

การปรับปรุงวิธีการทำงานสำหรับกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์โรซ์แครกเกอร์ ด้วยแนวคิดไคเซ็น

Kaizen Concept for Improvement Work Method in Rice Cracker Process

อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล* และ ศิระพงศ์ ลือชัย

สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย อ.พาน จ. เชียงราย 57120
E-mail: nu_nan_ie@hotmail.com*

Amornrat Pinchaimoon* and Sirapong Luechai

Department of Engineering and Technology, Faculty of Engineering, Rajamangala University of
Technology Lanna Chiangrai, Phan, Chiangrai 57120 E-mail: nu_nan_ie@hotmail.com *

Received 3 Feb 2020; Revised 17 Apr 2020

Accepted 19 May 2020; Available online 27 Jun 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานและลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์โรซ์แครกเกอร์ จากการศึกษาปัญหาเบื้องต้นพบว่า มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก คือ ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป การรอคอยระหว่างกระบวนการ และการขนย้าย จึงทำการประยุกต์ใช้แนวคิดไคเซ็นเพื่อลดความสูญเสียโดยพยายามขจัดและลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยใช้เทคนิค Why-Why Analysis จากนั้นทำการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักการ ECRS ผลจากการปรับปรุงพบว่า ความสูญเสียต่างๆ ที่กล่าวมานั้นลดลง รอบเวลาในการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนักจากเดิม 30.23 นาทีต่อตะกร้า ลดลงเหลือ 23.27 นาทีต่อตะกร้า คิดเป็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 23.02 และกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 400 กล่องต่อวัน เป็น 450 กล่องต่อวัน

คำหลัก: โรซ์แครกเกอร์, ไคเซ็น, หลักการ ECRS

Abstract

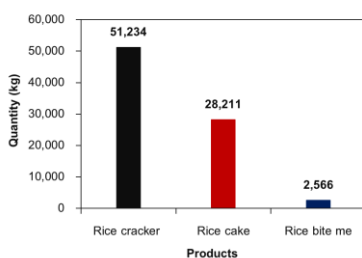
The aim of this research is to improvement work method and reduction idle time in rice cracker product process. The preliminary study presents that packing and weighing procedure are non-value add activities as over motion, delay and transportation. An application of the Kaizen concept to minimize losses through the elimination and reduction of non-value add activity. Why-Why analysis was studied the root cause of the problems. Then, ECRS principle was generally improved to the work method. The results obtained the improvement process presented to each another of the loss in the process to decreased such as the reduction cycle time in packing and weighing procedure reduced from 30.23 minutes per basket to

23.27 minutes per basket as 23.02% and increased productivity from 400 containers per day to 450 containers per day.

Keywords: Rice Cracker, Kaizen, ECRS Principle

1. บทนำ

อุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการขยายตัวและมีมูลค่าการส่งออกสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยประเทศไทยเริ่มมีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับจากนานาชาติว่าเป็นศูนย์การค้าผลิตภัณฑ์อินทรีย์ (Organic Products) ซึ่งผลิตภัณฑ์อินทรีย์ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดจากเคมีและปรุงแต่งโดยสารสังเคราะห์ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ในทุกๆ ขั้นตอนการผลิต การแปรรูปและการเก็บรักษา ดังนั้นผลิตภัณฑ์อินทรีย์จึงเข้ามามีบทบาทและเป็นทางเลือกใหม่สำหรับบุคคลที่ดูแลสุขภาพที่ดี จึงมีการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อินทรีย์แปรรูปที่มาจากวัตถุดิบต่างๆ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ถั่วลิสง สตรอเบอร์รี่ กล้วย และอื่นๆ บริษัท A เป็นอีกบริษัทหนึ่งที่เป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากอินทรีย์ที่จำหน่ายทั้งภายในและส่งออกต่างประเทศ โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการแปรรูป คือ ข้าว ว ก ล ้อง ห อ ม ม ะ ลี และ ข้าว ไร ช์ เบอรรี่ ซึ่งปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปแต่ละชนิด แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดภายใน 1 ปี (ข้อมูลปี พ.ศ. 2559)

ผลิตภัณฑ์ประเภท Rice Cracker มีปริมาณการผลิตสูงสุด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีการทำงานในกระบวนการของผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นด้วยแนวคิดไคเซ็น โดยเป้าหมายสูงสุดของทุก

