บทความวิจัย

การลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง: กรณีศึกษาบริษัท ลัคกี้ ยูเนียน ฟู้ดส์ จำกัด

สุนีย์ เอียดมุสิก* และ ธัญธิตา อ่อนวิมล
ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี
ธีระพงษ์ เขียวเหล็ก วงษ์ศักดิ์ รอดสการ และ ทวีรัตน์ แซ่ตั้น
บริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน ฟู้ดส์ จำกัด

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 3721 7300 ต่อ 7949 อีเมล: sunee.e@agro.kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.11.008
รับเมื่อ 29 มิถุนายน 2563 แก้ไขเมื่อ 3 กันยายน 2563 ตอบรับเมื่อ 18 กันยายน 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 12 พฤศจิกายน 2564
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดน้ำหนักบรรจุเกิน (Over Packing Weight) ในกระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง โดยอาศัยเทคนิค DMAIC จากการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีปริมาณการผลิตสูงที่สุด คิดเป็น 30.07% ของปริมาณการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งทั้งหมด และผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีน้ำหนักบรรจุเกิน เท่ากับ 1.86% สูงกว่าค่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนด (1.50%) ผลการวิเคราะห์โดยการใช้แผนภูมิสาเหตุและผล และการออกแบบการทดลองพบว่า ปัจจัยการผลิตด้านความเร็วสกรูเกลียว ความสูงของวาล์ว และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ (Reprocess) ส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุเกินในผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก อย่างมีนัยสำคัญ ภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต พบว่า น้ำหนักบรรจุเกินมีค่า 1.70% (ลดลง 8.6%) ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเกินพิกัดควบคุมด้านบนมีค่าลดลงจาก 56.54% เป็น 27.80% (ลดลง 50.83%) และค่า Cpk ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ 322,085 บาท/ปี

คำสำคัญ: อาหารแช่แข็ง น้ำหนักบรรจุเกิน การจัดการอุตสาหกรรม

การอ้างอิงบทความ: สุนีย์ เอียดมุสิก, ธัญธิตา อ่อนวิมล, ธีระพงษ์ เขียวเหล็ก, วงษ์ศักดิ์ รอดสการ, และ ทวีรัตน์ แซ่ตั้น, "การลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง: กรณีศึกษาบริษัท ลัคกี้ ยูเนียน ฟู้ดส์ จำกัด," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 32, ฉบับที่ 3, หน้า 782–790, ก.ค.–ก.ย. 2565.

Research Article

Over Packing Weight Reduction of Frozen Imitation Crab Stick: A Case Study of Lucky Union Foods Company Limited

Sunee Eadmusik* and Thanthida Onwimon
Department of Agro-industry Technology and Management, Faculty of Agro-industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok Prachinburi Campus, Prachin Buri, Thailand
Teerapong Khiawlek, Wongsak Rodsakan and Thaweerat Saetan
Lucky Union Foods Company Limited, Samut Sakhon, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 3721 7300 Ext. 7949, E–mail: sunee.e@agro.kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.11.008
Received 29 June 2020; Revised 3 September 2020; Accepted 18 September 2020; Published online: 12 November 2021
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research aimed to reduce an over packing weight related to the frozen imitation crab stick production process by applying DMAIC method. The results showed that, among the entire frozen imitation crab stick products, the 500 g package category yields the highest production, accounting for 30.7% of total production quantity. Meanwhile, its 1.86% excess weight was greater than the 1.50% target value set be company. The results obtained from a cause and effect diagram and a design of experiment revealed that factors significantly affecting overloading conditions of the 500 g package were screw speed, valve height and amount of reprocess. After the production process improvement, it was found that over packing weight reduced by 8.6% to 1.70%; amount of frozen imitation crab stick packing size of 500 g with upper specification limit decreased from 56.54% to 27.80% (50.83% reduction) and Cpk increased which could save a production cost for 322,085 Baht/year.

Keywords: Frozen Food, Over Packing Weight, Industrial Management

Please cite this article as: S. Eadmusik, T. Onwimon, T. Khiawlek, W. Rodsakan, and T. Saetan, "Over packing weight reduction of frozen imitation crab stick: A case study of Lucky Union Foods company limited," *The Journal of KMUTNB*, vol. 32, no. 3, pp. 782–790, Jul.–Sep. 2022 (in Thai).

