การลดของเสียจากปัญหาฝาขวดชำรุดในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

Reduction of Waste Caused by Defective Bottle Caps in Bottled Water Manufacturing

ศุภลักษณ์ สุวรรณ[1], ลิขิต พลเดช[2]

[1]*คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, supaluck@northcm.ac.th*

[2]*คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, b661102023@northcm.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาฝาขวดชำรุดในกระบวนการปิดฝาของการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด และพัฒนาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดอัตราของเสีย โดยดำเนินการวิจัยเชิงปรับปรุงกระบวนการ (Process Improvement Research) ประกอบด้วยการเก็บข้อมูลของเสียในสายการผลิต การวิเคราะห์สาเหตุด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ และการออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุงพบว่า อัตราของเสียจากปัญหาฝาขวดชำรุดอยู่ที่ร้อยละ 12.59 สาเหตุหลักเกิดจากการปรับตั้งองศาของรางส่งฝาที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ฝาขวดพลิกกลับด้านก่อนเข้าสู่กระบวนการปิดฝา รวมถึงแรงกดของหัวจับฝาที่ขาดความสม่ำเสมอ และการขาดระบบตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิต เครื่องมือควบคุมคุณภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) และแผนภูมิควบคุม (Control Chart) แนวทางการปรับปรุงประกอบด้วยการออกแบบและติดตั้ง อุปกรณ์ป้องกันฝาพลิกกลับด้าน ซึ่งประกอบด้วยชุดดาวแฉก (Star Wheel) เซนเซอร์ตรวจจับ และระบบกระบอกลม (Air Cylinder) ทำหน้าที่คัดแยกและกำจัดฝาที่วางผิดด้านออกจากกระบวนการก่อนเข้าสู่ หัวจับฝา (Capping Head) รวมถึงการปรับตั้งองศาของรางส่งฝาให้เหมาะสมกับทิศทางการป้อนเข้าสู่เครื่องปิดฝา ผลการประเมินหลังการปรับปรุงพบว่า อัตราของเสียลดลงเหลือ 0.16 ลดลงร้อยละ 12.43 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นร่วมกับการปรับตั้งรางส่งฝามีประสิทธิภาพอย่างมีนัยสำคัญในการลดความผิดพลาดของกระบวนการปิดฝา การปรับปรุงดังกล่าวช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุนการผลิต และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดหรืออุตสาหกรรมที่มีลักษณะกระบวนการใกล้เคียงกันได้ในอนาคต

คำหลัก: ฝาขวดชำรุด, การลดของเสีย, การปรับปรุงกระบวนการผลิต, เครื่องมือควบคุมคุณภาพ, กระบวนการปิดฝา, อุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวด

Abstract

This research aimed to analyze the causes of defective bottle caps in the capping process of bottled drinking water production and to develop improvement measures to reduce the defect rate. The study employed a process improvement research approach, which included defect data collection from the production line, root cause analysis using quality control tools, and the design and implementation of corrective actions. The results of the pre-improvement analysis indicated that the primary causes of bottle cap defects were the improper adjustment of the cap feeder rail angle, which caused caps to flip upside down, inconsistent capping pressure at the capping station, and the absence of an in-process inspection system. Quality control tools used in the analysis included Pareto charts, cause-and-effect (fishbone) diagrams, and control charts. To address these issues, a cap inversion prevention device was designed and installed. The device consisted of a star wheel mechanism, detection sensors, and an air cylinder system to identify, separate, and remove incorrectly oriented caps before they entered the capping head. In addition, the cap feeder rail angle was adjusted to ensure proper cap orientation and smooth feeding into the capping process. The results of the post-improvement evaluation revealed that the defect rate decreased to 0.16, corresponding to a 12.43% reduction when compared with the pre-improvement stage, demonstrating that the developed device and feeder rail adjustment significantly improved the effectiveness and reliability of the capping process. The proposed improvements enhanced product quality consistency, reduced production costs, and can be applied to similar production processes in the bottled drinking water industry and related manufacturing sectors.