อุตสาหกรรมคือการเพิ่มผลผลิตด้วยระบบการทำงานที่ง่ายและเพิ่มการปรับปรุง โดยการใช้เทคนิคที่ทันสมัย “ไคเซ็น” เป็นหนึ่งในเทคนิคที่ยอมรับว่าเป็นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การประยุกต์ใช้ไคเซ็นให้มีประสิทธิภาพจะนำไปสู่ความสำเร็จและการเติบโตขององค์กร [1] และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้แนวคิดไคเซ็น พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานสภาพแวดล้อมในการทำงาน การปรับปรุงวิธีการทำงาน และการมีส่วนร่วมของพนักงานมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน [2] นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงกำลังการผลิตด้วยการลดความสูญเสียโดยหลักการเทคนิคการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ทำการพัฒนาปรับปรุงเพื่อลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และลดความสูญเสียโดยที่ทุกคนมีส่วนร่วม ผลการปรับปรุงพบว่ากำลังการผลิตสามารถตอบสนองกับปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าได้ มีการพัฒนาและสร้างมาตรฐานการทำงานที่เกิดประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง และมีวิธีการจัดการความสูญเสียโดยเทคนิค ECRS มีการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตลอดเวลาเพื่อตอบสนองตามความต้องการของลูกค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด [3] เช่นเดียวกับการปรับปรุงกระบวนการการบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้ทฤษฎีไคเซ็น เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดประสิทธิภาพ และใช้เทคนิค ECRS ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการรอคอยการปฏิบัติงานลงได้จากเดิม 5-7 วัน เหลือเพียง 1 วัน [4] และการลดต้นทุนการผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง กรณีศึกษากระบวนการผลิตถึงบ่าบัดน้ำเสียสำเร็จรูป โดยกำหนดเป้าหมายลดต้นทุนการผลิต การแก้ปัญหาด้วยหลักการ ECRS การค้นหาสาเหตุด้วย Why-Why Analysis หลังการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลให้การควบคุมต้นทุนการผลิตทำได้ดีขึ้น ก่อนการปรับปรุงจากต้นทุน 2,612.20 บาทต่อใบ เหลือ 2,538.00 บาทต่อใบ ลดลง 74.2 บาทต่อใบ [5]

2. วิธีวิจัย

แนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและการชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์ Rice Cracker ซึ่งจะดำเนินการตามขั้นตอน 7 ประการของโคเช็น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ค้นหาปัญหาและกำหนดหัวข้อแก้ไขปัญหา

จากการศึกษากระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์ Rice Cracker พบว่าวิธีการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนักมีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและการทำงานที่ซ้ำซ้อนในระหว่างการทำงานทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต จึงทำการศึกษาวิธีการทำงานของขั้นตอนดังกล่าว เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนต่อไป

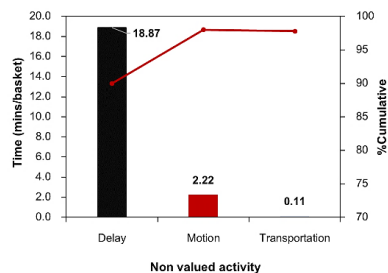
2.2 วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของปัญหาเพื่อรู้สถานการณ์ของปัญหา

จากการเก็บข้อมูลการทำงานในขั้นตอนการบรรจุและการชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ Rice Cracker พบว่ามีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต แสดงกิจกรรมย่อยของการทำงานในตารางที่ 1

กิจกรรมที่เกิดความสูญเปล่า คือ (1) เกิดจากการรอคอย เนื่องจากพนักงานที่จะทำการชั่งน้ำหนักต้องรอให้บรรจุขนมเต็มตะกร้าก่อนถึงจะเคลื่อนย้ายมายังโต๊ะชั่งน้ำหนักใช้เวลา 18.87 นาทีต่อตะกร้า (2) การเคลื่อนไหว เนื่องจากการหยิบถาดขนมใส่ตะกร้าขณะบรรจุขนมเสร็จและหยิบถาดขนมออกจากตะกร้าเพื่อจะทำการชั่งน้ำหนักใช้เวลา 2.22 นาทีต่อตะกร้า และ (3) การขนย้าย เกิดจากการจัดสถานีงานของการบรรจุและชั่งน้ำหนักห่างกันโดยมีระยะทาง 5.30 เมตรใช้เวลาในการขนย้าย 0.11 นาทีต่อตะกร้า แสดงในรูปที่ 2