1. บทนำ

สินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรเป็นสินค้าที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ การส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรระหว่าง พ.ศ. 2560–2562 มีมูลค่าเฉลี่ย 580,407 ล้านบาท/ปี สัดส่วนคิดเป็น 7.34% ของมูลค่าการส่งออกสินค้าทั้งหมด มูลค่าการส่งออกของสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2563 มีมูลค่าเท่ากับ 187,965 ล้านบาท สัดส่วนคิดเป็น 7.47% ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด และมีอัตราการขยายตัวเท่ากับ 1.80% เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันใน พ.ศ. 2562 [1] สินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป น้ำตาลทราย และผลิตภัณฑ์ข้าว สาลีและอาหารสำเร็จรูปอื่นๆ อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป เป็นสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุด คิดเป็น 21.8% ของมูลค่าการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรทั้งหมด อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป ได้แก่ ทูน่ากระป๋อง ปูกระป๋อง กุ้งแปรรูป ปลาแปรรูป และอาหารทะเลแปรรูปอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ปูอัด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดที่ผ่านกระบวนการล้างด้วยน้ำ (ซูริมิ) ชนิดหนึ่ง [2] มีลักษณะเป็นแท่งและรสชาติเลียนแบบเนื้อปู จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าปูเทียม (Imitation Crab Stick) ประเทศที่นำเข้าสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรของไทยที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และอินโดนีเซีย [3]

ในกระบวนการผลิตสินค้ามักพบว่า มีความสูญเปล่า (Waste) เกิดขึ้น และเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพ (Efficiency) ประสิทธิผล (Effectiveness) ตลอดจนผลิตภาพ (Productivity) ของกระบวนการนั้นต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุอยู่ 7 ประการ ได้แก่ การสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การขนส่ง (Transportation) การเคลื่อนไหว (Motion หรือ Movement) ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่มากเกินไป (Excess Processing) การรอคอย (Delay หรือ Waiting Time) และการผลิตของเสีย (Defect) [4], [5] ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงจำเป็นต้องลดความสูญเปล่าโดยอาศัยการจัดการเชิงวิศวกรรม เพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต [6]

ขั้นตอน DMAIC เป็นหนึ่งในวิธีของการพัฒนาคุณภาพแนวทางของซิกซ์ ซิกมา [7] ที่มุ่งหวังเพื่อลดความผันแปรที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ทำให้ความสูญเปล่าลดลง สามารถลดต้นทุนที่เกิดจากความสูญเปล่านั้นได้ [8] ขั้นตอน DMAIC เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การกำหนดขอบข่ายปัญหา (Define) การวัดผลและทำความเข้าใจกระบวนการ (Measure) การวิเคราะห์ (Analyze) การปรับปรุง (Improve) และการควบคุม (Control) [9] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ DMAIC เพื่อพัฒนากระบวนการแปรรูปอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมประมง เช่น ปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาแช่แข็ง ยังมีจำนวนน้อยมาก [4] บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งรายใหญ่ และประสบปัญหาน้ำหนักบรรจุเกิน (Over Packing Weight) ซึ่งการที่ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักบรรจุเกินกว่าค่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนดจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ขั้นตอน DMAIC เพื่อลดปัญหาน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งในบริษัทกรณีศึกษา

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิต

ศึกษาข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิต โดยสำรวจสภาพแวดล้อมในโรงงาน บริเวณและขั้นตอนในกระบวนการผลิตปูอัดแบบ พร้อมทั้งจดบันทึก

2.2 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยประยุกต์ใช้ขั้นตอน DMAIC

ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยประยุกต์ใช้ขั้นตอน DMAIC ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.2.1 ขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหา (Define Phase)

เป็นการกำหนดหัวข้อปัญหาทางธุรกิจที่บริษัทกำลังประสบอยู่โดยจำกัดขอบข่ายและคัดเลือกปัญหาที่ก่อให้เกิด

ความเสียหายมากที่สุด [9] ทำได้โดยรายละเอียดผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิต และสัดส่วนการผลิต โดยการศึกษาจากปริมาณการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 และทำการเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักบรรจุเกินสูงที่สุดมาดำเนินการต่อไป

2.2.2 ขั้นตอนการวัด (Measure Phase)

