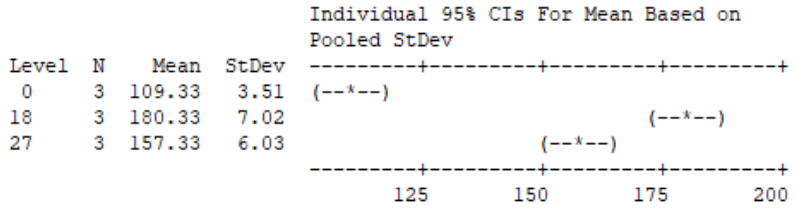
จากการนำผลการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทดลองแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมทางสถิติพบว่า ค่า P Value ของอุณหภูมินั้นมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (P Value $< \alpha = 0.05$) จึงสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนข้าวเกรียบกรือโปะที่ผ่านมาตรฐานที่นำเข้าเครื่องจักรในแต่ละอุณหภูมินั้นมีความแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งคู่

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือสามารถอธิบายได้ว่าอุณหภูมิของข้าวเกรียบที่นำเข้าเครื่องหั่นข้าวเกรียบในแต่ละอุณหภูมินั้น เมื่อนำไปหั่นโดยเครื่องแล้วจะได้ปริมาณข้าวเกรียบที่ผ่านตามมาตรฐานคือมีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมลักษณะแท่งในจำนวนที่ไม่เท่ากัน ดังผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 8

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source	DF	SS	MS	F	P Value
Temperature	2	7874.0	3937.0	120.52	0.0
Error	6	196.0	32.7		
Total	8	8070.0			

R-Sq = 97.57% R-Sq (adj) = 96.76% ระดับนัยสำคัญในการทดลอง $\alpha = 0.05$



ภาพที่ 8 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน

จากข้อมูลข้อมูลผลการวิจัยในภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของข้าวเกรียบที่ได้ในแต่ละระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองพบว่าอุณหภูมิของข้าวเกรียบกรือโปะที่จะนำไปใช้สำหรับเครื่องหั่นข้าวเกรียบคืออุณหภูมิที่แช่เย็น (18 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะให้ผลผลิตจำนวน 180.33 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4. ผลการทดลองยืนยันผล

การทดลองยืนยันผลผู้วิจัยจะทำการทดลองโดยใช้อุณหภูมิของข้าวเกรียบกรือโปะที่อุณหภูมิแช่เย็น (18 องศาเซลเซียส) มาผลิตโดยเครื่องจักรเป็นเวลา 8 ชั่วโมงและเก็บข้อมูลปริมาณข้าวเกรียบที่สามารถผลิตได้ในทุกชั่วโมง จากนั้นจึงทำการทดสอบสมมุติฐานด้วยวิธี One Sample T-Test ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 $(\alpha = 0.05)$ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการผลิตเฉลี่ยว่ามีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือไม่เพื่อเป็นการยืนยันผลก่อนนำไปใช้ โดยผลการวิเคราะห์การทดลองยืนยันผลแสดงไว้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การทดลองยืนยันผล

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95 % CI	T Value	P Value
Actual result	8	180.25	4.20	1.49	(176.74, 183.76)	-0.05	0.95

การวิเคราะห์ผลการทดลองยืนยันผลพบว่า (P Value > $\alpha = 0.05$) สามารถแปรผลได้ว่าผลได้ว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ผลิตจริงเท่ากับปริมาณที่ทำการทดลองขั้นต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังนั้นผู้วิจัยและผู้ผลิตจึงนำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปใช้ในการผลิตต่อไป

5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเครื่องจักรและการใช้แรงงานคน

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะของผู้ผลิตข้าวเกรียบในจังหวัดนราธิวาสพบว่า ในกระบวนการผลิตโดยวิธีดั้งเดิมคือการใช้คนการหั่นข้าวเกรียบจะสามารถผลิตข้าวเกรียบได้ปริมาณเฉลี่ย 18.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่การใช้งานเครื่องจักรนั้นจะสามารถผลิตข้าวเกรียบกรือโปะได้ในปริมาณเฉลี่ย 180 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สำหรับส่วนของข้าวเกรียบที่ไม่ผ่านตามมาตรฐานหรือเป็นเศษนั้นผู้ผลิตสามารถนำเศษของข้าวเกรียบเหล่านั้นไปทอดขายในราคาที่ถูกกว่าแบบที่เป็นแท่งได้

จากการเปรียบเทียบปริมาณการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะโดยการใช้เครื่องจักรนั้นแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องจักรสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตให้ผู้ผลิตได้มากถึง 9.6 เท่าจากการผลิตด้วยแรงงานคน โดยที่คุณภาพของสินค้านั้นยังผ่านตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนด อย่างไรก็ตามการข้อจำกัดของการเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้เครื่องจักรนั้น คือผู้ผลิตที่สนใจจำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติมเพื่อสร้างเครื่องจักรแต่หากเกิดการรวมกลุ่มของผู้ผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ เพื่อสร้างเครื่องจักรและใช้เครื่องผลิตข้าวเกรียบในกลุ่มของตนจะส่งผลให้ใช้งานเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงทำให้เกิดรายได้ของผู้ผลิตหรือกลุ่มผู้ผลิตเพิ่มขึ้นและเครื่องจักรยังสามารถใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น ผักหรือผลไม้ที่ต้องการผลิตออกมาเป็นลักษณะแท่งอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะ จังหวัดนราธิวาส นั้นถือเป็นความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตสินค้า OTOP 5 ดาวในจังหวัดนราธิวาส ซึ่งมีความต้องการในการเพิ่มผลผลิตในกลุ่มของตน ซึ่งในกระบวนการผลิตนั้นพบปัญหาในกระบวนการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะเนื่องจากข้าวเกรียบชนิดนี้มีลักษณะเฉพาะคือมีเนื้อที่เหนียวและแน่นยากแก่การหั่นเป็นชิ้น รวมถึงลักษณะเฉพาะในการหั่นซึ่งจะต้องหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมคล้ายมันฝรั่งแท่งจึงทำให้มีความยากในการทำงานเพิ่มยิ่งขึ้น จากปัญหาดังกล่าวเองผู้วิจัยจึงเข้าไปร่วมกันศึกษาปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขร่วมกัน โดยสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบกรือโปะที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้าคือ การหั่นแท่งเนื้อปลาเป็นแท่งเล็กๆ การเกิดอุบัติเหตุจากการหั่นในบางครั้ง และมีดที่ใช้หั่นแท่งชำรุดต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ หลังจากได้ข้อสรุปแล้วถ้าผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวทางในการแก้ไขแก่ผู้ผลิตที่จะสามารถช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะโดยโดยการสร้างเครื่องจักรเพื่อปรับปรุงและเพิ่มผลผลิตในกระบวนการดังกล่าวซึ่งในการนำเครื่องจักรไปใช้ในกระบวนการผลิตนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองเครื่องจักรเพื่อใช้ในการหั่นข้าวเกรียบโดยการกำหนดอุณหภูมิของข้าวเกรียบที่นำมาเข้าเครื่องโดยอ้างอิงจากข้อมูลการเก็บรักษาข้าวเกรียบก่อนจะทำการหั่นจำนวน 3 อุณหภูมิคือ อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) ข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่เย็น (18 องศาเซลเซียส) และข้าวเกรียบที่อุณหภูมิแช่แข็ง (0 องศาเซลเซียส) จากนั้นจึงทำการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนข้าวเกรียบที่สามารถผลิตได้โดยเครื่องจักรในอุณหภูมิของข้าวเกรียบที่ต่างกัน ผลการทดลองพบว่าการหั่นข้าวเกรียบกรือโปะโดยเครื่องนั้นควรใช้ข้าวเกรียบที่อุณหภูมิห้อง (18 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตได้ผลผลิตมากที่สุด โดยที่การใช้เครื่องจักรนั้นจะทำให้ได้ ข้าวเกรียบกรือโปะได้ในปริมาณเฉลี่ย 180 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าการใช้แรงงานคนถึง 9.6 เท่าและไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และขอขอบคุณความร่วมมือจากกลุ่มชุมชนบางนาค จังหวัดนราธิวาส ตลอดจนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ผู้ให้การสนับสนุนและความสะดวกในการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