Keywords: Defective bottle caps, Waste reduction, Process improvement, Quality control tools, Capping process, Bottled drinking water industry

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

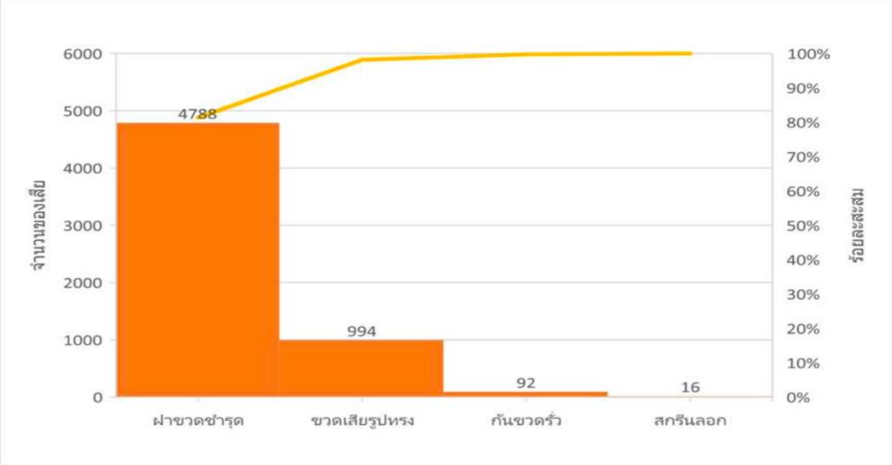
อุตสาหกรรมน้ำดื่มเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของประชาชน เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2564) ความต้องการน้ำดื่มบรรจุขวดเพิ่มสูงขึ้นตามพฤติกรรมการบริโภคและการแข่งขันในตลาดที่รุนแรง ผู้ประกอบการจึงต้องมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อลดต้นทุนและรักษาคุณภาพสินค้า อย่างไรก็ตาม จากข้อมูล

การผลิตของบริษัทกรณีศึกษา ผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี พบการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 250 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 12.59 ของยอดการผลิตทั้งหมด และสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจประมาณ 708,000 บาทต่อปี ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดน้ำดื่มบรรจุขวด

จากข้อมูลการผลิตในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568 ที่มียอดการผลิตทั้งหมด 46,788 ขวด พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ฝาชำรุด ขวดเสียรูปทรง ก้นขวดรั่ว และสกรีนลอก โดยมีจำนวนและร้อยละแสดงได้ดังตาราง 1 และภาพ 1

ตาราง 1 จำนวนและร้อยละของของเสียที่เกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568

ประเภทของเสีย	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ	ร้อยละของเสีย	ร้อยละสะสม
ฝาชำรุด	4,788	10.23	81.29	81.29
ขวดเสียรูปทรง	994	2.12	16.88	98.17
ก้นขวดรั่ว	92	0.20	1.56	99.73
สกรีนลอก	16	0.03	0.27	100
รวมของเสีย	5,890	12.59	100	100
ยอดการผลิต	46,788	-	-	-



ภาพ 1 แผนภูมิพาเรโตของของเสียเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568

จากตาราง 1 และภาพ 1 ได้วิเคราะห์แผนภูมิพาเรโตอาศัยหลักการ 80/20 ซึ่งระบุว่าปัญหาส่วนใหญ่ของระบบมักเกิดจากสาเหตุเพียงไม่กี่ประการ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ของเสียประเภทฝาชำรุดมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 81.29 ของของเสียทั้งหมด ซึ่งเกินเกณฑ์ร้อยละ 80 ตามหลัก

พาเรโตอย่างชัดเจน รองลงมาคือ ขวดเสียรูปทรง คิดเป็นร้อยละ 16.88 ในขณะที่ของเสียประเภทก้นขวดรั่วและสกรีนลอกมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 1.56 และ 0.27 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าปัญหาฝาชำรุดเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต และควรได้รับการแก้ไขเป็นลำดับแรกเพื่อให้การลดของเสียเกิดประสิทธิผลสูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสาเหตุของการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสาเหตุของการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด
2. สามารถลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
3. ลดต้นทุนการผลิตจากการลดการสูญเสีย และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กร

