

วิธีอ้างอิงบทความนี้: สิริธร กิ่งทอง และอนิรุทธ์ ชันธสะอาด. (2568). การลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุแก้ว: กรณีศึกษา โรงงานผลิตน้ำดื่ม จำกัด. วารสารปฏิบัติการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 11(3), 79-91. <https://doi.org/10.53848/jlsc.v11i3.276145>

Received: March 14, 2024
Revised: August 02, 2024
Accepted: September 25, 2025

การลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุแก้ว: กรณีศึกษา โรงงานผลิตน้ำดื่ม จำกัด

สิริธร กิ่งทอง¹ และ อนิรุทธ์ ชันธสะอาด^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ค้นหาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และทำให้เกิดความสูญเสียภายในโรงงานผลิตน้ำดื่ม จำกัด 2) เสนอแนวทางในการปรับปรุงสำหรับการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม และ 3) เปรียบเทียบผลระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงเพื่อลดของเสียจากปัญหาที่มีผลกระทบมากที่สุด ใช้รูปแบบการวิจัยการทดลอง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นกระบวนการผลิตน้ำดื่ม 3 ประเภท ได้แก่ น้ำดื่มประเภทถัง น้ำดื่มประเภทขวด และน้ำดื่มประเภทแก้ว โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 ประเภท เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการพิจารณากระบวนการผลิตที่มีของเสียมากที่สุดจากข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน พบของเสียทั้งหมด 86,409 ชิ้น เฉลี่ยเป็นของเสียจากน้ำดื่มประเภทขวดเท่ากับ 28,601 ชิ้น น้ำดื่มประเภทแก้วเท่ากับ 57,790 ชิ้น และน้ำดื่มประเภทถังเท่ากับ 18 ชิ้น จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะปัญหาที่เลือกทำการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลด้วยโปรแกรม Minitab วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ แผนผังก้างปลา ในการวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดของเสีย ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัญหาเกิดจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร ซึ่งมีทั้งหมด 3 ปัจจัย คืออุณหภูมิในการซิลฝาแก้ว อุณหภูมิในการย่ำซิลฝาแก้ว และเวลาในการกดซิลฝาแก้ว 2) จากนั้นทำการวิเคราะห์หาระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร ด้วยการออกแบบการทดลอง ซึ่งการปรับค่าเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้ว 3) สามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตจากร้อยละ 30.48 เป็นร้อยละ 13.97 ผลจากการปรับปรุงสามารถลดของเสียได้ถึงร้อยละ 69.83 ดังนั้นในการนำผลการวิจัยที่ค้นพบไปใช้ประโยชน์ในการหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตรายการผลิตอื่นได้

คำสำคัญ: การลดสัดส่วนของเสีย, กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุแก้ว, โรงงานผลิตน้ำดื่ม

ประเภทบทความ: บทความวิจัย

* ผู้รับผิดชอบงานหลัก

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน) คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, อีเมล: Sireethorn.kingthong@gmail.com:

² อาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน) คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, อีเมล: anirut.ka@buu.ac.th

Loss Reduction in a Water Cup Production Process: Drinking Water Production Plants' Case Study

Sireethorn Kingthong¹ and Anirut Kantasaard^{2*}

Abstract

This research aims to: (1) study and identify the causes affecting the production process that lead to waste in the drinking water production plant, (2) propose improvement guidelines to reduce waste in the production process, and (3) compare the results before and after implementing the improvement measures. The study employed a Design of Experiment (DOE) methodology. The population used in the study consisted of three types of drinking water products, which were the tank type, the bottled type, and the cup type. Samples were selected based on the product type that generated the highest amount of waste over the past three months. A total of 86,409 defective pieces were recorded, consisting of 28,601 units of bottled water waste, 57,790 units of cup water waste, and 18 units of tank-type water waste. Subsequently, data collection focused on the product category selected for experimental study. Research tools included a factorial design using Minitab software. Quality tools such as the fishbone diagram were applied to analyze and identify the factors contributing to waste generation. The findings revealed that the primary causes of waste were related to machine parameter settings, consisting of three key factors. DOE was then used to determine the optimal factor levels for machine parameter adjustment. After applying the optimal conditions, the waste rate was reduced from 30.48 percent to 13.97 percent, achieving a total waste reduction of 69.83 percent. The results confirm that DOE is an effective approach for identifying influential factors and improving production efficiency. The methodology can also be applied to waste reduction efforts in other manufacturing processes.

