

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังด้วยแนวคิด

เทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาบริษัท จ.เจริญมาร์เก็ตติ้ง จำกัด

Increasing Efficiency of the Tapioca Starch Production Process using Clean Technology Concept:

A Case study of J. Charoen Marketing Company Limited

เปรมชัย มุลล้า^{1*}

Premchai Moolla^{1*}

^{1*} สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

234 ถนนเลย-เชียงคาน อำเภอเมือง จังหวัดเลย 42000 โทรศัพท์ 0 4283 5224 ต่อ 47100 โทรสาร 0 4283 5232

E-mail: premchai.m@gmail.com

^{1*}Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University

234 Loei-chiangkhan Road, Amphur Muang, Loei, 42000 Telephone Number +66 4283 5224 ext. 47100

Fax: +66 4283 5232 E-mail: Premchai.m@gmail.com

วันที่รับบทความ 14 สิงหาคม 2561 วันที่รับแก้ไขบทความ 11 พฤษภาคม 2562 วันที่ตอบรับบทความ 30 พฤษภาคม 2562

Received: August. 14, 2018

Revised: May. 11, 2019

Accepted: May. 30, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังด้วยแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาบริษัท จ.เจริญมาร์เก็ตติ้ง จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง การดำเนินงานวิจัยเริ่มจาก 1) ศึกษาสภาพทั่วไปของกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง 2) การประเมินเบื้องต้น 3) การประเมินละเอียด 4) การศึกษาความเป็นไปได้ 5) การลงมือปฏิบัติ ผลการดำเนินงานพบว่า เครื่องสับไม่รุ่นใหม่มูลค่าสูญเสียแบ่งในกากเฉลี่ย 483.30 ตันต่อเดือน การเปลี่ยนใบเลื่อยจาก 5 เป็น 8 ครั้งต่อเดือน ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 75.44 เป็นร้อยละ 82.80 คิดเป็นมูลค่า 965,050 บาทต่อเดือน เครื่องสับไม่รุ่นปัจจุบันมีค่าสูญเสียแบ่งในกากเฉลี่ย 222.05 ตันต่อเดือน การเปลี่ยนใบเลื่อยจาก 3 เป็น 4 ครั้งต่อเดือน ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 51.04 เป็นร้อยละ 55.11 คิดเป็นมูลค่า 196,575 บาทต่อเดือน การเปรียบเทียบกับหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ราคาเครื่องจักร ราคามันสำปะหลัง ราคาใบเลื่อย ค่าแรงงานพนักงาน ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา มูลค่าซาก ผลตอบแทน อายุการใช้งาน เครื่องสับไม่รุ่นใหม่มูลค่าคุ้มทุนมากกว่าเครื่องสับไม่รุ่นปัจจุบัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,385,932.38 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.00 อัตราผลตอบแทนของโครงการเท่ากับร้อยละ 21.29 ระยะเวลาในการคืนทุน 1.14 ปี ผลการลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลัง โดยการจัดเรียงและปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่สามารถลดกระบวนการจาก 13 เป็น 12 ขั้นตอน

วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม 2562 – มิถุนายน 2562

คิดเป็นร้อยละ 7.69 การปรับเปลี่ยนตำแหน่ง เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงการออกแบบสายพานลำเลียงถูงแบ่งลดระยะทางขนส่งจาก 14.98 เมตร เป็น 7.68 เมตร คิดเป็นร้อยละ 48.73 เวลามาตรฐานลดลงจาก 121.13 วินาที เป็น 90.00 วินาที คิดเป็นร้อยละ 25.69 ลดจำนวนพนักงานจาก 12 คนเป็น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพ, เทคโนโลยีสะอาด, แป้งมันสำปะหลัง, การลดความสูญเปล่า, เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

Abstract

This research on increasing the efficiency of the tapioca starch production process using the concept of clean technology was conducted with the aim of improving the whole production process and reducing losses. The study was carried out via the following steps: 1) an investigation into the general conditions of the production processes; 2) a preliminary assessment; 3) a detailed assessment; 4) a feasibility study; and 5) a practical trial. According to the results for the new model of rasper, whilst the average starch lost in the pulp was 483.30 tons/month, by changing the frequency of blade replacement from 5 to 8 times/month, the milling efficiency increased from 75.44% to 82.80%, representing a difference of 965,050 Baht/month. For the existing machine, the average starch lost in the pulp was 222.05 tons/month, and by replacing the blades from 3 to 4 times/month, the milling efficiency increased from 51.04% to 55.11%, representing a difference of 196,575 Baht/month. A comparison based on the engineering economic criteria of machine price, cassava price, blade price, wage, electricity cost, maintenance cost, scrap value, benefit-cost ratio, and useful life, it was demonstrated that the new model is more economical than the existing machine, with a net present value of 2,385,932.38 Baht, a benefit-cost ratio of 1.00, an internal rate of return of 21.29%, and a payback period of 1.14 years. To reduce waste motion in the packing process, an improvement was carried out via rearrangement and adjustment eliminating an unnecessary carrying step, resulting in a decrease in the total steps from 13 to 12, (-7.69%). A repositioning of the machinery and equipment, and a re-design of the conveyor belt for packed sacks facilitated operations and decreased the total production process distance from 14.98 meters to 7.68 meters (-48.73%). The duration of the packing process was reduced from 121.13 seconds to 90.00 seconds (-25.69%), whilst manpower was reduced from 12 persons to 9 persons (-25.00%).

