



การลดของเสียในการผลิตผักแช่แข็งโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า

Waste Reduction in Frozen Vegetable Production Using Six Sigma Technique

เนติ วัชรโชติพิมาย และ รุ่งฉัตร ชมภูอินไหว*

Neati Watcharachotpimai and Rungchat Chompu-inwai

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,

Chiang Mai University, 50200, Thailand

*rungchatc@hotmail.com, Tel: (66 53) 944126 Fax: (66 53) 944185

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตผักแช่แข็ง โดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน วิธีการวิจัยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตของปัญหา (Define) ก็คือ การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตกระเจียบเขียวหั่นแช่แข็ง โดยมีปัญหาหลักคือ ปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน และปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก และกำหนดเป้าหมายในการศึกษาคือ เพิ่มผลผลิตสุทธิ จากนั้นในขั้นตอนต่อมาได้ทำการวัดและรวบรวมข้อมูล (Measure) เพื่อวัดประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยสร้างแผนที่กระบวนการผลิต เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นในการทำงาน จากนั้นวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับข้อมูลเชิงผันแปร ต่อมาจึงทำการวัดผลผลิตสุทธิในปัจจุบันของกระบวนการ จากนั้นขั้นตอนต่อมาได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) ด้วยการระดมสมองระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแผนภาพสาเหตุและผล แล้ววิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ นำค่าระดับความเสี่ยงมาสร้างแผนภูมิพาเรโต ทำให้สามารถระบุถึงสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อปัญหามากที่สุด ต่อมาทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อพิสูจน์ว่าสาเหตุดังกล่าวส่งผลกระทบต่อจริงหรือไม่ แล้วนำปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมาทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) โดยทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสม สุดท้ายได้ทำการควบคุม (Control) โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมและคู่มือปฏิบัติงาน ผลหลังจากการปรับปรุงพบว่า ผลผลิตสุทธิของการตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงานเพิ่มขึ้นจาก 65.73 เปอร์เซ็นต์ เป็น 77.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลผลิตสุทธิของการตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหักเพิ่มขึ้นจาก 87.27 เปอร์เซ็นต์ เป็น 95.34 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ซิกซ์ ซิกม่า, ของเสีย, ผักแช่แข็ง

ABSTRACT

The purpose of this research was to propose guidelines for reducing waste in the frozen vegetable production process through use of the Six Sigma Technique. The research began with a definition of the scope of the problem, that is, the need to reduce waste in the frozen sliced Okra process. The main problems discovered were that the top-ends of the work pieces are overcut and that the cutting causes the work pieces to become askew and to be damaged. The goal of the study was therefore to increase product yields. The next step was to carry out measurements and to collect data so as to determine the effectiveness of the process through use of a Process Map, so that any relationship in the factors arising from the operation could be analyzed. A Measurement System

Analysis for Variables was then carried out, as well as a measurement of the current net yield from the process, with an analysis of the causes of the problem later undertaken out through the brainstorming sessions held among the concerned parties, from which were developed the Cause and Effect Diagrams. These were then analyzed to uncover any Failure Modes and Effects within the process. The Risk Priority Number (RPN) was used to create the Pareto Diagram - enabling identification of the most significant causes, and the statistical hypothesis tests were then conducted to determine whether these causes actually have impact. Those factors that have a significant statistical effect were then used to improve the process using the Design of Experiment process in order to define the suitable factor values. Finally, a controlled process was conducted through the creation of the Control Charts and the Work Instruction. The results after the improvements had been made, in line with the proposed guidelines, showed that the net yield of the top-end cutting process increased from 65.73% to 77.08%, and that the net yield of the work piece cutting process increased from 87.27% to 95.34%.

Key word: Six Sigma, Waste, Frozen vegetable

1. บทนำ

การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรช่วยทำให้สินค้าเกษตรมีมูลค่าเพิ่มขึ้น สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น และทำให้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าตามฤดูกาลลดลง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการเชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมการผลิตอื่นๆ อันจะนำไปสู่การจ้างงานในชุมชนที่สูงขึ้น ด้วยเหตุผลดังที่ได้กล่าวมา อุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรจึงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรมีคู่แข่งทางการค้าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งก็ล้วนแต่นำกลยุทธ์ทางด้านเทคโนโลยีการผลิตและราคามาเป็นปัจจัยหลักในการแข่งขัน ดังนั้นเพื่อให้องค์กรสามารถสู้กับคู่แข่งได้ การปรับปรุงคุณภาพสินค้าให้ดีขึ้น ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตโดยใช้วัตถุดิบน้อยลง จึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญ

บริษัทกรณีศึกษาทำการผลิตผักและผลไม้แปรรูปแช่แข็งส่งออกไปยังต่างประเทศ โดยผลิตภัณฑ์ผักแช่แข็ง ได้แก่ ผักขม มะเขือมอญ หน่อไม้ฝรั่ง ถั่วแขก กระเจี๊ยบเขียว พริกหยวก บร็อกโคลี่ และข้าวโพดอ่อน ส่วนผลไม้แช่แข็ง ได้แก่ สับปะรด มะม่วง แก้วมังกร ลิ้นจี่ แคนตาลูป และผลไม้รวม ซึ่งวัตถุดิบนั้นมาจากภาคเหนือของประเทศไทยเป็นหลัก โดยวัตถุดิบที่ส่งมาให้กับบริษัทต้องปราศจากสารเคมีปนเปื้อน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันบริษัทประสบปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจำนวนมาก อาทิเช่น ชิ้นงานที่ออกมาจากเครื่องนั้นมีลักษณะแข็งและแตกหัก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า

และพนักงานตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงานในปริมาณมาก ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีส่วนแล้วแต่ทำให้เกิดต้นทุนในการแก้ไขงานเพิ่ม หรือในบางกรณีไม่สามารถแก้ไขได้ ก็จำเป็นต้องทิ้ง และต้องใช้วัตถุดิบผลิตทดแทนชิ้นใหม่ ส่งผลให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตผักแช่แข็ง โดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน

2. หลักการและผลงานวิจัยในอดีต

ซิกซ์ ซิกม่า เป็นการบริหารที่เกิดขึ้นโดยกลุ่มวิศวกรของบริษัท โมโตโรล่า และนำมาใช้กับการออกแบบผลิตภัณฑ์จนประสบความสำเร็จ ต่อมาบริษัทต่างๆจึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ และสามารถลดค่าใช้จ่ายของบริษัทได้อย่างมาก [1] ซึ่ง ความหมายของ ซิกซ์ ซิกม่า นั้นมีสองทาง คือ ในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ กล่าวคือ ในเชิงทฤษฎีนั้น หมายถึง ความพยายามในการลดความแปรปรวนของกระบวนการให้ตกอยู่ในขีดจำกัดของข้อกำหนดด้านคุณภาพ และยอมให้มีของเสียได้ไม่เกิน 3.4 ครั้งใน 1 ล้านครั้ง (Parts/millions, ppm) ส่วนความในเชิงปฏิบัติ คือ การใช้หลักสถิติในการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการ โดยใช้ควบคู่กับการบริหารโครงการ และเน้นผลสำเร็จด้านมูลค่าการลดต้นทุนจากการดำเนินโครงการ [2]

กระบวนการมาตรฐานของซิกซ์ ซิกม่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ คือ

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Define Phase) คือ การกำหนดปัญหาและเป้าหมายอย่างชัดเจน
2. การวัดและรวบรวมข้อมูล (Measure Phase) คือ การวัดความสามารถของกระบวนการที่เป็นจริงในปัจจุบัน
3. การวิเคราะห์ (Analyze Phase) คือ การวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อระบุสาเหตุหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อปัญหา
4. การปรับปรุง (Improve Phase) คือ การปรับตั้งค่าสาเหตุหลักโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง
5. การควบคุม (Control Phase) คือ การออกแบบระบบควบคุมคุณภาพของกระบวนการ

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยในอดีต พบว่าได้มีการนำแนวคิดซิกซ์ ซิกม่า ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมที่ต้องการความเที่ยงตรงและแม่นยำสูงเป็นส่วนใหญ่ โดยพบการนำเทคนิคซิกซ์ ซิกม่าไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรน้อยมาก เนื่องจากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีขั้นตอนการผลิตที่ต้องอาศัยวิธีการและการควบคุมที่ชัดเจนเพราะหากเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น จะทำให้เกิดของเสียที่มีมูลค่าสูง ส่วนในอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรอาจไม่ต้องการความแม่นยำสูงเท่ากับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยคิดว่าหลักการและวิธีการของซิกซ์ ซิกม่าซึ่งมุ่งเน้นการใช้หลักสถิติในการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียในอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรได้ โดยเน้นผลสำเร็จในรูปของต้นทุนและของเสียที่ลดลง

ตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ประยุกต์วิธีการซิกซ์ ซิกม่า เพื่อปรับปรุงคุณภาพและลดของเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด อาทิเช่น วสันต์ พุกผาสุก (2549) [3] ได้ประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า เพื่อลดปริมาณของเสียและปรับปรุงคุณภาพผิวงานชุบโครเมียม โดยมีเป้าหมายคือ ลดอัตราของเสียลง 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขั้นตอนการแก้ปัญหาตามหลักการของซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน จากการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่า การเกิดลักษณะเป็นเม็ดหรือตามคบนชิ้นงานเป็นสาเหตุทำให้เกิดของเสียมากที่สุด หลังจากทำการวิเคราะห์และ

ถ่มร่องพบว่า ปัจจัยที่ต้องทำการควบคุมในกระบวนการชุบเคลือบผิวโครเมียม คือ วิธีการล้างชิ้นงาน ค่า pH และความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า ต่อมาจึงนำปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการหาค่าที่เหมาะสมโดยการออกแบบการทดลอง ผลจากการศึกษาทำให้ค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงจาก 146,295 ppm เหลือเพียง 25,780 ppm และลดความสูญเสียจาก 774,714 เหลือ 128,648 บาทต่อเดือน

ส่วนการประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่าในอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรนั้น ปีพมา วงศ์กาจ (2554) [4] ได้ทำการลดความแปรปรวนความเค็มของกระบวนการแช่จืดในการผลิตผักกาดดองกระป๋องโดยเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า เนื่องจากได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าเกี่ยวกับความเค็มที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละล็อต คุณภาพความเค็มผักกาดดองหลังกระบวนการแช่จืดมีความแปรปรวนสูงและพบความแตกต่างระหว่างผลการเช็คของฝ่าย QC และ PD โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความแปรปรวนของความเค็มหลังกระบวนการแช่จืดลงอย่างน้อย 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขั้นตอนการแก้ปัญหาตามหลักการของซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน ทั้งนี้ได้เลือกทำการปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปัญหา 3 ปัจจัย คือ เวลาเวียนครั้งที่หนึ่ง เวลาเวียนครั้งที่สอง และตำแหน่งท่อจ่ายน้ำที่ด้านล่างผลการดำเนินการสามารถลดความแปรปรวนจาก 0.460 เหลือ 0.015 และปัญหาความแตกต่างระหว่างการเช็คของฝ่าย QC และฝ่าย PD ลดลงจาก 8 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0 เปอร์เซ็นต์

3. วิธีการวิจัยและผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการตามกระบวนการหลัก 5 ขั้นตอนของซิกซ์ ซิกม่า โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Define Phase)

มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัญหาที่จะทำการศึกษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีขั้นตอนย่อยดังนี้

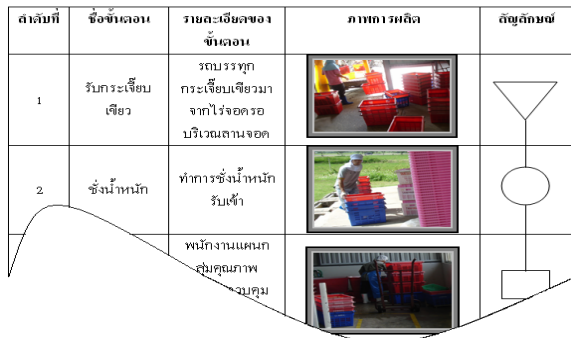
3.1.1 การกำหนดขอบเขตผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์กระเจียบเขียวหั่นแช่แข็ง เพราะเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่บริษัทกรณีศึกษาทำ

การผลิตอย่างสม่ำเสมอ ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นจะทำการผลิตเมื่อมีความต้องการของลูกค้าเท่านั้น อย่างไรก็ตามแนวทางวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นได้ในภายหลัง

3.1.2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

ขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็งโดยการสร้างแผนภูมิกระบวนการไหล ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงขั้นตอนตั้งแต่วัตถุดิบเข้ามาจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ส่งออกไป วัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจกระบวนการได้อย่างชัดเจน โดยในรูปที่ 1 ได้แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน, รายละเอียด, รูปภาพ และสัญลักษณ์



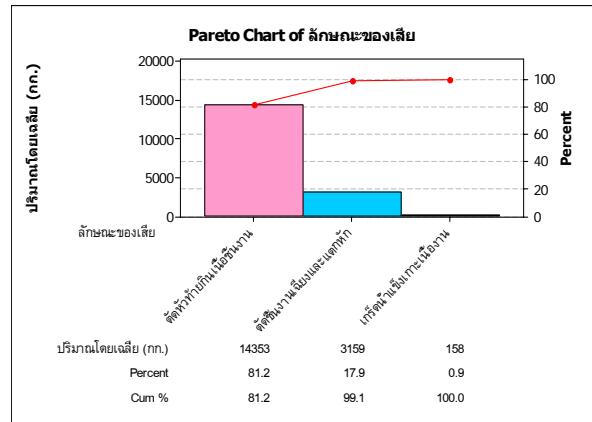
รูปที่ 1 ตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็ง

3.1.3 การค้นหาปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็ง

จากการสำรวจกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็ง และปรึกษากับหัวหน้าฝ่ายการผลิต พบว่าปัญหาที่สำคัญมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ ปริมาณวัตถุดิบที่สูญเสียไปกับการตัดหัวท้ายชิ้นงานสูง ซึ่งเกิดในขั้นตอนตัดหัวท้ายชิ้นงานที่ต้องกำจัดทิ้งอันเนื่องมาจากมีรูปทรงเจียงและแตกหัก เกิดในขั้นตอนหั่นตัดแต่งด้วยเครื่องจักร และชิ้นงานที่ต้องกำจัดทิ้งอันเนื่องมาจากมีเกล็ดน้ำแข็งเกาะภายในช่องว่างของเนื้องาน ซึ่งเกิดในขั้นตอนการแช่แข็ง

ต่อมาได้ทำการเก็บรวบรวมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละลักษณะจากรายงานการผลิตประจำวันในช่วง

เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกรกฎาคม 2553 แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาราโตดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิพาราโตแสดงปริมาณของเสียในลักษณะต่างๆในกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็ง

จากรูปที่ 2 พบว่าปริมาณของเสียจากปัญหาตัดหัวท้ายเกินเนื้อชิ้นงาน และปัญหาตัดชิ้นงานเจียงและแตกหัก มีปริมาณของเสียรวมกันสูงถึง 99.10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงกำหนดขอบเขตของปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ คือ การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็ง โดยมีปัญหาหลักคือ ปัญหาตัดหัวท้ายเกินเนื้อชิ้นงาน และปัญหาตัดชิ้นงานเจียงและแตกหัก และกำหนดเป้าหมายคือ เพิ่มผลผลิตสุทธิในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมา

3.2 การวัดและรวบรวมข้อมูล (Measure Phase)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแนวทางในการวัดปัจจัยต่างๆ และทำการศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 แผนที่กระบวนการผลิต (Process Map)

เพื่อตรวจวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆ ซึ่งได้ทำทุกขั้นตอนอย่างละเอียด เพื่อสามารถระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย และทราบความเกี่ยวข้องของงานในแต่ละขั้นตอน โดยแผนที่กระบวนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 3

3.2.2 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis, MSA)

ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์ระบบการวัดของข้อมูลแบบผันแปร โดยสำหรับการศึกษาปัญหาปริมาณวัตถุดิบที่