Keywords: Waste reduction, Water cup drinking water production process, Drinking water manufacturing plant

Type of Article: Research Article

* Corresponding author

¹Student of Master Degree of Science (Logistics and Supply Chain Management) Faculty of Logistics Burapha University, E-mail: Sireethorn.kingthong@gmail.com

²Professor of Master Degree of Science (Logistics and Supply Chain Management) Faculty of Logistics Burapha University, E-mail: anirut.ka@buu.ac.th

1. บทนำ

โรงงานผลิตน้ำดื่ม จำกัด เป็นโรงงานที่ประกอบ การเกี่ยวกับการผลิตน้ำดื่ม ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่โรงงาน ทำการผลิตแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ น้ำดื่มประเภท ถึง น้ำดื่มประเภทขวด และน้ำดื่มประเภทแก้ว โดยมีสัดส่วนการผลิตในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2566 ถึง มีนาคม พ.ศ.2566 ซึ่งมียอดการผลิตน้ำดื่มประเภท ขวดจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือน้ำดื่มประเภท แก้ว และยอดการผลิตน้อยที่สุดคือน้ำดื่มประเภท ถึง ซึ่งโครงสร้างสัดส่วนการผลิตมักเป็นไปตามความ ต้องการของตลาดและความสะดวกในการจัดจำหน่าย (Kotler & Keller, 2016) ปัจจุบันโรงงานประสบ ปัญหาที่เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2566 ถึง มีนาคม พ.ศ.2566 พบว่ามีของเสียที่เกิดขึ้นใน กระบวนการผลิตน้ำดื่ม ซึ่งของเสียในกระบวนการ ผลิตถือเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของประสิทธิภาพในการ ดำเนินงาน (Heizer et al., 2020) หากพบว่าสินค้าที่ ไม่มีคุณภาพออกไปสู่มือลูกค้า อาจส่งผลกระทบหลาย ด้าน โดยเฉพาะผลกระทบทางด้านธุรกิจ เช่น ต้นทุน ความไม่สอดคล้อง (cost of non-quality), การสูญเสีย ความเชื่อมั่น และความสัมพันธ์ระหว่างผู้บริโภคและ โรงงาน (Juran & Godfrey, 1999) ดังนั้น โรงงานจึง มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการตรวจสอบหา สาเหตุและวิธีการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อ ลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งการค้นหา สาเหตุอย่างเป็นระบบ เช่น การใช้เครื่องมือคุณภาพ (Quality Tools) และหลักการอื่น ๆ ที่จะสามารถช่วย ลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ (George, 2003)

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ความ สำคัญของการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของ เสียที่เกิดขึ้น เป็นประเด็นที่โรงงานต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากการลดของเสีย (Waste reduction) ถือเป็นปัจจัยหลักของการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

และเป็นตัวชี้วัดคุณภาพที่สำคัญขององค์กร (Heizer et al., 2020) จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่ม ในโรงงานผลิตน้ำดื่ม พบว่ามีของเสียในกระบวนการ ผลิตน้ำดื่มทั้ง 3 ประเภท จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของเสียสูงสุด ซึ่ง สอดคล้องกับแนวคิดการจัดลำดับความสำคัญของ ปัญหาแบบ Pareto ที่แนะนำให้เลือกปัญหาที่กระทบ ต่อผลลัพธ์มากที่สุด (Juran & Godfrey, 1999) โดย การเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ผลิตน้ำดื่ม ทั้ง 3 ประเภทตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2566 ถึง มีนาคม พ.ศ.2566 รวมเป็นเวลา 3 เดือน พบของเสียทั้งหมด 86,409 ชิ้น เฉลี่ยเป็นของเสียจาก น้ำดื่มประเภทขวดเท่ากับ 28,601 ชิ้น น้ำดื่มประเภท แก้วเท่ากับ 57,790 ชิ้น และน้ำดื่มประเภทถึงเท่ากับ 18 ชิ้น ซึ่งข้อมูลปริมาณของเสียลักษณะนี้สามารถช่วย ให้โรงงานกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ ผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพตามหลักการ Lean และ Six Sigma (George, 2003; Montgomery, 2020)

จากการศึกษาข้อมูลของเสียดังกล่าว ได้นำ เครื่องมือคุณภาพเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา ค้นหาค่าเหตุที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดของ เสียในกระบวนการผลิต และใช้หลักการออกแบบ การทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial design) เพื่อ เป็นการกรองเอาปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลออกจากรุ่นนำ หลักการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนอง (Response optimization) เข้ามาใช้ในการหาระดับปัจจัยที่ เหมาะสม ซึ่งจะใช้โปรแกรม MINITAB มาช่วยในการ วิเคราะห์และประมวลผล เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ การออกแบบการทดลอง (Design of experiments: DOE) และการควบคุมคุณภาพใน อุตสาหกรรม (Montgomery, 2020; Minitab LLC, 2023) เมื่อได้ค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมแล้วจะนำไป ทำการทดลองเพื่อยืนยันผลการดำเนินงาน (confirmation experiment) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการตรวจสอบ

ความถูกต้องของแบบจำลองและปัจจัยที่ปรับปรุงแล้ว (Box et al., 2005) และเมื่อผลการทดลองได้รับการยืนยัน จะสามารถนำมาจัดทำเป็นมาตรฐานในกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต (Heizer et al., 2020)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาค้นหาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และทำให้เกิดความสูญเสียภายในโรงงานผลิตน้ำดื่ม จำกัด
2. เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงสำหรับการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม
3. เปรียบเทียบผลระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงเพื่อลดของเสียจากปัญหาที่มีผลกระทบมากที่สุด