Keywords: increasing efficiency, clean technology, tapioca starch, waste reduction, engineering economic criteria

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ประกอบด้วย มันเส้น มันอัดเม็ด และ แป้งมันสำปะหลัง โดยมีปริมาณและมูลค่าการส่งออกขยายตัวเพิ่มขึ้น (National Science and Technology Development Agency, 2017) มันสำปะหลังเป็นพืชที่ทนต่อสภาพอากาศแห้งแล้ง มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าพืชชนิดอื่น กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังของแต่ละโรงงานมีขั้นตอนหลักที่คล้ายคลึงกันแต่อุปกรณ์หรือเครื่องจักร การจัดเรียงในแต่ละขั้นตอนอาจแตกต่างกัน (Department of Industrial Promotion, 2016) เทคโนโลยีสะอาดเป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ทรัพยากร ลดการใช้สารเคมีและการเกิดมลพิษและสิ่งแวดล้อมเน้นลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Department of Environmental Quality Promotion, 2015) มีงานวิจัยศึกษากระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีด้วยวิธีการรีไซเคิล ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในการทำงาน การจัดเก็บวัตถุดิบเพื่อลดความสูญเสีย การแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการสูญเสียวัตถุดิบด้วยการเพิ่มผลผลิตของวัตถุดิบให้เป็นสินค้าที่ดีด้วยการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเมื่อวัตถุดิบผ่านกระบวนการผลิตทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ได้และการลดปริมาณการใช้วัตถุดิบในอุตสาหกรรมด้วยวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Recycle) สามารถประหยัดการใช้วัตถุดิบให้กับโรงงานได้ มีการใช้แนวคิดเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังในประเทศไทยเพื่อลดการใช้น้ำ พลังงาน การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยไปปรับปรุงกระบวนการผลิต สามารถลดความสูญเสีย แป้ง การใช้น้ำและประหยัดการใช้น้ำมันเตาได้ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังการสูญเสียแป้งเกิดจากหน่วยสกัด (Extractor unit) มอเตอร์ประสิทธิภาพใช้งานต่ำกว่าร้อยละ 80 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการลดการสูญเสียแป้งและพลังงานไฟฟ้าด้วยการติดตั้งเครื่องจักรใหม่แทนเครื่องจักรในปัจจุบันเพื่อลดความสูญเสีย แป้ง ลดการใช้พลังงานวิเคราะห์โครงการด้วยเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ประกอบด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนการลงทุน ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจักรใหม่ มีข้อเสนอแนะให้ศึกษาการลดการสูญเสีย แป้ง พลังงานไฟฟ้าในหน่วยการบรรจุ หน่วยสับโม้มันสำปะหลังซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการแยกเม็ดแป้งมันสำปะหลังออกจากกาก แป้งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) เม็ดแป้งอิสระเป็นเม็ดแป้งที่สามารถหลุดออกจากเส้นใยได้อย่างอิสระ 2) เม็ดแป้งที่ติดในกากเป็นเม็ดแป้งที่ไม่สามารถหลุดออกมา ยังคงติดกับเส้นใย (Department of Industrial Promotion, 2016) การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องโม่ ความเร็วรอบ จำนวนใบเลื่อย ความสูงของซี่เลื่อย ส่งผลให้ขนาดอนุภาคมีขนาดละเอียดทำให้สามารถ

สกัดเม็ดแป้งได้ปริมาณเพิ่มขึ้น (Sajeev M.S., et al., 2012) การสูญเสียแป้งมีในกระบวนการบรรจุ มีปริมาณมากที่สุด สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากพนักงานบรรจุขาดความเอาใจใส่ไม่ตั้งใจทำงาน ขาดความระมัดระวังในการทำงาน ขาดอุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงานนำไปสู่การสูญเสียแป้ง ในปริมาณที่มากขึ้น เกิดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการปฏิบัติงาน (Banjaprayoonsak, L., 2011)

บริษัทกรณีศึกษาทำการผลิตแป้งมันสำปะหลังมีกำลังการผลิต 450 ตันต่อวัน สามารถผลิต แป้งได้ประมาณ 110 ตันต่อวัน ภายใต้การรับรองมาตรฐาน GMP, HACCP, HALAL มีระบบการผลิต เป็นแบบต่อเนื่อง โดยการใช้เครื่องจักรช่วยในการผลิตเป็นหลัก (Kajhonchalearmsak, S., 2010) ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตต่ำมีสาเหตุมาจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมถึงขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน (Pantarak, P., 2017) การจะเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตต้องมีการกำจัดความ สูญเปล่า ซึ่งทางโรงงานต้องการเพิ่มกำลังการผลิตและลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แป้งมันสำปะหลัง จากการปรึกษากับบริษัทกรณีศึกษาได้ให้ความสำคัญในการปรับปรุง 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการสับไม่แปรรูปเป็นกระบวนการสำคัญในการลดขนาดของมัน สำปะหลังมีผลต่อการสกัดแป้งในกระบวนการถัดไป 2) การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการบรรจุ แป้งมันสำปะหลังเป็นความสูญเสียเปล่า 7 ประการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำเทคโนโลยีสะอาด มาประยุกต์ใช้ในการประเมินปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรมในการแก้ไข ปัญหา

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการสับไม่และประเมินด้วยหลัก เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมตามแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด

2.2 เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลังด้วยเทคนิคการศึกษา การเคลื่อนไหวและเวลาตามแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ขั้นตอนการ ดำเนินงานประกอบไปด้วย (Kittisupakorn, P., 2008)

3.1 การประเมินเบื้องต้น รวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตรวจประเมินเบื้องต้น ข้อมูล การใช้ปัจจัยการผลิต ข้อมูลวัตถุดิบและของเสีย

1) ประเมินทางด้านเทคนิค เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ดีที่สุดของการผลิตดังสมการ

$$\text{ค่าดัชนี} = \frac{\text{ปริมาณการใช้วัตถุดิบ หรือ สารานุรักษ์}}{\text{ปริมาณวัตถุดิบที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์}} \quad (1)$$

$$\text{ค่าความเป็นไปได้ทางเทคนิค (\%)} = \frac{(\text{ค่าเฉลี่ย} - \text{ค่าดัชนีที่ดีที่สุด}) \times 100}{\text{ค่าดัชนีที่ดีที่สุด}} \quad (2)$$

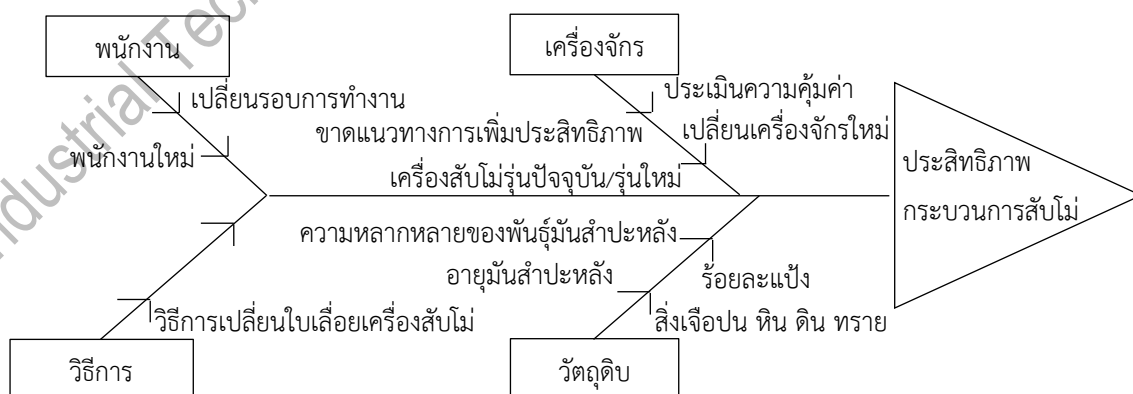
2) ประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องอยู่ในมูลค่ามากน้อยเพียงใด

$$\text{ค่าความเป็นไปได้} = (\text{ค่าดัชนีเฉลี่ย} - \text{ค่าดัชนีที่ดีที่สุด}) \times \text{กำลังผลิตเฉลี่ย} \times \text{ราคาต้นทุนต่อหน่วย} \quad (3)$$

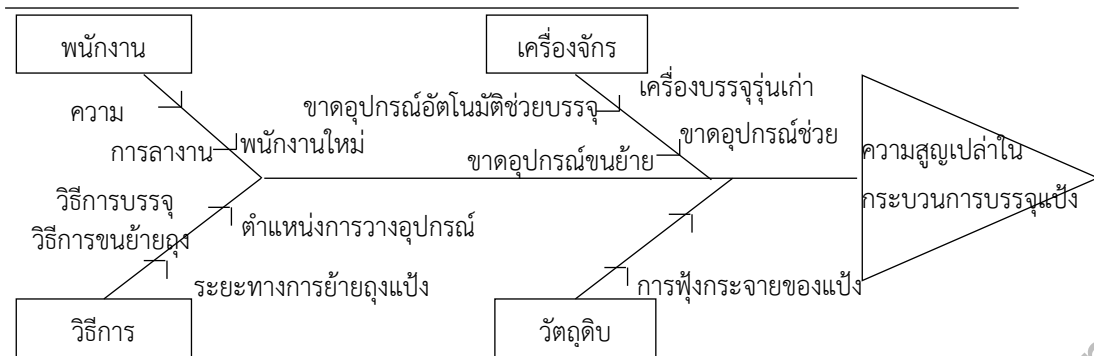
$$\text{ค่าความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์(\%)} = \frac{\text{ค่าความเป็นไปได้} \times 100}{\text{ผลรวมของค่าความเป็นไปได้ทั้งหมด}} \quad (4)$$

3) การประเมินด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาผลกระทบของมลภาวะที่เกิดขึ้น

3.2 การประเมินละเอียด นำประเด็นปัญหาหลักที่ได้จากการประเมินเบื้องต้นมาศึกษาโดยละเอียด เริ่มจากการทำสมมูลมวลและพลังงาน การตรวจประเมินหาสาเหตุของของเสียเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC tool) โดยใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์ปัญหา การใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ที่ล้ำสมัย ขนาดอุปกรณ์ที่เหมาะสม มีการวางแผนไม่เหมาะสม การขนถ่ายไม่เป็นระบบ และนำข้อมูลมาสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดยทำการตรวจประเมินหาสาเหตุกระบวนการสับไม้รุ่นใหม่ในสายการผลิตที่ 1 จำนวน 3 เครื่อง และกระบวนการสับไม้รุ่นใหม่ปัจจุบันในสายการผลิตที่ 2 จำนวน 3 เครื่อง ให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการสับไม้ร้อยละ 10 และกระบวนการบรรจุแ่งมันสำปะหลังขนาด 50 กิโลกรัม จำนวน 4 สายการผลิต พนักงาน 12 คน ให้สามารถลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุร้อยละ 10