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์สาเหตุของการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องมือคุณภาพเพื่อระบุสาเหตุหลักและเสนอแนวทางปรับปรุง ประกอบด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโต แผนภูมิก้างปลา และการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบ Why-Why Analysis (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2564) โดยสาเหตุหลักของการสูญเสียในกระบวนการผลิต จำแนกตาม 4M 1E ได้แก่ Man (คน), Machine (เครื่องจักร), Material (วัตถุดิบ), Method (วิธีการ) และ Environment (สิ่งแวดล้อม) (Ishikawa, K., 1986) ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวจะช่วยลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงกรณีศึกษาและการปรับปรุงกระบวนการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียจากปัญหาฝาขวดชำรุด และพัฒนาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 250 มิลลิลิตร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ น้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 250 มิลลิลิตร ทั้งหมดที่ผลิตในสายการผลิตปกติของโรงงานกรณีศึกษา โดยไม่ใช้การสุ่มตัวอย่าง เนื่องจากเป็นการศึกษาของเสียที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลิต (Census of Production Output)

ข้อมูลก่อนการปรับปรุงเก็บรวบรวมจากกระบวนการผลิตใน เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568 ซึ่งมียอดการผลิตรวมทั้งสิ้น 46,788 ขวด ภายใต้สภาวะการผลิตปกติ ส่วนข้อมูลหลังการปรับปรุงเก็บรวบรวมเป็นระยะเวลา 1 เดือนต่อเนื่อง หลังจากดำเนินการปรับปรุงกระบวนการ โดยควบคุมเงื่อนไขการผลิตให้ใกล้เคียงกับช่วงก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เครื่องจักร ชนิดวัตถุดิบ แรงงาน และรูปแบบการทำงาน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรต้น ได้แก่ ปัจจัยตามแนวคิด 4M 1E ประกอบด้วย Man (พนักงานปฏิบัติงาน), Machine (เครื่องจักรและอุปกรณ์), Material (วัสดุและฝาขวด), Method (วิธีการทำงานและการปรับตั้งเครื่องจักร), Environment (สภาพแวดล้อมในการผลิต) ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณและอัตราของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะของเสียจากฝาขวดชำรุด

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดย เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ (Quality Control: QC) ประจำสายการผลิตร่วมกับผู้วิจัยโดยใช้แบบฟอร์มบันทึกของเสียประจำวัน ซึ่งระบุประเภทของเสีย จำนวน และช่วงเวลาที่พบของเสียอย่างชัดเจน การตรวจสอบความเสียหายของฝาขวดดำเนินการด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) ในระหว่างและหลังการปิดฝา โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาฝาชำรุด เช่น ฝาแตก ฝาบิดเบี้ยว ฝาปิดไม่สนิท หรือฝาวางผิดด้าน ข้อมูลถูกบันทึกทุกกะการผลิต และมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยหัวหน้าสายการผลิตในแต่ละวัน เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสีย ทำการรวบรวมข้อมูลของเสียก่อนการปรับปรุงและนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาฝาขวดชำรุดโดยใช้ แผนผังก้างปลา ซึ่งจำแนกสาเหตุออกตามแนวคิด 4M 1E โดยอาศัยการประชุมระดมสมองร่วมกับทีมวิศวกร ฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพเพื่อระบุสาเหตุที่อาจส่งผลต่อการเกิดของเสียอย่างเป็นระบบ

2. การกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต จากผลการวิเคราะห์ผังก้างปลา ทำการคัดเลือกสาเหตุหลักที่ส่งผลต่อการเกิดของเสีย และกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ เช่น การปรับตั้งอุปกรณ์ การออกแบบอุปกรณ์เสริม และการปรับปรุงวิธีการทำงานในขั้นตอนปิดฝาขวด