สูญเสียไปกับการตัดหัวท้ายชิ้นงานนั้น มีเครื่องมือวัดคือ ตราซิ่งพิกัด 60 กิโลกรัม โดยมีวิธีการศึกษาเริ่มจากการ สอบเทียบตราซิ่ง จากนั้นนำชิ้นงานบรรจุลงถึง 10 ใบ สุ่มพนักงานวัดมา 2 คน ให้ทำการวัดชิ้นงานแต่ละถึงคนละ 2 ซ้ำ โดยมีผลการศึกษาระบบการวัดแสดงในตารางที่ 1

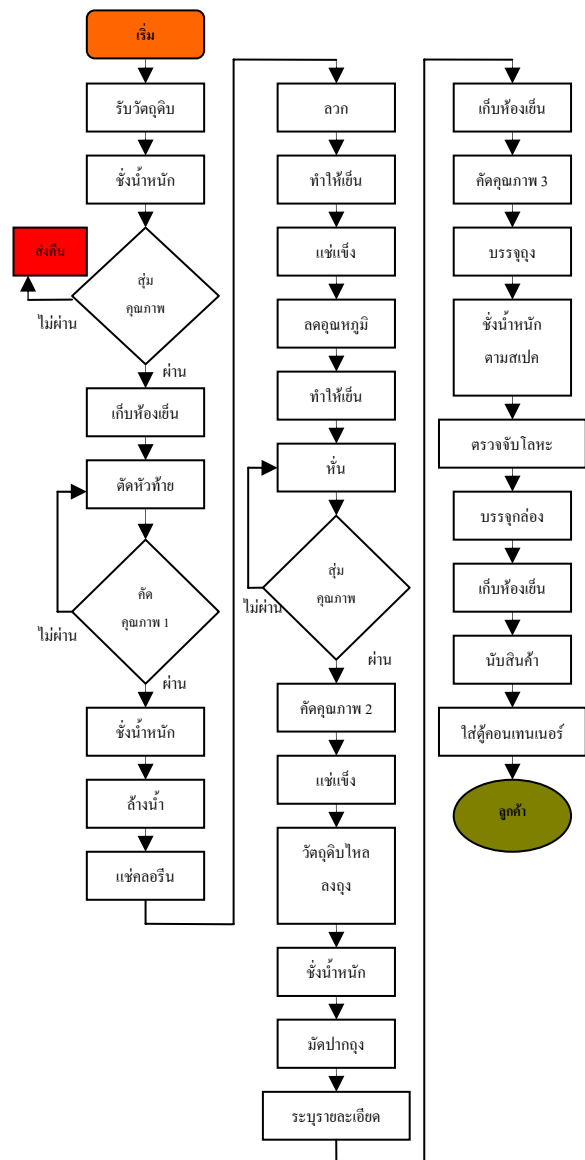
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดในการวัดปริมาณ วัตถุที่สูญเสียไปกับการตัดหัวท้ายชิ้นงาน

การทดสอบระบบการวัด	ผลการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)
ความแปรปรวนจากกระบวนการผลิต	100
ความแปรปรวนจากระบบการวัด	0
ความแปรปรวนจากสาเหตุพิพหะบิลิตี	0
ความผันแปรจากสาเหตุรีโพรดิวซิบิลิตี	0
ความแปรปรวนจากสาเหตุของพนักงาน	0
ความแปรปรวนจากสาเหตุอิทธิพลร่วมของ พนักงานวัดและชิ้นงานวัด	0

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า พนักงานทั้งสองคนมีค่าวัดที่ สม่่าเสมอ คือมีความเที่ยงตรงและแม่นยำในการตรวจสอบ ค่าที่ได้เป็นตัวเลข โดยไม่มีสาเหตุที่เกิดจากความผัน แปรของผลการวัดค่าจากเครื่องมือวัด จึงสามารถยอมรับ ความสามารถของกระบวนการวัดได้

ส่วนในการศึกษาปริมาณงานที่ต้องกำจัดทิ้งอัน เนื่องมาจากการตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหักนั้น ใช้เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ในการวัดความหนาของชิ้นงานว่าเป็นไปตาม ข้อกำหนดหรือไม่ โดยมีวิธีการศึกษาระบบการวัดเริ่มจาก การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ จากนั้นสุ่มชิ้นงานใส่ ลงในถ้วย 20 ชิ้น สุ่มพนักงานวัดมา 2 คน ให้พนักงานแต่ละคนทำการวัดชิ้นงานแต่ละถึงคนละ 2 ซ้ำ ซึ่งผลการ วิเคราะห์ระบบการวัดพบว่า มีความผันแปรภายในเงื่อนไข เดียวกันของระบบการวัด (repeatability) และมีความผัน แปรระหว่างเงื่อนไขของระบบการวัด (reproducibility) แสดงว่าพนักงานทั้งสองคนมีค่าวัดที่ไม่สม่่าเสมอ และมี สาเหตุที่เกิดจากความผันแปรของผลการวัดค่าจาก เครื่องมือวัด ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงกระบวนการวัด เพื่อลดความแปรปรวนจากสาเหตุอิทธิพลร่วมของ

พนักงานและชิ้นงานวัด โดยมีแนวทางดังนี้คือ ทำการ ฝึกอบรมพนักงานเรื่องวิธีการวัดและทำการประเมินผล ภาคทฤษฎี จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงานประจำวัน ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงาน และทำการปรับปรุงเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์โดยการขัดปากวัดด้วยหินน้ำมันด้านละเอียด จากนั้นจึงทำการศึกษาระบบการวัดใหม่อีกครั้ง ซึ่งผล การศึกษาระบบการวัดหลังจากการปรับปรุงดังแสดงใน ตารางที่ 2 พบว่า พนักงานมีค่าวัดที่สม่่าเสมอมากขึ้น และมี สาเหตุที่เกิดมาจากการผันแปรของผลการวัดค่าจาก เครื่องมือวัดน้อยลง สามารถยอมรับความสามารถของ ระบบการวัดได้