ภาพที่ 1 การตรวจประเมินหาสาเหตุประสิทธิภาพกระบวนการสับไม้



ภาพที่ 2 การตรวจประเมินหาสาเหตุกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลัง

3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ นำข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาดที่ได้จากขั้นตอนการประเมินละเอียดไปประเมินความเป็นไปได้

- 1) การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อกระบวนการผลิต
- 2) การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาผลกระทบของมลภาวะทางอากาศ และผลกระทบของของเสีย ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของมลพิษแต่ละประเภทและการแพร่กระจาย
- 3) การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนของโครงการ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ระยะเวลาในการคืนทุน (Phruksaphanrat, B., 2012)

3.1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) บ่งบอกถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (5)$$

NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ, B_t คือ ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t , C_t คือค่าใช้จ่ายของโครงการในปีที่ t , i คือ อัตราดอกเบี้ย, t คือ ปีของโครงการปีที่ 0, 1, 2, ..., n , n คือ อายุของโครงการ (ปี)

3.2) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) เป็นการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนในโครงการ

$$IRR = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (6)$$

3.3) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit per cost ratio: B/C ratio) อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

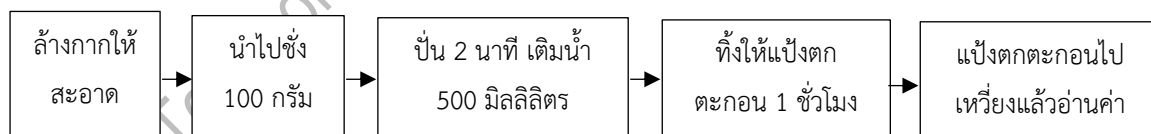
$$BC = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (7)$$

3.4) ระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period: PB) เป็นการพิจารณาโครงการลงทุนจากมูลค่าเงินลงทุนที่เสียไปกับระยะเวลาที่จะได้รับประโยชน์จากการลงทุนคืน

3.4 การนำข้อเสนอไปปฏิบัติและติดตามผล

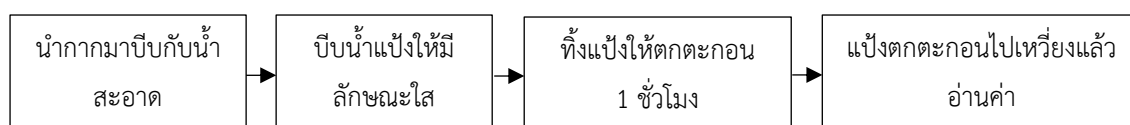
1) การศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสับม่รุ่นใหม่ในสายการผลิตที่ 1 จำนวนใบเลื่อย 204 ใบ มีกำลังการผลิต 480 ต้นต่อวัน เครื่องสับม่รุ่นปัจจุบันในสายการผลิตที่ 2 จำนวนใบเลื่อย 172 ใบ มีกำลังการผลิต 213 ต้นต่อวัน ภายในเครื่องม่มีลักษณะเป็นเครื่องหมุนคล้ายลูกกลิ้งใบเลื่อยขนาดเล็กจำนวนมากทำหน้าที่ชุดหัวมันสำปะหลังที่ตกลงมาให้เป็นชิ้นละเอียด (Department of Industrial Promotion, 2016) ใบเลื่อยในเครื่องสับม่การใช้งานมีสองด้านเมื่อใช้ตามจำนวนวันที่กำหนด พนักงานทำสับใบเลื่อยอีกด้านเพื่อใช้ในการชุดหัวมันสำปะหลัง หากใช้ใบเลื่อยที่สึกหรอประสิทธิภาพการม่ลดลงไม่สามารถสกัดแบ่งอิสระและแบ่งที่ติดในกากได้ มันสำปะหลังที่ผ่านการสับม่นำไปทดสอบวัดปริมาณแบ่งอิสระและแบ่งที่ติดอยู่ในกากมันสำปะหลัง เก็บข้อมูลวัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องสับม่ มีการทดสอบดังนี้ (Kajhonchalearmsak, S., 2010)

1.1) การวิเคราะห์ปริมาณแบ่งที่ติดอยู่ในกาก การสกัดแบ่งในกากมันสำปะหลังนำมาเทียบกับสเกลมาตรฐาน ถ้าผลการวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณแบ่งจำนวนมากแสดงว่าประสิทธิภาพของใบเลื่อยของเครื่องสับม่เกิดการสึกหรอ อย่างไรก็ตามกระบวนการสับม่จำเป็นต้องทราบเปอร์เซ็นต์แบ่งมันสำปะหลังก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์ปริมาณแบ่งที่ติดอยู่ในกาก

1.2) การวิเคราะห์ปริมาณแบ่งอิสระ การสกัดปริมาณแบ่งที่ได้ ถ้าพบปริมาณแบ่งที่ได้มากกว่าปริมาณแบ่งที่ติดอยู่ในกากมันสำปะหลัง แสดงว่าใบเลื่อยของเครื่องสับม่สกัดแบ่งอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ปริมาณแบ่งอิสระ