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความสูญเสียเปล่า

ความสูญเสียเปล่า (Waste) หมายถึงกิจกรรมหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ในกระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแก่ลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นอยู่ในรูปของเวลา วัสดุ หรือแรงงาน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของแนวคิดลีน (Lean manufacturing) ที่มุ่งลดความสูญเสียเปล่าในทุกขั้นตอนการทำงาน เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและลดต้นทุนการดำเนินงาน (ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงชนะ, 2555) งานวิจัยหลายชิ้นยังสะท้อนให้เห็นว่าการลดความสูญเสียเปล่าเป็นก้าวแรกของการยกระดับประสิทธิภาพ และเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ปัญหา ก่อนเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพด้วยเครื่องมือคุณภาพและเทคนิคการออกแบบการทดลอง เช่น แผนภาพก้างปลา พาเรโต และวงจร PDCA ซึ่งถูกประยุกต์ใช้เพื่อระบุปัญหาและสาเหตุของการสูญเสียเปล่าที่แท้จริง (สุรศักดิ์ วัฒนเกษตร, 2559)

3.2 ของเสียในกระบวนการผลิต

ของเสียในกระบวนการผลิต หมายถึงวัสดุผลพลอยได้ หรือชิ้นงานที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต แต่ไม่สามารถนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ ไม่ว่าจะเป็นเกิดจากวัสดุชำรุด คุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์ หรือจากพลังงานและทรัพยากรที่ใช้แล้วสูญเปล่า เช่น ฝุ่น ควัน เศษวัสดุ หรือน้ำที่สูญเสียไปในกระบวนการ (วิทยา อินทร์สอน และคณะ. 2558) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนมากพบว่าการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ของเสียจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น Flow process chart, Pareto chart, Fishbone diagram และ FMEA เพื่อระบุ “ปัจจัยสำคัญ” ที่ส่งผลต่อการเกิดของเสีย ซึ่งจะช่วยให้อาจกำหนดมาตรการปรับปรุงได้ตรงจุด ตัวอย่างเช่น งานของ ศิริชัย ลักษณะมีวงศ์ (2559) ที่ใช้ DOE แบบแฟคทอเรียลร่วมกับเครื่องมือคุณภาพเพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก และงานของ จตุรวิทย์ คงเขียว (2557) ที่ประยุกต์ใช้ DOE แบบ 2k Factorial เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต SMT จนสามารถลดอัตราของเสียลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

3.3 การเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิต (Productivity improvement) หมายถึงกระบวนการที่มุ่งให้การทำงานสามารถสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ภายใต้การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การเพิ่มผลผลิตครอบคลุมการลดต้นทุน การลดความสูญเสีย การใช้เทคโนโลยีเหมาะสม การพัฒนาทักษะผู้ปฏิบัติงาน และการนำเทคนิคการปรับปรุงกระบวนการ เช่น Lean, Six Sigma, PDCA หรือ DOE มาใช้เพื่อเพิ่มมาตรฐานคุณภาพในระยะยาว (อรปริยา รัตนารุณวงศ์, 2567) จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการเพิ่มผลผลิตมักเกี่ยวข้องโดยตรงกับการลดของเสีย เช่น งานของ ณัฐการ์ต ชูวงษ์วัฒนะ และคณะ. (2563) ที่ใช้ DOE แบบ FCC และ PFMEA เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสียหายในบรรจุภัณฑ์น้ำหนักรเบา และสามารถ

ลดอัตราของเสียได้มากถึง 99% สะท้อนว่าการบริหารจัดการกระบวนการอย่างเป็นระบบสามารถเพิ่มผลผลิตในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 การออกแบบการทดลอง (Design of experiment: DOE)

การออกแบบการทดลอง (DOE) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้เพื่อศึกษาผลของตัวแปรนำเข้า (input factors) ที่มีต่อผลลัพธ์ของกระบวนการผลิต (responses) ผ่านการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยทดลองอย่างเป็นระบบ เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด และหาค่าระดับที่เหมาะสมของปัจจัยเหล่านั้น โดยทั่วไป DOE แบ่งปัจจัยออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ ปัจจัยที่ควบคุมได้ (controllable factors) และปัจจัยรบกวน (noise factors) ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ในการทำงานจริง (Montgomery, 2020) หลักสำคัญของ DOE ประกอบด้วยสี่ประการ ได้แก่ 1) การสุ่ม (Randomization) เพื่อป้องกันอคติและปัจจัยแฝง 2) การทำซ้ำ (Replication) เพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล 3) การบล็อกปัจจัย (Blocking) เพื่อควบคุมปัจจัยที่ไม่อยู่ในความสนใจ 4) การทดลองแบบสมดุล (Balance) เพื่อให้การวิเคราะห์ทางสถิติมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ (Montgomery, 2020) กระบวนการทำ DOE มักประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา การเลือกปัจจัยและระดับ การกำหนดตัวแปรตอบสนอง การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง (ชยาภรณ์ พร้อมมูล, 2557)

งานวิจัยจำนวนมากนำ DOE มาประยุกต์ร่วมกับเครื่องมือคุณภาพ เช่น การศึกษาของ จตุรวิทย์ คงเขียว (2557) ที่ใช้ DOE แบบ 2k Factorial เพื่อหาปัจจัยหลักใน SMT หรืองานของ เกษธนา ลือกิจนา (2564) ที่ใช้ Box-Behnken และ Central composite design ในการหาปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อลดข้อบกพร่องในกระบวนการบรรจุหมพาสเจอร์ไรส์ นอกจากนี้งานวิจัยเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์น้ำหนักรา