เป็นการกำหนดตัววัด และทำความเข้าใจกับกระบวนการโดยอาศัยการวัดความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) การพิจารณาความถี่ในการเกิดของเสีย และสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพหรือผลงานมากที่สุด รวมถึงการจัดทำแผนผังกระบวนการทำงาน [9] ทำได้โดยการแสดงขั้นตอนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งในรูปแบบของแผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) ตลอดจนพิจารณาค่าความสามารถกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเกินพิกัดควบคุมด้านบน (Upper Specification Limit; USL)

2.2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อศึกษาผลของตัวแปรแต่ละตัวและพิสูจน์หาตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ได้นิยามไว้ [9] ทำได้โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งมีน้ำหนักบรรจุเกิน โดยใช้การระดมสมอง (Brain Storming) ของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ผู้จัดการ หัวหน้า และพนักงานของทั้งฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพ ตลอดจนวิศวกรควบคุมเครื่องจักร และใช้แผนภูมิสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จากนั้นทำการพิสูจน์หาสาเหตุที่เป็นจริงโดยใช้วิธีการสังเกต (Observation) และการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment; DoE) โดยอาศัยเครื่องมือทางสถิติ เช่น 2-Variance และ ANOVA

2.2.4 ขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase)

เป็นการปรับปรุงกระบวนการที่ได้ผ่านการวิเคราะห์และสามารถสร้างข้อสรุปได้แล้วว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อคุณภาพที่ไม่ได้เป็นตามความคาดหวังที่ตั้งไว้ โดยเน้นการปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น [9] ทำได้โดยนำค่าปัจจัยที่ได้จากการออกแบบการทดลองไปใช้จริงในกระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง เก็บข้อมูลด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เพื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.2.5 ขั้นตอนการควบคุม (Control Phase)

เป็นขั้นตอนการวางแผนและออกแบบระบบการควบคุมกระบวนการ เพื่อรักษาระดับการปรับปรุงให้เป็นผลระยะยาว และควบคุมปัจจัยสำคัญให้อยู่ในช่วงมาตรฐานใหม่ที่ค้นพบในขั้นตอนการปรับปรุง [9] ทำได้โดยการออกแบบเอกสารบทเรียนหนึ่งประเด็น (One Point Lesson) และเอกสารแบบตรวจเช็คค่าควบคุม เพื่อการควบคุมข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ต้องทำการควบคุมระบบการทำงานเพื่อจะไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำอีก หรือเป็นการตรวจติดตามปัญหาอย่างต่อเนื่องเพื่อดูความผิดปกติของกระบวนการและควบคุมทั้งปัจจัยภายในและภายนอก

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

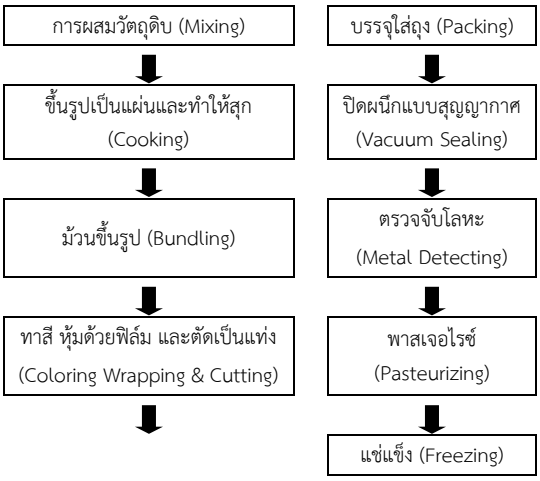
เทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มรูป ที่มีจำนวนระดับของแต่ละปัจจัยเท่ากับ 2 (2^k Full Factorial Design) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (T-Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการทดลอง

3.1 ข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิต

จากการศึกษาพบว่า บริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน ฟู้ดส์ จำกัด เป็นบริษัทขนาดใหญ่ที่ผลิตอาหารทะเลแปรรูปแช่แข็ง มีสินค้าหลากหลายชนิด จึงมีหลายสายการผลิต และมีกำลังการผลิตรวมกว่า 30,000 ตันต่อปี ในสายการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) ใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากต้องการความประณีตในการควบคุมน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