ภาพที่ 5 ใบเลื่อยสภาพปกติและสภาพสึกหรอ

1.3) คำนวณหาประสิทธิภาพนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องสับไม้สำหรับป่าหลัง

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องสับไม้(\%)} = \frac{\text{ปริมาณแป่งที่ผลิตได้จริง (ตัน)} \times 100}{\text{ปริมาณแป่งที่ควรผลิตได้ตามมาตรฐาน (ตัน)}} \quad (8)$$

1.4) เก็บข้อมูลวัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องไม้ตั้งแต่เริ่มต้นการเปลี่ยนใบเลื่อยของเครื่องสับไม้ทุก ๆ 4 ชั่วโมง ระยะเวลา 1 เดือน คำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องสับไม้และคิดเป็นค่าใช้จ่าย

2) ความสูญเสียในกระบวนการบำรุงแป่งไม้สำหรับป่าหลัง

2.1) การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion study and Time Study) พนักงานชายและหญิงอายุงาน 2 - 4 ปี เพื่อการวิเคราะห์การปฏิบัติงาน เตรียมการศึกษาเวลา อุปกรณ์ในการจับเวลา สังเกตขั้นตอนกระบวนการบำรุงแป่งไม้สำหรับป่าหลัง เพื่อให้เข้าใจทุกขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด แบ่งงานออกเป็นงานย่อย จัดวางตำแหน่งพนักงาน เครื่องจักร วัสดุุดิบ และวิธีการให้อยู่ในสภาพปกติ วัดผลการปฏิบัติงาน คำนวณจำนวนรอบการจับเวลาเบื้องต้นจำนวน 10 รอบ หาค่าพิสัย (R) คือ ค่าสูงสุด (H) – ค่าต่ำสุด (L) หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ กำหนดให้จำนวนรอบในการจับเวลาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ คำนวณหาค่า $R/\bar{X}$ อ่านค่าจำนวนรอบที่เหมาะสมในตารางของ Maytag สังเกตอัตราความเร็วของการปฏิบัติงานและสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น จับเวลาการทำงานตามจำนวนรอบที่ได้จากการคำนวณ ประเมินค่าอัตราความเร็วโดยวิธีของ Westinghouse System of Rating (Kanjapanyakom, R., 2009)

$$\text{คำนวณหาค่าเวลาปกติ (Normal Time)} = \text{เวลาเฉลี่ย} \times \text{ตัวประกอบความเร็ว} \quad (9)$$

ประเมินค่าเพื่อในการปฏิบัติงาน พิจารณาเวลาเพื่อจากการหยุดทำงาน ได้แก่ เวลาเพื่อสำหรับความล่าช้า เวลาเพื่อสำหรับบุคคล เวลาเพื่อสำหรับความเมื่อยล้า นำค่าเพื่อในการปฏิบัติงานมาปรับค่าเวลาปกติให้เป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time)

$$\text{Std} = \text{NT} + A (\text{NT}) \quad (10)$$

Std คือ เวลามาตรฐาน, NT คือ เวลาปกติ, A คือ เวลาเพื่อในการปฏิบัติงาน

2.2) การสร้างมาตรฐานในการทำงานการปรับปรุงงานด้วยเทคนิค ECRS

4. ผลการวิจัย

จากการประเมินลำดับความสำคัญด้วยการประเมินเบื้องต้น ทางบริษัทได้ให้ความสำคัญในการปรับปรุง 2 ประเด็น คือการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการสับโม้ และความสูญเสียในกระบวนการบรรจุแ่งมันสำปะหลังรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการประเมินละเอียด การตรวจประเมินหาสาเหตุกระบวนการสับโม้และบรรจุแ่งมันสำปะหลังเครื่องสับโม้รุ่นใหม่ในสายการผลิตที่ 1 กำลังการผลิต 480 ตันต่อวัน จำนวนใบเลื่อย 204 ใบ มีการเปลี่ยนและสลับการใช้งานของใบเลื่อย 6 วัน และเครื่องสับโม้รุ่นปัจจุบันในสายการผลิต 2 กำลังการผลิต 213 ตันต่อวัน จำนวนใบเลื่อย 172 ใบ มีการเปลี่ยนและสลับการใช้งานของใบเลื่อย 12 วัน กระบวนการบรรจุแ่งมันสำปะหลังมีปริมาณน้ำหนัก 50 กิโลกรัม กำลังการผลิต 960 ตันต่อวัน ใช้พนักงานจำนวน 12 คน

4.2 ผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการสับโม้และบรรจุแ่งมันสำปะหลัง

1) กระบวนการสับโม้ เครื่องสับโม้รุ่นใหม่ในสายการผลิตที่ 1 ปริมาณแ่งอิสระที่ได้และแ่งที่ติดในกาก การสลับและเปลี่ยนใบเลื่อย จำนวน 6 วัน คือ 3 วัน สลับ 3 วันเปลี่ยน ใบเลื่อย การเพิ่มความถี่ในการสลับและเปลี่ยนใบเลื่อยจาก 3 วัน สลับ 3 วันเปลี่ยน เป็น 2 วัน สลับ 2 วันเปลี่ยน สามารถลดปริมาณแ่งที่ติดในกากมันสำปะหลังจาก 24.90 ตันต่อวัน เป็น 16.34 ตันต่อวัน ประสิทธิภาพในการสับโม้มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 75.43 เป็นร้อยละ 82.85 และเครื่องสับโม้รุ่นปัจจุบันในสายการผลิตที่ 2 การสลับและเปลี่ยนใบเลื่อยจำนวน 12 วัน คือ 6 วัน สลับ 6 วันเปลี่ยนใบเลื่อย การเพิ่มความถี่ในการสลับและเปลี่ยนใบเลื่อยจาก 6 วัน สลับ 6 วันเปลี่ยน เป็น 4 วัน สลับ 4 วันเปลี่ยน สามารถลดปริมาณแ่งที่ติดในกากมันสำปะหลังจาก 10.28 ตันต่อวัน เป็น 6.74 ตันต่อวัน ประสิทธิภาพในการสับโม้มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 51.04 เป็นร้อยละ 55.11