รูปที่ 3 แผนที่กระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวหั่นแช่แข็ง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดของความหนาแน่นงาน (หลังปรับปรุงระบบการวัด)

การทดสอบระบบการวัด	ผลการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)
ความแปรปรวนจากกระบวนการผลิต	99.39
ความแปรปรวนจากระบบการวัด	0.61
ความแปรปรวนจากสาเหตุที่ห้ทละบิลิตี	0.61
ความผันแปรจากจากสาเหตุที่ปรดิวิชิบิตี	0
ความแปรปรวนจากสาเหตุของพนักงาน	0
ความแปรปรวนจากสาเหตุอิทธิพลร่วมของพนักงานวัดและชั้นงานวัด	0

3.2.3 การวัดความสามารถของกระบวนการ

การวัดความสามารถของกระบวนการในปัจจุบัน ศึกษาจากผลผลิตสุทธิในแต่ละขั้นตอนในเดือนพฤศจิกายน ปี 2553 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลผลิตสุทธิ (ก่อนการปรับปรุง)

ขั้นตอน	ป้อนเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	ผลผลิตสุทธิ (%)	ของเสีย (%)
การคัดคุณภาพตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน	41,084	27,005	14,079	65.73	34.27
การคัดคุณภาพตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก	27,005	23,568	3,437	87.27	12.73

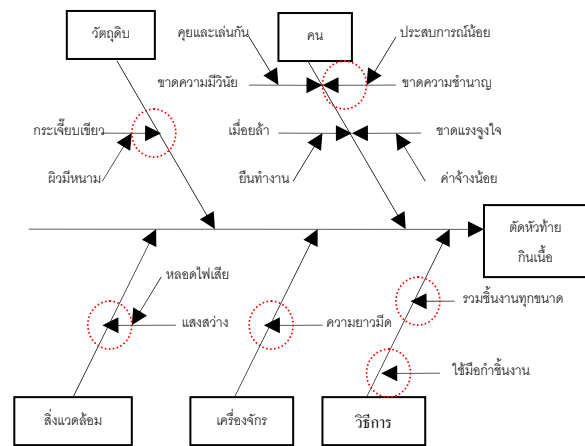
จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า ในขั้นตอนคัดคุณภาพตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงานพบของเสียสูงถึง 14,079 กิโลกรัม มีผลผลิตสุทธิ 65.73 เปอร์เซ็นต์ และในขั้นตอนการคัดคุณภาพตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหักพบของเสียสูงถึง 3,437 กิโลกรัม มีผลผลิตสุทธิ 87.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นนี้ บริษัท ได้ให้โรงงานปู้ที่ต้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงมารับไปโดยไม่ต้องเสียเงิน

3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze Phase)

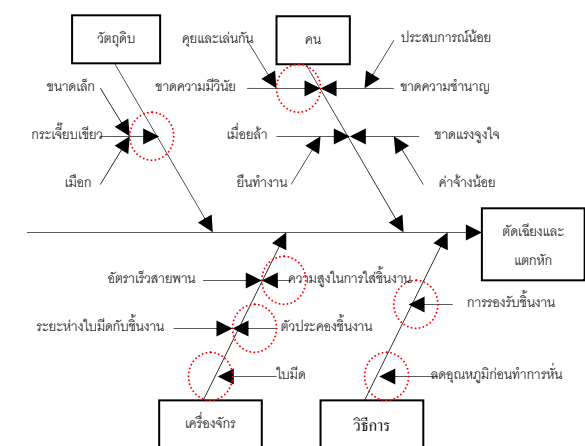
ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา

3.3.1 การวิเคราะห์ด้วยแผนภาพสาเหตุและผล

ทำการค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผล ซึ่งได้จากการระดมสมองจากพนักงานที่เกี่ยวข้อง โดยในการวิเคราะห์สาเหตุนี้ได้วิเคราะห์จากสาเหตุ 4M 1E คือ คน (Man), วิธีการ (Method), เครื่องจักร (Machine), วัสดุดิบ (Material) และสิ่งแวดล้อม (Environment) แผนภาพสาเหตุและผลแสดงสาเหตุของปัญหาการตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน และแผนภาพสาเหตุและผลแสดงสาเหตุของปัญหาของชิ้นงานเฉียงและแตกหัก ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 4 แผนภาพสาเหตุและผลแสดงสาเหตุของปัญหาการตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน



รูปที่ 5 แผนภาพสาเหตุและผลแสดงสาเหตุของปัญหาของชิ้นงานเฉียงและแตกหัก

3.3.2 การวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ

ขั้นตอนนี้ได้ทำการคัดเลือกสาเหตุที่สำคัญจากแผนภาพสาเหตุและผลมาทำการประเมินตัวเลขความเสี่ยง (Risk Priority Number, RPN) ซึ่งมาจากผลคูณพารามิเตอร์ 3 ตัวคือ ความรุนแรงของความผิดพลาด (Severity, S), โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาด (Occurrence, O) และ โอกาสที่จะตรวจจับโดยการควบคุมกระบวนการ (Detection, D) หลังจากนั้นจัดลำดับ RPN เพื่อค้นกรองปัจจัยที่เป็นปัจจัยหลักในการก่อให้เกิดของเสีย โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินในตารางที่ 4 และผลประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงในการเกิดปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน และ ปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหักดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินตัวเลขความเสี่ยง

