



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมันเทศโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลน้ำ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

The optimal conditions of the sweet potato production machine by the participations of Thap Nam Community in Phra Nakhon Si Ayutthaya

ฉัตรพล พิมพ์ปา

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ อำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี 72130

Chatpon Phimpha

Department of Industrial Engineering, Faculty of industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi Samchuck, Suphan Buri 72130

* Corresponding author.

E-mail: Perpetually09@gmail.com; Telephone: 0 86988 9224

วันที่รับบทความ 26 มกราคม 2564; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 3 มีนาคม 2564 ; วันที่ตอบรับบทความ 20 เมษายน 2564

บทคัดย่อ

บทความนี้ต้องการนำเสนอกระบวนการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้การออกแบบการทดลองร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตมันเทศของเกษตรกรในชุมชนตำบลน้ำ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการผลิตแบบเดิมของเกษตรกรจะใช้แรงงานคนในการทำงานเป็นหลัก แต่เมื่อมีความต้องการผลผลิตจำนวนมากจึงมีการรวมกลุ่มของเกษตรกรในชุมชนและผู้วิจัยเพื่อหาวิธีการเพิ่มผลผลิต ทำให้มีการสร้างเครื่องล้างมันเทศขึ้นและจำเป็นต้องมีการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มเกษตรกร การหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมโดยเชิญเกษตรกรในแต่ละกลุ่มและคนในชุมชนมาร่วมกันกำหนดมาตรฐานของผลผลิตที่ได้รับรวมถึงร่วมกันตัดสินใจในกระบวนการต่างๆ ส่งผลให้เกิดการยอมรับจากกลุ่มเกษตรกร ผลจากการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดพบว่า การปรับตั้งค่าเครื่องล้างมันเทศที่ความเร็วรอบของลูกขัด 60 รอบต่อนาที แรงดันน้ำปรับระดับ 2 บาร์และเวลาในการทำงาน 0.5 นาที จะสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น 5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตโดยใช้แรงงานคน

คำสำคัญ

การออกแบบการทดลอง การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การทดลองแบบแฟกทอเรียล กระบวนการผลิตมันเทศ เครื่องล้างมันเทศ

Abstract

This research presents the determination process of the optimal condition using design of experiment with participatory action research, to increase the efficiency of the sweet potato production process in the Thap Nam community, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. The traditional production of agriculturists mainly used human labor. However, when there is a large demand for products, community agriculturists and researchers are joined together to find out the methods to increase productivity, resulting in the fabrication of a sweet potato washing machine. In addition, it is necessary to find the optimal condition in the machining process to be able to meet the requirements of agriculturists.

In finding the optimization, the researcher chose the factorial design method together with participatory action research. By inviting agriculturists in each group and people in the community to join together, the product standard was set. The decisions were made in various production processes, resulted in the acceptance of these ideas by the agriculturists. From the results of the experimental design for optimal condition, it was found that setting the sweet potato washing machine with grinding ball speed of 60 rpm, adjustable water pressure at 2 bar, and 0.5 min run time can increase the productivity to 5 times of using human labors.

Keywords

design an experiment; darticpatory action research; factorial design; sweet potato production process; sweet potato washing machine

1. บทนำ

การใช้วิธีทางสถิติโดยการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการผลิตนั้น เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมซึ่งเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] เมื่อนำวิธีการออกแบบการทดลองมาใช้กับกระบวนการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรในชุมชน ก็จะช่วยให้กระบวนการผลิตทางการเกษตรมีประสิทธิภาพสูงขึ้นรวมถึงเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สูงขึ้น [2] จากการทำงานในพื้นที่ร่วมกับเกษตรกรในชุมชนพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในภาคอุตสาหกรรมและกระบวนการผลิตผลผลิตทางการเกษตรของชุมชนคือ ข้อมูลที่ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในภาคอุตสาหกรรมจะมีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่จะส่งมอบให้ลูกค้าเพียงมาตรฐานเดียว ในขณะที่กระบวนการผลิตทางการเกษตรของชุมชนเป็นการรวมกลุ่มของเกษตรกรในชุมชน โดยเกษตรกรแต่ละรายมีมาตรฐานที่กำหนดแตกต่างกัน ดังนั้นหากผู้วิจัยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดโดยอ้างอิงข้อมูลจากเกษตรกรหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพียงกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จะส่งผลให้เครื่องจักรหรือสภาวะที่เหมาะสมในการทดลองนั้นไม่สามารถตอบสนองต่อกลุ่มของเกษตรกรในชุมชนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research; PAR) เข้ามาใช้ร่วมกับวิธีการออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการทางสถิติ เพื่อเป็นการปรับปรุงกระบวนการที่จะทำให้เกิดการยอมรับและส่งผลให้เกิดการมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรเพื่อกำหนดมาตรฐานในการปรับปรุงกระบวนการต่อไป

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอการใช้วิธีการทางสถิติรวมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นการบูรณาการวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเข้ากับการออกแบบการทดลองทางสถิติเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการผลิต โดยกระบวนการออกแบบการทดลองทางสถิตินั้นจะมีการสอดแทรกความเห็น, มาตรฐาน และข้อจำกัดต่างๆ ที่ได้มาจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและเกษตรกรในชุมชนเพื่อเกิดการเรียนรู้ร่วมกันและเกิดการยอมรับในมาตรฐานของกลุ่มเกษตรกร ส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในกระบวนการผลิตได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและกรณีศึกษา

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรวมกลุ่มของคนในชุมชนเพื่อการผลิตสินค้าและบริการเพื่อสร้างรายได้ให้กับครัวเรือนและชุมชนนั้น [3] มักมีกระบวนการผลิตที่ใช้แรงงานคนในการทำงานเป็นหลัก ส่งผลให้กระบวนการผลิตสินค้าเกิดความยากลำบาก ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าในชุมชนจึงมีความจำเป็น แต่ผู้วิจัยจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ดังการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและชุมชน โดยการนำผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในชุมชนมาทำงานร่วมกันกับผู้วิจัยเพื่อให้ชุมชนมีโอกาสดำเนินการคิด วางแผน รวมถึงการแก้ปัญหาตามความต้องการจากสถานการณ์จริงในปัจจุบันของชุมชน [4] เพื่อวางแผนแนวทางแก้ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการร่วมกันอย่างเหมาะสม ทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุดและเกิดประสิทธิภาพ [5]

จากการสรุปข้อมูลร่วมกับชุมชนในกรณีศึกษานี้พบว่า การนำเครื่องจักรมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของชุมชนนั้นเป็นวิธีการในการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ แต่การนำเครื่องจักรมาใช้งานมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงผลกระทบจากการใช้งานของเครื่องจักรซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิต ดังนั้นการใช้เครื่องจักรเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตของชุมชนจึงควรพิจารณาหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรสามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของชุมชน โดยวิธีการในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องจักรนั้น จำเป็นต้องทราบถึงผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลองเสียก่อนเพื่อนำผลกระทบของปัจจัยเหล่านั้นไปทำการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด วิธีการในการหาผลกระทบของปัจจัยมีหลายวิธี เช่น ใช้การทดสอบปัจจัยทีละหนึ่งปัจจัย ซึ่งการวิเคราะห์วิธีนี้จะปรับตั้งค่าของปัจจัยที่สนใจเพียงปัจจัยเดียวและคงที่ปัจจัยอื่นไว้โดยเลือกจุดในการศึกษาเริ่มต้นและปรับระดับของปัจจัยเพื่อเก็บผลการทดลองในแต่ละระดับ แต่อย่างไรก็ตามการทดลองทีละปัจจัยก็ไม่สามารถระบุผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยที่เกิดขึ้นได้ [6]

ผู้วิจัยจึงศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเป็นการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดลองที่มีปัจจัยหลายปัจจัย ซึ่งสามารถคัดกรองผลกระทบหลักของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง (Main Effect) รวมถึงผลกระทบร่วมของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง (Interaction Effect) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7] ดังการนำการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลไปใช้เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิต ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การนำเอาการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลไปใช้วิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยสำหรับเครื่องจักรและหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของการทำงานเพื่อลดของเสียและปรับปรุงกระบวนการได้ [8] รวมถึงยังมีการนำ การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการของสินค้าทางการเกษตร ดังงานที่ใช้การออกแบบการทดลองไปพัฒนาผลิตภัณฑ์มะขามป้อมแผ่นเพื่อให้ผลผลิตได้คุณภาพตามมาตรฐาน [9] เมื่อรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการออกแบบการ

ทดลองแบบแฟกทอเรียลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาสรุปเป็นขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้ ขั้นตอนการกำหนดผลตอบของการทดลองเป็นการเลือกตัวแปรผลตอบที่จะนำมาใช้ในงานวิจัย ซึ่งการกำหนดผลตอบนั้นสามารถใช้ข้อมูลจากการศึกษากระบวนการหรือจากข้อกำหนดของการทำงานมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ขั้นตอนการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการทดลองควรพิจารณาเฉพาะปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ในจำนวนที่เหมาะสม สำหรับปัจจัยอื่นต้องควบคุมให้คงที่และในส่วนของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้นั้น ควรใช้หลักการสุ่ม ขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง สามารถใช้กราฟ (Graphical Method) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายทำให้ผู้วิเคราะห์เห็นภาพ เข้าใจง่ายขึ้น เช่น กราฟปกติของผลกระทบ ซึ่งในขั้นตอนนี้ควรตรวจสอบความถูกต้องของสมการความสัมพันธ์โดยวิธีการวิเคราะห์ส่วนตกค้าง (Residual Analysis) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำงานต่อไป

สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตมันเทศของชุมชนโดยใช้การออกแบบการทดลองร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ผู้วิจัยนำมาสรุปเขียนเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบในการวิจัย โดยหน้าที่และความรับผิดชอบนั้นจะแบ่งออกเป็นสามส่วนคือส่วนที่เป็นชุมชน, ส่วนที่เป็นผู้วิจัย และส่วนสุดท้ายคือส่วนที่เป็นชุมชนร่วมกับผู้วิจัยดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน้าที่และความรับผิดชอบในการทำวิจัยของชุมชนและผู้วิจัย

หน้าที่การทำงาน	กระบวนการทำงานในงานวิจัย	
	การสร้างเครื่องจักร	การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด
ชุมชน	- การกำหนดลักษณะมาตรฐานของผลผลิต	- การตรวจสอบมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนทดลอง
ผู้วิจัย	- การประกอบเครื่องจักรตามข้อกำหนดของชุมชน	- การออกแบบการทดลอง - การคำนวณและวิเคราะห์ผล
ชุมชนและผู้วิจัย	การร่วมกันวางแผนในการทำวิจัย การร่วมกันกำหนดข้อกำหนดในการทำวิจัย การร่วมกันทดลองและตัดสินใจในการทำวิจัย การร่วมกันแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำวิจัย	