2.3 วิเคราะห์สาเหตุ

เทคนิค Why-Why Analysis เป็นเครื่องมือหลักที่จะช่วยในการหารากเหง้าของปัญหาและปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดความสูญเปล่า [6] จึงทำการวิเคราะห์ โดยมีประเด็นปัญหา คือ การรอคอย การขนย้าย และการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น แสดงในรูปที่ 3



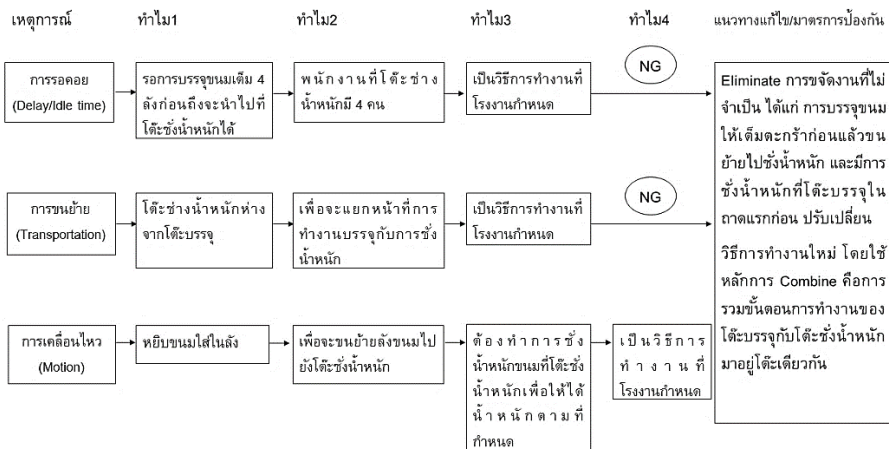
รูปที่ 2 เวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการบรรจุและการชั่งน้ำหนัก

2.4 กำหนดวิธีการแก้ไข

หลังจากการวิเคราะห์หัวข้อของปัญหาแล้วทำการวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาด้วยเทคนิค Why-Why Analysis เพื่อแก้ไขปัญหา [7] ผู้วิจัยได้หาแนวทางการแก้ไขและมาตรการป้องกันด้วยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยรวมขั้นตอนการทำงาน จัดตำแหน่งของพนักงานโดยใช้หลักการ ECRS ซึ่งประกอบไปด้วย การกำจัดงานที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate) การรวมงาน (Combine) การจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ (Rearrange) และการทำให้กระบวนการทำงานง่ายขึ้น (Simplify) [8] ดังต่อไปนี้

1. Eliminate การขจัดงานที่ไม่จำเป็น ได้แก่ การบรรจุขนมให้เต็มตะกร้าก่อนแล้วขนย้ายไปยังน้ำหนัก และมีการชั่งน้ำหนักที่โต๊ะบรรจุในถาดแรกก่อนถึงจะย้ายไปยังน้ำหนักที่โต๊ะชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ซึ่งเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน

2. Combine ได้แก่ การรวมขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนักเข้าด้วยกัน โดยให้พนักงานชั่งน้ำหนักมาอยู่ที่หัวกับท้ายโต๊ะเพื่อชั่งน้ำหนักของขนมแต่ละถาดต่อจากพนักงานบรรจุ ให้สามารถปฏิบัติงานไปพร้อมกันได้ สามารถขจัดเวลาในการรอคอยได้ รวมถึงการจัดตำแหน่งการปฏิบัติงานของพนักงานเพื่อให้สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ในการทำงานไม่ให้เกิดขบวนการเคลื่อนไหวระหว่างทำงาน



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก โดยใช้เทคนิค

Why-Why Analysis

2.5 ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการปรับปรุง

จากขั้นตอนที่ 2.4 ได้มีการเสนอแนวทางการปรับปรุงให้กับทางโรงงานกรณีศึกษา โดยแบ่งหน้าที่การดำเนินงานระหว่างผู้วิจัยและพนักงานให้ทำงานร่วมกัน ดังนี้