คะแนน	S	O	D
1	ไม่มีผลกระทบ	เกิดขึ้นน้อยมาก	ง่ายที่สุด
2	นำกลับมาทำใหม่ในสายการผลิต	เกิดขึ้นน้อยครั้ง	ง่าย
3	เกิดของเสียขึ้น แต่ไม่ต้องทำการคัดแยก	เกิดขึ้นบ้าง	ปานกลาง
4	เกิดของเสียขึ้น แต่ต้องทำการคัดแยก	บ่อยครั้ง	ยาก
5	เกิดอันตรายกับเครื่องจักรหรือพนักงาน	เกิดขึ้นเกือบแน่นอน	ยากที่สุด

ตารางที่ 5 ผลการประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงในการเกิดปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน

สาเหตุ	S	O	D	RPN	ลำดับ
วิธีการตัดหัวท้ายชิ้นงาน	4	5	4	80	1
รวมชิ้นงานทุกขนาด	4	4	4	64	2
ความยาวมีด	3	3	2	18	3
แสงสว่าง	2	2	1	4	5
ผิวกระเจี๊ยบเขียวมีหนาม	1	1	1	1	6
พนักงานประสพการณ์น้อย	2	3	2	12	4

ตารางที่ 6 ผลการประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงในการเกิดปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก

สาเหตุ	S	O	D	RPN	ลำดับ
การรองรับชิ้นงาน	3	3	2	18	5
ลดอุณหภูมิก่อนทำการหัน	5	3	3	45	4
ความสูงในการใส่ชิ้นงาน	4	4	3	48	3
ตัวประกอบชิ้นงาน	4	5	3	60	2
ใบมีด	4	5	4	80	1
พนักงานคุยและเล่นกัน	2	3	2	12	6
ผิวกระเจี๊ยบเขียวมีมือ	1	1	1	1	8
กระเจี๊ยบเขียวมีขนาดเล็ก	4	1	1	4	7

จากตารางที่ 5 พบว่า วิธีการตัดหัวท้ายชิ้นงาน, การรวมชิ้นงานทุกขนาด และความยาวมีด มี RPN สูงสุดตามลำดับแรก และจากตารางที่ 6 พบว่า ใบมีด ตัวประกอบชิ้นงาน จำนวนชิ้นใส่ชิ้นงาน และการลดอุณหภูมิก่อนทำการหัน มี RPN สูงสุดลำดับแรก ดังนั้นจึงจะทำการทดสอบสมมติฐานในปัจจัยทั้งหมดนี้ในขั้นตอนต่อไป

3.3.3 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในขั้นต้น ทำให้ทราบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ได้มานั้นอาจไม่มีผลต่อการเกิดของเสียในสภาพการผลิตจริง ดังนั้นเพื่อพิสูจน์ว่าสาเหตุดังกล่าวส่งผลกระทบต่อจริงหรือไม่ จึงทำการวิเคราะห์ที่ละปัจจัย (One Factor at a Time) โดยใช้วิธีทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม (2-Sample t-test) ซึ่งทุกๆ ปัจจัยได้ทำการศึกษา 2 ระดับ ทำซ้ำ 22 ครั้ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียจากปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน

1.1 วิธีการตัดหัวท้ายชิ้นงาน

ปัจจุบันพนักงานใช้มือกำชิ้นงานขึ้นมาจากโต๊ะ แล้วทำการตัด ซึ่งทำให้ไม่มั่นคงและเกิดของเสียมาก ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการตัดชิ้นงานขึ้น โดยการนำแผ่นสแตนเลสมายึดติดกับขอบด้านหนึ่งของเขียง ซึ่งวิธีการตัดจะใช้มือกำชิ้นงานมาวางบนเขียง แล้วใช้มีดดันหัวหรือท้ายให้ติดกับแผ่นสแตนเลส แล้วทำการตัด แสดงดังรูปที่ 6



(ก) ใช้มือกำชิ้นงานแล้วตัด



(ข) วางชิ้นงานไว้บนเขียง

รูปที่ 6 วิธีการตัดหัวท้ายชิ้นงาน

1.2 การรวม/แยกชิ้นงานตามขนาดก่อนตัด

ปัจจุบันพนักงานเทชิ้นงานทุกขนาดรวมกันบนโต๊ะ เพื่อเตรียมไว้สำหรับขั้นตอนการตัดหัวท้าย ผู้วิจัยจึงเสนอให้คัดแยกชิ้นงานตามขนาดตั้งแต่ขั้นตอนการรับชิ้นงานแล้วในขั้นตอนการตัดนั้นให้ตัดแยกตามขนาด

1.3 ความยาวมีด

ปัจจุบันใช้มีดความยาว 6 นิ้ว ซึ่งตัดได้จำนวนไม่มากในแต่ละครั้ง และความยาวมีดไม่ครอบคลุมชิ้นงานทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเสนอให้ใช้มีดความยาวมากกว่าเดิม คือ 8 นิ้ว แทน

2. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียจากปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก

2.1 ประเภทใบมีด

ปัจจุบันในเครื่องหันตัดแต่งใช้ใบมีดประเภทคู่ในการตัดชิ้นงานความหนาต่างๆซึ่งพบว่ามิของเสียลักษณะเฉียงและแตกหักออกมาพร้อมกับชิ้นงานเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเสนอให้ใช้ใบมีดประเภทจานในการตัดชิ้นงานแทน รูปที่ 7 แสดงใบมีดประเภทคู่กับใบมีดประเภทจาน