2.2 กรณีศึกษากระบวนการล้างมันเทศในชุมชนทับน้ำ

กรณีศึกษานี้ได้ข้อมูลจากชุมชนทับน้ำที่ตั้งอยู่ในอำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีพื้นที่รวม 2 ตำบล คือ ตำบลทับน้ำและตำบลบ้านม้า ชาวบ้านในชุมชนประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก พืชเศรษฐกิจที่ชุมชนปลูกคือ มันเทศ ซึ่งเกษตรกรจะปลูกมันเทศเพื่อเก็บเกี่ยว 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนสิงหาคมและช่วงเดือนพฤษภาคม สำหรับช่วงเวลานอกฤดูเก็บเกี่ยวของชุมชน เกษตรกรในชุมชนจะรับหัวมันเทศจากเกษตรกรที่เพาะปลูกมันเทศในจังหวัดอื่นมาล้างและบรรจุลงถุงเพื่อจัดจำหน่าย จึงทำให้เกษตรกรมีมันเทศที่จะต้องผลิตตลอดทั้งปี เกษตรกรที่ผลิตมันเทศในชุมชนสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งเกษตรกรในแต่ละกลุ่มจะนำหัวมันเทศจากการเพาะปลูกของตนเองและมันเทศที่รับจากจังหวัดอื่นมาผ่านกระบวนการผลิต เฉลี่ยกลุ่มละ 10 ตัน เมื่อรวมทั้งชุมชนจะต้องทำเฉลี่ย 50 ตัน เดิมกระบวนการผลิตมันเทศของเกษตรกรในชุมชนทับน้ำแต่ละกลุ่มนั้นเป็นการผลิตแบบใช้แรงงานในครัวเรือน ในแต่ละครัวเรือนที่ผลิตจะมีแรงงานประมาณ 2-3 คน กระบวนการล้างมันเทศของเกษตรกรจะเริ่มจากการนำหัวมันเทศที่เก็บเกี่ยวได้มาแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้ดินที่ติดมาขณะที่เก็บเกี่ยวมันเทศอ่อนตัว จากนั้นจึงนำมันเทศที่แช่น้ำแล้วบรรจุลงถุงตาข่ายน้ำหนักรวมเฉลี่ย 30 กิโลกรัมต่อถุง แล้วยกขึ้นฉีดน้ำและเขย่าถุงใส่มันเทศเพื่อทำความสะอาดเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 5 นาทีต่อถุง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการล้างมันเทศโดยเกษตรกร

การล้างมันเทศจะต้องระวังไม่ให้ผิวของมันเทศเป็นรอยถลอกเพราะจะส่งผลให้มันเทศเน่าเสียเมื่อนำไปบรรจุลงถุง จากนั้นจึงนำหัวมันเทศที่ล้างจนสะอาดแล้วไปผึ่งให้แห้งเพื่อรอ

การบรรจุและส่งจำหน่าย ถึงแม้กระบวนการดังกล่าวนี้จะมี ความยุ่งยากที่ต้องใช้แรงงานคน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุในชุมชน ในการยกถุงตาข่ายที่ใส่มันเทศเขย่าเพื่อล้างให้เศษดินหลุดออก เกษตรกรก็ยังจำเป็นต้องใช้วิธีดังกล่าวเนื่องจากเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้ผิวของมันเทศเสียหาย แต่เมื่อมีความต้องการสินค้าทางการเกษตรจำนวนมากจึงเกิดการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้ผลิตมันเทศและผู้วิจัยเพื่อหาทางเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการและเพิ่มผลผลิต โดยการสร้างเครื่องล้างหัวมันเทศ ดังรูปที่ 2 โดยกลไกของเครื่องจักรจะใช้แรงดันน้ำฉีดลงบนผิวของมันเทศซึ่งใช้ปั้มน้ำเดิมที่เกษตรกรใช้ทำงานในปัจจุบันร่วมกับการใช้แรงทงกระบอกในการพลิกและปัดเศษดินที่ติดบนผิวของมันเทศจึงทำให้ไม่ต้องนำมันเทศไปแช่น้ำก่อนที่จะนำเข้าเครื่องจักร สำหรับเครื่องจักรจะถูกออกแบบให้สามารถป้อนมันเทศต่อรอบการล้างได้น้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัมเพื่อให้สะดวกต่อการนำมันเทศใส่ในเครื่องจักรโดยการทำงานของเกษตรกรเพียงคนเดียว ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปเพื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตมันเทศระหว่างการใช้แรงงานคนและการใช้เครื่องจักรได้ดังตารางที่ 2



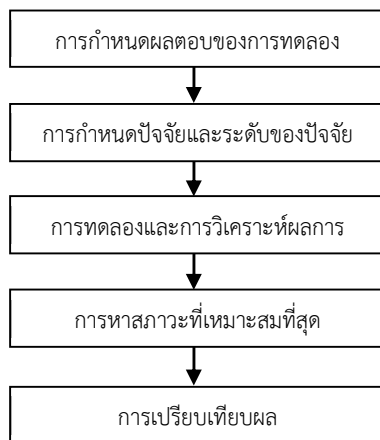
รูปที่ 2 เครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำ

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

กระบวนการผลิตมันเทศในชุมชนทับน้ำ	การใช้แรงงานคน	การใช้เครื่องจักร
การเก็บเกี่ยวมันเทศ		
การแช่น้ำมันเทศ		
การบรรจุมันเทศลงถุงตาข่าย		
การล้างมันเทศ		
การตรวจสอบความสะอาด	ไม่สะอาด สะอาด	ไม่สะอาด สะอาด
การบรรจุเพื่อจำหน่าย		