เช่น ของ ญัฐการ์ต ชูวงษ์วัฒนะ และคณะ. (2563) ยังชี้ให้เห็นว่า DOE สามารถค้นหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากบรรจุภัณฑ์บางลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์ความรู้เหล่านี้ชี้ว่าการใช้ DOE แบบ 2-Level Factorial และการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพสามารถตอบโจทย์การลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุแก้วได้อย่างเหมาะสม เพราะสามารถคัดกรองปัจจัยที่เหลือเฉพาะตัวแปรสำคัญ ระดับค่าปัจจัยที่มีนัยสำคัญเชิงสถิติ และนำไปใช้เป็นแนวทางปรับปรุงกระบวนการได้จริงในภาคอุตสาหกรรม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย

ทำการวิจัยเชิงออกแบบการทดลอง (Design of experiment) แบบ 2k Factorial Design และการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมเข้ามามีผลในการแก้ไขปัญหาที่ทำการศึกษา โดยเลือกผลิตภัณฑ์น้ำดื่ม 3 ประเภท ที่มีของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มมากที่สุดจากข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2566 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2566 ที่พบว่าประเภทน้ำดื่มที่มียอดของเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุด คือ น้ำดื่มประเภทแก้ว

4.2 ข้อมูลที่ใช้ทดลอง

ศึกษาสภาพการทำงานและลักษณะของปัญหาได้ศึกษาสภาพการทำงานที่ทำให้เกิดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2566 ถึง มีนาคม พ.ศ.2566 จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปัญหาเพื่อค้นหาสาเหตุที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

4.3 เครื่องมือวิจัย

ทำการออกแบบการทดลองโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การทดลองแบบเต็มรูปแบบ 2 ระดับ 2k Factorial Design เพื่อกรองปัจจัยโดยไม่พิจารณาปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องออกเพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบ

ส่วนที่ 2 เป็นการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งทั้ง 2 ส่วนจะใช้โปรแกรม MINITAB ในการประมวลผลและวิเคราะห์ผล

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

พิจารณาจากประเภทน้ำดื่มทั้ง 3 ประเภทที่มีของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มมากที่สุดจากข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2566 ถึง มีนาคม พ.ศ.2566 พบว่าประเภทน้ำดื่มที่มียอดของเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุดคือน้ำดื่มประเภทแก้ว จากนั้นศึกษาสภาพการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้วจากกระบวนการแรกตั้งแต่นำวัตถุดิบเข้าเครื่องจักรเตรียมผลิตจนถึงกระบวนการสุดท้ายก่อนส่งมอบถึงลูกค้าพบว่าจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตโดยมีลักษณะบกพร่องของเครื่องจักร ทำให้แต่ละขั้นตอนการผลิตเกิดของเสีย เช่น นำแก้วเข้าเครื่อง เช็กตำแหน่งของฟิล์ม ตัดฟิล์มฝาแก้วด้วยความร้อน และบรรจุใส่กล่อง สามารถคิดเป็นร้อยละของสัดส่วนของเสียทั้งหมดในช่วงดังกล่าวเป็นจำนวน 57,790 ชิ้น ภายหลังจากการตรวจสอบพบว่า มีผลิตภัณฑ์บกพร่องจากขั้นตอนผลิต

น้ำดื่มประเภทแก้ว เป็นขั้นตอนนำแก้วเข้าเครื่อง 3 ชิ้น ขั้นตอนเช็กตำแหน่งของฟิล์ม 5,940 ชิ้น ขั้นตอนติดฟิล์มฝาแก้วด้วยความร้อน 51,840 ชิ้น ขั้นตอนบรรจุใส่กล่อง 7 ชิ้น

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มประเภทแก้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือคุณภาพที่เรียกว่า แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram or cause and effect) มาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดของเสียพบปัจจัยที่มีผลกระทบกับการเกิดของเสียโดยตรง คือ อุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว, อุณหภูมิในการตัดแผ่นฟิล์มฝาแก้วและอุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว จึงนำมากำหนดเป็นปัจจัยในการทดลอง กำหนดแบบการทดลองเป็นการทดลองเต็มรูปแบบ 2 ระดับ (2k Factorial design) ซึ่งสามารถแบ่งระดับปัจจัยได้ 2 ระดับ คือระดับ“สูง” และระดับ“ต่ำ” ผู้วิจัยนำปัจจัยซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตั้งค่าของเครื่องจักรมาวิเคราะห์และเป็นปัจจัยในการออกแบบการทดลอง ซึ่งมี 3 ปัจจัยดังนี้

ตารางที่ 1 การแบ่งระดับปัจจัย

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับปัจจัย		หน่วย
		ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)	
อุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว	A	185	195	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว	B	160	165	องศาเซลเซียส
เวลาในการกดซีลฝาแก้ว	C	0.1	0.2	วินาที

หมายเหตุ: เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิในการซีลฝาแก้วและอุณหภูมิในการตัดแผ่นฟิล์มฝาแก้วใช้ค่าพารามิเตอร์เดียวกันจึงรวมสองปัจจัยนี้เข้าด้วยกัน

การออกแบบการทดลองโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบเต็มรูปแบบ 2 ระดับ ทำการทดลองผลการตอบสนอง โดยให้ผลการตอบสนองของการทดลองเป็นสัดส่วนของเสียต่อปริมาณการผลิต ที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$) ซึ่งมีรูปแบบการทดลอง 2k ทั้งหมด 3 ปัจจัย ซึ่งจะเท่ากับ 23 และกำหนดการทดลองซ้ำกัน 2 ครั้ง (2 Replicate) ดังนั้นจะต้องทำการทดลองทั้งหมด 16 การทดลอง ในช่วง

ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI.) อยู่ในกลุ่ม 2 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

เวลาเก็บข้อมูลในส่วนที่ 2 เริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2566 ถึง กันยายน พ.ศ.2566 โดยใช้โปรแกรม MINITAB ในการสุ่มการทดลองรูปแบบการจัดลำดับการทดลอง โดยทำการทดลองการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง เมื่อได้ทำการจัดลำดับการทดลอง จะทำการทดลองทั้งหมด 16 การทดลอง และเมื่อได้ผลการทดลองแล้ว ผู้วิจัยใช้โปรแกรม MINITAB เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ผลความแปรปรวนและสรุปผล

5. ผลการวิจัย

จากการกำหนดวิธีการดำเนินงานของการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุแก้วกรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่มได้นำเอาวิธีการดำเนินการออกแบบการทดลอง มาทำการทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองและแสดงผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

5.1 จากการกรองปัจจัยเบื้องต้น ที่ได้กล่าวไว้ในวิธีการดำเนินการวิจัยได้ทำการทดลองและตรวจสอบสถานะของการปฏิบัติงานให้ตรงตามลำดับของการทดลอง (Run order) ซึ่งประกอบด้วยการ

ทดลองทั้งหมด $2^3 = 8$ การทดลองและทำการทดลองซ้ำ 2 รอบ รวมเป็น 16 การทดลองโดยกำหนดค่านัยสำคัญไว้ที่ 0.05 ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกจำนวนของเสีย (Response) ในแต่ละการทดลอง

5.2 การเลือกปัจจัยการทดลองที่เหมาะสม

การเลือกปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการทดลองจะเลือกเทอมที่มีนัยสำคัญจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าปัจจัยหลักได้แก่ อุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว, อุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้วมีผลกระทบต่อค่าจำนวนของเสีย (Response) เนื่องจากพิจารณา ค่า P-Value เทียบกับค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยนั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนอง (Response) อย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงทำการลดรูปปัจจัยที่ไม่มีผลกระทบต่อค่าจำนวนของเสีย (Response) ได้แก่ เวลาในการกดซีลฝาแก้ว ปัจจัยร่วม 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว กับเวลาในการกดซีลฝาแก้วและปัจจัยร่วม 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว อุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว และเวลาในการกดซีลฝาแก้ว แสดงดังภาพที่ 1

Factorial Regression: Response versus A, B

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	0.031619	0.010540	25.42	0.000
Linear	2	0.031613	0.015806	38.13	0.000
A	1	0.024806	0.024806	59.83	0.000
B	1	0.006806	0.006806	16.42	0.002
2-Way Interactions	1	0.000006	0.000006	0.02	0.904
A*B	1	0.000006	0.000006	0.02	0.904
Error	12	0.004975	0.000415		
Lack-of-Fit	4	0.001125	0.000281	0.58	0.683
Pure Error	8	0.003850	0.000481		
Total	15	0.036594			

Model Summary

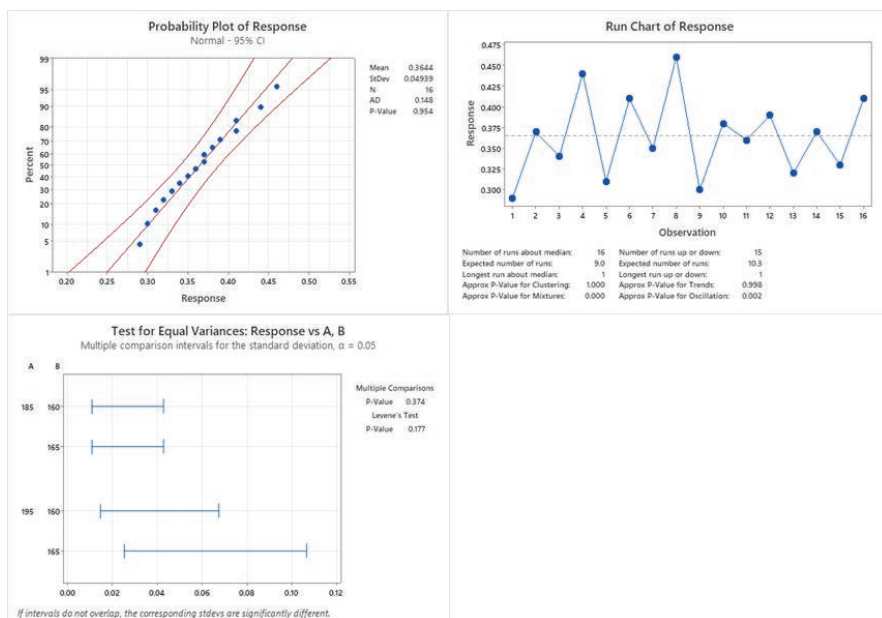
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0203613	86.40%	83.01%	75.83%

ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจาก Minitab หลังจากลดรูปแบบปัจจัย

ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI.) อยู่ในกลุ่ม 2 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

พิจารณาภาพที่ 1 พบว่าค่า R-sq เท่ากับ 86.40% ซึ่งค่าเข้าใกล้ 100 แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบจำลองการถดถอยที่ได้มานั้นสามารถอธิบายความผันแปรของค่าตัวแปรตอบสนองที่กระจายรอบค่าเฉลี่ยได้เป็นอย่างดี และ R-sq (Adj) เท่ากับ 83.01% มีค่าใกล้เคียงกับค่า R-sq แสดงว่าตัวแปรอิสระหรือแหล่งของความผันแปรถูกใส่เข้าไปในตัวแบบจำลองการถดถอยเหมาะสมแล้ว หรือไม่มีลักษณะของการใส่ตัวแปรมากเกินไป (Overfit) และได้พิจารณาค่า Lack of Fit พบว่ามีค่า P-Value เท่ากับ 0.683 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า สมการถดถอยมีความเหมาะสม การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง นำค่าผลตอบสนองที่

ได้จากจำนวนชิ้นงานที่เสียหายในกระบวนการผลิต มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสียหายของบรรจุภัณฑ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha = 0.05$) สามารถวิเคราะห์ผลได้ว่าคุณสมบัติของค่าส่วนตกค้างเป็นไปตามข้อกำหนด คือรูปแบบของค่าส่วนตกค้างเป็นไปตามสมมติฐานทั้งหมด 3 ข้อ ได้แก่ ค่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวแบบปกติ, ค่าส่วนตกค้างเป็นแบบสุ่ม และ ค่าความแปรปรวนของส่วนตกค้างมีเสถียรภาพ จึงสามารถบ่งบอกได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความถูกต้องและเหมาะสมสำหรับนำไปวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัย



ภาพที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง (Model Adequacy Checking)

5.3 การวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยที่ทำการทดลอง พบว่าปัจจัยหลัก คือ ค่าอุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว (องศาเซลเซียส) และค่าอุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว (องศาเซลเซียส) ส่งผลกระทบบ่อค่าจำนวนของเสีย (Response) เมื่อพิจารณาผลกระทบ

ร่วมตั้งแต่ 2 ปัจจัย พบว่าค่าอุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว (องศาเซลเซียส) และค่าอุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว (องศาเซลเซียส) ก็มีผลต่อค่าจำนวนของเสีย (Response) อย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลการทดลอง

Factorial Regression : Response Versus A, B					
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	0.032438	0.005406	11.71	0.001
Linear	3	0.032119	0.010706	23.18	0.000
A	1	0.024806	0.024806	53.72	0.000
B	1	0.006806	0.006806	14.72	0.004
C	1	0.000506	0.000506	1.10	0.322
2-Way Interactions	3	0.000319	0.000106	0.23	0.873
A*B	1	0.000006	0.000006	0.01	0.910
A*C	1	0.000156	0.000156	0.34	0.575
B*C	1	0.000156	0.000156	0.34	0.575
Error	9	0.004156	0.000462		
Lack-of-Fit	1	0.000306	0.000306	0.64	0.448
Pure Error	8	0.003850	0.000481		
Total	15	0.036594			
Model Summary	S = 0.0214897		R-sq = 88.64 %	R-sq (adj) = 81.07 %	

จากข้อมูลตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีมากกว่า 2 ปัจจัย และพบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองมีผลกระทบร่วม 2 กรณี ซึ่งผลกระทบร่วมมีนัยสำคัญ (P-Value < 0.05) และจะไม่พิจารณาปัจจัยหลัก ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากค่าความผิดพลาดมีการแจกแจงปกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ โดยมีความแปรปรวนคงที่และเป็นอิสระต่อกัน

กรณีที่ 1 ค่า P-Value ของปัจจัยระหว่างอุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว (A) และอุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว (B) มีค่าน้อยกว่า 0.05 สรุปได้ว่าปัจจัยทั้งสองเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบร่วมอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้ว

กรณีที่ 2 ค่า P-Value ของปัจจัยเวลาในการ

กดซีลฝาแก้ว (C) มีค่ามากกว่า 0.05 สรุปได้ว่าปัจจัยเวลาในการซีลฝาแก้วไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้วอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีผลกระทบร่วม

5.4 การหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถเขียนสมการถดถอยเพื่อทำนายค่าจำนวนของเสีย (Response) ในรูปของปัจจัยที่มีนัยสำคัญเพื่อนำไปหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยได้ดังนี้ $Y = -1.2 - 0.0021A + 0.0025B + 1.80C + 0.000050 A*B + 0.0125A*C - 0.0250B*C$

จากสมการสามารถหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยโดยใช้ฟังก์ชันหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนอง (Response optimizer) โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบเข้าสู่เป้าหมาย (Goal) โดยกำหนดค่าต่าง ๆ