1. ผู้วิจัย เสนอแนวทางการปรับปรุง โดยใช้หลักการ ECRS เข้ามาช่วยให้การทำงานดีขึ้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2. พนักงาน ปรับเปลี่ยนวิธีการและตำแหน่งในการทำงานของพนักงาน โดยหลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ทำให้ก่อให้เกิดความสูญเปล่า

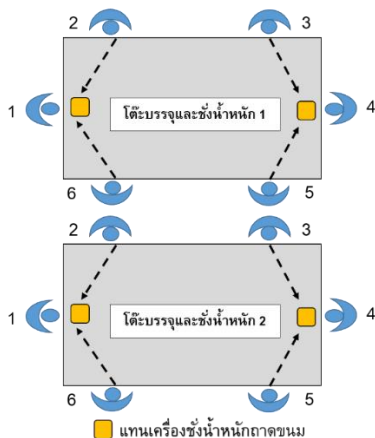
2.6 การดำเนินการปรับปรุง

ดำเนินการเก็บข้อมูลเวลาในการทำงานของทั้งสองขั้นตอน พบว่าเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 30.23 นาที ต่อตะกร้า ใน 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง ปริมาณการผลิตทั้งหมดจะได้ประมาณ 400 กล่อง ต่อวัน (1 กล่องมีขนมจำนวน 12 ถาด) จึงได้ทำการปรับปรุงด้วยแนวคิดไคเซิน ซึ่งสามารถทำได้โดยที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายและไม่ต้องใช้เวลาในการดำเนินงาน โดยการจัดตำแหน่งของพนักงาน 12 คนแบ่งเป็น 2 โต๊ะๆ ละ 6 คน ดังนี้

พนักงานหมายเลข 1 และ 4 มีหน้าที่ชั่งน้ำหนักถาดขนม จะอยู่หัว-ท้ายของโต๊ะ

พนักงานหมายเลข 2, 3, 5 และ 6 มีหน้าที่บรรจุขนมลงถาด หลังจากบรรจุขนมเต็มถาดจะส่งถาดขนมไปยังหัว-ท้ายโต๊ะ โดยพนักงานบรรจุหมายเลข 3 และหมายเลข 5 จะส่งให้หมายเลขพนักงานชั่งน้ำหนักหมายเลข 4 ส่วนพนักงานบรรจุหมายเลข 6 และหมายเลข 2 จะส่งให้พนักงานชั่งน้ำหนักหมายเลข 1 แล้วทำการชั่งน้ำหนักให้มีปริมาณ 115 กรัมต่อถาด ถึงจะวางถาดขนมลงในตะกร้า พนักงานหมายเลข 1 จะวางไว้ในตะกร้าทางด้านขวามือ และพนักงานหมายเลข 4 จะวางไว้ในตะกร้าทางด้านซ้ายมือ แสดงในรูปที่ 4 และแสดงกิจกรรมย่อยของวิธีการทำงานที่ปรับปรุงในตารางที่ 2 พบว่ากิจกรรมย่อยในการทำงานลดลงจากเดิม 14 กิจกรรมเหลือ 10 กิจกรรม สามารถลดเวลาสูญเปล่าจากวิธีการทำงานเดิมได้ คือ (1) ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น เกิดขึ้นจากการชั่งน้ำหนักให้ได้ขนาด 115 กรัม (เฉพาะถาดแรก) และการหยิบถาดขนมออกมาวางบนโต๊ะชั่งน้ำหนักเพื่อจะทำการตรวจสอบน้ำหนักของถาดขนมให้ได้ตามปริมาณที่

กำหนด (2) ความสูญเสียเปล่าจากการรอคอยของพนักงานที่โต๊ะชั่งน้ำหนัก เกิดจากการรอให้พนักงานบรรจุหีบถาดขนมใส่ในตะกร้าให้เต็มก่อนถึงจะทำการชั่งน้ำหนักได้ และ (3) ความสูญเสียเปล่าจากการขนย้าย เกิดจากการขนย้ายตะกร้าใส่ขนมไปยังโต๊ะชั่งน้ำหนัก ซึ่งหลังจากการปรับปรุงพบว่าส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 4 สถานการณ์ใหม่ของการทำงานในขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนัก

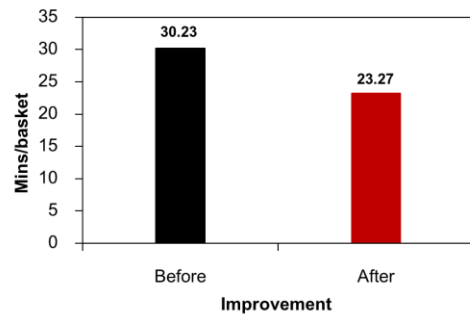
2.7 การตรวจสอบการทำงาน ผลกระทบจากการปฏิบัติและการจัดทำมาตรฐานการทำงาน

จากการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการปรับปรุง ทำการนำเวลาในการผลิตและปริมาณกำลังการผลิตที่ได้มาเปรียบเทียบกับกัน เพื่อดูผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงและนำไปกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานที่สามารถ

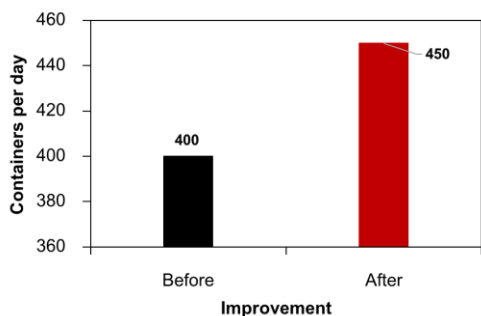
เพิ่มประสิทธิภาพได้ต่อไป

3. ผลการวิจัย

จากวิธีการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนักของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Rice Cracker ตามหลักการ ECRS พบว่าเวลาในการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนักลดลงจากเดิม 30.23 นาทีต่อตะกร้า เหลือ 23.27 นาทีต่อตะกร้า คิดเป็นประสิทธิภาพได้ร้อยละ 23.02 และจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 400 กล่องต่อวัน เป็น 450 กล่องต่อวัน (1 กล่องมีขนมจำนวน 12 ถาด) แสดงในรูปที่ 5 และ รูปที่ 6 ตามลำดับ



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบเวลาในการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตผลิตภัณฑ์ Rice Cracker

4. สรุป

จากการเก็บข้อมูลของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อินทรีย์แปรรูปประเภท Rice Cracker เป็นเวลา 3 เดือน พบว่ามีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิด

มูลค่าเพิ่มในขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์วิธีการทำงานของขั้นตอนดังกล่าวโดยใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process chart) แล้วใช้เทคนิค Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา พบว่าการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น เกิดการรบกวนในกระบวนการและการขนส่ง ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขด้วยแนวคิดไคเซ็นโดยรวมขั้นตอนการชั่งน้ำหนักและขั้นตอนการบรรจุให้อยู่ในสถานีงานเดียวกัน เพื่อลดปัญหาในการขนย้ายและลดการเคลื่อนไหวจากการทำงานที่ซ้ำซ้อน จากการปรับปรุงแก้ไข พบว่าเวลาในการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก ก่อนการปรับปรุง 30.23 นาที ลดลงเหลือ 23.27 นาที คิดเป็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 23.02 และผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 400 กล่องต่อวัน เป็น 450 กล่องต่อวัน โดยสินค้ามีราคาขายอยู่ที่กล่องละ 990 บาท คิดเป็นมูลค่าเพิ่มจากการขายได้ 49,500 บาทต่อวัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย สำหรับพัฒนาศักยภาพนักศึกษา ปีงบประมาณ 2559 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย

ขอขอบคุณบริษัท A ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Jignesh A. Bhoi, Darshak A. Desai and Rohit M. Patel, The concept & methodology of Kaizen a review paper, International Journal of Engineering Development and Research, Volume 2, 2014
- [2] สมภาร วรณรต, การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้แนวคิดไคเซ็น กรณีศึกษา บริษัท วาย เอสภัณฑ์ จำกัด, วารสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 19 ฉบับพิเศษ, ก.ย. – ต.ค. 2561