ตารางที่ 1 การประเมินด้วยเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมวิธีการเปลี่ยนและสลับใบเลื่อย

เครื่อง สับไม้	วิธีการเปลี่ยนและสลับ ใบเลื่อย	มูลค่าปัจจุบัน สุทธิ (บาท)	อัตราส่วน ผลตอบแทน ต่อต้นทุน (เท่า)	อัตรา ผลตอบแทน โครงการ (ร้อยละ)	ระยะ เวลาคืน ทุน (ปี)
รุ่นใหม่	3 วันเปลี่ยน 3 วันสลับ (5 ครั้ง ต่อเดือน)	763,734.37	1.00	10.91	1.14
	2 วันเปลี่ยน 2 วันสลับ (8 ครั้ง ต่อเดือน)	2,385,932.38	1.00	21.29	1.14
	1 วันเปลี่ยน 1 วันสลับ (15 ครั้ง ต่อเดือน)	-439,504.54	0.99	5.83	1.12
	6 วันเปลี่ยน 6 วันสลับ (3 ครั้ง ต่อ เดือน)	-188,657.31	0.99	7.96	1.14
	4 วันเปลี่ยน 4 วันสลับ (4 ครั้งต่อเดือน)	-138,337.12	0.99	9.49	1.14
	3 วันเปลี่ยน 3 วันสลับ (5 ครั้ง ต่อเดือน)	-187,175.41	0.99	1.38	1.12

2) การบรรจุแปรงน้ำมันสำหรับหลัง วิเคราะห์แผนผังการไหล ประกอบด้วย การสวมกระสอบ ใส่หัวบรรจุ ล้อคดุงแปรง เปิดหัวบรรจุ เครื่องบรรจุทำงาน พนักงานปิดหัวบรรจุ นำดุงแปรงออก ปลดล้อคดุงแปรง เคลื่อนย้ายกระสอบออกจากหัวบรรจุ นำดุงแปรงมาซึ่งน้ำหนักรับเย็บกระสอบ เคลื่อนย้ายไปยังพาเลท นำกระสอบที่เย็บเสร็จไว้ข้างพาเลท พนักงานยกกระสอบขึ้นพาเลท ดังตารางที่ 2 แผนผังการไหลของกระบวนการบรรจุแปรงน้ำมันสำหรับหลังก่อนและหลังการปรับปรุงดังภาพที่ 6, 7

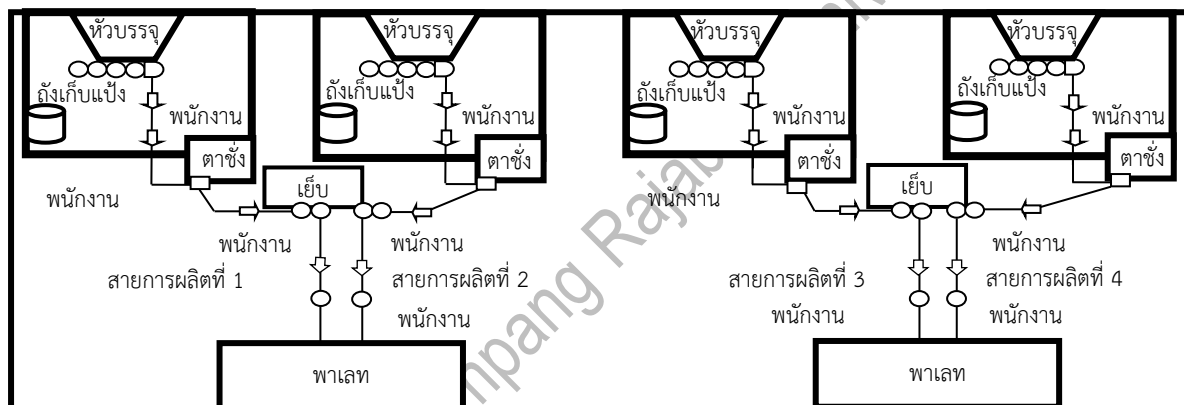
ตารางที่ 2 กระบวนการบรรจุแปรงน้ำมันสำหรับหลังก่อนและหลังการปรับปรุง สายการผลิตที่ 1

สัญลักษณ์	ก่อนปรับปรุง			หลังการปรับปรุง			ผลลัพธ์		
	จำนวน ครั้ง	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	จำนวน ครั้ง	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	จำนวน ครั้ง	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)
○	7	82.25	5.98	7	64.20	4.18	-	18.05	1.80
→	4	11.19	6	3	10.99	1.70	1	0.20	4.30
□	1	24.67	1	1	11.84	1	-	12.83	-