(ก) ใบมีดประเภทคู่



(ข) ใบมีดประเภทจาน

รูปที่ 7 (ก) ใบมีดประเภทคู่ (ข) ใบมีดประเภทจาน

2.2 ตัวประกอบงาน

ปัจจุบันพนักงานเทชิ้นงานจากตระกร้าลงบนสายพานที่มีขอบกั้นอยู่สองด้าน ทำให้ทิศทางของชิ้นงานไม่อยู่ในแนวเดียวกัน เกิดการตัดเฉียงขึ้น ผู้วิจัยจึงเสนอให้ติดตั้งตัวประกอบงาน ซึ่งพนักงานจะต้องจัดวางชิ้นงานลงในช่องของตัวประกอบในทิศทางเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 8



(ก) ไม่ติดตั้งตัวประกอบงาน



(ข) ติดตั้งตัวประกอบงาน

รูปที่ 8 เปรียบเทียบ (ก) การไม่ติดตั้งตัวประกอบงาน

(ข) การติดตั้งตัวประกอบงาน

2.3 ระดับความสูงในการใส่ชิ้นงาน

ปัจจุบันพนักงานใส่ชิ้นงานบนสายพานสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งพอดีกับความสูงของขอบกั้นสายพานทั้งสองข้าง แต่การใส่ชิ้นงานทับกันมากเกินไปทำให้เกิดการแตกหักเสียหาย ผู้วิจัยจึงเสนอให้ใส่ชิ้นงานบนสายพานสูงประมาณ 2 เซนติเมตรแทน คือเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน 1 ฟัก เพื่อลดการกดทับ แสดงดังรูปที่ 9



(ก) ความสูง 10 เซนติเมตร



(ข) ความสูง 2 เซนติเมตร

รูปที่ 9 การใส่ชิ้นงานสูง (ก) 10 เซนติเมตร

(ข) 2 เซนติเมตร

2.4 การลดอุณหภูมิชิ้นงานก่อนทำการตัด

ปัจจุบันทำการแช่แข็งกระเจียบเขียวที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นลดอุณหภูมิของชิ้นงานให้เหลือประมาณ 0 องศาเซลเซียส จากการปรึกษากับหัวหน้าฝ่าย

ผลิต พบว่า อุณหภูมิของชิ้นงานสามารถลดได้น้อยที่สุด -5 องศาเซลเซียส ซึ่งจะไม่มีผลต่อการร้าวหรือแตกของโบริด ผู้วิจัยจึงเสนอให้ทำการลดอุณหภูมิของชิ้นงานให้เหลือ -5 องศาเซลเซียสก่อนจะลำเลียงเข้าสู่เครื่องหันตัดแต่ง เพื่อเพิ่มความแข็งของกระเจียบก่อนตัด

ผลการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม ของแต่ละปัจจัยดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบสมมติฐานปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย

ปัจจัย	ค่า P-Value	ผลการทดสอบ
ปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน		
วิธีการตัดหัวท้ายชิ้นงาน	0.000	มีผลต่อการเกิดของเสีย
การรวม/แยกชิ้นงานตามขนาดก่อนตัด	0.000	มีผลต่อการเกิดของเสีย
ความยาวมีด	0.041	มีผลต่อการเกิดของเสีย
ปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก		
ประเภทโบริด	0.000	มีผลต่อการเกิดของเสีย
ตัวประกอบชิ้นงาน	0.000	มีผลต่อการเกิดของเสีย
ความสูงในการใส่ชิ้นงาน	0.000	มีผลต่อการเกิดของเสีย
การลดอุณหภูมิชิ้นงาน	0.490	ไม่มีผลต่อการเกิดของเสีย

3.4 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย ที่จะทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้

3.4.1 การทดลองและเก็บข้อมูล

ขั้นตอนนี้ได้ใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ (Full Factorial Design) ซึ่งแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ และทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ทำให้ได้ชุดการทดลองทั้งหมด 16 การทดลอง รายละเอียดการปรับตั้งค่าของแต่ละปัจจัยแสดงดังตารางที่ 8

3.4.2 การวิเคราะห์ส่วนตกค้าง (Residual Analysis)

ต่อมาทำการวิเคราะห์ส่วนตกค้าง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จากผลการวิเคราะห์ส่วนตกค้างพบว่า กราฟทดสอบสมมติฐานของความเป็นปกติ มีลักษณะค่อนข้างเป็นเส้นตรง แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ การทดสอบสมมติฐานด้านการเป็นอิสระและความ

แปรปรวน พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวที่ไม่มีรูปแบบและแนวโน้มที่แน่นอน แสดงว่าข้อมูลมีความเป็นอิสระและมีเสถียรภาพของความแปรปรวน ซึ่งทำให้ข้อมูลมีคุณสมบัติครบทั้ง 3 ข้อของเงื่อนไขการออกแบบการทดลอง คือ $NID(0, \sigma^2)$

ตารางที่ 8 ปัจจัยและคุณลักษณะของปัจจัยป้อน

ปัจจัย	ระดับ		หน่วย
	1	2	
ปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน			
วิธีการตัดหัวท้ายชิ้นงาน (A)	แบบเดิม	แบบใหม่	ไม่มี
การรวม/แยกชิ้นงานตามขนาดก่อนตัด (B)	รวมทุกขนาด	แยกตามขนาด	ไม่มี
ความยาวมีด (C)	6	8	นิ้ว
ปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก			
ประเภทโบริด (A)	โบริดคู่	โบริดจาน	ไม่มี
ตัวประกอบงาน (B)	ไม่ติดตั้ง	ติดตั้ง	ไม่มี
ความสูงในการใส่ชิ้นงาน (C)	2	10	เซนติเมตร