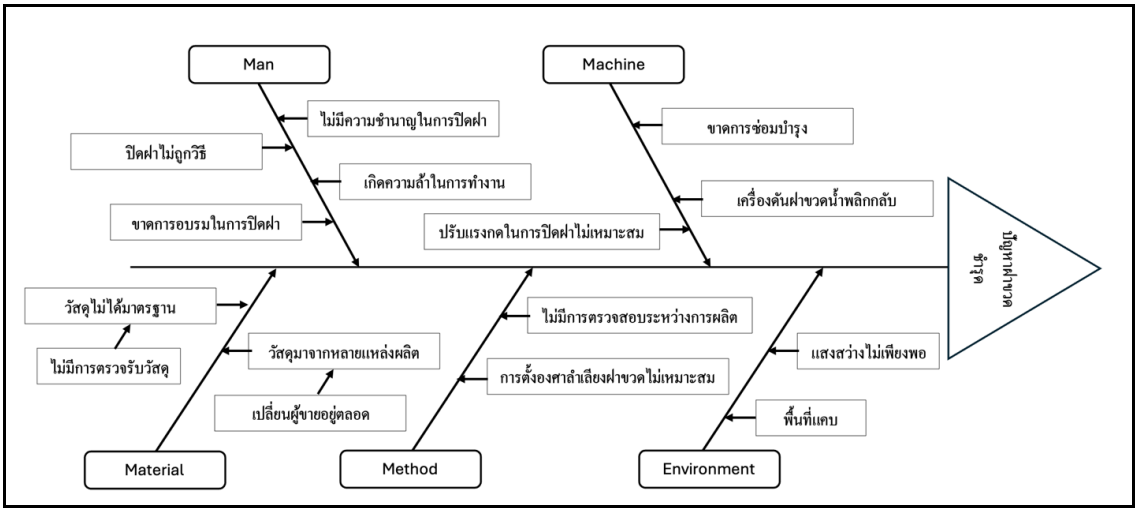
3. การดำเนินการปรับปรุงและเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง ดำเนินการติดตั้งและใช้งานแนวทางการปรับปรุงในสายการผลิตจริง จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตเป็นระยะเวลา 1 เดือน ภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่ใกล้เคียงกับช่วงก่อนการปรับปรุง

4. การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล เปรียบเทียบปริมาณและอัตราของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเพื่อประเมินประสิทธิผลของแนวทางการปรับปรุงที่นำมาใช้และสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้ สามารถดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียที่เกี่ยวข้องกับปัญหาฝาขวดชำรุด โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อแสดงปัจจัยและสาเหตุที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหา ดังแสดงในภาพ 2

ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาฝาขวดชำรุด พบว่าเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกันตามที่แสดงในภาพ 2 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงที่สุด คือ วิธีการปฏิบัติงานและเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ทั้งนี้สาเหตุหลักสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในระหว่างกระบวนการผลิต รางส่งฝาไม่สามารถปรับ องศาได้อย่างเหมาะสม ทำให้ตำแหน่งของฝาไม่ตรงกับปากขวด ส่งผลให้เกิดการพลิกหรือกลับด้านของฝาน้ำ นอกจากนี้รางส่งฝายังเกิดการกระทบกับส่วนของเครื่องจักร ซึ่งยิ่งเพิ่มโอกาสให้ฝาอยู่ในทิศทางผิดปกติ ขณะเดียวกันแรงกดที่ใช้ในการปิดฝาไม่คงที่ ได้แก่ กรณีที่แรงกดต่ำเกินไป ทำให้ฝาไม่ยึดเกาะกับปากขวดอย่างสมบูรณ์ และในกรณีที่แรงกดสูงเกินไป ส่งผลให้ฝาแตกหรือฉีกขาด ยิ่งไปกว่านั้น ยังไม่มีการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างขั้นตอนการปิดฝา ส่งผลให้ไม่สามารถตรวจจับความผิดปกติได้ทันที และนำไปสู่การเกิดของเสียจำนวนมากในกระบวนการผลิต