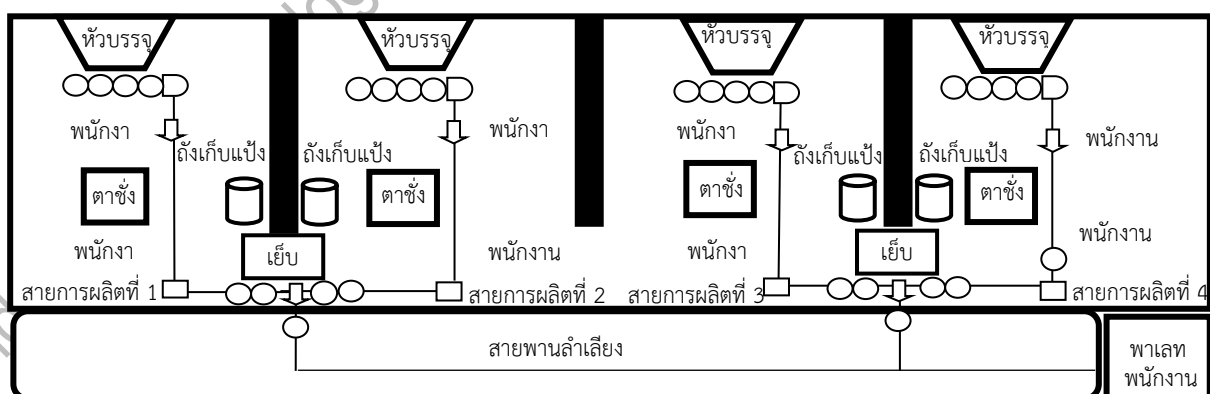
ตารางที่ 2 กระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลังก่อนและหลังการปรับปรุง สายการผลิตที่ 1 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ก่อนปรับปรุง			หลังการปรับปรุง			ผลลัพธ์		
	จำนวน ครั้ง	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	จำนวน ครั้ง	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	จำนวน ครั้ง	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)
D	1	3.02	2	1	2.97	0.80	-	0.05	1.20
▽	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	13	121.13	14.98	12	90.00	7.68	1	31.13	7.30

จากตารางที่ 2 วิเคราะห์การไหลของกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลังก่อนและหลังการปรับปรุงสายการผลิตที่ 1 ก่อนและหลังการปรับปรุง นำผลการดำเนินงานปรับปรุงไปใช้ในสายการผลิตที่ 2 3 และ 4 สามารถลดจำนวนพนักงานกระบวนการบรรจุได้จาก 12 คน เป็น 9 คน



ภาพที่ 6 แผนผังการไหลของกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลังก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 7 แผนผังการไหลของกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลังหลังการปรับปรุง

การจัดวางตำแหน่งถังแป้งใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบน้ำหนัก ปรับปรุงพื้นที่การทำงานใหม่โดยนำตาชั่งมาไว้ใกล้กับหัวบรรจุมากที่สุด และอยู่ตำแหน่งกึ่งกลางของพื้นที่บรรจุจัดวางตาชั่งให้ตรงกับหัวบรรจุเพื่อให้ง่ายต่อการชั่งน้ำหนัก และเคลื่อนย้ายนำไปเย็บปิดถุงบรรจุแป้งมันสำปะหลัง

ออกแบบและติดตั้งสายพานลำเลียงใช้ในการเคลื่อนย้ายถุงบรรจุเสร็จ จัดเรียงลำดับขั้นตอน และเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่กระบวนการลดลงจาก 13 เป็น 12 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 7.69 การจัดเรียงตำแหน่งการปฏิบัติงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงใช้สายพานในการลำเลียงถุงแบ่ง ระยะทางลดลงจาก 14.98 เมตร เป็น 7.68 เมตร คิดเป็นร้อยละ 48.73 เวลามาตรฐานลดลงจาก 121.13 วินาที เป็น 90.00 วินาที คิดเป็นร้อยละ 25.69 จำนวนพนักงานลดลงจาก 12 คน เป็น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการบรรจุแบ่ง ระยะทาง เวลามาตรฐานและพนักงาน

การดำเนินงาน	ขั้นตอน	ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	พนักงาน (คน)
ก่อนปรับปรุง	13	14.98	121.13	12
หลังการปรับปรุง	12	7.68	90.00	9
ผลต่าง	1	7.30	31.13	3
ลดลง (ร้อยละ)	7.69	48.73	25.69	25

5. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังโดยมีการปรับปรุงวิธีการเปลี่ยนใบเลื่อยและการใช้อุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ (Pantarak, P., 2017) สรุปผลการดำเนินงานดังนี้

5.1 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสับไม้มันสำปะหลัง

1) เครื่องสับไม้รุ่นปัจจุบันเพิ่มความเร็วในการเปลี่ยนใบเลื่อยจากเดิมเปลี่ยนใบเลื่อย 3 ครั้งต่อเดือน เป็นเปลี่ยนใบเลื่อย 4 ครั้งต่อเดือน ทำให้ประสิทธิภาพการสับไม้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 51.04 เป็นร้อยละ 55.11 คิดเป็นมูลค่า 196,575 บาทต่อเดือน

2) เครื่องสับไม้รุ่นใหม่เพิ่มความเร็วในการเปลี่ยนใบเลื่อยจากเดิมเปลี่ยนใบเลื่อย 5 ครั้งต่อเดือน เป็นเปลี่ยนใบเลื่อย 8 ครั้งต่อเดือน ทำให้ประสิทธิภาพการสับไม้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 75.44 เป็นร้อยละ 82.80 คิดเป็นมูลค่า 965,050 บาทต่อเดือน