จากการเก็บข้อมูล พบว่า กระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งมี 9 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1 เริ่มจากการผสมวัตถุดิบ (Mixing) ที่ประกอบด้วย ซูริมิ แป้ง น้ำตาล เกลือ และวัตถุเจือปนอาหารเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงลำเลียงเนื้อปลาที่



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง

ผสมได้เข้าสู่สายพานเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นและทำให้สุกโดยการให้ความร้อน (Cooking) เมื่อสุกแล้วจึงทำให้เย็นและม้วนขึ้นรูป (Bundling) ทาสีผสมอาหาร หุ้มด้วยฟิล์ม และตัดเป็นแท่ง (Coloring Wrapping and Cutting) บรรจุใส่ถุง (Packing) ปิดผนึกแบบสุญญากาศ (Vacuum Sealing) ผ่านเข้าเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal Detecting) ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโดยการให้ความร้อนในระดับพาสเจอไรซ์ (Pasteurizing) แล้วจึงนำไปแช่แข็ง (Freezing)

ตารางที่ 1 แสดงแบบจำลอง SIPOC (Supplier Input Process Output Customer) ของกระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งที่ได้ถูกสร้างขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจในวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานแก่พนักงาน

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเทคนิค DMAIC

3.2.1 การกำหนดหัวข้อปัญหา

จากการศึกษาปริมาณการผลิตของสินค้าปูอัดแบบแท่งแช่แข็งพบว่า ผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งที่มีขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีปริมาณการผลิตสูงที่สุด คือ 158.8 ตัน/เดือน คิดเป็น 30.07% ของปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมด รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดบรรจุ 908 กรัม/แพ็ก ที่มีปริมาณการผลิต 92.4 ตัน/เดือน คิดเป็น 17.50% ของปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมด และเมื่อพิจารณารายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงที่สุด คือ ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก พบว่า มีน้ำหนักบรรจุเกินเฉลี่ยอยู่ที่ 1.86% ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานของบริษัทที่กำหนดไว้ที่ 1.50%

ตารางที่ 1 SIPOC ของการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง

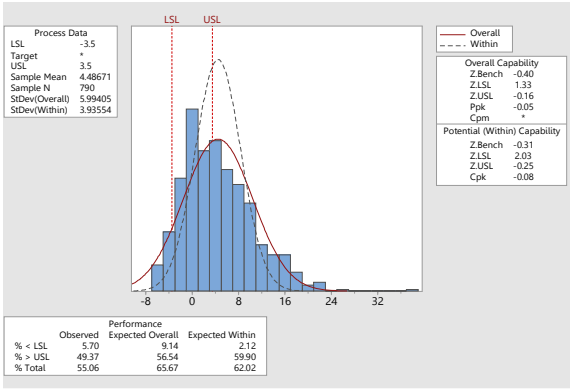
Supplier	Input	Process	Output	Customer
ผู้นำส่งวัตถุดิบ	ชูริมิ แป้ง น้ำตาล เกลือ วัตถุเจือปนอาหาร	ผสม	ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งบรรจุในถุงสุญญากาศ	ลูกค้าได้รับสินค้าตรงตามความต้องการ (คุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดและส่งมอบทันเวลา)
		ขึ้นรูปเป็นแผ่นและทำให้สุก		
		ม้วนขึ้นรูป		
		หุ้มด้วยฟิล์มและตัดเป็นแท่ง		
		บรรจุใส่ถุง		
		ผนึกแบบสุญญากาศ		
		ตรวจจับโลหะ		
		พาสเจอร์ไรซ์		
		แช่แข็ง		

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนักบรรจุเกินของปูอัดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก จากเดิม คือ 1.86% ให้ลดลงเหลือ 1.50% ตามค่าเป้าหมายของบริษัท

3.2.2 การวัดและเก็บข้อมูลในกระบวนการ

เมื่อได้กำหนดหัวข้อปัญหาและทำการตั้งเป้าหมายในขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหาแล้ว ขั้นตอนการวัดและเก็บข้อมูลในกระบวนการนี้ จะเป็นการศึกษากระบวนการผลิตสินค้าปูอัดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาปริมาณน้ำหนักบรรจุเกิน

ผลการวัดและเก็บข้อมูลพบว่า สินค้าปูอัดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีข้อกำหนดน้ำหนักต่อชิ้นเท่ากับ 12.60–12.70 กรัม แต่สินค้าที่ผลิตได้มีน้ำหนักต่อชิ้นเท่ากับ 12.91±0.29 ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนด จึงส่งผลต่อเนื่องให้ปริมาณน้ำหนักบรรจุเกินต่อแพ็กมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน



รูปที่ 2 ความสามารถกระบวนการของการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก

ของบริษัท และเมื่อศึกษาความสามารถกระบวนการ ซึ่งประเมินได้จากค่า Cpk ที่พบว่า มีค่าติดลบ สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก ยังไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากค่า Cpk เป็นค่าที่บอกถึงขีดความสามารถของกระบวนการในระยะสั้น คือ ที่เวลาใดเวลาหนึ่งกระบวนการมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร ค่า Cpk นี้จะแสดงเป็นนัยถึงความผันแปรที่เกิดขึ้นจากความจำกัดและพื้นฐานของเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการ ถ้าค่า Cpk ติดลบแสดงถึงกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ [10] นอกจากนี้ยังพบว่า มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีน้ำหนักเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเกินพิกัดควบคุมด้านบน (USL) มีค่าเท่ากับ 56.54% (รูปที่ 2)

3.2.3 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อปัญหา

เมื่อศึกษากระบวนการผลิต โดยการระดมความคิดกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ผู้จัดการ หัวหน้า และพนักงานของทั้งฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ ตลอดจนวิศวกรควบคุมเครื่องจักร เพื่อคาดการณ์ปัจจัยที่คิดว่าส่งผลต่อปัญหาน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก และค้นหาว่าตัวแปรนำเข้าของกระบวนการผลิตที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง โดยนำแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต มาพิจารณาประกอบการวิเคราะห์หาสาเหตุ อาศัยการใช้แผนภูมิสาเหตุและผล

จากการระดมสมองและวิเคราะห์ พบว่า การที่ผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีน้ำหนักบรรจุเกินมากกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท เกิดจากสาเหตุหลักต่อไปนี้

1) สาเหตุที่เกิดจากพนักงาน (Man) คือ ความเข้าใจในข้อกำหนดสินค้าและการควบคุมน้ำหนักบรรจุยังคลาดเคลื่อน

2) สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine) คือ อุปกรณ์การดึงฟิล์มทำงานไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดรอยพับ

3) สาเหตุที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material) คือ เนื้อปูที่ใช้มีความข้นหนืดเกินกว่าที่กำหนด

4) สาเหตุที่เกิดจากวิธีการ (Method) คือ ในการผลิตแต่ละครั้งมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรไม่เท่ากัน

ภายหลังจากการวิเคราะห์แล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ลงความเห็นร่วมกันว่า ควรแก้ไขปัญหาน้ำหนักบรรจุเกินจากสาเหตุที่เกิดจากวิธีการเป็นอันดับแรก เนื่องจากส่งผลกระทบต่อน้ำหนักบรรจุเกินมากที่สุด โดยค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องมี 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป 2) ความเร็วของใบพัดกวนผสม 3) ความสูงของวาล์วเครื่องปล่อยแป้ง 4) ความเร็วของเครื่องม้วน และ 5) ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ (Reprocess)

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุเกินโดยอาศัยการออกแบบการทดลอง พบว่า ใน 5 ปัจจัยที่ศึกษามี 3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักบรรจุเกินอย่างมีนัยสำคัญ คือ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป ความสูงของวาล์วเครื่องปล่อยแป้ง และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ ซึ่งมีค่า p-value เท่ากับ 0.000, 0.004 และ 0.011 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในขณะที่ความเร็วใบพัดกวนและความเร็วของเครื่องม้วนมีค่า p-value เท่ากับ 0.493 และ 0.920 ตามลำดับ และผลการทดสอบทางสถิติยังพบว่าค่า R^2 เท่ากับ 85.70% และ $R^2(adj)$ เท่ากับ 72.30%

เมื่อได้ทำการตัดปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุเกินอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) นั่นคือ ตัดปัจจัยด้านความเร็วใบพัดกวน ($p = 0.493$) และความเร็วของเครื่องม้วน ($p = 0.920$) (ตารางที่ 2) และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเชิงแฟกทอเรียลใหม่พบว่า ค่า p-value ของปัจจัย