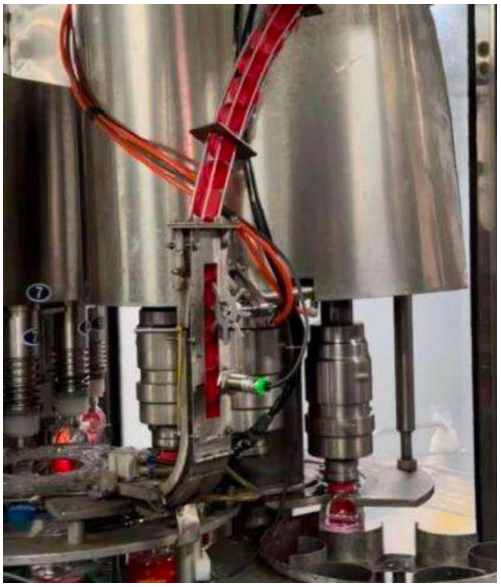
ภาพ 2 แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) วิเคราะห์สาเหตุของเสียปัญหาฝาขวดชำรุด

เพื่อแก้ไขปัญหาฝาขวดพลิกกลับด้านในระหว่างกระบวนการผลิต จึงได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนา อุปกรณ์ช่วยป้องกันการกลับด้านของฝาขวด ซึ่งทำงานร่วมกับระบบรางส่งฝาและหัวแกร๊ปของเครื่องปิดฝา โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์มีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักคือ ชุดหมุนคัดแยกประเภท “ดาวแฉก” (Star Wheel) ทำหน้าที่ตรวจสอบทิศทางของฝาที่เคลื่อนผ่านรางส่ง แสดงดังภาพ 3

ภาพ 3 ชุดหมุนคัดแยก (ดาวแฉก)

หากฝาขวดอยู่ในทิศทางที่ถูกต้อง ดาวแฉกจะปล่อยให้ฝาไหลผ่านเข้าสู่ตำแหน่งหัวแกร๊ปสำหรับปิดฝา พร้อมทั้งมี เซนเซอร์ตรวจจับทิศทางทำงานร่วมกัน โดยเมื่อฝาถูกด้าน เซนเซอร์จะแสดงสัญญาณไฟสีเขียว ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 เซนเซอร์แสดงสัญญาณไฟสีเขียวเมื่อฝาไหลในทิศทางที่ถูกต้อง

ในกรณีที่ฝาขวดกลับด้าน ชุดดาวแฉกจะทำหน้าที่หยุดการเคลื่อนไหวของฝา เพื่อป้องกันไม่ให้เข้าสู่ตำแหน่งหัวแกร๊ป จากนั้นระบบ Air Cylinder จะทำการดันฝาออกจากรางส่งอย่างอัตโนมัติ โดยเซนเซอร์จะแสดงสัญญาณไฟสีส้มเพื่อแจ้งเตือนความผิดปกติ ดังแสดงในภาพ 5 และภาพ 6