1. Mekboon S, Plongmai J. Defect reduction in metal parts production process. Kasem Bundit Engineering Journal. 2016; 6(1): 91-106. Thai.
2. Patthanapreechawong N, Thasorn A, Trakunsaranakom C, Kongnakorn W. The Study of Production Process for an Increase in Productivity: A Case Study of Bor Saen Villa Co. Ltd. prince of naradhiwas university journal. 2016; 8(2): 116-124. Thai.
3. Kongruang B, Srisawad S, Chanpahol A. Design and Fabrication a Shredded Wan Chak Mot Luk Herb Machine for Increase Potentiality of Community Enterprise Herb Processing in Phetchabun. Proceeding of the 4th National Conference Phetchabun Rajabhat University; 2017 Mar 10; Phetchabun, Thailand. Phetchabun Rajabhat University; 2017. p.1058-1064. Thai.
4. Yamban P, Tuyjan j, Lujunda S. Development Leaves Chipper Creating Machine. Vocational Education Innovation and Research Journal. 2017; 1(1): 19-26. Thai.
5. Phimpha C. The Participation Development of Sweet Potato Washing Machine by Tabnam Community Bangpahan District Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. Area based development research journal. 2017; 9(2): 81-89. Thai.
6. Somsak K, Kulyuth B. Design of experiment for evaluating the optimal condition in drying process of rubberwood. KKU Research Journal. 2014; 19(2): 284-292.
7. Plodpai K, Phromhitathorn R. Factors and risks that affect Barracuda Mango in transit. Case Study of Community enterprises export mangoes Pong Ta Long Sub-district Nakhon Ratchasima province. Acadmy Journal of Northern. 2019; 6(4): 65-78. Thai.
8. Sutthiprapapisit P. Analysis of Error Characteristic of the Impact by using FMEA in the Production of Plastic Product for Consumption. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2019. Thai.
9. Inhun K, Laosirihongtong T. Prioritization of Failure Modes by Using Fuzzy Analytic Kierarchy Process (FAHP): A Case Study Electronics Parts/Components Manufacturing Process. The Journal of KMUTMB. 2016; 26(3): 427-436. Thai.
10. Makmee A. Hot Pressing Process Improvement by QFD and FMEA Techniques. Silpakorn niversity; 2019. Thai.
11. Homchalee R, Phutthasaeng D, Kuasit N. Design and Development of Quality Control System: Case Study of Recycled Plastic Pellet Plant. KKU Research Journal (Graduate Studies). 2020; 20(4): 150-164. Thai.
12. Kittiyakajon M. Application of Analytic Hierarchy Process to Select Quality Improvement for effect Reduction Projects: A Case Study of Air Tank Manufacturer. Journal of Engineering RMUTT. 2018; 16(2): 71-83. Thai.
13. Aungkanasangmanee B. Design and development of lemon grass cutting machine [Thesis]. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang; 2004. Thai.
14. Luecha A, Srila M. Banana Slider Machine. Pawarun agriculture. 2015; 12(2): 136-143. Thai.

15. Siripornakarachai S, Siripornakarachai T. Longituinal and horizontal-aligned banana slicing machine. RMUTP Research Journal. 2016; 10(2): 30-42. Thai.
16. Wangkaungran W. Cassava Slicing Machine. Proceeding of the 14th TSAE National Conferenced and the 6th international conference; 2013 Apr 1-4; Prachuap Khiri Khan, Thailand. Hua Hin Grand Hotel & Plaza; 2013. p.255-261. Thai.
17. Montgomery DC. Design and Analysis of Experiments. U.S.A.: John Wiley & Sons Inc.; 2009.
18. Hongsuwan P, Panprasitvech B. Factors of machine with milling tool TiAIN coated solid carbide Finishing end mill affecting life time of cutting edge and surface roughness. The journal of KMUTNB. 2017; 27(2): 303-313. Thai.
19. Bunon C, Prajaksood T, Rithinyo M, Nithikarnjanatharn J, Homjabok W, Mayai A. Research and Development the Machine to Prepare Silk for Mud Mee. Nakhon Ratchasima: rajamangala university of technology isan; 2015. Thai.
20. Pollution Control Department. Best practices for prevention and reduction of pollution frozen Seafood Industry: Fish Types. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment; 2009.
21. Kumfu T, Karnlertchai S, Saksangiam N, Sirisombun P. Design and development of cutter for E-san mackerel paste in rice sandwiches. Proceeding of the 16th TSAE National Conference and the 8th TSAE International conference; 2015 Mar 17-19; Bangkok, Thailand. Kasetsart University; 2015. p.567-570. Thai.
22. Mongomery DC. Statistical Quality Control a Modern introduction. U.S.A.: John Wiley & Sons Inc.; 2009.