3) การประเมินด้วยหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ต้นทุนและผลตอบแทนของกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ประกอบด้วย ราคาเครื่องสับไม้ ราคาใบเลื่อย ราคามันสำปะหลัง ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องสับไม้ อายุการใช้งานของเครื่องสับไม้ พบว่าเครื่องสับไม้รุ่นใหม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 2,385,932.38 บาท อัตราส่วน

ผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) 1.00 อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) ร้อยละ 21.29 และมีระยะเวลาในการคืนทุน 1.14 ปี

4) เครื่องสับโม้ในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง เป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ จึงไม่สามารถปรับตั้ง และปรับแต่งเครื่องจักรเพื่อออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมได้ การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสับโม้มันสำปะหลังเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อเสนอให้กับทางโรงงาน ซึ่งในอนาคตผู้วิจัยมีแนวคิดจำลองเครื่องสับโม้ให้มีขนาดเล็กเพื่อศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดแป้งอิสระและแป้งที่ติดในกากมันสำปะหลัง รวมถึงการศึกษาพฤติกรรม ของการสึกหรอของใบเลื่อยในเครื่องสับโม้ต่อไป

5.2) การลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลัง

1) วิธีการทำงาน ก่อนปรับปรุงมีการเคลื่อนย้ายกระสอบขึ้นพาเลทโดยใช้พนักงาน 2 คน ใช้เวลามากและก่อให้เกิดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน ทำการปรับปรุงโดยใช้สายพาน ลำเลียงช่วยเคลื่อนย้ายถุงแป้งสามารถกักเวลาที่สูญเสียไป และลดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน

2) การปรับปรุงกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะโดยการจัดเรียง และเปลี่ยนกระบวนการผลิต ใหม่สามารถลดกระบวนการจาก 13 เป็น 12 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 7.69 การปรับเปลี่ยนตำแหน่ง เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงใช้สายพานในการลำเลียงถุงแป้งระยะทางลดลงจาก 14.98 เมตร เป็น 7.68 เมตร คิดเป็นร้อยละ 48.73 เวลามาตรฐานการบรรจุแป้งลดลงจาก 121.13 วินาที เป็น 90.00 วินาที คิดเป็นร้อยละ 25.69 ลดจำนวนพนักงานจาก 12 คน เป็น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินปี 2560 ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย สำหรับการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนางานวิจัย ขอขอบพระคุณ ดร.สมศักดิ์ ขจรเฉลิมศักดิ์ กรรมการผู้จัดการ และคุณสมจิตร ขจรเฉลิมศักดิ์ ผู้จัดการบริษัท จ.เจริญ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อดำเนินการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

Banjaprayoonsak, L. (2011). *The cost reduction in tapioca starch processing of Siam Produce (1994) Co. Ltd.: Case study in Kalasin Branch*. Master of Business Administration College of Graduate Study in Management Khon Kaen University, [online]. Available HTTP: <http://tdc.thailis.or.th/tdc>, access on 01/08/2018. (in Thai)

- Department of Environmental Quality Promotion. (2015). **Clean Technology**, [online]. Available HTTP: <http://www.deqp.go.th>, access on 01/08/2018. (in Thai)
- Department of Industrial Promotion. (2016). **A Guide to Optimizing Production and Utilization of the Tapioca Starch Industry**. Bangkok: Department of Industrial Promotion. (in Thai)
- Kanjanapanyakom, R. (2009). **Industrial Work Study**. Bangkok: Top Publishing. (in Thai)
- Kajhonchalearmsak, S. (2010). **Company Overview Tapioca Starch Factory**, [online]. Available HTTP: <http://www.thailandtapiocastarch.net/supplier/factsheet-35-.pdf>, access on 01/08/2018. (in Thai)
- Kittisupakorn, P. (2008). **Clean Technology Guide to Improving Industrial Processes with Clean Technology**, Pathum Thani: Nation Metal and Materials Technology Center. (in Thai)
- National Science and Technology Development Agency. (2017). **Cassava situation**, [online]. Available HTTP: <https://www.nstda.or.th/agritec/cassava-situation>, access on 01/08/2018. (in Thai)
- Phruksaphanrat, B. (2012). **Engineering Economy**. Bangkok: Top Publishing. (in Thai)
- Pantarak, P. (2017). **Productivity Improvement in a Rubber-Smoked-Sheet Production Process: A Case study of the Rubber-Smoked-Sheet Plant, Promkiri Agricultural Cooperatives Limited**. Master of Business Administration Walailak University, [online]. Available HTTP: <http://tdc.thailis.or.th/tdc>, access on 02/09/2018. (in Thai)
- Sajeev M.S, S.K.Nanda and J.T.Sherieff. (2012). An Efficient Blade Type Rasper for Cassava Starch Extraction, **Journal of Root Crops**, Vol.38(2), [online]. Available HTTP:<http://www.isrc.in/ojs/index.php/jrc/article/download/24/25>, access on 01/08/2018.
- Waiyanikorn, S. (2013). **Warehouse process improvement of the beverage Company**. Master of Engineering Program in Industrial Engineering Department of Industrial Engineering Faculty of Industrial Engineering, [online]. Available HTTP: <http://tdc.thailis.or.th/tdc>. access on 02/09/2018. (in Thai)