ด้านความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูปมีค่าเท่าเดิมคือ 0.000 แต่ค่า *p*-value ของปัจจัยด้านความสูงของวาล์วเครื่องปล่อยแป้ง และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำลดลงจากเดิมมีค่าเท่ากับ 0.004 และ 0.011 (ตารางที่ 2) เป็น 0.001 และ 0.003 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และแม้ว่าค่า R^2 จะลดลงจาก 85.70% เป็น 79.94% แต่ค่า $R^2(adj)$ เพิ่มขึ้นจาก 72.30% เป็น 77.79%

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการออกแบบการทดลองแบบ 2^k Full Factorial Design

Source	df	Adj SS	Adj MS	F	P
ความเร็วสกรูเกลียว	1	0.346	0.346	70.03	0.000
ความเร็วใบกวน	1	0.002	0.002	0.49	0.493
ระยะความสูงวาล์ว	1	0.055	0.055	11.19	0.004
ความเร็วเครื่องม้วน	1	0.000	0.000	0.01	0.920
ผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ	1	0.041	0.041	8.25	0.011
Error	16	0.079	0.005		
Total	31	0.552			
S = 0.070 R-Sq = 85.70% R-Sq (adj) = 72.30%					

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลหลังจากการตัดปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญ

Source	df	Adj SS	Adj MS	F	P
ความเร็วสกรูเกลียว	1	0.346	0.346	87.36	0.000
ระยะความสูงวาล์ว	1	0.055	0.055	13.65	0.001
ผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ	1	0.041	0.043	10.29	0.003
Error	28	0.111	0.004		
Total	31	0.552			
S = 0.063 R-Sq = 79.94% R-Sq (adj) = 77.79%					

ผลจากการออกแบบการทดลอง ทำให้ทราบว่าค่าที่เหมาะสมของปัจจัยหลักทั้ง 3 ได้แก่ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูปเท่ากับ 17.15 เฮิรตซ์ ระยะความสูงของวาล์วปล่อยแป้งเท่ากับ 3.47 เซนติเมตร และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำเท่ากับ 5.6%

3.2.4 การออกแบบปรับปรุงกระบวนการ

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการบรรจุน้ำหนักเกินของปูอัดแบบแท่งแช่แข็งพบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุเกิน 3 ปัจจัย คือ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป ระยะความสูงของวาล์วปล่อยแป้ง และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมพบว่า ควรมีค่าเท่ากับ 17.15 เฮิรตซ์ 3.47 เซนติเมตร และ 5.6% ตามลำดับ จากนั้นจึงนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง และเก็บข้อมูลน้ำหนักของสินค้าปูอัดแบบแท่งแช่แข็งพบว่า ผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งที่ผลิตได้ก่อนปรับพารามิเตอร์ (จำนวน 90 ชิ้น) มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรจุต่อชิ้นเท่ากับ 12.91±0.29 กรัม และผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งที่ผลิตได้หลังปรับพารามิเตอร์ (จำนวน 90 ชิ้น) มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรจุต่อชิ้นเท่ากับ 12.68±0.17 กรัม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรจุต่อชิ้นก่อนและหลังปรับพารามิเตอร์พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (*p*-value = 0.00) โดยภายหลังจากการปรับพารามิเตอร์ น้ำหนักบรรจุต่อชิ้นมีค่าลดลง 0.23 กรัม (95% ช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.162 ถึง 0.301 กรัม) ซึ่งน้ำหนักบรรจุต่อชิ้นหลังปรับพารามิเตอร์ อยู่ในข้อกำหนดน้ำหนักต่อชิ้นของบริษัทที่กำหนดให้มีค่าระหว่าง 12.60–12.70 กรัม

3.2.5 การควบคุมกระบวนการ

การควบคุมกระบวนการเป็นการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก และยังเป็นการตรวจติดตามปัญหาอย่างต่อเนื่องเพื่อดูความผิดปกติของกระบวนการ ในการควบคุมนี้ต้องทั้งปัจจัยภายในและภายนอก สามารถทำได้โดยการออกแบบและจัดสร้างวิธีการติดตามผล ตลอดจนการจัดทำเอกสารการปฏิบัติงานเพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพ

ในงานวิจัยนี้ได้ควบคุมกระบวนการโดยจัดทำเอกสารควบคุมการปฏิบัติงาน ที่เรียกว่าเอกสารบทเรียนหนึ่งประเด็น (One Point Lesson; OPL) จำนวน 2 เรื่อง คือ เรื่องค่ามาตรฐานในการปรับตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องจักร และเรื่องควบคุมวิธีการชั่งของพนักงานฝ่ายบรรจุ (Packing) นอกจากนี้ยังควบคุมกระบวนการโดยปรับแก้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) ของฝ่ายผลิตเพื่อให้เป็นปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

3.3 การตรวจติดตามผล

จากผลการตรวจติดตามผลการดำเนินงานเพื่อลดน้ำหนักบรรจุเกินของปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก พบว่า น้ำหนักบรรจุเกินลดลงจาก 1.86% เป็น 1.70% (ลดลง 8.6%) (ตารางที่ 4) และเมื่อพิจารณาความสามารถกระบวนการ พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD.) ของกระบวนการลดลงจาก 5.99 เป็น 3.99 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเกินพิกัดควบคุมด้านบน (%>USL) มีค่าลดลงจาก 56.54% เป็น 27.80% (คิดเป็น 50.83%) และมีค่า Cpk เพิ่มขึ้น 4 เท่า สะท้อนถึงกระบวนการผลิตมีความสม่ำเสมอและมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น และค่าน้ำหนักบรรจุของสินค้าที่มีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักบรรจุตามข้อกำหนด

ตารางที่ 4 น้ำหนักบรรจุเกิน (%) และค่าจากความสามารถกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุง

ค่า	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
น้ำหนักบรรจุเกิน	1.86%	1.70%
SD.	5.99	3.99
>USL	56.54%	27.80%
Cpk	มีค่าติดลบ	มีค่าบวก และเพิ่มขึ้น 4 เท่า

เมื่อประเมินต้นทุนค่าใช้จ่าย จากก่อนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีน้ำหนักบรรจุเกิน เท่ากับ 1.86% และภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่า มีน้ำหนักบรรจุเกิน เท่ากับ 1.70% ทำให้สามารถลดต้นทุนได้ เท่ากับ 322,085 บาท/ปี

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาการลดน้ำหนักบรรจุเกินของสินค้าปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค DMAIC พบว่า สินค้าปูอัดแบบแท่งแช่แข็งที่มีขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีปริมาณการผลิตสูงที่สุด คิดเป็น 30.07% และมีน้ำหนักต่อชิ้นเท่ากับ 12.91 กรัม ซึ่งมากกว่าข้อกำหนดที่กำหนดให้มีน้ำหนักต่อชิ้นอยู่ระหว่าง 12.60–12.70 กรัม ส่งผลให้มีน้ำหนักบรรจุเกินเท่ากับ 1.86% ไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนด คือ 1.50% เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเท่ากับ 5.99 และ ค่า Cpk ที่ติดลบ ซึ่งการที่ Cpk มีค่าติดลบจะสะท้อนถึงกระบวนการที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่า 56.54% ของปูอัดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก ที่ผลิตได้ มีน้ำหนักเกินพิกัดควบคุมด้านบน

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของการบรรจุน้ำหนักเกินโดยใช้แผนภูมิเหตุและผลพบว่า มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 5 ปัจจัย คือ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป ความเร็วของใบพัดกวนผสม ความสูงของวาล์วเครื่องปล่อยแป้ง ความเร็วของเครื่องม้วน และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ แต่เมื่อวิเคราะห์โดยการออกแบบการทดลองพบว่า มีเพียง 3 ปัจจัย คือ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป ระยะความสูงของวาล์วปล่อยแป้ง และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำที่ส่งผลต่อการบรรจุน้ำหนักเกินอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า ค่าทำนายมีค่าเท่ากับ 17.15 เฮิรตซ์ 3.47 เซนติเมตร และ 5.6% ตามลำดับ