- [3] กิตติธัช แก้วบางกะพ้อม, การเพิ่มกำลังการผลิตด้วยการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต โดยหลักการเทคนิคการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) กรณีศึกษาโรงงานผลิตสายไฟรถยนต์ ในอุตสาหกรรมยานยนต์, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2555
- [4] จารุวัฒน์ เนตรนิม, การปรับปรุงกระบวนการบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้ทฤษฎีไคเซ็น กรณีศึกษา: คลังเครื่องแต่งกาย กรมยุทธบริการทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย, วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย. 2560
- [5] อนุชา คณาจันทร์, การลดต้นทุนการผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง, บริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น, 2556
- [6] ภาวิณี อาจปรุ, การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551
- [7] กัมปนาท สมหวัง, แวมมยุรา คำสุข และทัศนญา ผิมขม, การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยใช้แนวคิดไคเซ็น กรณีศึกษา บริษัทชินไฟเนียร์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด, การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. พระนคร ครั้งที่ 3, 2556

- [8] M. Usoh, To reduce waste in the process of product assembly by balancing the production line, Sau Journal of Science & Technology 1, 2015

ตารางที่ 1 แผนภูมิกระบวนการผลิตของขั้นตอนบรรจุและขั้นตอนชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ Rice Cracker (ก่อนปรับปรุง)

ลำดับ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที/ภาค)	สัญลักษณ์					คำอธิบาย
			○	→	□	D	▽	
1	2	2.44	○	→	□	D	▽	นำตะกร้าขนมมายังโต๊ะบรรจุ
2		5.45	●	→	□	D	▽	เทขนมลงบนโต๊ะบรรจุ (20 กิโลกรัม)
3	0.6	0.98	○	→	□	D	▽	นำตะกร้าใส่ขนมไปเก็บ
4	0.6	0.98	○	→	□	D	▽	เดินกลับมาที่โต๊ะบรรจุ
5		21.91	●	→	□	D	▽	หยิบขนมใส่ถาด
6		0.47	●	→	□	D	▽	ชั่งน้ำหนักให้ได้ขนาด 115 กรัม (เฉพาะถาดแรก)
7		1.52	●	→	□	D	▽	หยิบถาดขนมใส่ในตะกร้า
8	5.30	6.60	○	→	□	D	▽	ขนย้ายตะกร้าใส่ขนมไปยังโต๊ะชั่งน้ำหนัก
9		1.55	●	→	□	D	▽	หยิบถาดขนมออกมาวางบนโต๊ะชั่งน้ำหนัก
10		2.45	●	→	□	D	▽	ทำการชั่งถาดขนมที่ใส่ถาด
11		2.92	●	→	□	D	▽	หยิบขนมเต็มถาดที่น้ำหนักไม่ถึง 115 กรัม
12		2.82	●	→	□	D	▽	หยิบขนมออกจากถาดที่น้ำหนักเกิน 115 กรัม
13		1.52	●	→	□	D	▽	หยิบถาดขนมใส่ลงในตะกร้า
14	7	7.61	○	→	□	D	▽	ขนย้ายตะกร้าขนมไปยังจุดปิดผนึก

ตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิตของขั้นตอนบรรจุและขั้นตอนชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ Rice Cracker (หลังปรับปรุง)

ลำดับ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที/ภาค)	สัญลักษณ์					คำอธิบาย
			○	→	□	D	▽	
1	2	2.44	○	→	□	D	▽	นำตะกร้าขนมมายังโต๊ะบรรจุ
2		5.45	●	→	□	D	▽	เทขนมลงบนโต๊ะบรรจุ (20 กิโลกรัม)
3	0.6	0.98	○	→	□	D	▽	นำตะกร้าใส่ขนมไปเก็บ
4	0.6	0.98	○	→	□	D	▽	เดินกลับมาที่โต๊ะบรรจุ
5		21.91	●	→	□	D	▽	หยิบขนมใส่ถาด
6		2.45	●	→	□	D	▽	ชั่งน้ำหนักให้ได้ขนาด 115 กรัม
7		2.92	●	→	□	D	▽	หยิบขนมเต็มถาดที่น้ำหนักไม่ถึง 115 กรัม
8		2.82	●	→	□	D	▽	หยิบขนมออกจากถาดที่น้ำหนักเกิน 115 กรัม
9		1.52	●	→	□	D	▽	หยิบถาดขนมใส่ลงในตะกร้า
10	10	11.20	○	→	□	D	▽	ขนย้ายตะกร้าขนมไปยังจุดปิดผนึก