ภาพ 5 เซนเซอร์แสดงสัญญาณไฟสีส้ม เมื่อฝาไหลผิดทิศทาง

ภาพ 6 Air Cylinder กระทุ้งฝาที่ถูกล็อกออกจากรางส่งฝา

และภาพ 7 แสดง อุปกรณ์ Air Cylinder ที่มีหน้าที่ดันฝาออกจากรางส่งอย่างอัตโนมัติ

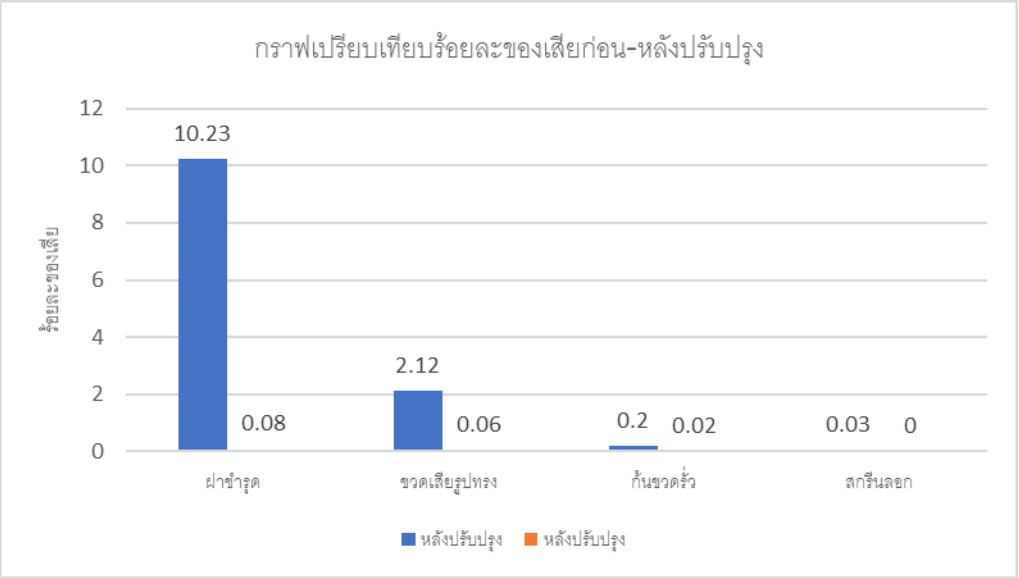
ภาพ 7 Air Cylinder

นอกจากนี้ ได้มีการทดลอง ปรับตั้งองศาของรางส่งฝา ให้เหมาะสมกับตำแหน่งของหัวแกร๊ป เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการส่งฝาเข้าสู่ตำแหน่งปิดฝาอย่างถูกต้อง

ผลลัพธ์จากการดำเนินการปรับปรุงดังกล่าวสามารถแสดงได้ในตาราง 2 และภาพ 8 ซึ่งนำเสนอจำนวนและร้อยละของของเสียหลังดำเนินการแก้ไข

ตาราง 2 ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของเสีย หลังปรับปรุง เดือนธันวาคม 2568

ประเภทของเสีย	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ	ผลต่างก่อน-หลัง ปรับปรุง
ฝาชำรุด	61	0.08	ลดลง ร้อยละ 10.15
ขวดเสียรูปทรง	50	0.06	ลดลง ร้อยละ 2.06
ก้นขวดรั่ว	16	0.02	ลดลง ร้อยละ 0.18
สกรีนลอก	0	0	ลดลง ร้อยละ 0.03
รวมของเสีย	127	0.16	ลดลง ร้อยละ 12.43
ยอดการผลิต	78,384	0.16	



ภาพ 8 กราฟแสดงเปรียบเทียบร้อยละของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 2 และภาพ 8 พบว่า อัตราร้อยละของของเสียหลังการปรับปรุงลดลงทั้งหมด 12.43% แสดงให้เห็นว่า การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฝาพลิกกลับด้านร่วมกับการปรับตั้งองศาของรางส่งฝา มีประสิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญในการลดความผิดพลาดในกระบวนการปิดฝาขวด กล่าวคือ แนวทางการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดจำนวนชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน และช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตโดยรวมได้อย่างชัดเจน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัญหาฝาขวดชำรุดในกระบวนการผลิต ผลการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสีย พบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปัญหาฝาขวดชำรุดคือปัจจัยด้านเครื่องจักรและวิธีการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะการปรับตั้งองศาของรางส่งฝาที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ฝาขวดพลิกกลับด้านก่อนเข้าสู่กระบวนการปิดฝา รวมถึงแรงกดปิดฝาที่ขาดความสม่ำเสมอ และการขาดระบบตรวจสอบระหว่างขั้นตอนการปิดฝา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการควบคุมคุณภาพที่ระบุว่าความผิดพลาดของกระบวนการมักเกิดจากการออกแบบและการควบคุมกระบวนการที่ไม่เหมาะสม จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว ได้มีการพัฒนาแนวทางการปรับปรุงโดยการออกแบบและติดตั้ง อุปกรณ์ป้องกันการกลับด้านของฝาขวด ร่วมกับการปรับตั้งองศาของรางส่งฝาใหม่ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยชุดดาวแฉก เซนเซอร์ตรวจจับ และระบบกระบอกลม (Air Cylinder) ทำหน้าที่คัดแยกและกำจัดฝาที่จัดวางผิดด้านออกจากกระบวนการก่อนเข้าสู่หัวจับฝา ซึ่งเป็นการเพิ่มจุดควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต

ผลการประเมินหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า อัตราของเสียจากฝาขวดชำรุดลดลงจากร้อยละ 12.59 เหลือร้อยละ 0.16 หรือคิดเป็นการลดลงร้อยละ 12.43 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการ

ปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าแนวทางการปรับปรุงที่นำมาใช้มีประสิทธิผลในการลดของเสีย เพิ่มเสถียรภาพของกระบวนการปิดฝา และช่วยยกระดับความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การศึกษาเป็นการวิจัยเชิงกรณีศึกษาในโรงงานเพียงแห่งเดียว และใช้ระยะเวลาเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงเพียง 1 เดือน ซึ่งอาจยังไม่สะท้อนผลในระยะยาว นอกจากนี้ การประเมินผลยังเน้นที่ปริมาณของเสียเป็นหลัก โดยยังไม่ได้วิเคราะห์ผลกระทบด้านต้นทุนและประสิทธิภาพการผลิตในเชิงลึก การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้แนวคิดการปรับปรุงกระบวนการและเครื่องมือควบคุมคุณภาพ ร่วมกับการออกแบบอุปกรณ์ช่วยตรวจสอบทิศทางของฝาขวดสามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแนวทางที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือพัฒนาต่อยอดในระบบการผลิตอัตโนมัติอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้ในอนาคต

อภิปรายผล

ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการพลิกกลับด้านของฝาขวดร่วมกับการปรับตั้งองศาของรางส่งฝา พบว่าสามารถลดอัตราของเสียลงได้ร้อยละ 12.43 แสดงให้เห็นว่าการแก้ไขสาเหตุหลักของปัญหาอย่างตรงจุดมีประสิทธิผลในการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Ishikawa (1986) ซึ่งระบุว่าการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาตามปัจจัย 4M 1E ช่วยให้สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของความผิดพลาดในกระบวนการผลิตได้อย่างเป็นระบบ โดยผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ชี้ชัดว่าปัจจัยด้านเครื่องจักรและวิธีการปฏิบัติงานเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาฝาขวดชำรุดการปรับตั้งองศาของรางส่งฝาที่ไม่เหมาะสมและแรงกดปิดฝาที่ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้เกิดของเสียในสัดส่วนสูง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการควบคุมคุณภาพที่มุ่งเน้นการลดความแปรปรวนของกระบวนการ

นอกจากนี้ การนำอุปกรณ์เชิงกลและระบบตรวจจับอัตโนมัติมาใช้ในการคัดแยกฝาที่ผิดด้านสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงไกร ศรีเลิศ (2558) และ ธนกฤต ชุ่นเฮง (2557) ซึ่งศึกษาแนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตและอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ช่วยในกระบวนการผลิตสามารถลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยนี้จึงสนับสนุนข้อค้นพบของงานศึกษาดังกล่าว โดยแสดงให้เห็นว่าแม้การปรับปรุงในระดับอุปกรณ์เฉพาะจุด แต่หากแก้ไขได้ตรงกับสาเหตุหลัก ก็สามารถลดของเสียได้อย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

1.1 การบำรุงรักษาและตรวจสอบอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ ควรจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) สำหรับอุปกรณ์คัดแยกฝา เซนเซอร์ และระบบกระบอกลม (Air Cylinder) โดยกำหนดรอบการตรวจสอบ การทำความสะอาด และการปรับตั้ง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์และรักษาประสิทธิภาพการทำงานในระยะยาว

1.2 การพัฒนาระบบติดตามและบันทึกข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ ควรติดตั้งระบบบันทึกข้อมูล เช่น จำนวนฝาที่ถูกคัดออก สัญญาณเตือนความผิดปกติ และอัตราความผิดพลาดของกระบวนการปิดฝา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มของปัญหา และสนับสนุนการตัดสินใจในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง

1.3 การฝึกอบรมพนักงานอย่างเฉพาะด้านควรจัดฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องในด้านหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันฝาพลิกกลับด้าน วิธีการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์เบื้องต้นก่อนเริ่มการผลิต การอ่านค่าและการตอบสนองต่อสัญญาณแจ้งเตือนของเซนเซอร์ แนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อเกิดความผิดปกติเพื่อเพิ่มความสามารถในการควบคุมกระบวนการและลดการหยุดชะงักของสายการผลิต

1.4 การขยายผลไปยังสายการผลิตอื่น จากผลลัพธ์ที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการลดของเสีย ควรพิจารณานำอุปกรณ์หรือแนวคิดการปรับปรุงเดียวกันไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตอื่นที่มีลักษณะกระบวนการคล้ายคลึงกัน เพื่อยกระดับคุณภาพโดยรวมของระบบการผลิตทั้งโรงงาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

2.1 การศึกษาปัจจัยเพิ่มเติมที่ส่งผลต่อคุณภาพการปิดฝา ควรขยายการศึกษาไปยังปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อการเกิดของเสีย เช่น ความเร็วสายการผลิต วัสดุและรูปแบบของฝาขวด ลักษณะเกลียวขวด หรือแรงกดของหัวจับฝา เพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2.2 การประเมินผลในระยะยาว ควรมีการเก็บข้อมูลและประเมินผลการปรับปรุงในระยะยาวมากกว่า 1 เดือน เพื่อศึกษาความเสถียรของอุปกรณ์และกระบวนการ รวมถึงตรวจสอบว่าประสิทธิภาพในการลดของเสียยังคงอยู่ในระดับที่น่าพอใจภายใต้สภาพการผลิตที่เปลี่ยนแปลงหรือไม่

2.3 การวิเคราะห์ผลกระทบด้านต้นทุนและความคุ้มค่า การวิจัยในอนาคตอาจพิจารณาศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หรือการลดต้นทุนต่อหน่วย เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงบริหาร

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2564). *รายงานประจำปี 2564 สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม*. https://oig.industry.go.th/web-upload/82x3137b404c7b90db22c584b87c2b55aa7/202209/m_magazine/25558/303/file_download/ce9c0dfb779401b80f5ca4bf4efdda45.pdf.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2564). *คู่มือการปรับปรุงคุณภาพด้วยเครื่องมือคุณภาพพื้นฐาน*. https://www.dip.go.th/en/category/2020-05-26-19-14-36/2021-11-26-15-38-50.

เกรียงไกร ศรีเลิศ. (2558). *การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง: กรณีศึกษาบริษัทชุบแข็งตัวอย่าง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธนกฤต ชุ่นเฮง. (2557). *การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก: กรณีศึกษาของเสียประเภทจุดดำ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ปาริฉัตร ต้าน้อย. (2558). *เทคนิค FMEA*. สืบค้นจาก http://www.ftpi.or.th/

ปิยธิดา จินะนาฏ, พรรณิชา เครื่องเทศ. (2563). *การลดของเสียในการผลิตนมยูเอชที ที่โรงงานเชียงใหม่เฟรชมิลค์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พนิดา อารีราษฎร์, กิตติภู วรรณโชติ. (2558). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แห้ง กรณีศึกษา หจก.อธิริยะฟลาว* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โยธิน ลักษณะจินดา, ภัทรณัชญา พุทธวงค์. (2563). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตขวดพลาสติกแบบเป่า* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศุภชัย นามะพันธ์ธี. (2551). *การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมชัย อัครชัยกุล. (2549). *Why Why Analysis*. สืบค้นจาก http://learnmanufacturing-tawatchai.blogspot.com/2009/12/why-why-analysis-5-gen.html

สุธาสินี โพธิจันทร์. (2558). *เทคนิค PDCA*. สืบค้นจาก https://www.dhl.com/content/dam/downloads/th/express/th/shopping/packaging/dhl_express_large_palletised_packing_guide_th_th.pdf

อาสิมนต์ ก้อนคำ, อินทร จันทร์อุดม. (2563). *การลดผลิตภัณฑ์มีตำหนิในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุถ้วยปริมาณ 229 ซีซี* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ishikawa, K. (1986). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization.

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to Statistical Quality Control* (8th ed.). Wiley.