ดังต่อไปนี้ตั้งค่าจำนวนของเสีย (Response) น้อยที่สุด (Lower) เท่ากับ 0.29 ตั้งค่าจำนวนจองเสีย (Target) เท่ากับ 0.29 ตั้งค่าจำนวนจองเสีย (Response)

มากที่สุด (Upper) เท่ากับ 0.46 ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สภาวะการทำงานที่เหมาะสม

ตารางที่ 3 Output optimize point

Response Optimization						
Parameters						
Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
	Minimize	0.29	0.29	0.46	1	1
A = 185						
B = 160						
C = 0.1						
Predicted Response						
Response = 0.295 desirability = 0.970588						
Composite Desirability = 0.970588						

จากตารางที่ 3 แสดงปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุแก้ว ได้แก่ ค่าอุณหภูมิในการซีลฝาแก้วเท่ากับ 185 องศาเซลเซียส, ค่าอุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้วเท่ากับ 160 องศาเซลเซียส และเวลาในการกดซีลฝาแก้ว เท่ากับ 0.1 วินาที จะได้ค่าจำนวนของเสีย (Response) เท่ากับ 0.29 นอกจากนี้ค่าวัดความพอใจโดยรวมของผลตอบสนอง (Composite desirability :D) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ถ้า D มีค่าเท่ากับ 0.970588 ซึ่งสามารถพิเศษทศนิยมมีค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ผลตอบนั้นได้รับความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์

5.5 การทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลอง
ได้ทำการทดลองเพื่อยืนยันว่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมจากการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมนั้นจะส่งผลให้ค่าจำนวนของเสีย (Response) ได้ตามที่ต้องการหรือไม่ด้วยการปรับค่าต่าง ๆ ตามผลที่ได้จากการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งค่าอุณหภูมิใน

การซีลฝาแก้วเท่ากับ 185 องศาเซลเซียส, ค่าอุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้วเท่ากับ 160 องศาเซลเซียส และค่าเวลาในการกดซีลฝาแก้วเท่ากับ 0.1

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ไปกำหนดตั้งค่าเครื่องจักร โดยทำการทดลองทั้งหมด 8 ครั้ง จำนวนชิ้นงานในกระบวนการผลิตเพื่อยืนยันผลการทดลองจำนวน 100 ชิ้น จากนั้นทำการทดสอบว่าค่าจำนวนของเสีย (Response) ของกลุ่มตัวอย่างการทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลอง 8 การทดลองมีค่าเท่ากับ 0.29 หรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า P-Value เท่ากับ 0.826 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่าการทดลองเพื่อยืนยันผลที่ 8 การทดลองไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ คือ ค่าจำนวนของเสีย (Response) ทั้ง 8 การทดลองเท่ากับ 0.29 โดยที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29125 และช่วงความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.27827 - 0.30423 ดังนั้นจึงสามารถนำค่าระดับของแต่ละปัจจัยไปใช้ในการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้วได้

6. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

6.1 สาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต
และทำให้เกิดความสูญเสียภายใน โรงงานผลิตน้ำดื่ม จำกัด สรุปได้ว่า การหาสภาวะพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้ว เนื่องจากกระบวนการผลิตเกิดปัญหามากที่สุด คิดเป็น ของเสียร้อยละ 66.88 ได้เลือกใช้หลักการออกแบบ การทดลองช่วยในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เหมาะสม เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องการเกิดของเสียใน กระบวนการผลิต และการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม นำมาใช้เป็นมาตรฐานในกระบวนการผลิตให้สามารถ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 แนวทางในการปรับปรุงสำหรับการลด
ของ เสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภท แก้ว สรุปได้ว่า ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการ ลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มพร้อมทั้งหา ระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าต่าง ๆ ของ เครื่องจักร โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว อุณหภูมิในการย่ำ ซีลฝาแก้ว และเวลาในการกดซีลฝาแก้ว ได้ใช้การ ออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ (2k Factorial Design) และได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในการ ศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการลดของ

เสียในกระบวนการผลิต เมื่อทำการทดลองตามแผน แล้วผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญ คือ อุณหภูมิในการซีล ฝาแก้ว (A) และ อุณหภูมิในการย่ำซีลฝาแก้ว (B) จาก นั้นได้นำเอาค่าตอบสนอง (Response) ที่ได้จากการ ทำการทดลองมาวิเคราะห์ต่อเพื่อยืนยันผลของการ ทดลอง โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการหาค่าระดับ ปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิต จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่เหมาะสมกับการผลิต คือ อุณหภูมิในการซีลฝา แก้วที่ระดับปัจจัย 185 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิในการ ย่ำซีลฝาแก้วที่ระดับปัจจัย 160 องศาเซลเซียส และ ระยะเวลาในการกดซีลฝาแก้วที่ระดับปัจจัย 0.1 วินาที