ภายหลังจากการนำค่าที่ทำนายไปใช้ในการผลิตจริง พบว่า มีน้ำหนักต่อชิ้นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ ลดลงจาก 12.91 กรัม/ชิ้น เป็น 12.68 กรัม/ชิ้น ซึ่งส่งผลต่อเนื่องให้น้ำหนักบรรจุเกินลดลงจาก 1.86% เป็น 1.70% (ลดลง 8.6%) ถึงแม้ว่าน้ำหนักบรรจุเกินหลังจากการปรับปรุงจะยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัทกำหนดไว้ที่ 1.50% และลดลงได้เพียง 8.6% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของอัศม์เดช [11] ที่สามารถลดน้ำหนักบรรจุเกินของปลานิลแช่แข็งจาก 3.41% เป็น 0.99% (ลดลง 71%) แต่พบว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตปูอัดแบบแท่งแช่แข็งภายหลังจากการปรับปรุงเพิ่มขึ้น สังเกตจากค่า Cpk ที่เพิ่มขึ้น การปรับปรุงกระบวนการผลิตในงานวิจัยนี้สามารถทำให้ปริมาณน้ำหนักบรรจุเกินมีปริมาณลดลง ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้ 322,085 บาท/ปี งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการลดน้ำหนักบรรจุเกินที่เกิดจากสาเหตุด้านวิธีการเท่านั้น อย่างไรก็ตาม น้ำหนักบรรจุเกินยังสามารถเกิดจากสาเหตุด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านพนักงาน ด้านเครื่องจักร และด้านวัตถุดิบ ดังนั้นนอกจากการแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุด้านวิธีการแล้ว บริษัทควรแก้ปัญหาที่เกิด

จากสาเหตุอื่นๆ ด้วยเช่นกัน เพื่อลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน ฟู้ดส์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการปฏิบัติงาน และการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล ตลอดจนพนักงานของบริษัททุกท่านที่เกี่ยวข้องที่ร่วมระดมสมอง และให้ความร่วมมือตลอดการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Information Technology and Communication Center. Office of Permanent Secretary Ministry of Commerce (2020, Jun.). Export Structure: World (Jan.-Apr. 2020), Office of Permanent Secretary Ministry of Commerce. Bangkok, Thailand [Online]. Available: http://tradereport.moc.go.th/Report/ReportEng.aspx?Report=MenucomRecode&Option=5&Lang=Eng

[2] S. Benjakul, *Surimi: Science and Technology*, 1st ed. Bangkok: Odeonstore, 2006 (in Thai).

[3] Information Technology and Communication Center. Office of Permanent Secretary Ministry of Commerce (2020, Jun.) Country Destination 15 Order by Country: Agro-industrial Products (Jan-Apr 2020), Office of Permanent Secretary Ministry of Commerce. Bangkok, Thailand [Online]. Available: http://tradereport.moc.go.th/Report/ReportEng.aspx?Report=MenucomTopNRecode&imextype=1&Option=3&Lang=Eng

[4] G. Jimenez, G. Santos, J. C. Sá, S. Ricardo, J. Pulido, A. Pizarro, and H. Hernández, "Improvement of productivity and quality in the value chain through lean manufacturing-a case study," *Procedia Manufacturing*, vol. 41, no. 1, pp. 882–889, 2019.

[5] Thailand Productivity Institute, *Quality of Life Through Productivity*. Bangkok: Thailand Productivity Institute, 1996 (in Thai).

[6] K. Wajanawichakon, P. Srisawat, and W. Thippo, "Efficiency Improvement of the pottery production process to reduce waste and increase the production quality: Case study of Huaywangnong pottery group, Ubon Ratchathani," *UBU Engineering Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 38–46, 2016 (in Thai).

[7] M. Smętkowska and B. Mrugalska, "Using six sigma DMAIC to improve the quality of the production process: A case study," *Procedia-Social and Behavioral Science*, vol. 238, no. 1, pp. 590–596, 2018.

[8] T. Ritprasertsri, "Production time loss reduction in sauce production line by Lean six sigma approach," M.E. thesis, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 2016 (in Thai).

[9] T. Laosirihongthong, A. Jiraarpawong, and T. Kiatcharoenpol, "Implementation of DMAIC for extraordinary improvement: a case study of ceramic sanitary ware manufacturing company," *Research and Development Journal*, vol. 19, no. 4, pp. 36–44, 2008 (in Thai).

[10] S. Bangphan, "Process capability indices of hardness specimen cutting process by the application of statistical techniques," *Engineering Journal Chiang Mai University*, vol. 23, no. 2, pp. 67–78, 2016 (in Thai).

[11] A. Vanichchinchai, "Packing yield improvement for frozen black Tilapia fish by reducing over packing weight," *Kasetsart Applied Business Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 43–52, 2014 (in Thai).