3.4.3 สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of the Variance, ANOVA) ของปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงานดังแสดงตารางที่ 9 พบว่า วิธีตัดหัวท้ายชิ้นงาน, ขนาดชิ้นงานแตกต่างกัน และความยาวมีด มีผลต่อการเกิดของเสียอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F	P-Value
A	492102	1	492102	893.11	0.000
B	1787569	1	1787569	3244.23	0.000
C	74256	1	74256	134.77	0.000
AB	31684	1	31684	57.50	0.000
AC	992	1	992	1.80	0.216
BC	16384	1	16384	29.74	0.001
ABC	5476	1	5476	9.94	0.014
Error	4408	8	551		
Total	2412872	15			

เพื่อให้มีปริมาณของเสียลักษณะตัดหัวท้ายกินเนื้อจะเกิดขึ้นน้อยที่สุด จะต้องกำหนดควบคุมปัจจัยในการผลิตคือ ใช้วิธีการตัดหัวท้ายโดยวางชิ้นงานไว้บนเชิง, ทำการแยกชิ้นงานตามขนาด และใช้มีดความยาว 8 นิ้ว

ต่อมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก ดังแสดงตารางที่ 10 พบว่าประเภทใบมีด, ตัวประกอบชิ้นงาน และความสูงในการใส่ชิ้นงานมีผลต่อการเกิดของเสียอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะต้องกำหนดปัจจัยในการผลิตคือ ใช้ใบมีดจาน, ทำการติดตั้งตัวประกอบชิ้นงาน และใส่ชิ้นงานระดับความสูง 2 เซนติเมตร

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F	P-Value
A	64389	1	64389	573.30	0.000
B	502327	1	502327	4472.58	0.000
C	163823	1	163823	1458.63	0.000
AB	1871	1	1871	16.65	0.004
AC	1620	1	1620	14.42	0.005
BC	1314	1	1314	11.70	0.009
ABC	18158	1	18158	161.67	0.000
Error	899	8	112		
Total	754399	15			

3.5 การควบคุม (Control Phase)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งเมื่อได้ระดับของปัจจัยที่เหมาะสมจากการออกแบบการทดลองแล้ว ต่อมาได้ทำการป้องกันและควบคุมกระบวนการไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ โดยการสร้างแผนภูมิควบคุม p-Chart ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในกลุ่มตัวอย่าง โดยการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียเป็นเวลา 20 วัน พบว่าสัดส่วนของเสียทั้งหมดอยู่ในเส้นขอบเขตควบคุม หลังจากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลของเสียหลังจากการปรับปรุงอีกครั้งเป็นเวลา 6 วัน พบว่ากระบวนการผลิตยังคงอยู่ภายใต้การควบคุม จากนั้นจึงทำ

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้วัดความสามารถของกระบวนการผลิต ในเดือนพฤษภาคม 2554 ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลผลิตสุทธิ (หลังการปรับปรุง)

ขั้นตอน	ป้อนเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	ผลผลิตสุทธิ (%)	ของเสีย (%)
การคัดคุณภาพตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน	48,813	37,627	11,186	77.08	22.92
การคัดคุณภาพตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก	37,627	35,874	1,753	95.34	4.66

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนคัดคุณภาพตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงานพบของเสีย 11,186 กิโลกรัม มีผลผลิตสุทธิ 77.08 เปอร์เซ็นต์ และในขั้นตอนการคัดคุณภาพตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหักพบของเสีย 1,753 กิโลกรัม มีผลผลิตสุทธิ 95.34 เปอร์เซ็นต์

สุดท้ายได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน เรื่องการสร้างและใช้งานแผนภูมิควบคุมเพื่อให้พนักงานเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการผลิตได้

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตผักแช่แข็ง โดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน โดยมีปัญหาหลักคือ ปัญหาตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงาน และปัญหาตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหัก และกำหนดเป้าหมายในการศึกษาคือ เพิ่มผลผลิตสุทธิ ผลหลังจากการปรับปรุงพบว่า ผลผลิตสุทธิของการตัดหัวท้ายกินเนื้อชิ้นงานเพิ่มขึ้นจาก 65.73 เปอร์เซ็นต์ เป็น 77.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลผลิตสุทธิของการตัดชิ้นงานเฉียงและแตกหักเพิ่มขึ้นจาก 87.27 เปอร์เซ็นต์ เป็น 95.34 เปอร์เซ็นต์ โดยแนวทางการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นของบริษัทได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และทุนสนับสนุนการทำวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของคณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาและพนักงานทุกคนที่ให้ความอนุเคราะห์ให้เข้าไปทำวิจัยและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมนักเรียนนายเรืออากาศศึกษาพระองค์. บทความเกี่ยวกับผู้นำและการบริหารจัดการ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.aircadetwing.com>
- [2] วชิรพงษ์ สาลีสิงห์ (2548). ปฏิบัติกระบวนการทำงานด้วยเทคนิค Six Sigma ฉบับ Champion และ Black Belt, กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- [3] วสันต์ พุกผาสุข (2549). การลดของเสียจากกระบวนการซูปไครเมี่ยม โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณี : บริษัทในอุตสาหกรรมซูปไครเมี่ยม, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [4] ปัทมา วงศ์กาจ (2554). การลดความแปรปรวนความเค็มของกระบวนการแช่จืดในการผลิตผักกาดดองกระป๋องโดยเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า, การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่