6.3 เปรียบเทียบผลระหว่างก่อนปรับปรุง
และหลังปรับปรุงเพื่อลดของเสียจากปัญหาที่มี
ผลกระทบ มากที่สุด สรุปได้ว่า จากการหาค่าระดับ ปัจจัยที่เหมาะสม เมื่อได้ค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสม ที่สุดตามตารางที่ 3 เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัย ว่าสามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม ประเภทแก้วได้จริงและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงทำการ ทดสอบและกำหนดค่าตามระดับปัจจัยที่เหมาะสมใน กระบวนการผลิต จากนั้นนำข้อมูลจำนวนของเสียก่อน และหลังการทำการวิจัยของปัญหา มาทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ตารางที่ 6 ผลที่ได้จากการผลิตเมื่อนำค่าปัจจัยที่เหมาะสมไปใช้เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลัง

ระยะเวลาที่ผลิต	ผลลัพธ์	จำนวนยอด การผลิต (ชิ้น)	จำนวนของดี (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ ของเสีย
ม.ค 66 - มี.ค 66	ก่อนการปรับปรุง	189,600	131,810	57,790	30.48
ก.ค 66 - ก.ย 66	หลังการปรับปรุง	124,800	107,364	17,436	13.97

ก่อนทำการวิจัยมียอดการผลิตเท่ากับ 189,600 ชิ้น และมีจำนวนของเสียเท่ากับ 57,790 ชิ้น คิดเป็นร้อยละของเสียเท่ากับ 30.48 และเมื่อทำการทดลองโดยนำค่าอุณหภูมิในการซีลฝาแก้ว 185 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิในการย้าซีลฝาแก้ว 160 องศาเซลเซียส และเวลาในการกดซีลฝาแก้ว 0.1 วินาที ซึ่งเป็นระดับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการผลิต พบว่าหลังการปรับปรุงมียอดการผลิตเท่ากับ 124,800 ชิ้น และมีจำนวนของเสียเท่ากับ 17,436 ชิ้น คิดเป็นร้อยละของเสียเท่ากับ 13.97 นำค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมไปใช้ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทแก้ว พบว่าหลังจากการปรับปรุงมีจำนวนของเสียลดลง สามารถลดของเสียได้ถึงร้อยละ 69.83 ซึ่งบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ที่ร้อยละ 50 ส่งผลให้ด้านกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเมื่อมีการกำหนดค่าปัจจัยที่เหมาะสม ส่งผลให้ปริมาณของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตลดลง

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต คือ การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร ดังนั้น โรงงานผลิตน้ำดื่มจะต้องคอยตรวจเช็คหรือนำค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากการทดลองไปปรับใช้ และแนวทางในการปรับปรุงสำหรับการลดของเสียของโรงงานผลิตน้ำดื่ม คือ จะต้องปฏิบัติตามนี้ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ว่าอยู่ในอุณหภูมิเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาพารามิเตอร์อื่น ๆ เพิ่มเติม นอกเหนือจากพารามิเตอร์ของเครื่องจักร ได้แก่ อุณหภูมิรอบ ๆ พื้นที่ปฏิบัติงานเป็นต้น เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จตุรวิทย์ คงเขียว. (2557). การลดของเสียในระบบการผลิตด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง: กรณีศึกษาในกระบวนการผลิต Surface Mount Technology (SMT). สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชยาภรณ์ พร้อมมูล. (2557). การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองเพื่อลดผลิตภัณฑ์บกพร่อง ประเภทฉีดยา ไม่เต็มแบบในกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐการ์ต ขวัญวัฒนะ, นภัสสวงศ์ โอสดีศิลป์ และประเสริฐ อัครประดมพงศ์. (2563). การบริหารจัดการและควบคุมความเสี่ยงเชิงคุณภาพสำหรับบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกที่มีการลดน้ำหนัก. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:50253>.
- เกษณา ลือกิจนา. (2564). การลดของเสียในกระบวนการบรรจุนมพาสเจอร์ไรซ์ชนิดถุง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. <https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2021.983>.
- อรปรียา รัตนารุณวงศ์. (2567). การประยุกต์ใช้การจัดการแบบลีนในกระบวนการบรรจุขวดของอุตสาหกรรมเครื่องดื่มแห่งหนึ่ง. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงชนะ. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษาโรงงานผลิตปืมน้ำรถยนต์. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 2(2), 40–62.
- วิทยา อินทร์สอน, ปัทมาพร ท่อชู และภาณุเมศวร์ สุขศรีศิริวัชร. (2558). ความสูญเสีย 7 ประการในกระบวนการผลิต (7 Wastes of Production Process). *Thailand Industry Magazine*. <http://www.thailandindustry.com/onlineMag/view2.php?id=106&issues=10§ion=16>.
- ศิริชัย ลักษมีวงศ์. (2559). การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรศักดิ์ วัฒนเกษตร. (2559). การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ด้วยเครื่องมือคุณภาพและวงจร PDCA. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Box, G. E. P., Hunter, J. S., & Hunter, W. G. (2005). *Statistics for experimenters: Design, innovation, and discovery*. 2nd ed.. Wiley.
- George, M. L. (2003). *Lean six sigma for service: How to use lean speed and six sigma quality to improve services and transactions*. McGraw-Hill.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management*. 13th ed.. Pearson.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's quality handbook*. 5th ed.. McGraw-Hill.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management*. 15th ed.. Pearson.
- Minitab LLC. (2023). *Minitab statistical software* [Computer software]. <https://www.minitab.com>.
- Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments*. 10th ed.. Wiley.