3. วิธีวิจัย

ในกระบวนการวิจัยนี้จะใช้วิธีการสองวิธีร่วมกันเพื่อหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการ โดยการใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเพื่อหาผลกระทบของปัจจัยที่เกิดขึ้นในกระบวนการเพื่อนำมาใช้ในการหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการผลิตของเกษตรกร ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมซึ่งจะนำข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและเกษตรกรรวมถึงคนในชุมชนเพื่อกำหนดข้อมูลและแนวทางในการออกแบบการทดลองรวมถึงการกำหนดข้อกำหนดต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยขั้นตอนการออกแบบการทดลองที่ใช้ในงานวิจัยสามารถแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการผลิตมันเทศ

3.1 การกำหนดผลตอบของการทดลอง

การกำหนดผลตอบของการทดลองจะทำการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยเชิญเกษตรกร, ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่และผู้วิจัย เข้าร่วมกันให้ข้อเสนอแนะทำให้เกิดมาตรฐานในการผลิตไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากการรวมกลุ่มของผู้ผลิตและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนหลายกลุ่มซึ่งในแต่ละกลุ่มมีมาตรฐานที่แตกต่างกันไป จากนั้นจึงนำข้อมูลไปกำหนดเป็นมาตรฐานของมันเทศที่ชุมชนต้องการ ซึ่งผลตอบในการทดลองที่ได้คือ มันเทศที่เป็นไปตามข้อกำหนดของเกษตรกร

3.2 การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย

การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองกำหนดจากปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ในกระบวนการล้างมันเทศโดยเครื่องจักรที่ส่งผลต่อผลตอบของการทดลองหรือ

จำนวนของมันเทศที่มีความสะอาดตรงตามมาตรฐานที่เกษตรกรเป็นผู้กำหนด ในส่วนของระดับของปัจจัยพิจารณาจากการทดลองเบื้องต้นและข้อจำกัดของเครื่องจักรที่ถูกสร้างขึ้น

3.3 การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวน 2^3 เนื่องจากการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับใช้คัดกรองปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลตอบของการทดลองที่มีจำนวนปัจจัยมากกว่าหนึ่งปัจจัยและยังสามารถวิเคราะห์ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย ซึ่งในการออกแบบการทดลองในครั้งนี้จะใช้หลักการพื้นฐานในการออกแบบการทดลองคือ การทดลองซ้ำโดยจะทดลองซ้ำจำนวน 2 ครั้งและเพิ่มการทดลองที่จุดศูนย์กลาง 4 ครั้ง เพื่อลดความผิดพลาดจากการทดลอง [10] และเพื่อตรวจสอบความเป็นส่วนโค้งของแบบจำลองเชิงเส้น รวมการทดลองทั้งสิ้น 20 การทดลอง (การทดลองแต่ละครั้งจะใช้มันเทศ 50 หัว น้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม) สำหรับการวิเคราะห์ผลจะวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ทางสถิติ โดยพิจารณาผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลตอบของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญโดยพิจารณา P-Value เปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญของการทดลองซึ่งกำหนดไว้ที่ $\alpha = 0.05$ สำหรับการพิจารณาในกรณีที่ค่า $(P < \alpha = 0.05)$ สามารถแปลผลได้ว่าปัจจัยนั้นส่งผลกระทบต่อผลตอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกันหาก $(P > \alpha = 0.05)$ สามารถแปลผลได้ว่าปัจจัยนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อผลตอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [11,12] จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของการทดลอง (Residual) โดยพิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่ทดลองรวมถึงวิเคราะห์ส่วนตกค้างเทียบกับลำดับการทดลองและค่าทำนาย

3.4 การหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้สำหรับเครื่องล้างมันเทศ

ในกระบวนการหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดนี้จะใช้ข้อมูลจากการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวนเพื่อนำผลมาวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อหาสถานะที่เหมาะสมของกระบวนการที่จะส่งผลให้จำนวนการล้างมันเทศโดยใช้เครื่องล้างมันเทศมีจำนวนมากที่สุด เมื่อทำ

การหาสภาวะที่เหมาะสมแล้วจะดำเนินการทดลองผลิตโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดเพื่อยืนยันผล

3.5 การเปรียบเทียบผลระหว่างการใช้เครื่องจักรและการใช้แรงงานคน

การเปรียบเทียบผลจะใช้ผลจากการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเก็บข้อมูลจำนวนการผลิตที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวันเพื่อนำไปเปรียบเทียบระหว่างการผลิตโดยใช้แรงงานคนและการผลิตโดยใช้เครื่องจักร

4. ผลการวิจัย

การหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการผลิตมันเทศโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ในแต่ละขั้นตอนในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดดังรูปที่ 3 นั้นจะการใช้การมีส่วนร่วมของชุมชนซึ่งแสดงข้อมูลหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำงานไว้สามส่วนดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งในการทำงานจะการใช้การประชุมเพื่อร่วมกันกำหนดข้อมูลสำคัญ โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผน, การกำหนดข้อกำหนดในการวิจัย, การทดลองและตัดสินใจในการวิจัยและร่วมกันแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการวิจัย

4.1 การกำหนดผลตอบของการทดลอง

การกำหนดผลตอบ (Response) ของการทดลองจะการใช้การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในชุมชน ดังรูปที่ 4 โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์การทำงานจริงของเกษตรกรในชุมชน เพื่อนำข้อมูลจากเกษตรกรมากำหนดผลตอบของการทดลอง ซึ่งจากข้อสรุปของเกษตรกรและผู้วิจัยสรุปว่าผลตอบของการทดลองคือจำนวนผลผลิตมันเทศที่ตรงตามมาตรฐานของเกษตรกรจากการใช้เครื่องจักรในการล้างทำความสะอาด ซึ่งมาตรฐานของมันเทศที่ชุมชนต้องการคือ มันเทศจะต้องไม่มีรอยถลอกบนเปลือกของมันเทศหรือมันเทศหักเสียหาย รวมถึงเศษดินที่ติดอยู่บริเวณผิวของมันเทศจากการเก็บเกี่ยวควรจะมีเหลือน้อยที่สุด

4.2 การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองมาจากปัจจัยที่ควบคุมได้โดยใช้การพิจารณาจากข้อจำกัดของเครื่องที่สามารถปรับตั้งและใช้ข้อมูลจากการทดลองร่วมกับเกษตรกร เพื่อกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 ปัจจัยคือ ความเร็วรอบของแปรงขัดทรงกระบอกมีหน่วยในการปรับตั้งเป็นรอบต่อนาที แรงดันน้ำ

ที่ใช้ในการฉีดล้างมันเทศมีหน่วยในการปรับตั้งเป็นบาร์ และเวลาในการทำงานมีหน่วยเป็นนาที



รูปที่ 4 การร่วมกันกำหนดผลตอบและมาตรฐานในการทดลอง

การกำหนดระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองนั้นมีการกำหนดจากการทดลองเบื้องต้นร่วมกับเกษตรกรก่อนที่จะสรุปผลเพื่อกำหนดเป็นระดับของปัจจัยในการทดลอง โดยผลจากการทดลองเบื้องต้นพบว่า การกำหนดระดับของความเร็วยังคงขัดทรงกระบอกนั้น หากกำหนดช้าเกินไปจะทำให้มันเทศไม่สามารถล้างทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง ในทางกลับกันหากกำหนดความเร็วในการหมุนมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดรอยถลอกบนผิวมันเทศจนก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต การกำหนดระดับของแรงดันน้ำในกรณีที่แรงดันน้ำน้อยเกินไปนั้นจะส่งผลต่อความสะอาดในการล้างมันเทศเนื่องจากน้ำที่มีแรงดันน้อย น้ำจะไม่กระจายออกส่งผลให้มันเทศได้ไม่สะอาดและหากเพิ่มแรงดันน้ำมากเกินไปจะส่งผลต่อผิวของมันเทศให้ได้รับความเสียหายจากแรงดันน้ำที่ฉีดลงบนผิวมันเทศ ในส่วนสุดท้ายเป็นเวลาในการทำงานจะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันกับสองปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นหากกำหนดเวลาน้อยเกินไปจะส่งผลให้มันเทศไม่สะอาดในทางกลับกันหากเวลามากเกินไปจะส่งผลให้เกิดรอยถลอกบนผิวมันเทศจากกระบวนการล้างและยังส่งผลให้ปริมาณการผลิตต่อวันลดลง

ปัจจัยอื่นๆ จะใช้การควบคุมคือ วันและเวลาที่ทำการทดลองเป็นวันและเวลาเดียวกัน คนที่ทำการทดลองเป็นคนเดียวกัน มันเทศที่ใช้ในการทดลองมาจากแหล่งเพาะปลูกเดียวกัน ผู้ที่ตรวจสอบคุณภาพของมันเทศที่ผ่านการทดลองเป็นกลุ่มเกษตรกรในชุมชนเพื่อให้มั่นใจว่ามันเทศที่ผ่านเครื่อง

ล้างมันเทศได้คุณภาพตามที่ชุมชนกำหนด สำหรับลำดับในการทดลองนั้นจะใช้วิธีการสุ่มจากโปรแกรมทางสถิติ ดังแสดงระดับและปัจจัยในการทดลองในตารางที่ 3 โดยในการทดลองจะใช้จำนวนมันเทศต่อครั้งในการทดลองจำนวน 50 หัว น้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม

ตารางที่ 3 แสดงปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

ปัจจัย	หน่วย	ระดับของปัจจัย		
		ต่ำ (-1)	กลาง (0)	สูง (+1)
(A) ความเร็วรอบ ลูกขัด	รอบ/นาที	60	120	180
(B) แรงดันน้ำ	บาร์	1.0	1.5	2.0
(C) เวลาในการ ทำงาน	นาที	0.5	1.0	1.5

4.3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองของเครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำ จะปรับตั้งระดับของปัจจัยตามรูปแบบของการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวนและในการทดลองจะบ่อนวัตถุดิบในแต่ละครั้งจำนวน 50 หัว และนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อคำนวณหาผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนหัวมันเทศที่ล้างได้ตามมาตรฐานของเกษตรกรเมื่อล้างโดยเครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำ โดยพิจารณาปัจจัยที่มีนัยสำคัญจากการพิจารณาค่า P-Value ที่มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ ดังข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนหัวมันเทศที่ล้างสะอาดโดยเครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำดังนี้ ผลกระทบหลักของปัจจัยที่ส่งผลประกอบด้วยความเร็วรอบ, แรงดันน้ำและเวลาในการทำงาน ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยที่ส่งผลประกอบด้วย ความเร็วรอบและแรงดันน้ำ, แรงดันน้ำและเวลาในการทำงาน ดังรูปที่ 5 สำหรับการตรวจสอบความเป็นส่วนโค้งของแบบจำลอง พบว่าค่า P-Value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญจึงสรุปว่าแบบจำลองไม่เป็นส่วนโค้ง

การวิเคราะห์ส่วนตกค้าง (Residual Analysis) ของการทดลองพบว่า ข้อมูลส่วนตกค้างมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot) รวมถึงข้อมูลส่วนตกค้างเทียบกับ

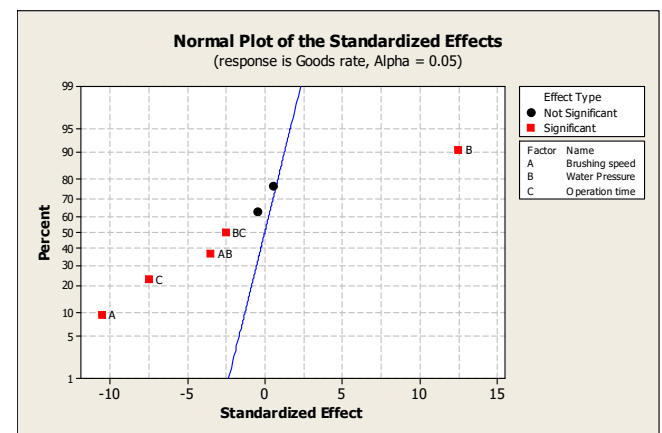
ค่าทำนาย (Versus Fits) และข้อมูลส่วนตกค้างเทียบกับลำดับของการทดลอง (Versus Order) พบว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างไม่มีแนวโน้มแสดงว่ากระจายตัวอิสระไม่ขึ้นอยู่กับลำดับการทดลองซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าส่วนตกค้างมีความถูกต้องตามสมมุติฐาน ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากการทดลอง

Term	Effect	Coef	SE	P	นัยสำคัญ
		Coef	Value		
Constant		38.38	0.25	0.00	✓
(A)	-5.25	-2.63	0.25	0.00	✓
(B)	6.25	3.13	0.25	0.00	✓
(C)	-3.75	-1.88	0.25	0.00	✓
(A) x (B)	-1.75	-0.88	0.25	0.01	✓
(A) x (C)	-0.25	-0.13	0.25	0.63	
(B) x (C)	-1.25	-0.63	0.25	0.03	✓
(A) x (B) x (C)	0.25	0.13	0.25	0.63	
Ct Pt		-0.88	0.56	0.15	

ระดับนัยสำคัญในการทดลอง $\alpha = 0.05$

R-Sq = 96.90% , R-Sq (Adj) = 94.65%

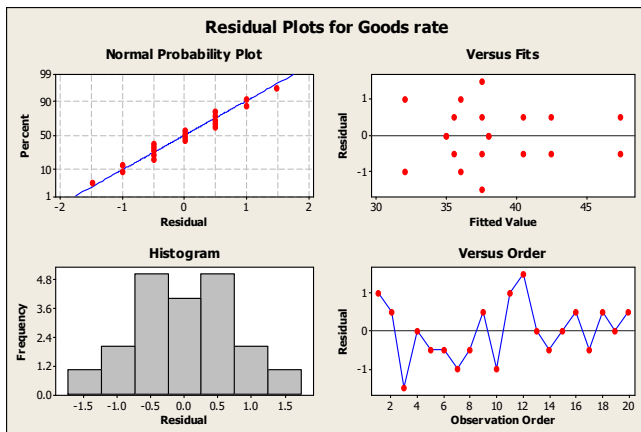


รูปที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองผู้วิจัยสามารถเขียนแบบจำลองเชิงเส้นแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยกับผลตอบของการทดลองได้ดังสมการที่ 1

$$y_1 = 27 + 0.01(A) + 13.25(B) + 2.00(C) - 0.03(AB) - 3.50(BC) \quad (1)$$

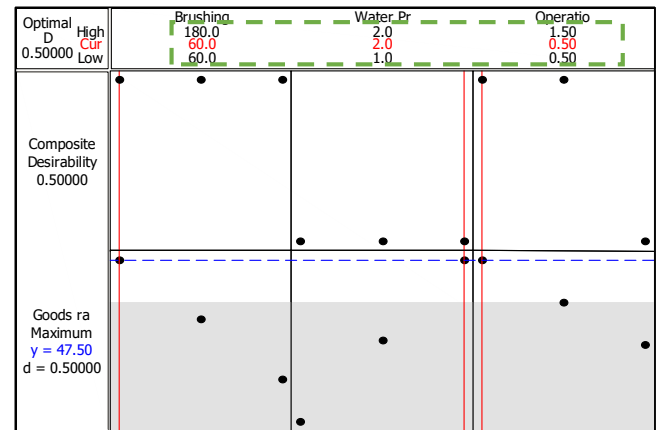
โดยที่ y_1 : จำนวนผลผลิตมันเทศที่ตรงตามมาตรฐาน
 (A) : ความเร็วรอบลูกขัด
 (B) : แรงดันน้ำ
 (C) : เวลาในการทำงาน
 (AB) : ความเร็วรอบลูกขัดและแรงดันน้ำ
 (BC) : แรงดันน้ำและเวลาในการทำงาน



รูปที่ 6 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้าง

4.4 การหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้สำหรับเครื่องล้างหัวมันเทศ

จากผลการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลตอบของการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4 นั้น สามารถนำไปกำหนดสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ส่งผลต่อจำนวนหัวมันเทศที่สะอาดจากการล้างหัวมันโดยเครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำ โดยกำหนดข้อจำกัดการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดนั้น การกำหนดค่าเป้าหมายของการทดลองซึ่งต้องการให้จำนวนมันเทศที่ล้างด้วยเครื่องจักรสะอาดมากที่สุด จึงใช้การกำหนดเป็นแบบ Maximum ซึ่งจะต้องกำหนดค่าเป้าหมายของค่าจำนวนของมันเทศที่ผ่านมาตรฐานของเกษตรกรหลังจากใช้เครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำ โดยในการกำหนดค่าเป้าหมายจะกำหนดค่าเป้าหมายที่ 45 และค่าสูงสุดคือ 50 ซึ่งหมายความว่ามันเทศที่ผ่านเครื่องล้างหัวมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำจะมีผลผลิตที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90



รูปที่ 7 สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการล้างมันเทศโดยเครื่องล้างมันเทศ

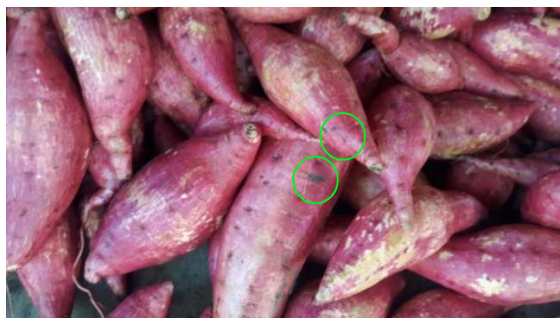
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ นั้น จะพิจารณาจากข้อมูลในตำแหน่งที่แสดงไว้ในกรอบเส้นประสีเขียว โดยส่วนที่เป็นตัวอักษรสีแดงจะแสดงระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองในระดับสูง (+1) และในระดับต่ำ (-1) สำหรับตัวอักษรสีแดงจะแสดงสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งสามารถสรุปสภาวะที่เหมาะสมที่สุดได้ดังนี้ ความเร็วรอบของลูกขัด 60 รอบต่อนาที, แรงดันน้ำ 2.0 บาร์และเวลาในการทำงาน 0.5 นาที จากการผลการคำนวณโดยโปรแกรมดังรูปที่ 7 นั้นเมื่อปรับสภาวะที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำมันเทศจำนวน 50 หัว ผ่านเครื่องล้างมันเทศโดยใช้แรงดันน้ำจะมีมันเทศที่ล้างผ่านมาตรฐานตามมาตรฐานจำนวน 47 หัว โดยผู้วิจัยดำเนินการสรุปข้อมูลสภาวะที่เหมาะสมที่สุดไว้ดังตารางที่ 5 เพื่อใช้ในการทดลองยืนยันผล

ตารางที่ 5 แสดงสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย	
	หน่วย	สภาวะที่เหมาะสมที่สุด
(A) ความเร็วรอบลูกขัด	รอบ/นาที	60
(B) แรงดันน้ำ	บาร์	2.0
(C) เวลาในการทำงาน	นาที	0.5

ผลจากการนำสภาวะที่เหมาะสมที่สุดไปใช้ในการทดลองยืนยันผลโดยทำการผลิตจริงพบว่ามันเทศที่ผ่านการใช้งานเครื่องจักรตามสภาวะดังกล่าวมีลักษณะผิวของมันเทศเป็นไป

ตามที่เกษตรกรกำหนดจำนวน 48 หัว โดยคิดเป็นร้อยละ 96 ที่ไม่พบความเสียหายของผิวมันเทศ อย่างไรก็ตามยังคงพบเศษดินติดที่ผิวของมันเทศเพียงร้อยละ 4 ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและชุมชนพบปัญหาเรื่องเศษดินที่ติดบริเวณผิวของมันเทศขนาดเล็ก ดังวงกลมสีเขียวในรูปที่ 8 จึงมีการประชุมเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและเกษตรกรในชุมชน ผลสรุปพบว่าเศษดินที่ติดบริเวณมันเทศนั้นมีขนาดเล็กมากจนไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต



รูปที่ 8 มันเทศที่ใช้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการล้าง

4.5 การเปรียบเทียบผลระหว่างการใช้เครื่องจักรและการใช้แรงงานคน

การใช้เครื่องจักรนั้นสามารถควบคุมการทำงานได้โดยเกษตรกรเพียงคนเดียวเพื่อป้อนมันเทศเข้าเครื่องจักรและนำมันเทศที่ผ่านการล้างออกจากเครื่องจักร โดยเวลาในการทำงานต่อรอบใช้เวลา 0.5 นาทีสำหรับมันเทศน้ำหนัก 15 กิโลกรัม เมื่อคิดเวลาในการทำงานต่อวันที่ 8 ชั่วโมง (480 นาที) โดยเมื่อคำนวณเวลาจะสามารถผลิตได้ 14,400 กิโลกรัม

การผลิตโดยใช้แรงงานคนนั้นจะใช้คนทำงานอย่างน้อย 2 คนคือคนที่ฉีดยาและคนที่ยกถุงดังรูปที่ 1 โดยเวลาในการทำงานต่อรอบใช้เวลา 5 นาทีสำหรับมันเทศน้ำหนัก 30 กิโลกรัม เมื่อคิดเวลาในการทำงานต่อวันที่ 8 ชั่วโมง (480 นาที) โดยเมื่อคำนวณเวลาจะสามารถผลิตได้ 2,880 กิโลกรัม

จากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าการใช้เครื่องจักรสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้จำนวน 11,520 กิโลกรัม กล่าวคือการใช้เครื่องจักรสามารถผลิตมันเทศได้มากกว่าการผลิตด้วยแรงงานคน 5 เท่า (500 เปอร์เซ็นต์) โดยสามารถผลิตมันเทศได้ผ่านตามมาตรฐานของเกษตรกร

5. สรุปผลการวิจัย

การนำวิธีการออกแบบการทดลองและการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมาใช้เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตในชุมชนเป็นวิธีที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนและผู้วิจัย ทำให้เกิดโอกาสเรียนรู้ร่วมกันจากการร่วมกันสร้างและหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องจักรเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่จะนำเครื่องมือหรือเครื่องจักรไปใช้งานในชุมชนจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงมาตรฐานของผลผลิตในชุมชนโดยพิจารณาจากความต้องการของเกษตรกรอย่างรอบด้าน ดังนั้นการรวมวิธีการสองวิธีการดังกล่าวเข้าด้วยกันจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการของชุมชนได้ ดังผลการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการใช้เครื่องล้างหัวมันเทศในชุมชนตำบลน้ำ ที่ใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล ซึ่งเป็นวิธีการหาผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลตอบของกระบวนการในกรณีที่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการจำนวนมากและสามารถใช้หาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดร่วมกับใช้การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อกำหนดผลตอบ รวมถึงมาตรฐานต่างๆ ที่จะต้องใช้ในการทดลอง โดยผลการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องล้างมันเทศพบว่า การปรับตั้งค่าความเร็วรอบของลูกขัด 60 รอบต่อนาที, แรงดันน้ำปรับระดับ 2 บาร์และเวลาในการทำงาน 0.5 นาที จะสามารถเพิ่มผลผลิตได้จำนวน 11,520 กิโลกรัมซึ่งมากกว่าการผลิตด้วยแรงงานคน 5 เท่า (500 เปอร์เซ็นต์) โดยคงระดับคุณภาพของมันเทศที่เกษตรกรในชุมชนผลิต

6. อภิปรายผลการวิจัย

กระบวนการผลิตสินค้าของชุมชนนั้น สามารถพัฒนาขึ้นได้จากความร่วมมือของภาคส่วนต่างๆ ซึ่งการสร้างเครื่องจักรเพียงเพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้โดยไม่ได้อาหารสภาวะที่เหมาะสมที่สุดหรือได้รับการมีส่วนร่วมของชุมชน อาจไม่ได้ตอบสนองต่อมาตรฐานของสินค้าและความต้องการโดยรวมของชุมชน โดยการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีทางสถิติเป็นแนวทางที่ใช้เพื่อให้เครื่องจักรเหล่านั้นสามารถผลิตสินค้าได้ตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการผลิตสินค้าในชุมชนนั้นจำเป็นที่สุดที่จะต้องได้รับการมีส่วนร่วมของชุมชน ทั้งเพื่อให้เกิดการยอมรับจากกลุ่มเกษตรกรรวมถึงได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้และเทคนิคต่างๆ ในการดำเนินการ ซึ่งในการดำเนินการลักษณะนี้จะส่งผลดีต่อชุมชนในระยะยาวเนื่องจากองค์ความรู้จะยังคงอยู่กับชุมชนถึงแม้กระบวนการวิจัยจะเสร็จสิ้นแล้วก็ตาม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนร่วมนำเสนอของชนทั้งนี้ รวมถึงสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ผู้ให้การสนับสนุนและความสะดวกในการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chang P, Zhao Z, Xu G, Ghosh A, Huang J, Yang T. Evaluation of the coal dust suppression efficiency of different surfactants: A factorial experiment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2020; 595: 124686.
- [2] Kaewploy S, Boonseng K. Design of experiment for evaluating the optimal condition in drying process of rubberwood. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. 2014; 19(2); 261-221.
- [3] คลอเคลีย วชนะวิหากร. การลดความสูญเสียเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าว กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนบ้านบึงหวาย จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2563; 13(1): 141-152.
- [4] สีสวรรณ์ บัวสาย. ABC: การวิจัยเพื่อพัฒนาพื้นที่. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.); .2554
- [5] วรงค์ นัยวินิจ. กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำให้สามารถบริหารจัดการน้ำชลประทานระบบท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตำบลบึงมะแล้ง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่*. 2558; 7(1): 4-18.
- [6] Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments*. U.S.A. John Wiley & Sons Inc.; 2009.
- [7] Mayer RM, Montgomery DC. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Design Experiment*. U.S.A.: John Wiley & Sons Inc.; 2011.
- [8] วิทยา สุเมธ, ระพี กาญจนะ. การลดของเสียในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 2561; 25(1): 156-165.
- [9] ชูติมา ภูมิวนิชชา, อนุวัตร แจ่มชัด, กมลวรรณ แจ่มชัด. การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะขามป้อมแผ่น. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553. หน้า 451-443.
- [10] Sabry, I, El-Kassas AM, Mourad, AI, Thekkuden DH, Qudeiri, JA. Friction stir welding of T-Joints: experimental and statistical analysis. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*. 2019; :2(3) 38
- [11] Mayer RM, Montgomery DC. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization using Design Experiment*. U.S.A.: John Wiley & Sons Inc.; 2011.
- [12] Ransikarbum K, Kim N, Ha S, Wysk RA, Rothrock L. A highway-driving system design viewpoint using an agent-based modeling of an affordance-based finite state automata. *IEEE Access*. 2017; 6: 2193-2205